

Rapporter

Reports

2016/15 ●

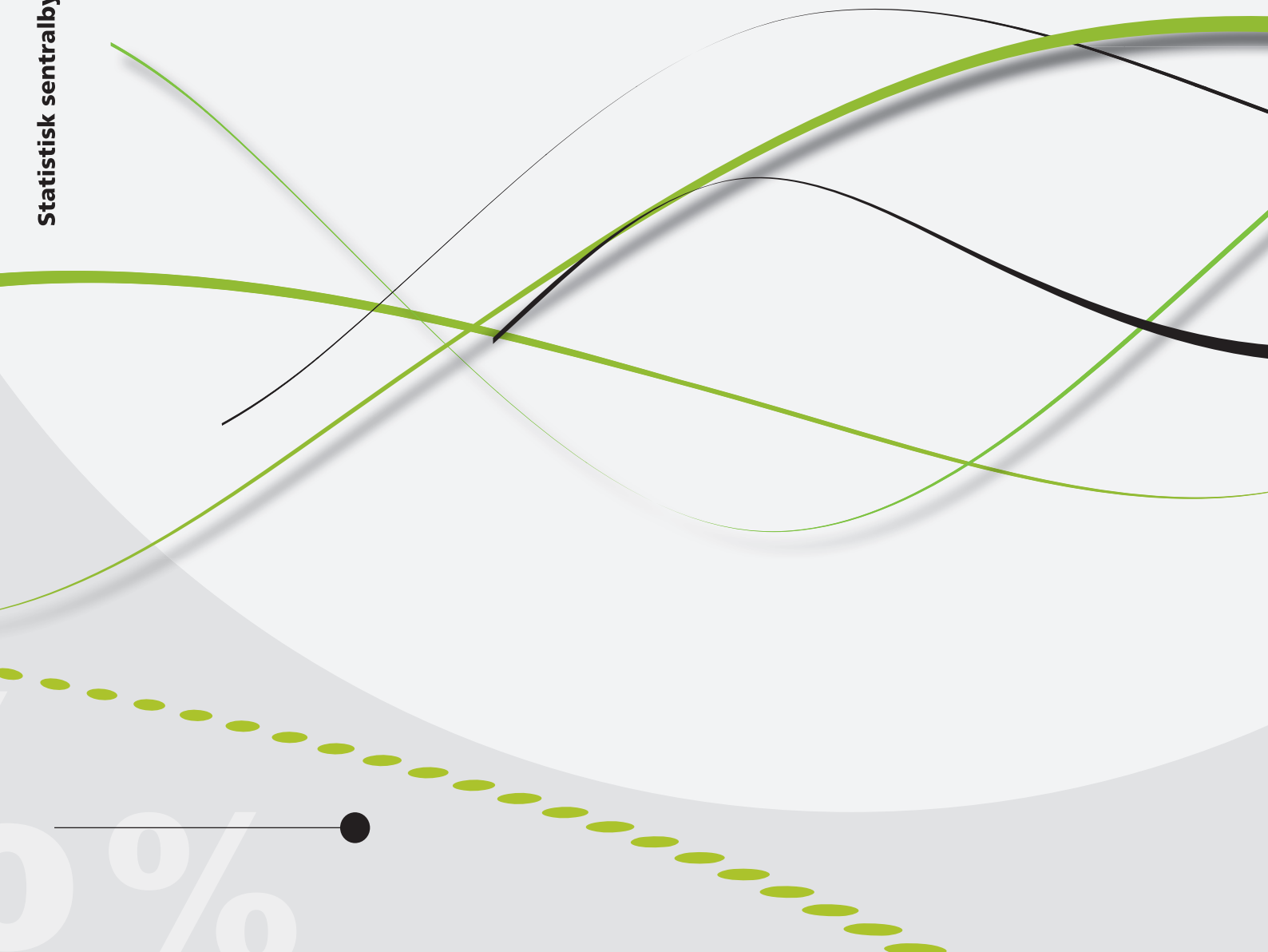
Statistics Norway



Statistisk sentralbyrå

Geir H. M. Bjertnæs og Cathrine Hagem

Makroøkonomiske drivere for utviklingen i energiforbruket



Geir H. M. Bjertnæs og Cathrine Hagem

**Makroøkonomiske drivere for utviklingen i
energiforbruket**

Rapporter I denne serien publiseres analyser og kommenterte statistiske resultater fra ulike undersøkelser. Undersøkelser inkluderer både utvalgsundersøkelser, tellinger og registerbaserte undersøkelser.

	Standardtegn i tabeller	Symbol
© Statistisk sentralbyrå	Tall kan ikke forekomme	.
Ved bruk av materiale fra denne publikasjonen skal Statistisk sentralbyrå oppgis som kilde.	Oppgave mangler	..
Publisert april 2016	Oppgave mangler foreløpig	...
	Tall kan ikke offentliggjøres	:
	Null	-
ISBN 978-82-537-9332-0 (trykt)	Mindre enn 0,5 av den brukte enheten	0
ISBN 978-82-537-9333-7 (elektronisk)	Mindre enn 0,05 av den brukte enheten	0,0
ISSN 0806-2056	Foreløpig tall	*
:	Brudd i den loddrette serien	—
	Brudd i den vannrette serien	
Trykk: Statistisk sentralbyrå	Desimaltegn	,

Forord

Denne rapporten er utarbeidet ved Forskningsavdelingen i Statistisk sentralbyrå. Rapporten er finansiert av Olje- og energidepartementet. Takk til Ann Christin Bøeng og Pia Tønjum for hjelp med fremskaffelse av data, takk til Birger Strøm for hjelp med MSG-kjøringene og takk til Orvika Rosnes og oppdragsgiver for mange gode kommentarer og innspill.

Statistisk sentralbyrå, 4. mars 2015.

Torbjørn Hægeland

Sammendrag

I rapporten identifiseres makroøkonomiske drivere for energibruken. Vi viser utviklingen i energibruken i Norge fra 1980 og fram til i dag, både totalt og fordelt på sektorer. Energibruken i forhold til BNP (energiintensiteten) har blitt gradvis redusert over de siste 30 årene. Veksten i BNP har imidlertid vært større enn fallet i energiintensiteten slik at energiforbruket har økt. I perioden 1980 – 2012 var gjennomsnittlig årlig vekst i innenlandsk sluttforbruk av energi på 0,9 prosent. Ved hjelp av en makroøkonomisk likevektsmodell for norsk økonomi har vi analysert utviklingen av energiforbruket fram mot 2050, under ulike forutsetninger om befolkningsutvikling og produktivitetsvekst. Utgangspunktet for analysen er referansebanen fra Perspektivmeldingen (2013).

Vi har gjort to skiftanalyser: en med høyere befolkningsvekst enn i referansebanen (*Befolkning*), og en med større årlig produktivitetsvekst enn i referansebanen (*Teknologi*). Begge disse scenarioene gir høyere energiforbruk enn i referansebanen, både når det gjelder det stasjonære energiforbruket og energiforbruket til transport. Fordelingen av energikonsumet mellom sektorer, og mellom stasjonært energiforbruk og energiforbruk til transport, blir imidlertid svært ulik i de to scenarioene.

Det største stasjonære energiforbruket finner vi i *Teknologi*, mens *Befolkning* gir størst transportforbruk. Noe av forklaringen på forskjellen i det stasjonære energiforbruket er at lønnsatsen har økt kraftig i *Teknologi*, mens den har falt i *Befolkning*. Økningen i lønnsatsen innebærer at arbeidsintensive produkter på hjemmemarkedet øker i pris. I *Teknologi* har husholdningene derfor substituert seg bort fra arbeidsintensive produkter, og mot boligjenester og stasjonært energibruk i boliger. I *Befolkning* vokser energiforbruket primært fordi den økte sysselsettingen også innebærer økt bruk av energi i produksjonssektorene. Økt sysselsetting presser imidlertid lønnsatsen ned, og gir substitusjon mot arbeidsintensive produkter, fra bl.a. stasjonær energibruk i boliger.

Siden den yrkesaktive befolkningen er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*, har vi også antatt at de offentlige utgiftene er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*. Dette bidrar til høyere bruk av stasjonær energi for tjenesteproduserende næringer (inkludert offentlig konsum) i *Befolkning* sammenliknet med den tilsvarende energibruken i *Teknologi*.

Abstract

In this report, we identify the main driving forces for the development of energy consumption. We present figures for the development of energy consumption in Norway from 1980 and up till now, both in total and for individual sectors of the economy. Consumption of energy per unit of GDP (the energy intensity) has gradually fallen over the last 30 years. However, the growth in GDP has been larger than the decline in the energy intensity of the economy, leading to an increase in energy consumption. In the period 1980 – 2012, the average annual growth rate in domestic energy consumption has been 0.9 percent.

By the means of a computable general equilibrium model for the Norwegian economy we analyze the development of energy consumption towards 2050, under different assumptions regarding population growth and productivity. The starting point of the analysis is the reference scenario from Perspektivmeldingen (2013). We simulate two shifts: one where we assume larger population growth than in the reference scenario (*Population*), and another where we assume larger growth in the productivity than in the reference scenario (*Technology*). Both of these scenarios lead to larger energy consumption than the reference scenario, both regarding stationary energy consumption and energy used for transportation. The two shift scenarios lead to large differences in the distribution of energy consumption across sectors and between stationary energy consumption and energy used for transportation.

We find that *Technology* gives the largest stationary energy consumption, while *Population* leads to the largest consumption of energy used for transportation. The difference in stationary energy consumption can partly be explained by the substantially increased wages in *Technology*, whereas the wages have fallen in *Population*. Higher wages lead to higher prices on domestically produced labor-intensive products. In *Technology*, the households have substituted dwellings and residential energy demand for labor intensive products. The energy consumption in *Population* is growing mainly because the expansion in employment also leads to expansion of energy consumption in production sectors. The wage rate is reduced due to the expansion of the labor supply. This generates substitution towards labor intensive products, from stationary residential energy consumption.

As *Population* has a larger labor force than in *Technology*, we have assumed that the public expenditures are larger in *Population* than in *Technology*. This contributes to a larger use of stationary energy in the service industries (including public services) in *Population* compared with the corresponding energy use in *Technology*.

Innhold

Forord	3
Sammendrag	4
Abstract	5
1. Innledning	7
2. Hvilke faktorer driver utviklingen i energiforbruket?	7
3. Historisk utvikling i energibruk i Norge	8
3.1. Om datagrunnlaget.....	8
3.2. Historisk utvikling i energibruk.....	9
3.3. Utvikling i drivere i energiforbruket	10
3.4. Utvikling i energibruk og energiintensitet etter sektor	11
3.5. Olje- og gasssektoren	13
4. Framskrivninger	14
4.1. Hovedlinjene i MSG6-modellen	14
4.2. Om scenarioene	16
5. Resultater	17
5.1. Historisk utvikling versus <i>Referanse</i>	19
5.2. Makroøkonomisk utvikling i <i>Befolkning</i> og <i>Teknologi</i> i forhold til <i>Referanse</i>	19
5.3. Sammenligning av <i>Befolkning</i> og <i>Teknologi</i>	21
6. Konkluderende merknader	25
Referanser:	27
Vedlegg A	28
Figurregister	32

1. Innledning

Energi er en helt vesentlig innsatsfaktor i produksjonen av de aller fleste varer og tjenester. I tillegg bruker husholdningen energi direkte, både til transport, oppvarming og til elektriske apparater. Energiforbruket påvirkes av en rekke forhold, både på kort og lang sikt. Årlige svingninger i energiforbruket skyldes gjerne svingninger i værforhold og i priser på energi og energiintensive varer og tjenester. Vedvarende endringer i energikonsumet kan tilskrives veksten i økonomien, endringer i sammensetningen av produksjon og konsum, samt utviklingen i energibruk i forhold til produksjon av varer og tjenester. Disse driverne er igjen påvirket av den økonomiske utviklingen, nasjonalt og internasjonalt, deriblant utviklingen i energimarkedene og tilgang på ny teknologi. Dette blir nærmere omtalt i kapittel 2. Vi belyser de langsiktige trendene for utviklingen i energibruken over tid. Fokuset er derfor på de makroøkonomiske driverne for utviklingen i energiforbruket. Rapporten er todelt: Vi ser først på den historiske utviklingen i energibruken i Norge de siste 30 årene. Deretter presenterer vi ulike framtidsscenarioer ved bruk av en makroøkonomisk likevektsmodell for Norge (MSG6). Den historiske utviklingen omtales i kapittel 3. Kapittel 4 omfatter en beskrivelse av den makroøkonomiske modellen og forutsetningene for framskrivningene, mens resultatene presenteres i kapittel 5. Oppsummerende konklusjoner og merknader gis i kapittel 6.

2. Hvilke faktorer driver utviklingen i energiforbruket?

For å belyse de store makroøkonomiske driverne i utviklingen i energiforbruket over tid kan det være hensiktsmessig å ta utgangspunkt i følgende identitet¹:

$$(1) \text{ Energiforbruk (E) = Befolkning (B) \cdot BNP per innbygger } \left(\frac{BNP}{B} \right) \cdot \text{Energiforbruk/BNP } \left(\frac{E}{BNP} \right).$$

Høyresiden av ligningen består av tre ledd som hver for seg påvirker energiforbruket.

- i. Befolkningsutviklingen spiller en viktig rolle for både tilbuds- og etterspørsels-siden i en økonomi. Jo flere mennesker i landet, desto større blir arbeidsstyrken og dermed også produksjonen av varer og tjenester. Økt befolkning betyr også at samlet etterspørsel etter energitjenester fra husholdningene øker. Begge deler leder til økt energiforbruk, gitt uendret $\left(\frac{BNP}{B} \right)$ og $\left(\frac{E}{BNP} \right)$.
- ii. Økt BNP, f.eks. som følge av at flere kommer i arbeid, eller økt produktivitet som følge av teknologisk utvikling, bidrar til økt energiforbruk, gitt uendret $\left(\frac{BNP}{B} \right)$ og $\left(\frac{E}{BNP} \right)$. Økt produksjon av varer og tjenester øker forbruket av energi som innsatsfaktor. Økt BNP betyr også høyere inntekt for husholdningene, som da vil etterspørre flere energitjenester, som persontransport og oppvarming av større hus.
- iii. Det siste leddet, $\left(\frac{E}{BNP} \right)$, er et uttrykk for *energiintensiteten* i bruttonasjonalproduktet. Dette leddet kan deles opp i husholdningenes energiforbruk/BNP og ulike næringers energiforbruk/BNP. Utviklingen i energiintensiteten i hele økonomien vil avhenge både av utviklingen i konsumentenes energibruk, sammensetningen av produksjonen, og av utviklingene i energieffektiviteten. *Energieffektiviteten* er et mål på hvor effektivt energien brukes til et nærmere angitt formål, for eksempel hvor mye

¹ Bruken av slike identiteter brukes ofte i litteraturen for å identifisere drivere for utviklingen i utslipp fra energibruk, se Boks 5.1 om IPAT og Kaya identiteter i Blanco mfl. (2014).

energi som brukes for å produsere et bestemt produkt eller utføre en tjeneste.

En økning i produksjonsandelen til energiintensive næringer vil øke energiintensiteten i økonomien, mens mer energieffektiv teknologi isolert sett vil lede til lavere energiintensitet. Både høyere priser på energi og lavere priser på nye energieffektive teknologier gir insentiver til energieffektivisering.

Energiintensiteten i privat konsum påvirkes av sammensetningen av befolkningen, bosettingsmønstre og preferanser. En endring i alderssammensetningen har innvirkning på hvilke konsumvarer og tjenester som etterspørres. Sentralisering innebærer typisk at flere bor i leiligheter, noe som betyr mindre boareal og dermed mindre oppvarmingsbehov per person. Transportbehovet blir også mindre ved sentralisering pga. kortere reiseavstander.

La «□» over en variable utrykke den deriverte av variabelen med hensyn på tiden. Vi får da følgende sammenheng:

$$(2) \quad \frac{\dot{E}}{E} = \frac{\dot{B}}{B} + \frac{\left[\frac{\dot{BNP}}{B} \right]}{\left[\frac{BNP}{B} \right]} + \frac{\left[\frac{\dot{E}}{BNP} \right]}{\left[\frac{E}{BNP} \right]} \cdot \frac{\dot{E}}{E} = \frac{\dot{B}}{B} + \frac{\left[\frac{\dot{BNP}}{B} \right]}{\left[\frac{BNP}{B} \right]} + \frac{\left[\frac{\dot{E}}{BNP} \right]}{\left[\frac{E}{BNP} \right]}.$$

Den prosentvise endringen i energiforbruk over tid (for små tidsintervaller) vil være summen av den prosentvise endringen i befolkningen pluss den prosentvise endringen i BNP per innbygger pluss den prosentvise endringen i energiintensiteten.² Denne sammenhengen vil bli brukt senere når vi analyserer veksten i energiforbruket over tid.

3. Historisk utvikling i energibruk i Norge

3.1. Om datagrunnlaget

Energi-statistikk finnes både i energibalansen og i energiregnskapet.³ *Energi-balansen* grupperer energibruk etter formål, mens *energiregnskapet* har samme næringsinndeling og prinsipielle avgrensninger som *nasjonalregnskapet*. Siden vi her ønsker å belyse utviklingen i energiintensitet må vi sammenligne energibruk med nasjonalregnskapstall, vi har derfor valgt å bruke energitall fra energiregnskapet.

Tilgjengelige sammenhengende dataserier fra 1980 angir det som normalt regnes som *innenlandsk sluttforbruk* av energi. Dette inkluderer ikke energibruk i energi-produserende næringer og utenriks sjøfart, men inkluderer energivarer brukt til råstoff. Energi-produserende næringer omfatter blant annet oljeraffinering, olje- og gassutvinning og fjernvarme.

Vi rapporterer også utviklingen i energibruken i forbindelse med olje og gassutvinning, men har da bare tilgjengelig statistikk tilbake til 1990.

² Ved endring over større tidsintervaller vil ikke sammenhengen i ligning (2) være helt eksakt.

³

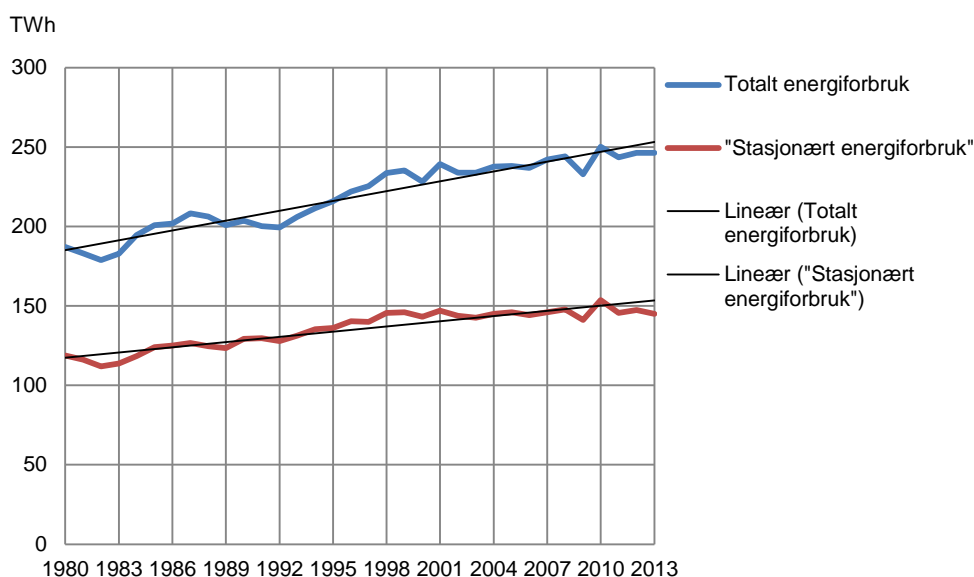
<https://www.ssb.no/statistikkbanken/selecttable/hovedtabellHjem.asp?KortNavnWeb=energiregn&MSSubjectArea=energi-og-industri&checked=true>

Fra energiregnskapet benytter vi også data for samlet energiforbruk til andre formål enn råstoff, transport og energiproduksjon. Dette tilsvarer total innenlandsk sluttforbruk fratrukket alle transportoljer og energi brukt som råstoff. Vi referer til dette som *stasjonært energiforbruk*, men det omfatter altså ikke stasjonært energiforbruk i energiproduserende næringer.

3.2. Historisk utvikling i energibruk

Det har vært en jevn økning i energibruken over de siste 30 årene. Figur 1 viser denne utviklingen. Energiregnskapet viser at det totale innenlandske sluttforbruket av energi vokste med 59 TWh (32 prosent) fra 1980 til 2012. Det tilsvarer en gjennomsnittlig årlig vekst på 0,9 prosent. Det stasjonære energiforbruket økte med 29 TWh i løpet av samme periode (24 prosent), noe som tilsvarer en gjennomsnittlig årlig vekst på 0,6 prosent. Avstanden mellom kurvene i figur 1 tilsvarer energi brukt til transport og som råstoff.

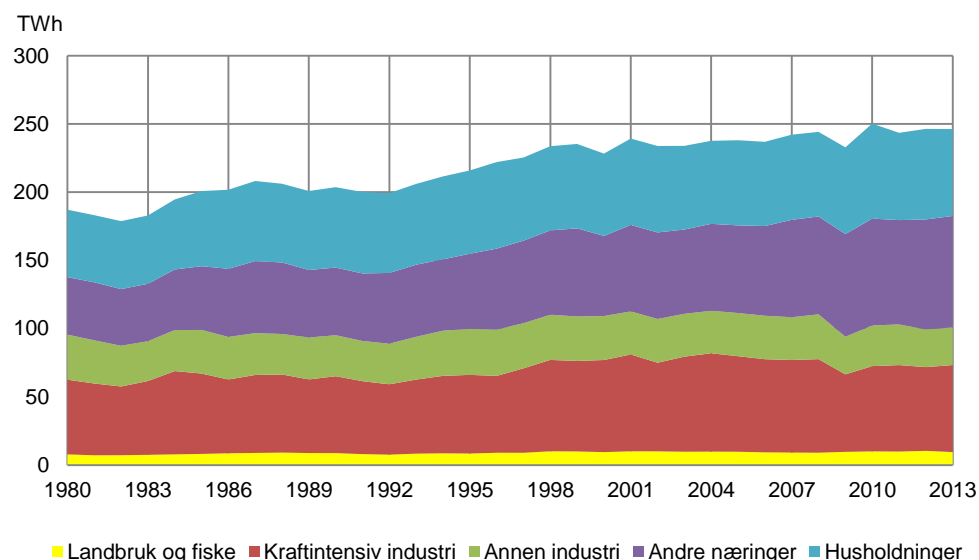
Figur 1. Totalt innenlandsk sluttforbruk og stasjonært energiforbruk. 1980-2013



Kilde: SSB. Energiregnskapet.

I figur 2 har vi fordelt det innenlandske sluttforbruket etter ulike sektorer. «Kraftintensiv industri» er produksjon av kjemiske råvarer og metaller. «Annen industri» omfatter resten av industrien eksklusiv energiproduserende næringer. «Andre næringer» inkluderer blant annet offentlig og privat tjenesteyting, bygg og anlegg, og varehandel.⁴ Energi brukt i energiproduserende næringer er som nevnt over ikke inkludert i denne statistikken. Veksten har vært særlig høy i gruppen «andre næringer», der energibruken har blitt nesten fordoblet. «Annen industri» har hatt et fall i energibruken på 16 prosent i løpet av perioden (se nærmere forklaring på dette i delkapittel 3.4).

⁴ Se Appendiks A, tabell A1 for en komplett oversikt.

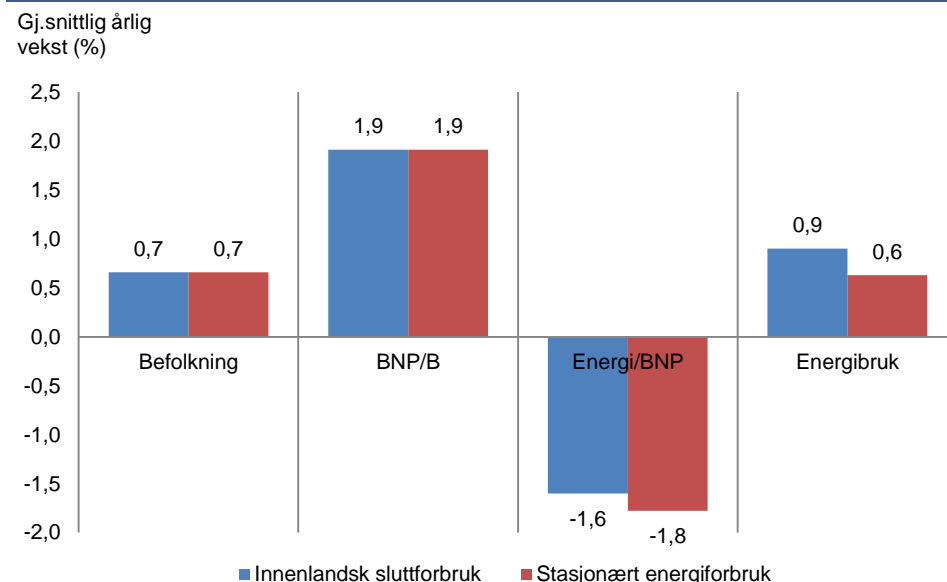
Figur 2. Innenlandsk sluttforbruk etter sektor. TWh

Kilde: SSB. Energiregnskapet.

3.3. Utvikling i drivere i energiforbruket

For å vise utviklingen i viktige drivere for energiforbruket over tid tar vi først utgangspunkt i dekomponeringen fra ligning (2) over. Fra den årlige veksten i driverne (B , $\frac{BNP}{B}$ og $\frac{E}{BNP}$) finner vi gjennomsnittlig årlig vekst.

Figur 3 viser hvordan gjennomsnittlig årlig vekst i hhv. *innenlandsk sluttforbruk* og *stasjonært energiforbruk* i perioden 1980-2012 tilnærmet tilsvarende summen av gjennomsnittlig årlig vekst i befolkning, BNP per innbygger og energiintensiteten i BNP.

Figur 3. Gjennomsnittlig årlig vekst i forbruket av energi og drivere. 1980 - 2012

Kilde: SSB. Energiregnskapet, Nasjonalregnskapet og Befolkningsstatistikk.

De tre bolkene lengst til venstre i figur 3 viser den gjennomsnittlige årlige veksten i driverne *Befolkning*, *BNP per innbygger* og *energiintensitet*, se høyresiden av ligning (2). Bolken lengst til høyre viser den gjennomsnittlige veksten i energibruken, se venstresiden av ligning (2). Den røde (blå) søylen lengst til høyre i

figuren tilsvarer (om lag) summen av de tre røde (blå) søylene lengst til venstre i figuren.

Av figuren ser vi at befolkningsveksten isolert sett har bidratt til en årlig vekst i energiforbruket på 0,7 prosent. Endringer i folketallet kan også innebære en endring i sammensetningen av befolkningen. Dette påvirker både antallet mennesker i arbeidsdyktig alder, og dermed BNP per innbygger, og sammensetningen av konsumet, noe som igjen påvirker energiintensiteten i BNP.

Økonomisk vekst per innbygger har bidratt til en gjennomsnittlig årlig vekst i energiforbruket på 1,9 prosent. Gitt uendret andel yrkesaktive, kan økningen tilskrives både teknologisk framgang og endring i sammensetningen av produksjonen ved at arbeidskraft flyttes til mer produktive sektorer.

Den gjennomsnittlige årlige prosentvise veksten i BNP tilsvarer (om lag) summen av den gjennomsnittlige veksten i befolkningen og den gjennomsnittlige veksten i BNP per innbygger.⁵ Samlet sett har veksten i BNP bidratt til en årlig gjennomsnittlig vekst i energibruk på om lag 2,6 prosent (1,9 + 0,7) i perioden 1981-2012.

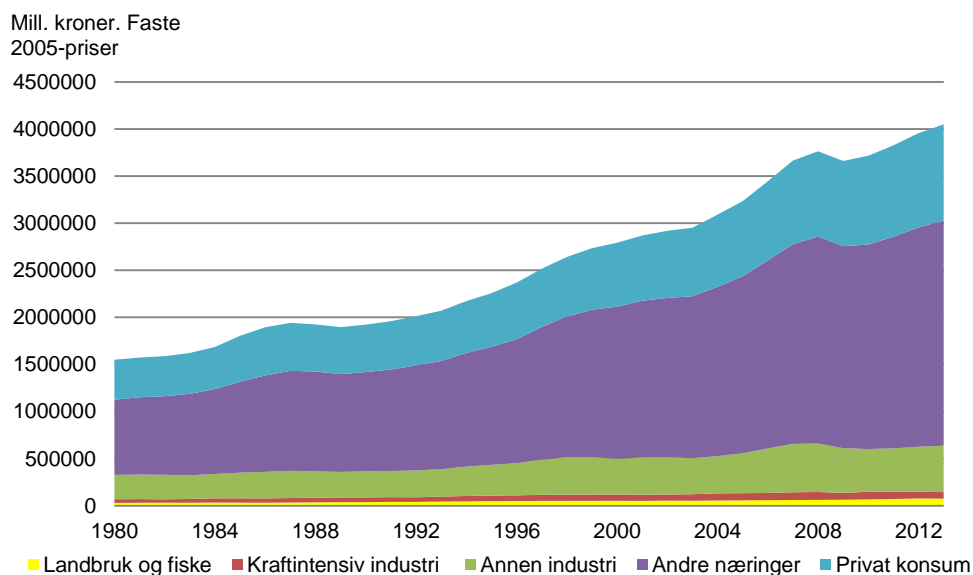
Veksten i energiintensiteten i BNP har imidlertid vært negativ i denne perioden. Den gjennomsnittlige årlige veksten i innenlandsk sluttforbruk i forhold til BNP var på -1,6 prosent. Hvis vi bare ser på utviklingen i det stasjonære energiforbruket finner vi en gjennomsnittlig årlig vekstrate for energiintensiteten (stasjonær energibruk/BNP) på -1,8 prosent. Så lenge den prosentvise veksten i BNP er større enn det prosentvise fallet i energiintensiteten i BNP vil energiforbruket øke. Nedenfor vil vi gå nøyere inn på hvordan utviklingen i sammensetningen av produksjonen og energiintensiteten i ulike næringer og i privat konsum har påvirket energibruken over tid.

3.4. Utvikling i energibruk og energiintensitet etter sektor

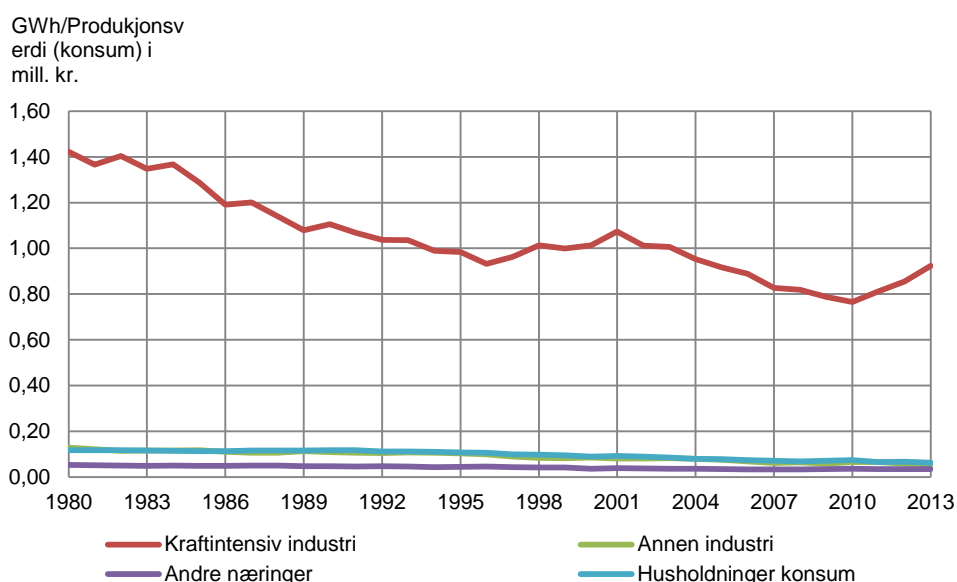
Figur 4 viser hvordan privat konsum og produksjonsverdien i ulike næringer har utviklet seg over tid, mens figur 5 viser utviklingen i energiintensiteten i privat konsum og for de ulike næringssektorene. Energiintensiteten er her målt som innenlands sluttforbruk av energi i forhold til produksjonsverdi (for næringer) og i forhold til privat konsum (for husholdningene).⁶

⁵ BNP kan skrives som $\frac{BNP}{B} \cdot B$. Vi får da at $\dot{BNP} = \frac{\dot{B}}{B} + \left[\frac{BNP}{B} \right]$.

⁶ Se Bøeng mfl. (2011) for en grundig gjennomgang av energiindikatorer for Norge 1990-2009. Se også <https://www.ssb.no/energi-og-industri/artikler-og-publikasjoner/okt-industriproduksjon-med-mindre-energi>

Figur 4. Produksjonsverdi etter næring og privat konsum

Kilde: SSB. Nasjonalregnskapet og Energiregnskapet

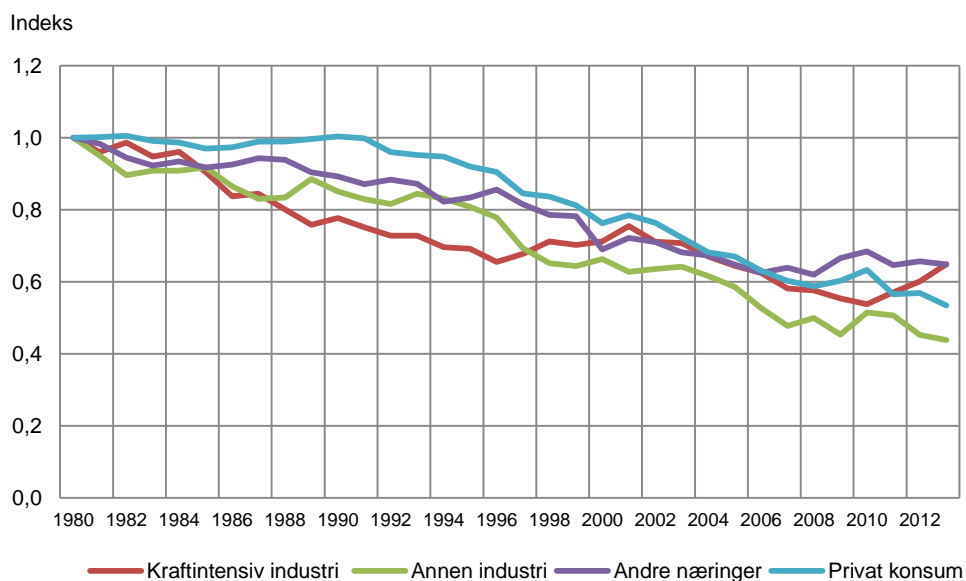
Figur 5. Energiintensitet etter næring og i privat konsum

Kilde: SSB. Nasjonalregnskapet og Energiregnskapet

Av figur 5 ser vi at kraftkrevende industri har en svært høy energiintensitet i forhold til andre næringer. Samtidig har det vært en betydelig nedgang i energiintensiteten i kraftintensiv industri. (Merk at kurven for «annen industri» er knapt synlig siden denne dekkes av kurven for husholdninger).

Den prosentvise nedgangen i energiintensitet er imidlertid ganske lik for alle sektorene. Det ser vi i figur 6, der vi måler utviklingen i energiintensiteten over tid ved bruk av en indeks som er satt lik 1 i 1980. Nedgangen i energiintensitet fra 1980 til 2013 varierer mellom 35 og 56 prosent. Den største prosentvise nedgangen finner vi i gruppen «annen industri».

Figur 6. Utvikling i energiintensiteten etter sektor. Indeks, 1980=1



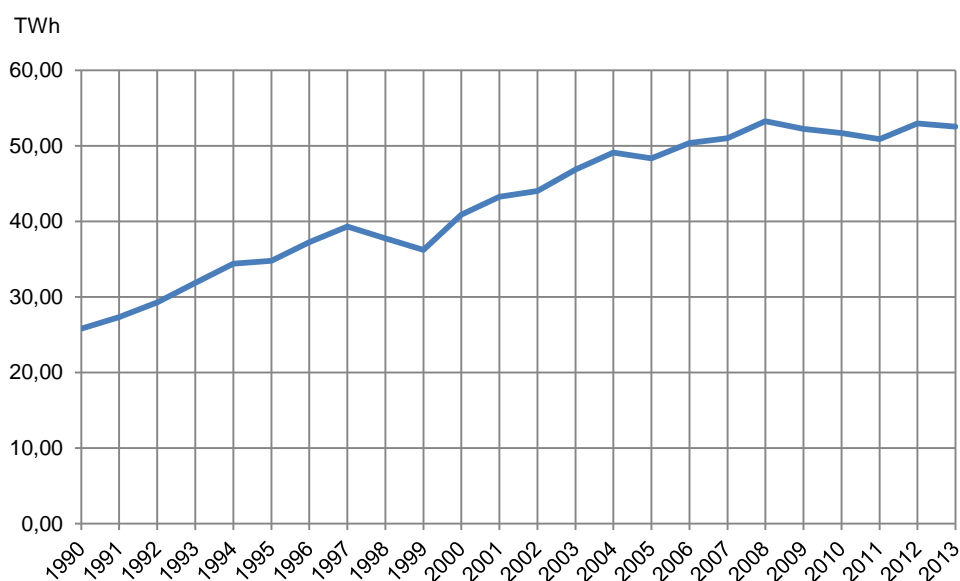
Kilde: SSB. Nasjonalregnskapet og Energiregnskapet

Den store veksten i produksjonsverdien i «andre næringer» (figur 4), sammen med det relativt sett lave fallet i energiintensitet i den sektoren (figur 6), leder til den store veksten i energibruk i «andre næringer», som vist i figur 2. Det store fallet i energiintensiteten i sektoren «annen industri», gjør at energiforbruket ikke har økt noe særlig i den sektoren (figur 2), selv om produksjonsverdien er om lag fordoblet fra 1980 og fram til i dag (figur 4).

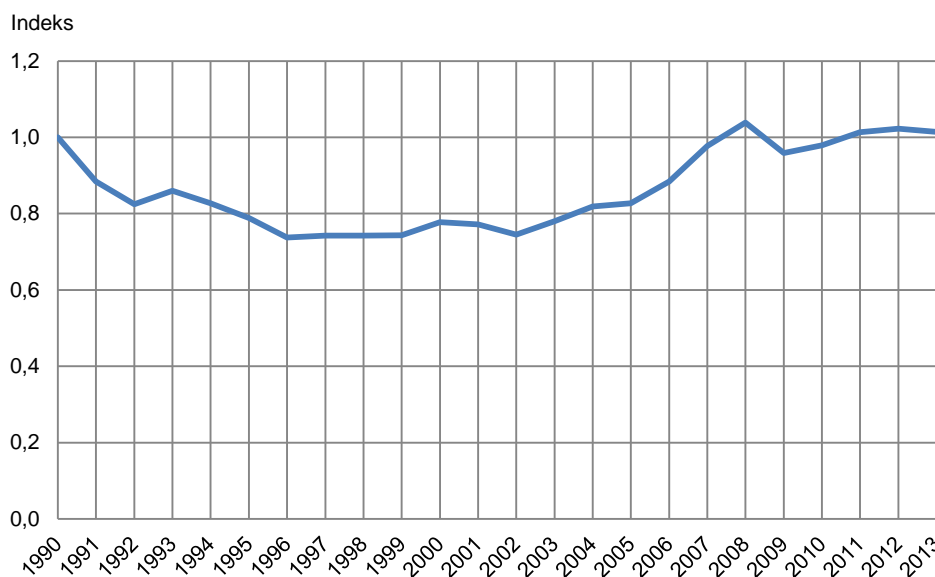
3.5. Olje- og gasssektoren

Som nevnt over er ikke energiforbruket i energiproduserende næringer, deriblant olje- og gassutvinning inkludert i innenlands sluttforbruk av energi. Figur 7 og figur 8 viser utviklingen i energiforbruket totalt og utviklingen i energiforbruket per produsert enhet (målt i TWh) i forbindelse med olje- og gassutvinning (inkl. rørtransport).

Figur 7. Energiforbruk i olje- og gassutvinning (inkludert rørtransport)



Kilde: SSB. Egne beregninger

Figur 8. Energibruk per produserte TWh olje og gass. Indeks, 1990=1

Kilde: SSB. Egne beregninger

Som vi ser av figurene, har det vært en jevn økning i energibruken i olje- og gassektoren.

Energiintensiteten falt fram til midten av 1990-tallet, men begynte så å øke betydelig etter 2000. Energiintensiteten økte med 30 % fra 2000 til 2013. Dette kan i følge Moe (2014) ses i sammenheng med aldrende felt og økt andel gassproduksjon i forhold til produksjon av olje. Gassproduksjon er mer energikrevende enn produksjon av olje. Det kreves blant annet store mengder energi til å drive kompressorene som transporterer naturgass gjennom rør. Gavenas og Rosendahl (2014) har studert utslipp, og dermed energiforbruk, i produksjonen av olje og gass. Deres studie viser at gassfelt har lavere utslipp (energibruk) per produserte energienhet enn oljefelt. Her er ikke rørtransport medregnet. Deres studie viser også at energiforbruket per produserte enhet vokser betydelig når produksjonen ved et felt avtar.

4. Framskrivninger

For å vurdere utviklingen i energiforbruket fremover har vi benyttet den generelle likevektsmodellen MSG6, se omtale under. Modellen er brukt til å gjøre anslag for utviklingen fram til 2050. Anslag fra Perspektivmeldingen (2013) er benyttet i vår Referansebane, kalt *Referanse*, se vedlegg 1 i perspektivmeldingen. Som vi så fra dekomponeringen av energivæksten (figur 3) er både veksten i BNP per innbygger og befolkningsveksten sentrale faktorer for utviklingen i energiforbruket. For å belyse hvordan energiforbruket kan påvirkes av endringer i disse anslagene har vi laget to skiftanalyser (scenarier). I det ene har vi vurdert høyere befolkningsvekst enn det som lå til grunn for perspektivmeldingen. Dette scenarioet refereres til som befolkningsscenarioet (eller bare *Befolkning*). I det andre scenarioet, kalt teknologiscenarioet (eller bare *Teknologi*) har vi lagt til grunn større produktivitetsvekst enn i referansebanen. Dette leder til høyere BNP per innbygger, men vil også endre produksjonsstrukturen i økonomien. De ulike scenarioene er grundigere beskrevet nedenfor.

4.1. Hovedlinjene i MSG6-modellen

Modellen er en versjon av den empiriske, makroøkonomiske modellen MSG6 av norsk økonomi (Heide mfl., 2004). Den gir en detaljert beskrivelse av norsk økonomi. Den er en likevektsmodell i den forstand at markedsprisene bestemmes

slik at markedene for varer, tjenester og produksjonsfaktorer blir klarert. Produkter og innsatsfaktorer kan flyttes kostnadsfritt mellom ulike anvendelser. Modellen har en relativt rik representasjon av myndighetenes økonomiske virkemidler og hvordan de påvirker atferden og velferden i privat sektor.

Modellen har 40 næringer, se tabell A2 i appendikset, og hver næring består av flere bedrifter med ulik produktivitet og størrelse. Hver bedrift produserer egne produktvarianter som er ulike, men kan substituere hverandre i forbruk og vareinnsats, se Andreassen og Bjertnæs (2006). Det er dermed ikke fullkommen konkurranse og bedriftene oppnår noe høyere pris enn kostnadene skulle tilsi (markup-prising). En entry/ exit betingelse bestemmer antall bedrifter i hver næring. Bedriftene maksimerer nåverdien av kontantstrømmen når de fastsetter produksjonsnivået og sammensetningen av innsatsfaktorer (arbeidskraft, ulike kapitalarter, varer, tjenester og energivarer, se figur A2 i appendikset). Økes produksjonen, øker kostnadene per produsert enhet (avtagende skalautbytte). Produksjonen innenfor en næring kan også økes gjennom etablering. I MSG6-modellen fører dette til en økning i antall varianter, siden bedrifter antas å produsere hver sin variant av et produkt.

Norske bedrifter konkurrerer med utenlandske leverandører, både på hjemmemarkedene og utenlands. Prisene de konkurrerer mot er gitt på verdensmarkedene. For de fleste goder er det rom for ulik prisutvikling på norskproduserte og utenlandske varer i hjemmemarkedet (Armington-hypotesen). Det er også rom for at hjemmemarkedsprisene utvikler seg annerledes enn eksportprisene, modellert ved at det koster noe for bedriftene å vri seg mellom hjemme- og eksportmarkedene. En detaljert beskrivelse av produksjonssiden i modellen finnes i Holmøy og Hægeland (1997).

Modelleringen av konsumentens atferd er basert på Skjerpen (2010). Konsumentene er representert ved én representativ konsument, hvis nytte i hver periode avhenger av konsumet av fritid og av 26 ulike konsumgoder, se figur A2 i appendiks. Den representative konsumenten bestemmer sitt konsum av fritid og de ulike godene slik at velferden maksimeres, definert ved nåverdien av nyttet konsumet gir. Husholdningene kan låne og spare i de internasjonale finansmarkedene hvor de antas å stå overfor en gitt, konstant rente. I referansebanen er det antatt at den finansielle sparingen er negativ de første tiårene, mens en intertemporal budsjettbetingelse innebærer at finansiell sparing er lik null f.o.m. 2050. Dessuten vil inntekts- og konsummulighetene i MSG6-modellen i stor grad bestemmes av ressurstilgangen i modellen. Dette preger også fastsettelsen av den finansielle sparingen.

Om energibruk i MSG

I modellen er det bare energibærerne elektrisitet, bensin, diesel og fyringsolje som rapporteres med volumtall. Øvrige energibærere som fjernvarme, biobrensel, kull, koks, ved og gass inngår som verditall fra nasjonalregnskapet i ulike aggregeringer av innsatsfaktorer i produksjonen. Bruken av disse energibærerne inngår derfor ikke i våre beregninger av energiforbruket. Summen av fjernvarme, biobrensel, kull og koks til energiformål, og ved, utgjør en beskjeden andel av dagens energiforbruk (til sammen om lag 8 prosent av totalt energiforbruk). Bruken av gass er imidlertid betydelig større. I 2013 utgjorde bruken av gass om lag 25 % av det samlede energiforbruket (inkludert energibruk i energiproduiserende næringer). Størstedelen av dette brukes til elektrisitetsproduksjon i olje- og gassektoren. Gass brukt som innsatsfaktor i olje- og gassproduksjon er heller ikke inkludert i den historiske oversikten over innenlandsk sluttforbruk av energi (jfr. kapittel 3). I MSG er produksjonen av olje og gass eksogent bestemt. Utelatelsen av gass som energikilde har derfor liten betydning for forskjellene i energibruken mellom våre scenarier.

I modellberegningene har vi skilt mellom energi fra bensin og diesel, og resten av energiforbruket, som i hovedsak består av elektrisitet, men også noe fyringsolje. Vi klassifiserer bensin og diesel som *energibruk i transport*, mens elektrisitet og fyringsolje klassifiseres som *stasjonær energibruk*.

4.2. Om scenarioene

Referansebanen (*Referanse*)

Referansebanen er en framskrivning av norsk økonomi fra 2012 til 2050. Eksogene parametere er implementert som i referansebanen i Perspektivmeldingen (2013), se vedlegg 1 i Perspektivmeldingen (2013) for en detaljert oversikt.

Den generelle produktivitsveksten er på 1,6 prosent per år. Befolkningen utvikler seg i tråd med «mellomalternativet MMMM» i Statistisk sentralbyrås befolkningsframskrivning fra juni 2012, se Brunborg mfl. (2012). Det betyr at befolkningen når 6,7 millioner i 2050. Konsum i offentlig sektor og arbeidstilbudet er eksogent bestemt og antas å vokse i forhold til den demografiske utviklingen.

Befolkningsscenarioet (*Befolkning*)

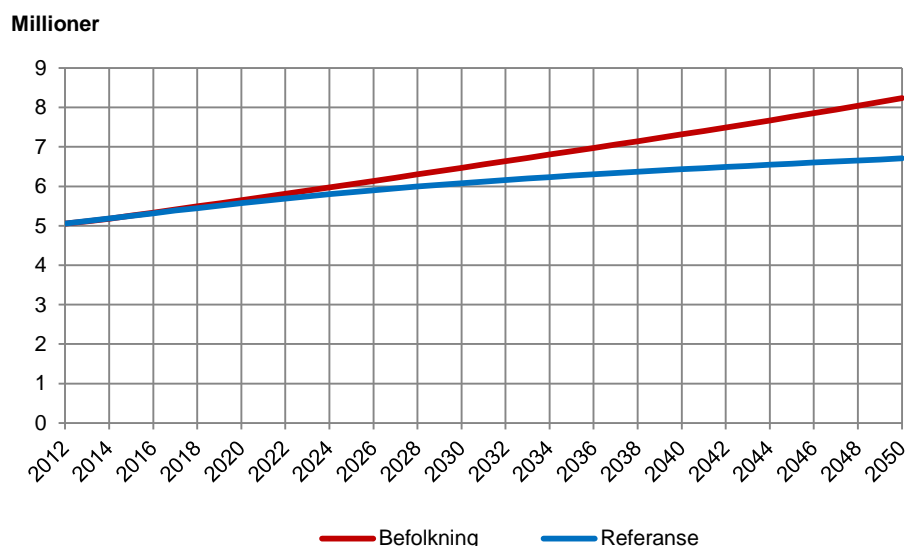
Modellstrukturen og verdien på de eksogene anslagene i befolkningsscenarioet er identisk med referansebanen med unntak av anslaget på veksten i befolkningen, tilbudet av arbeidskraft (sysselsettingen), og offentlig konsum. I befolkningsscenarioet antas det at befolkningsveksten er høyere enn i *Referanse*, og følger det som betegnes som «høyalternativet HHMH» i Statistisk sentralbyrås befolkningsframskrivning fra juni 2012 (se Brunborg mfl., 2012). Vi har ikke gjort beregninger av lavere befolkningsvekst enn i *Referanse*. Forskjellene mellom *Referanse* og et scenario med lavere befolkningsvekst vil ha motsatt fortegn av forskjellene mellom *Referanse* og *Befolkning*.

Befolkningen i *Befolkning* i 2030 er 6 prosent større enn befolkningen i *Referanse* det samme året, mens det tilsvarende tallet for 2050 er 23 prosent. Figur 9 viser utviklingen i befolkningen i hhv. *Referanse* og *Befolkning*.

Befolkningsframskrivningen i Statistisk sentralbyrå inneholder ikke framskrivinger av arbeidstilbudet. Endringer i arbeidstilbudet som følge av økte befolkningsvekst i befolkningsscenarioet må derfor genereres på annen måte. Vi har valgt å la arbeidstilbudet som andel av individer mellom 25 og 59 år være identisk i begge scenarioene. Vi finner da at arbeidstilbudet er 6 prosent større i *Befolkning* enn i *Referanse* i 2030, mens det tilsvarende tallet for 2050 er 24 prosent.

Økt befolkning vil også kreve en økning i offentlige tjenester. Vi har antatt at det offentlige konsumet vokser i takt med den yrkesaktive befolkningen, som vokser om lag i takt med befolkningen forøvrig.

Figur 9. Befolkningsutvikling i Referanse versus Befolkning



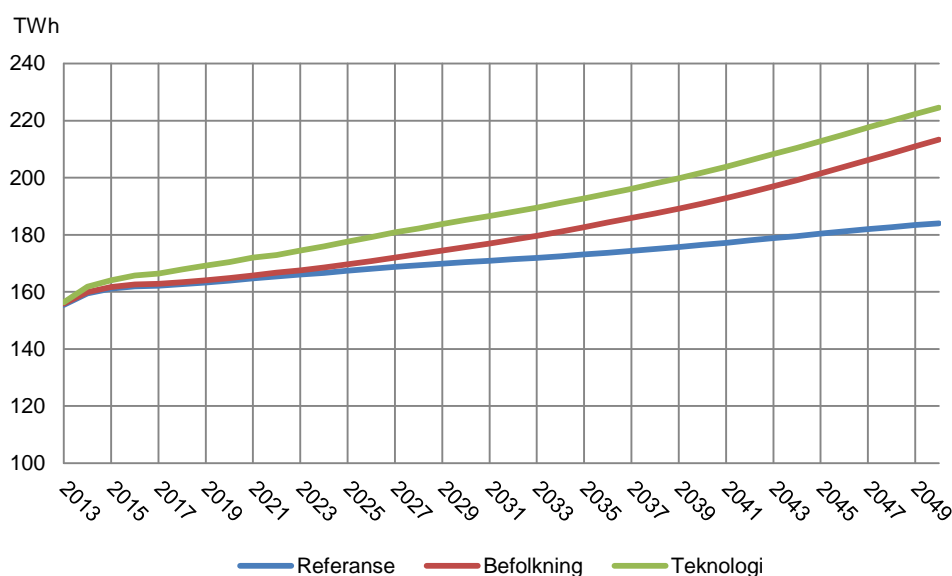
Teknologiscenariet (*Teknologi*)

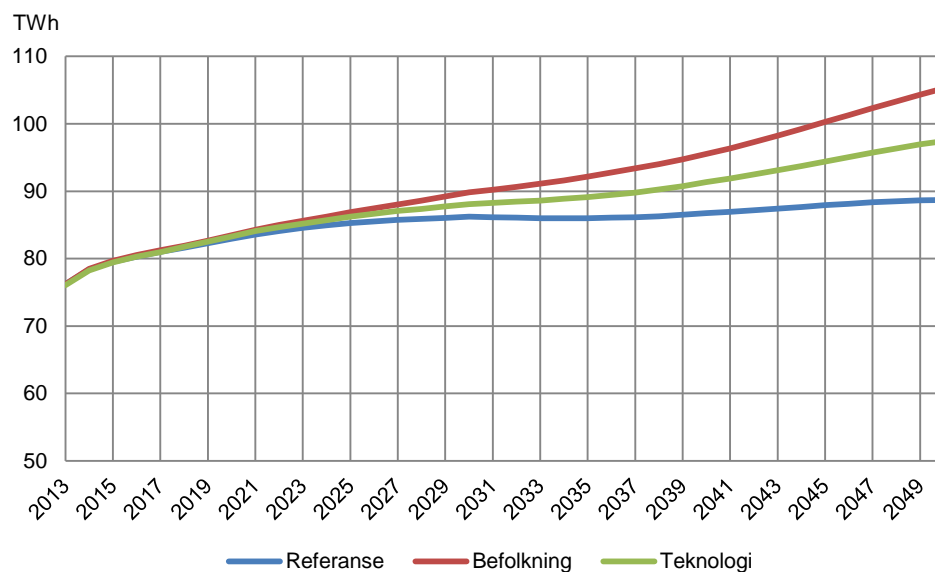
I teknologiscenariet er modellstrukturen og verdien på de eksogene anslagene identisk med referansebanen med unntak av anslaget på den generelle produktivitsveksten. Den generelle produktivitsveksten på 1,6 prosent per år i referansebanen økes til 1,9 prosent per år i teknologiscenariet. På kort sikt betyr denne økningen lite. På lang sikt vil imidlertid denne relativt beskjedne økningen i årlig vekst generere forholdsvis store utslag i produktivitet og produksjon. I løpet av 40 år vil produktiviteten ha økt med 90 % i *Referanse*, mens den vil ha økt med 112% i *Teknologi*. Befolkningsutviklingen i *Teknologi* er den samme som i *Referanse*. Vi har ikke gjort beregninger av lavere produktivitsvekst enn i *Referanse*. Forskjellene mellom *Referanse* og et scenario med en produktivitsvekst på 1,3 prosent per år vil i hovedtrekk være den samme som forskjellene mellom *Referanse* og *Teknologi*, men med motsatt fortegn.

5. Resultater

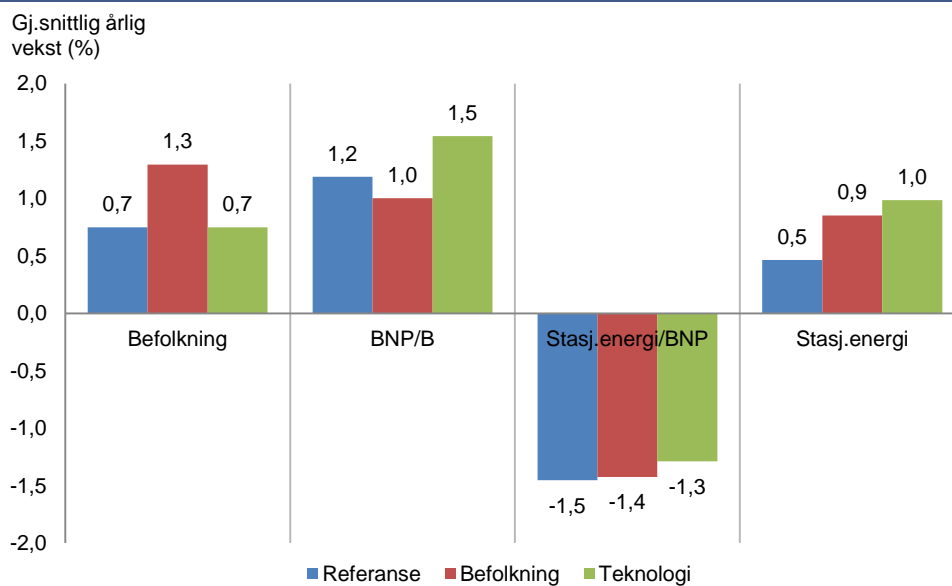
I figur 10 og figur 11 viser vi utviklingen i stasjonært energiforbruk og energiforbruk i transport i de tre framtidsscenarioene.

Figur 10. Stasjonært energiforbruk

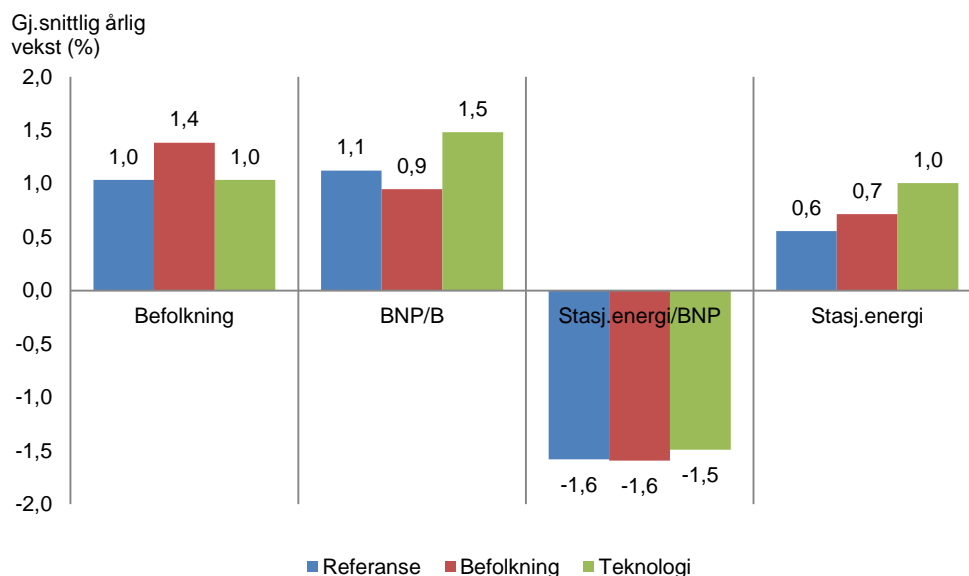


Figur 11. Energiforbruk i transport

I figur 12 og figur 13 har vi dekomponert den gjennomsnittlige årlige veksten over to ulike tidsperioder. Dekomponeringen er gjort etter samme metode som i figur 3.

Figur 12. Gjennomsnittlig årlig vekst i drivere og stasjonært energiforbruk. 2013-2050

Figur 13. Gjennomsnittlig årlig vekst i drivere og stasjonært energibruk. 2013-2030



5.1. Historisk utvikling versus Referanse

Både det stasjonære energiforbruket og energiforbruket i transport forventes å stige fram mot 2050 i *Referanse*. Gjennomsnittlig årlig vekst i det stasjonære energiforbruket i *Referanse* er 0,5 prosent, 0,1 prosentpoeng lavere enn den historiske veksten i de foregående 30 år (se omtale i kapittel 3). Til forskjell fra den historiske utviklingen, er veksten i energiforbruket i transport mindre enn veksten i stasjonært energiforbruk. Den gjennomsnittlige årlige veksten i energi brukt til transport er 0,4 prosent. Samlet økning i totalt energiforbruk (stasjonær + transport) fra 2013 til 2050 er på 41 TWh i *Referanse*. Det tilsvarende tallet for perioden 2013-2030 er 25 TWh.

Når vi sammenligner *Referanse* med historisk utvikling (se figur 3 og figur 12), ser vi at det er en betydelig forskjell i utviklingen i driverne for energiforbruket i de neste 40 årene i forhold til de foregående 30 år. Befolkningsveksten er om lag lik, mens veksten i BNP per innbygger forventes å være betydelig lavere framover enn den var fra 1980-2012. Samtidig forventes det en mindre gunstig utvikling i energiintensiteten framover. Gjennomsnittlig årlig vekstrate for energiintensiteten (stasjonær energibruk/BNP) var på -1,8 prosent i perioden 1980 – 2012, mens den er på -1,5 prosent i perioden 2013 – 2050.

5.2. Makroøkonomisk utvikling i *Befolkning* og *Teknologi* i forhold til *Referanse*.

Befolkning

Befolkningen øker lite i starten, og mer etter hvert. Det tar også tid før økt fødselsrate innebærer flere folk mellom 25 og 59 år. Arbeidstilbudet endres derfor lite i starten, og mer på lang sikt. Når arbeidstilbudet øker på lang sikt fører dette til økt produksjon. For gitte faktorpriser blir ønsket forhold mellom arbeidskraft og andre innsatsfaktorer uendret, så dette innebærer at bruken av andre innsatsfaktorer som f.eks. energi øker like kraftig som arbeidstilbudet. Pga. avtagende skala-utbytte er imidlertid ikke bedriftene villige til å ansette flere arbeidere til lønnsatsen i *Referanse*. Økt arbeidstilbud presser derfor lønnsatsen nedover, slik at bedriftene ønsker å ansette den ekstra arbeidskraften.

Redusert lønnsats fører til at arbeidsintensiv eksportindustri blir mer konkurransedyktig, slik at eksporten øker. Redusert lønnsats vil også veltes over i lavere innenlandske produktpriser. Dermed substituerer den representative

husholdningen seg fra importerte varer som f.eks. biler, mot varer produsert i Norge. Økt eksport og redusert import skaper rom for lønnsvekst, som demper fallet i lønnsatsen noe. Lønnsatsen faller med om lag 7 prosent i forhold til *Referanse* i 2050 i den nye likevekten. Redusert lønnsats innebærer også at produksjonssektorene substituerer seg mot arbeidskraft, og bort fra andre innsatsfaktorer som kapital og energi. Dessuten ekspanderer arbeidsintensive næringer på bekostning av næringer som er intensive i bruken av andre innsatsfaktorer.

Den representative konsumenten substituerer seg fra energi- og kapitalintensive produkter mot mer arbeidsintensive produkter, som faller i pris på hjemmemarkedet. Boligkonsum og boligjenester er typisk energi- og kapitalintensive, og består hovedsakelig av bygningskapital og energi til oppvarming. Den representative konsumenten substituerer seg derfor bort fra stasjonær energi til oppvarming som følge av reduksjon i lønnsatsen.

Det er antatt at det offentlige konsumet vokser i takt med den yrkesaktive befolkningen. Økt befolkningsvekst innebærer derfor at offentlig konsum øker. Dermed øker også bruken av energi i offentlig sektor. Denne energibruken inngår i tjeneste-sektoren i våre beregninger. Økningen i offentlig konsum fortrenger privat konsum, da utviklingen i offentlige netto finansinvesteringer holdes uendret i forhold til utviklingen i netto finansinvesteringer i referansescenarioet. Redusert privat konsum innebærer også at husholdningenes energibruk reduseres.

Privat konsum og produksjon endres lite på kort sikt i forhold til referansebanen, men øker mer på lang sikt. Energibruken (stasjonær og transport) i *Befolkning* endrer seg derfor lite i forhold til *Referanse* det første tiåret, se figur 10 og figur 11. På lang sikt, når arbeidstilbudet vokser, øker også BNP mer. Denne velstandsøkningen fordeler seg mellom offentlig og privat konsum, som trekker med seg energibruken. Det økte arbeidstilbudet innebærer at bedriftene også etterspør mer energi og energiintensive innsatsfaktorer. Reduksjon i lønnsatsen innebærer substitusjon som demper energibruken. En mer detaljert beskrivelse av makroøkonomiske effekter av økt arbeidstilbud finnes i Heide m.fl. (2004).

Teknologi

Økt årlig produktivetsvekst innebærer at produksjonen øker for en gitt bruk av innsatsfaktorer. Arbeidstilbudet i *Teknologi* er imidlertid det samme som i *Referanse*. For gitte faktorpriser vil som nevnt forholdet mellom bruken av innsatsfaktorer være uendret. For gitte faktorpriser ville derfor bruken av innsatsfaktorer samt energi forblitt uendret i produksjonssektorene på tross av at produksjonsverdiene øker. Økt produktivitet forbedrer konkurransevnen for eksportindustrien. Dette gir rom for lønnsvekst slik at driftsbalansen opprettholdes, og slik at etterspørselen etter arbeidskraft matcher det gitte tilbudet av arbeidskraft. Lønnsveksten er sterkere enn økningen i den generelle produktiviteten, da faktorprisene på innsatsvarer som energi, kapital, og importerte innsatsvarer er uendret. Lønnsøkningen forplanter seg slik at innenlandske priser øker. Dette gir substitusjon fra innenlandske varer og tjenester, mot importvarer. Økningen i import bidrar også til å opprettholde balansen i utenriksregnskapet. Lønnsveksten dempes av antagelsen om avtagende produktivitet i produksjonen. Se Heide m.fl. (2004) for en mer detaljert beskrivelse av effektene av økt produktivitet i MSG6-modellen.

Økningen i lønnsatsen innebærer at arbeidsintensive produkter på hjemmemarkedet øker i pris. Dermed substituerer den representative konsumenten seg bort fra arbeidsintensive produkter. Boligkonsum og boligjenester er typisk energi- og kapitalintensive, og består hovedsakelig av bygningskapital og energi til oppvarming. Den representative konsumenten substituerer seg derfor mot stasjonær energi til oppvarming som følge av økningen i lønnsatsen.

Økt lønnsats innebærer også at produksjonssektorene substituerer seg bort fra arbeidskraft, og mot andre innsatsfaktorer som kapital og energi. Dessuten ekspanderer næringer som er intensive i bruken av kapital og energi på bekostning av arbeidsintensive næringer.

Det offentlige konsumet i *Teknologi* er uforandret i forhold til det offentlige konsumet i *Referanse*. Produktivitetsveksten genererer derfor vesentlig økninger i inntektene til den representative konsumenten som følge av økte lønninger og økte bedriftsoverskudd. Privat konsum øker derfor vesentlig på lang sikt. Dermed øker også energibruken for husholdningene. Energibruken forsterkes som følge av den kraftige økningen i lønnsatsen, som gir substitusjon mot kapital og energiintensive varer.

Siden produktivitetsveksten innfases gradvis som følge av den årlige prosentvise økningen i produktivitet, vil effektene også innfases gradvis i økonomien. Økningen i BNP og privat konsum i forhold til *Referanse* skjer gradvis. På lang sikt er økningene vesentlige. Økningen i BNP og privat konsum innebærer at også bruk av stasjonær energi og energi til transportformål øker gradvis, slik vi ser i figur 10 og figur 11.

5.3. Sammenligning av *Befolkning* og *Teknologi*

Både *Befolkning* og *Teknologi* gir større energiforbruk enn *Referanse*, både når det gjelder stasjonært energiforbruk og når det gjelder transportforbruket. Det største stasjonære energiforbruket finner vi i *Teknologi*, mens *Befolkning* gir størst transportforbruk.

Samlet økning i totalt energiforbruk (stasjonær + transport) fra 2013 til 2050 er om lag lik i de to scenarioene, hhv. 87 TWh i *Befolkning* og 90 TWh i *Teknologi*. BNP og privat konsum er hhv. 1 prosent og 8 prosent høyere i *Teknologi* enn i *Befolkning* i 2050.

Figur 12 og figur 13 viser hvordan økningen i stasjonært energibruk i *Referanse* forsterkes i *Befolkning* og *Teknologi*. Økningen skyldes ikke overraskende at befolkningen øker i *Befolkning*, mens økt BNP per innbygger forklarer veksten i *Teknologi*. Energibruk i forhold til BNP forklarer også noe av forskjellene. Forskjellene i stasjonær energivest mellom *Befolkning* og *Teknologi* er noe større i første del av perioden (2013-2030) enn i hele perioden sett under ett. Det skyldes at forskjellen i gjennomsnittlig økonomisk (vekst i BNP) er større i første del av perioden.

Figur 14 viser sammensetningen av stasjonært energibruk i scenarioene *Befolkning* og *Teknologi*, samt utviklingen i energiintensiteten. Det er særlig utviklingen i den stasjonære energibruken i tjenesteproduserende næringer og husholdningenes forbruk som avviker mellom *Befolkning* og *Teknologi*. Den stasjonære energibruken i husholdningene er vesentlig høyere i *Teknologi* sammenliknet med *Befolkning*. Samtidig er det stasjonære energiforbruket i tjenesteproduserende næringer lavere i *Teknologi* sammenliknet med *Befolkning*.

Som beskrevet over (kapittel 5.2), har lønnsatsen økt kraftig i *Teknologi*, mens den har falt i *Befolkning*. Økningen i lønnsatsen innebærer at arbeidsintensive produkter på hjemmemarkedet øker i pris. I *Teknologi* har husholdningene derfor substituert seg bort fra arbeidsintensive produkter, og mot boligjenester og energi til bl.a. oppvarming. I *Befolkning* har det motsatte skjedd. Husholdningene har substituert seg mot billigere arbeidsintensive produkter, og bort fra boligjenester og energi til oppvarming. Dette er forklaringen på at energiintensiteten (for stasjonær energi) i privat konsum er betydelig lavere i *Befolkning* enn i *Teknologi*, se figur 14.

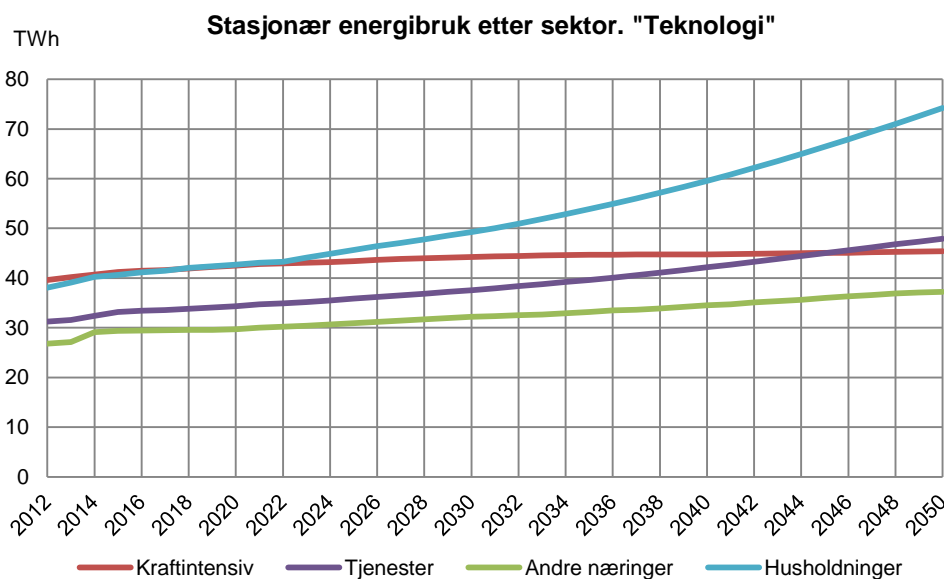
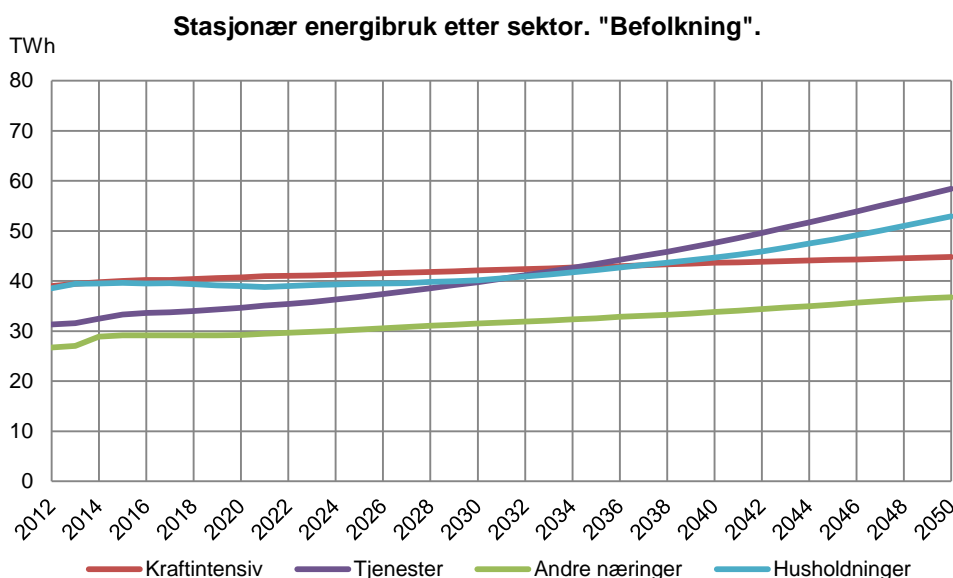
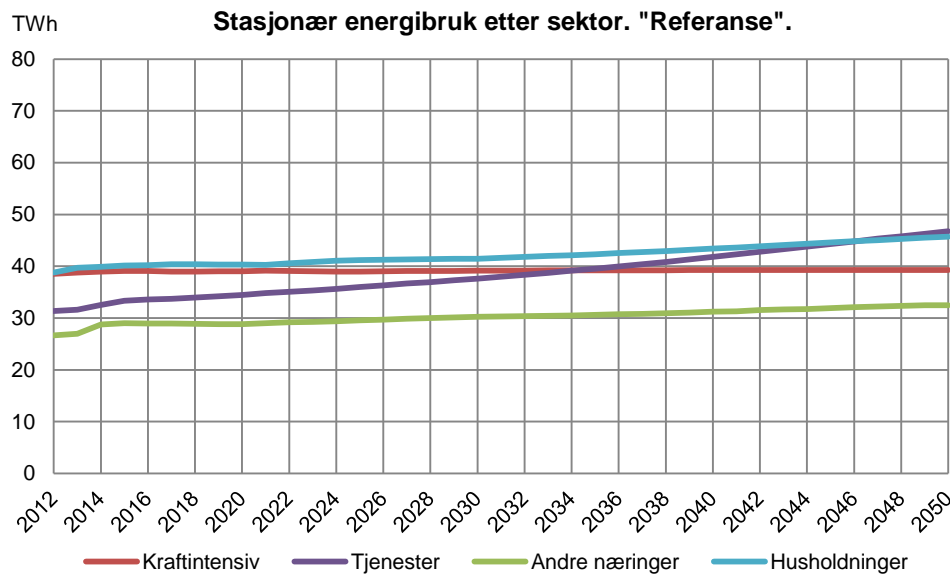
Den økte produktivitetsveksten i *Teknologi* innebærer som nevnt over (kapittel 5.2) at det produseres mer varer og tjenester for samme nivå på innsatsfaktorene. Ved uendret sammensetning av innsatsfaktorene betyr dette at energiintensiteten blir lavere i *Teknologi* enn i *Befolkning* (og i *Referanse*). Den høye lønnsveksten i *Teknologi* bidrar imidlertid til å dempe denne effekten siden produksjonssektorene substituerer seg bort fra arbeidskraft, og mot andre innsatsfaktorer som kapital og energi. Vi ser imidlertid av figurene på venstre side av figur 14 at energiintensitet er lavest i *Teknologi* for alle produksjonssektorene.

Tjenesteproduserende arbeidsintensive næringer rammes også av lønnsveksten i *Teknologi*, i den forstand at disse tjenestene blir dyrere i forhold til andre varer. I *Befolkning* blir disse tjenestene billigere i forhold til andre varer, og medfører dermed høyere produksjon av tjenester. Siden den yrkesaktive befolkningen er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*, har vi også antatt at de offentlige utgiftene er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*. Dette bidrar til høyere bruk av stasjonær energi for tjenesteproduserende næringer (inkludert offentlig konsum) i *Befolkning* sammenliknet med den tilsvarende energibruken i *Teknologi*.

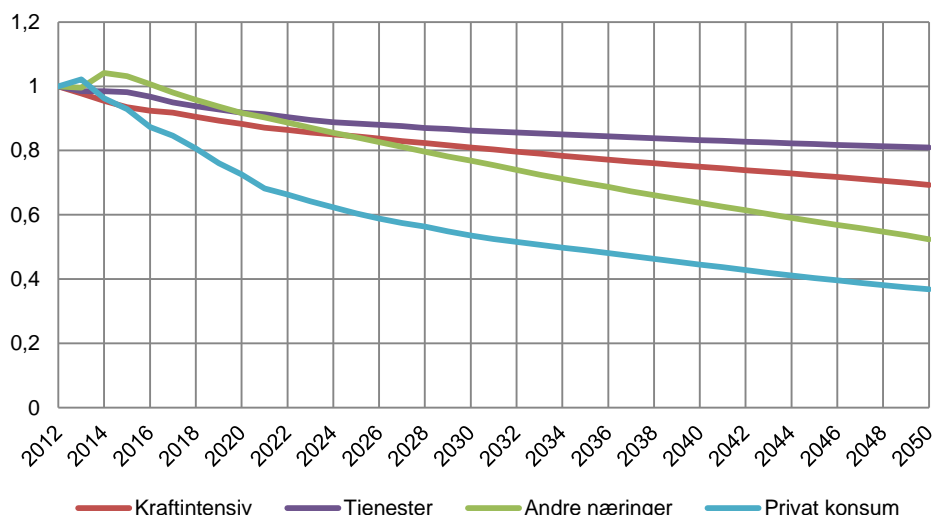
Transportforbruket er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*, se figur 11. En viktig årsak er at det økte arbeidstilbudet i *Befolkning*, som allokeres til arbeidsintensive næringer med elastisk tilpasning (eksport) samt økt offentlig konsum, innebærer økt etterspørsel etter transporttjenester fra disse sektorene. For et gitt ønsket forhold mellom bruk av innsatsfaktorer vil derfor økt arbeidstilbud ekspandere etterspørselen etter transporttjenester tilsvarende. Endrede faktorpriser (som redusert lønn) modifierer dette bildet.

I *Teknologi* er arbeidstilbudet uendret i forhold til *Referanse*. Det oppstår derfor ikke en tilsvarende ekspansjon av etterspørselen etter transporttjenester i dette scenarioet. Husholdningene blir imidlertid rikere i *Teknologi*, og dette fører til økt forbruk av transport for husholdningene.

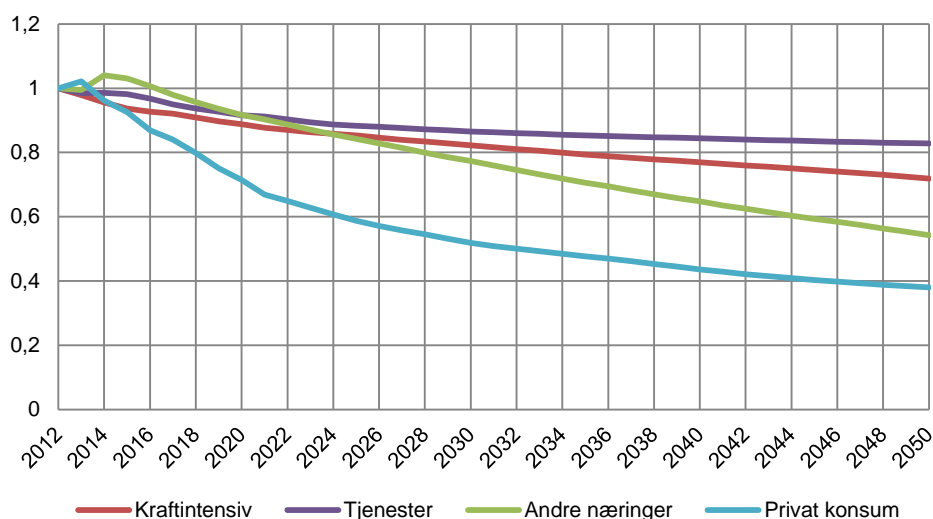
Figur 14. Energibruk og energiintensitet etter sektor i Referanse, Befolkning og Teknologi



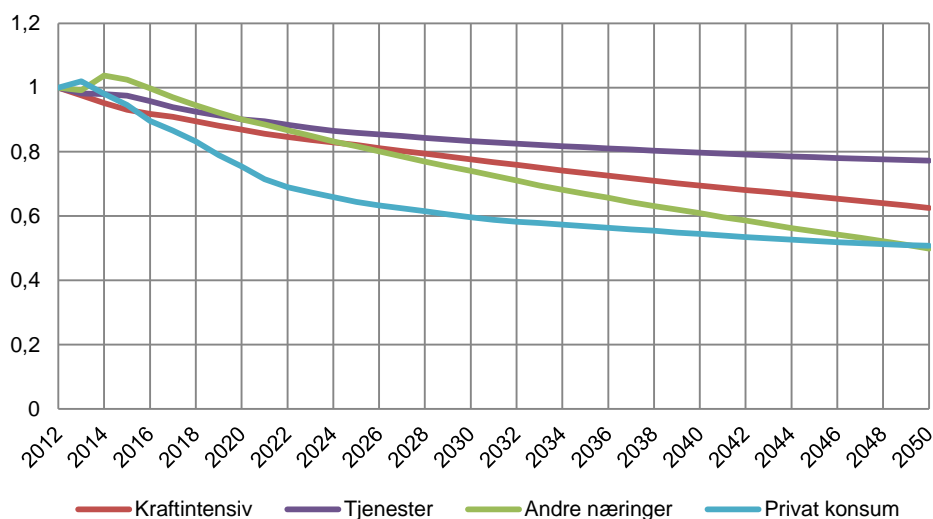
Energiintensitet etter sektor. Indeks, 2012=1. "Referanse".



Energiintensitet etter sektor. Indeks, 2012=1. "Befolkning".



Energiintensitet etter sektor. Indeks, 2012=1. "Teknologi".



Merknad: Se Appendix A, tabell A2 for en oversikt over hvilke næringer som inngår i de ulike sektorgrupperingene. Energiintensitet er beregnet som stasjonær energibruk/produksjonsverdi (privat konsum).

6. Konkluderende merknader

Vi har identifisert makroøkonomiske driverne, og belyst utviklingen i disse fra 1980 fram til i dag. Ved hjelp av den makroøkonomiske likevektsmodellen MSG6 har vi analysert hvordan disse kan tenkes å utvikles framover under ulike forutsetninger om befolkningsutvikling og produktivitetsvekst.

Den historiske gjennomgangen viser at den gjennomsnittlige årlige veksten i det *stasjonære energiforbruket* var på 0,6 prosent i løpet av den foregående 30-årsperioden, og 0,9 prosent for det *samlede innenlandske sluttforbruket* av energi. Veksten i BNP bidro isolert sett til en gjennomsnittlig årlig vekst i energiforbruket på 2,6 prosent. Det er den betydelige negative veksten i energiintensiteten som sørget for at den gjennomsnittlige veksten i energiforbruket ble betraktelig lavere. Samlet sett økte det innenlandske sluttforbruket med 32 prosent og det stasjonære energiforbruket med 24 prosent i løpet av perioden fra 1980 til 2013.

I referansebanen fra Perspektivmeldingen (2013) ligger det en årlig gjennomsnittlig vekst i det stasjonære energiforbruket på 0,6 prosent for perioden 2013-2030. Dette er på linje med den historiske gjennomsnittsveksten fra 1980 og fram til dag. Det antas også at den gjennomsnittlige årlige negative veksten i energiintensiteten er på linje med den historiske gjennomsnittsveksten. Det isolerte bidraget fra veksten i BNP blir dermed også den samme, selv om den gjennomsnittlige veksten i BNP per innbygger er betydelig høyere i perioden fra 1980 til i dag enn anslaget for 2013-2030.

Vi har gjort to skiftanalyser: ett med høyere befolkningsvekst (*Befolkning*) og ett med større årlig produktivitetsvekst (*Teknologi*). Både *Befolkning* og *Teknologi* gir større energiforbruk enn i referansebanen, både når det gjelder det stasjonære energiforbruket og når det gjelder transportforbruket.

Det største stasjonære energiforbruket finner vi i *Teknologi*, mens *Befolkning* gir størst transportforbruk. Noe av forklaringen på at det stasjonære energiforbruket er størst i *Teknologi* er at lønssatsen har økt kraftig i *Teknologi*, mens den har falt i *Befolkning*. Økningen i lønssatsen innebærer at arbeidsintensive produkter på hjemmemarkedet øker i pris. I *Teknologi* har husholdningene derfor substituert seg bort fra arbeidsintensive produkter, og mot boligjenester og energi til bl.a. oppvarming. I *Befolkning* vokser energiforbruket primært fordi den økte sysselsettingen også innebærer økt bruk av energi i produksjonssektorene. Økt sysselsetting presser imidlertid lønssatsen ned, og gir substitusjon mot arbeidsintensive produkter, fra bl.a. stasjonær energibruk i boliger.

Siden den yrkesaktive befolkningen er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*, har vi også antatt at de offentlige utgiftene er større i *Befolkning* enn i *Teknologi*. Dette bidrar til høyere bruk av stasjonær energi for tjenesteproduserende næringer (inkludert offentlig konsum) i *Befolkning* sammenliknet med den tilsvarende energibruken i *Teknologi*.

Vi finner også at teknologiscenariet leder til lavere transportforbruk i transportsektoren, men noe høyere transportforbruk i husholdningssektoren, enn i *Befolkning*.

Selv om de modellstudiene vi her har gjort kan gi et viktig bilde av drivere for utviklingen i energiforbruket, er det en rekke faktorer vi ikke får tatt hensyn til. Framskrivningene baserer seg på kjente teknologier. Drastiske innovasjoner som genererer store omveltninger i energibruk og energiintensitet er ikke vurdert i analysen.

Vi har her bare sett på virkninger av endret produktivitetsvekst og befolkningsvekst. Det er også en rekke andre scenarioer som kunne vært analysert for å vurdere en mulig utvikling av energiforbruket framover.

Referanser:

Andreassen, L. og G. H. Bjertnæs, (2006), Tallfesting av faktoretterspørsmål i MSG6, *Notater*, 2006/7, Statistisk sentralbyrå.

Blanco G., R. Gerlagh, S. Suh, J. Barrett, H. C. de Coninck, C. F. Diaz Morejon, R. Mathur, N. Nakicenovic, A. Ofosu Ahenkora, J. Pan, H. Pathak, J. Rice, R. Richels, S. J. Smith, D. I. Stern, F. L. Toth, and P. Zhou, (2014): Drivers, Trends and Mitigation. In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Bøeng, A. C., E. Isaksen, S.M. Jama og M. Stalund, (2011), Energiindikatorer for Norge 1990-2009, *Rapporter 31/2011*, Statistisk sentralbyrå.

Brunborg, H, T. Texmon og M. Tønnessen, (2012), Befolkningsframskrivninger 2012-2100: Resultater, *Økonomiske analyser 4/2012*, Statistisk sentralbyrå.

Gavenas og Rosendahl, (2014), Hva påvirker CO₂-utslippene på norsk sokkel? *Samfunnsøkonomen 8/2014*, 22-31.

Heide, K., E. Holmøy, L. Lerskau and I. F. Solli, (2004), Macroeconomic properties of the Norwegian applied general equilibrium model MSG6. *Report 2004/18. Statistics Norway*. <http://www.ssb.no/vis/forskning/modeller/msg/publ.html>

Holmøy E. and H. Hægeland, (1997), Aggregate Productivity Effects of Technology Shocks in a Model of Heterogeneous Firms: The Importance of Equilibrium Adjustments. *Discussion Paper 198. Statistics Norway*. <http://www.ssb.no/vis/forskning/modeller/msg/publ.html>

Moe, S. H., (2014), Energibruken øker – økonomien vokser mer, *Samfunnsspeilet 1/2014*.

Perspektivmeldingen (2013), Meld. St. 12, (2012-2013).

Skjerpen, T. (2010): A multi-stage consumer demand system based on LES at all levels. Document 45/2010, Statistics Norway.

Vedlegg A

Tabell A1. Næringsgrupperinger i figurer over historiske tall.

Næringsgrupperinger i vårefigurer i kapittel 3:

	Nasjonalregnskapsnæringer:
jordbruk/fiske	Jordbruk og skogbruk
jordbruk/fiske	Fiske, fangst og akvakultur
<i>kraftintensiv industri</i>	Produksjon av kjemiske råvarer
<i>kraftintensiv industri</i>	Produksjon av metaller
annen industri	Bergverksdrift
annen industri	Nærings-, drikkevare- og tobakksindustri
annen industri	Tekstil-, beklednings- og lærvareindustri
annen industri	Trelast- og trevareindustri, unntatt møbler
annen industri	Produksjon av papir og papirvarer
annen industri	Trykking og reproduksjon av innspilte opptak
annen industri	Gummivare- og plastindustri, mineralproduktindustri
annen industri	Produksjon av metallvarer, elektrisk utstyr og maskiner
annen industri	Verftsindustri og transportmiddelindustri
annen industri	Produksjon av møbler og annen industriproduksjon
annen industri	Reparasjon og installasjon av maskiner og utstyr
andre næringer	Vannforsyning, avløp og renovasjon
andre næringer	Bygge- og anleggsvirksomhet
andre næringer	Varehandel og reparasjon av motorvogner
andre næringer	Transport utenom utenriks sjøfart
andre næringer	Post og distribusjonsvirksomhet
andre næringer	Overnattings- og serveringsvirksomhet
andre næringer	Informasjon og kommunikasjon
andre næringer	Finansierings- og forsikringsvirksomhet
andre næringer	Omsetning og drift av fast eiendom
andre næringer	Boligtjenester, egen bolig
andre næringer	Faglig, vitenskapelig og teknisk tjenesteyting
andre næringer	Forretningsmessig tjenesteyting
andre næringer	Offentlig administrasjon og forsvar
andre næringer	Undervisning
andre næringer	Helse- og omsorgstjenester
andre næringer	Kultur, underholdning og annen tjenesteyting
andre næringer	Fastlands-Norge
andre næringer	Offentlig forvaltning
andre næringer	Statsforvaltning
andre næringer	Sivil forvaltning
andre næringer	Forsvar
andre næringer	Kommuneforvaltning

Tabell A2. Produksjonssektorer i MSG6-modellen

MSG-Kode	Sektorsnavn
Produksjonssektorer	
Privat næringsvirksomhet	
11	Jordbruk
12	Skogbruk
13	Fiske og fangst
14	Fiskeoppdrett
15	Produksjon av andre konsumprodukter
21	Produksjon av fiskeprodukter
22	Foredling av kjøtt og meieriprodukter
18	Produksjon av tekstil- og ekledningsprodukter
26	Produksjon av treprodukter
34	Produksjon av treforedlingsprodukter
28	Grafisk produksjon
37	Produksjon av kjemiske råvarer
40	Raffinering av jordolje
27	Produksjon av kjemiske og mineralske produkter
43	Produksjon av metaller
45	Produksjon av verkstedprodukter
48	Bygging av skip
49	Bygging av oljeutvinningsplattformer
70	Elektrisitetsproduksjon
74	Overføring og distribusjon av kraft mv.
55	Bygge- og anleggsvirksomhet
68	Boring etter olje og gass
81	Varehandel
66	Råolje og naturgass, utvinning og transport
65	Utenriks sjøfart
74	Transport og salg av kraft
75	Veitransport mv.
76	Lufttransport mv.
77	Jernbanetransport og sporveier
78	Innenriks sjøfart
79	Post og telekommunikasjon
63	Bank- og forsikringsvirksomhet
83	Boligtjenester
84	Helsetjenester
85	Annen privat tjenesteproduksjon
87	Pleie- og omsorgstjenester
Statlig tjenesteproduksjon	
91S	Forvaltningstjenester
92S	Forsvar
93S	Statlig undervisning
94S	Helsetjeneste m.v., stat
97S	Sosial- og omsorgstjenester
Kommunal tjenesteproduksjon	
91K	Forvaltningstjenester
93K	Kommunal undervisning
94K	Helsetjenester m.v., kommuner
96K	Vannforsyning og sanitære tjenester
97K	Barnehager og SFO mv
98K	Pleie- og omsorgstjenester

Næringsaggregering i våre tabeller («k» betyr kommune, «s» betyr stat):

Kraftintensiv: 34, 37,43

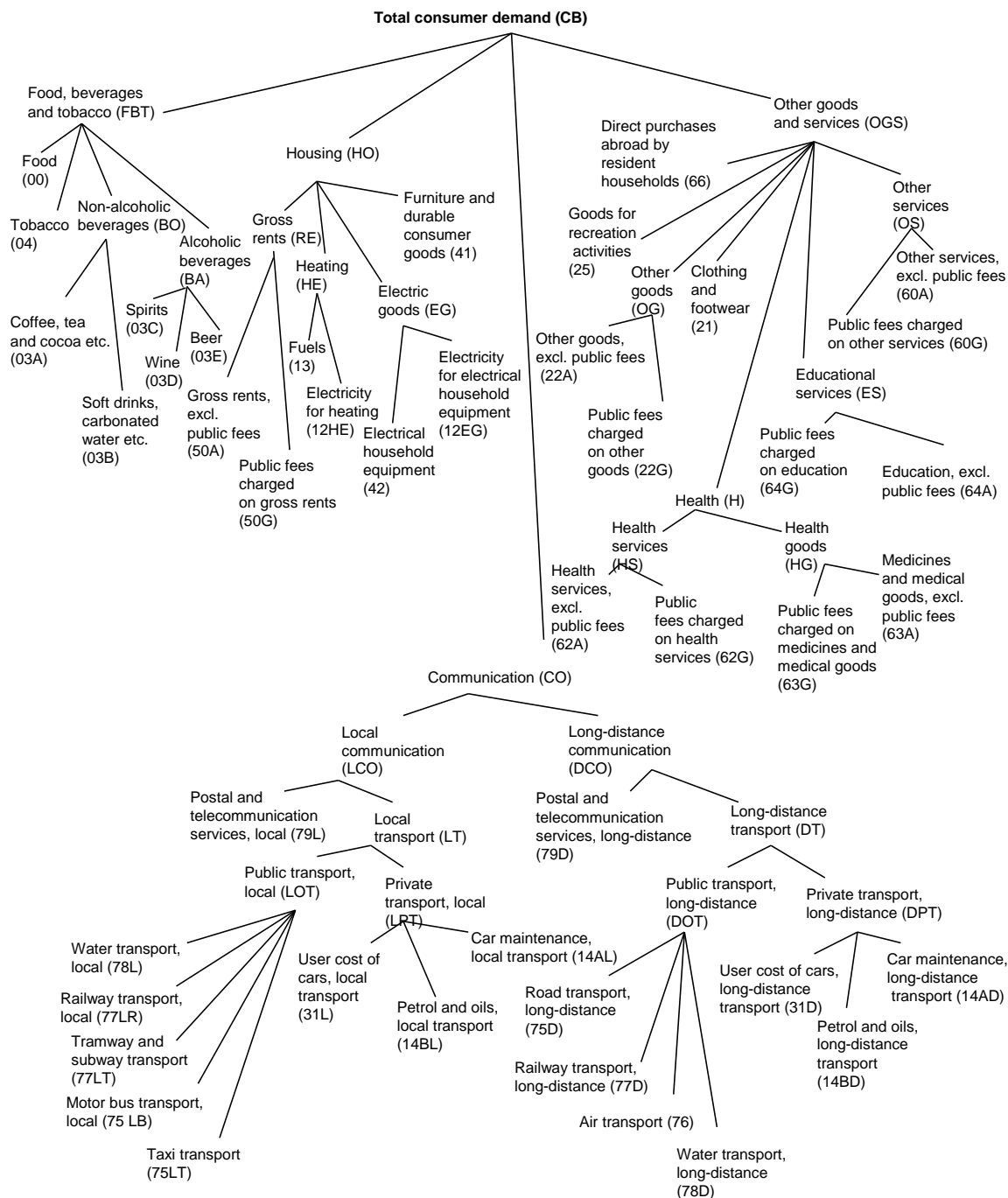
Energi: 66, 68, 70, 74

Transport: 75, 76, 77, 78, 79

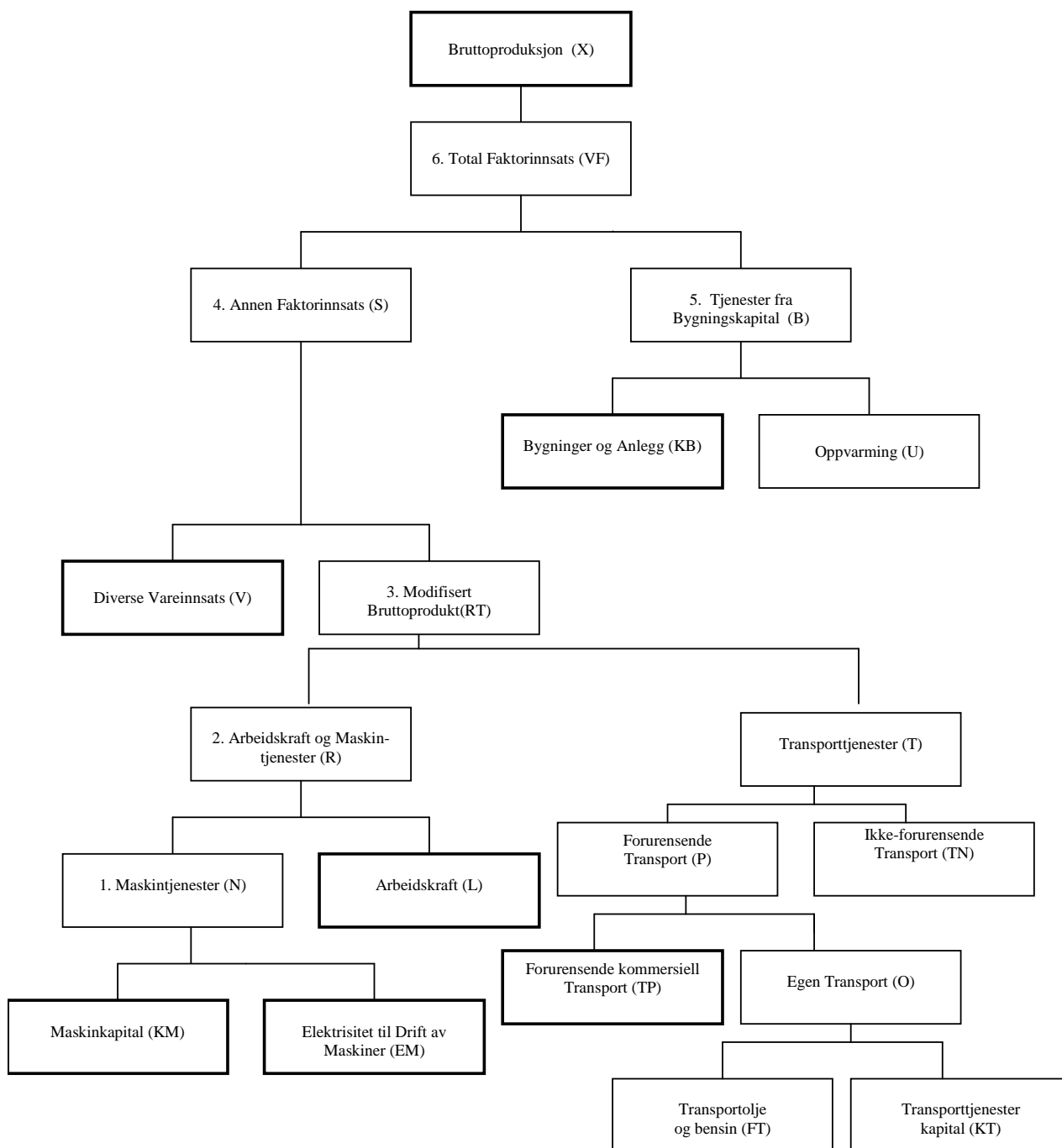
Tjenester: 85, 81, 55, 63, 91s, 92s, 93s, 94s, 97s, 91k, 93k, 94k, 96k, 97k, 98k

Annen: 11, 12, 13, 14, 15, 18, 21, 22, 26, 27, 28, 40, 45, 83, 84, 87

Figure A1. The structure of the utility function of the representative consumer in the MSG6 model.



Figur A2. Faktoreterspørselstreet



Figurregister

1.	Totalt innenlandsk sluttforbruk og stasjonært energiforbruk. 1980-2013	9
2.	Innenlandsk sluttforbruk etter sektor. TWh	10
3.	Gjennomsnittlig årlig vekst i forbruket av energi og drivere. 1980 - 2012.....	10
4.	Produksjonsverdi etter næring og privat konsum.....	12
5.	Energiintensitet etter næring og i privat konsum.....	12
6.	Utvikling i energiintensiteten etter sektor. Indeks, 1980=1	13
7.	Energiforbruk i olje- og gassutvinning (inkludert rørtransport)	13
8.	Energibruk per produserte TWh olje og gass. Indeks, 1990=1	14
9.	Befolkningsutvikling i <i>Referanse</i> versus <i>Befolkning</i>	17
10.	Stasjonært energiforbruk	17
11.	Energiforbruk i transport	18
12.	Gjennomsnittlig årlig vekst i drivere og stasjonært energiforbruk. 2013-2050.....	18
13.	Gjennomsnittlig årlig vekst i drivere og stasjonært energibruk. 2013-2030.....	19
14.	Energibruk og energiintensitet etter sektor i <i>Referanse</i> , <i>Befolkning</i> og <i>Teknologi</i>	23

Statistisk sentralbyrå

Postadresse:
Postboks 8131 Dep
NO-0033 Oslo

Besøksadresse:
Akersveien 26, Oslo
Oterveien 23, Kongsvinger

E-post: ssb@ssb.no
Internett: www.ssb.no
Telefon: 62 88 50 00

ISBN 978-82-537-9332-0 (trykt)
ISBN 978-82-537-9333-7 (elektronisk)

ISSN 0806-2056

ISBN 978-82-537-9332-0



9 788253 793320



Statistisk sentralbyrå
Statistics Norway