

Postadresse	KJELLER NO-2027 Kjeller	HALDEN NO-1751 Halden	
Telefon	+47 63 80 60 00	+47 69 21 22 00	
Telefax	+47 63 81 25 09	+47 69 21 22 01	
Rapportnummer	IFE/KR/E-2005/006		Dato 2005-10-17
Rapporttittel	Energibruksutvikling 1980 – 2020 - historisk utvikling, drivkrefter og fremskrivninger		Antall sider 77
Prosjekt/Kontraktnummer og navn	Ref. 2004-18925		ISSN 0333-2039
Oppdragsgiver/Oppdragsgivers referanse	Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)		ISBN 82-7017-541-2
Referat	<p>Institutt for energiteknikk har på oppdrag fra NVE utarbeidet denne rapporten som omhandler utvikling i energibruken i perioden 1980-2001 og energibruksutvikling fram mot 2020.</p> <p>På bakgrunn av den historiske utviklingen i de ulike sektorene, Finansdepartementets fremskrivninger i Perspektivmeldingen og dialog med bransjer og bedrifter er det utarbeidet et basisscenario for utviklingen i energibruk fra mot 2020. Totalt sluttbruk av energi i stasjonær sektor er ca 151 TWh i 2001. I basisscenariet øker dette med 10 % til 167 TWh i 2020. Den største økningen skjer i tjenesteytende sektor med ca 9 TWh nettoenergi. I husholdningssektoren vil økningen være ca 6 TWh, mens økningen i industrisektoren er 1,5 TWh.</p> <p>Analyser utført med MARKAL-modellen viser at det vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt å gjennomføre enøktiltak tilsvarende 19 TWh i 2020. Sammensetningen av energibærere vil være noe endret i 2020 i forhold til 2001. Det er spesielt oljeforbruket som reduseres, mens bruk av gass, bioenergi og fjernvarme øker.</p> <p>I denne åpne versjon av rapporten er Vedlegg 1 med data fra Perspektivmeldingen ikke tatt med.</p>		
Stikkord:	Energibruk, energibærere, fremskrivning, drivkrefter, indikatorer, enøk		
	Navn	Dato	Signatur
Utarbeidet av	Kari Aamodt Espegren	2005-10-17	
	Eva Rosenberg	2005-10-17	
	Audun Fidje	2005-10-17	
Kontrollert av	Øystein Ulleberg	2005-10-17	
Godkjent av	Per Finden	2005-10-17	

Innhold

1	Innledning	1
2	Metodikk - historisk utvikling og framskrivninger	2
2.1	Indikatorer	2
2.2	Industri	3
2.3	Tjenesteyting	4
2.4	Husholdninger	4
2.5	Klimakorrigerings	5
3	Historisk utvikling og framskrivninger	7
3.1	Primærnæringene	7
3.2	Industri og bergverk	9
3.2.1	Bergverksdrift	9
3.2.2	Nærings- og nytelsesmiddelindustrien	10
3.2.3	Tekstil-, lær og lærvareindustri	12
3.2.4	Trelast- og trevareindustri	13
3.2.5	Treforedlingsindustri	14
3.2.6	Grafisk industri	17
3.2.7	Kjemisk industri	18
3.2.8	Gummivare- og plastindustri	20
3.2.9	Ikke metalliske mineraler	21
3.2.10	Ferrolegeringsindustrien	22
3.2.11	Aluminiumsindustrien	24
3.2.12	Metallindustri ellers	27
3.2.13	Mekanisk industri	28
3.2.14	Annen industri	30
3.3	Bygge- og anleggsvirksomhet	31
3.4	Tjenesteytende sektor	32
3.4.1	Varehandel	32
3.4.2	Hotell og restaurantvirksomhet	36
3.4.3	Offentlig administrasjon	37
3.4.4	Privat tjenesteyting ellers	39
3.4.5	Undervisning	41
3.4.6	Helse- og sosialtjenester	42
3.4.7	Forsvarssektoren	43
3.4.8	Annet tjenesteytende	44
3.5	Husholdninger	46
3.5.1	Historisk utvikling	46
3.5.2	Fremskrivninger av husholdningens energiforbruk	49
4	Oppsummering av framskrivningene	52
5	Potensialet for alternative oppvarmingssystemer	55
5.1	Varmepumper	55
5.2	Pelletsaminer	57
5.3	Gass til oppvarming	57

6	MARKAL	58
6.1	Beskrivelse av verktøyet MARKAL.....	58
6.2	Beskrivelse av MARKAL-modellen.....	59
6.3	Beskrivelse av MARKAL-modellen for Energibruksutvikling mot 2020.....	60
6.3.1	Sluttbrukerteknologier.....	60
6.3.2	Enøktiltak	61
6.3.3	Energiresurser	62
7	Analyser	64
7.1	Etterspørsel etter energi, basisscenariet	64
7.2	Effekt av høyere elpris	69
7.3	Alternative etterspørselsscenarier	71
8	Konklusjon	73
9	Referanseliste	1
	Vedlegg 1: Data fra Perspektivmeldingen (utgår)	3
	Vedlegg 2: Kostnader for utvalgte enøktiltak	4

1 Innledning

Institutt for energiteknikk (IFE) har på oppdrag fra NVE utarbeidet denne rapporten som omhandler utvikling i energibruken fra 1980 og energibruksutvikling fram mot 2020.

Det knytter seg stor usikkerhet til utviklingen av etterspørselen etter elektrisk kraft og andre energibærere i fremtiden. Det har derfor vært viktig å se på den historiske utviklingen i underliggende faktorer, slik som vekst i privat konsum, antall ansatte i ulike sektorer, befolkningsvekst, miljøfaktorer, brutto produkt og energipriser for å vurdere de ulike faktorens innvirking på utviklingen i energibruk.

Arbeidet omfatter innenlands stasjonær sluttbruk av energi. Dermed er energibruk i energisektoren og transportsektoren ikke inkludert. Tap i elnettet er ikke inkludert i dette arbeidet. I arbeidet med å fremskrive energibruken er Finansdepartementets Perspektivmelding og de ulike vekstratene for forskjellige drivkrefter og indikatorer benyttet, se vedlegg 1.

På bakgrunn av den historiske utviklingen i de ulike sektorene, Finansdepartementets framskrivninger og dialog med bransjer og bedrifter har IFE utarbeidet et basisscenario for utviklingen i energibruk fram mot 2020. Totalt sluttbruk av energi (netto) i stasjonær sektor var ca 151 TWh i 2001.

MARKAL-modellen er benyttet for å analysere hvordan energisammensetningen vil være når nye teknologier tas i bruk og hvor mye av enøkpotensialet som realiseres. Modellen er også benyttet for å analysere ulike etterspørselsscenarioer. Et høyt og et lavt scenario for etterspørselsutviklingen er utarbeidet, og disse er analysert for å se hvordan ulike etterspørsel vil dekkes opp av ulike energibærere. Modellen er også benyttet for å vurdere følsomheten av økt elpris. MARKAL er en dynamisk, lineær programmeringsmodell for optimalisering av energisystemer. Modellen beskriver energisystemet med eksisterende og fremtidige teknologier for tilgang og sluttbruk og beregner den sammensetning av energikilder og teknologier som tilfredstiller ulike tekniske, økonomiske og miljømessige begrensinger til en minimum kostnad over hele analyseperioden.

Rapportens første del (kap. 2-4) omhandler den historiske utviklingen i energibruk og andre faktorer som påvirker energibruken samt fremskrivninger av energibruken mot 2020. Rapportens andre del (kap. 5-7) beskriver hvordan fremskrivningen er analysert ved hjelp av MARKAL.

2 Metodikk - historisk utvikling og framskrivninger

Historisk utvikling av energibruk er analysert for 13 ulike industribransjer, bergverksdrift, bygge- og anleggsvirksomhet, åtte bransjer innen tjenesteytende sektor, husholdningssektoren og primærnæringene.

Nettoenergibruk er analysert for de ulike bransjene, og de virkningsgrader som er benyttet for beregning av nettoenergi er vist i tabell 1. For de ulike sektorene er det utarbeidet fremskrivninger for energibruken basert på historisk utvikling i energibruk og andre relevante faktorer som påvirker energibruken, slik som for eksempel befolkningsvekst, privat konsum, produksjonsvolum i industrien og antall ansatte.

Tabell 1 Virkningsgrader benyttet ved beregning av nettoenergibruk /1/

	Industri	Tjenesteytende	Husholdninger
Lettolje	0.8	0.75	0.7
Tungolje	0.85	0.85	0.7
Parafin	0.8	0.75	0.7
Elkjel	0.97	0.95	0.95
Ved/bio	0.8	0.6	0.5
Fjernvarme	1.00	0.98	0.89
LNG	0.93		
LPG	0.95		

2.1 Indikatorer

Energiindikatorer er brukt for å fremskrive energietterspørselen frem mot 2020. En energiindikator er energi, målt i for eksempel kWh, delt på en forklaringsfaktor som er relevant for utviklingen i energibruk.

Ved bruk av energiindikatorer for fremskriving av energietterspørsel, må man dels vurdere hvordan energiindikatoren vil utvikle seg fremover og dels vurdere hvordan forklaringsfaktoren vil utvikle seg. Hvis energiindikatoren blir lavere over tid, er energibruken i forhold til denne forklaringsfaktoren blitt mer effektiv. En næring/gruppe som analyseres kan bli mer effektiv i forhold til en forklaringsfaktor, samtidig som den kan bli mindre effektiv i forhold til en annen forklaringsfaktor, i samme tidsperiode.

For samtlige næringer/grupper som er analysert her, finnes det flere mulige forklaringsfaktorer og dermed energiindikatorer å benytte. Under hvert avsnitt i kapittel 3 er det nærmere beskrevet hva som er benyttet og hvorfor.

Generelt sett er det for industrien benyttet produksjonsindeks eller produsert mengde i tonn. For homogene grupper brukes produsert mengde i tonn, der hvor det er tilgjengelig, fordi det er en forholdsvis direkte sammenheng mellom produksjon og energietterspørsel. Bruttoproduksjon, som er verdien av varer og tjenester fra

produksjonsaktivitet, og bearbeidingsverdien, som er produksjonsverdien fratrukket kjøp av varer og tjenester og korrigert for endringer i beholdningen av råvarer og konsumvarer, er ikke like gode forklaringsfaktorer. Bearbeidingsverdien er ikke bare påvirket av produksjonsmengden, men også av endringer i kostnader og priser. Produksjonsindeksen for industrien er hovedsakelig beregnet ved å benytte produksjon av de viktigste produktene til bedriftene, og er en sammensetning av flere produkter i en næring. Vektingen av produktene til en produksjonsindeks for næringen er ikke gjort med hensyn til energiintensitet, men produksjonsindeksen gir for industrien et bedre resultat enn for eksempel bearbeidingsverdien, når man analyserer utvikling i energibruk.

I tjenesteytende sektor er det benyttet energibruk delt på antall ansatte eller bruttoproduktet, som er verdiskaping og opptjent bruttoinntekt fra produksjon minus produktinnsats. En bedre indikator ville sannsynligvis ha vært energibruk delt på areal, men arealet er ikke kjent for de aktuelle gruppene innenfor tjenesteytende sektor. Historisk utvikling av indikatorene har hatt stor betydning for valg av hvilken indikator som brukes til fremskrivning av energibruken i de ulike sektorene. For noen sektorer er sammenhengen mellom antall ansatte og aktiviteten, og dermed energibruken, sterkere enn sammenhengen mellom bruttoprodukt og energibruk, og da er det brukt energibruk per ansatt som energiindikator. I offentlig forvaltning og annen ikke-markedsrelatert virksomhet bestemmes bruttoprodukt som sum lønnskostnader, netto produksjonsskatter og kapitalslit.

I husholdningssektoren er noen av de sentrale forklaringsvariablene boligareal, befolkning, antall husholdninger og privat konsum. Det finnes også andre viktige faktorer, som for eksempel husholdningenes størrelse og sammensetning og boligtype, men disse er ikke brukt i denne analysen. Mens boligarealet har stor betydning for oppvarmingsbehovet i husholdningssektoren, er befolkningsveksten viktigere for å forklare utviklingen i energietterspørsel til varmtvann og belysning og privat konsum er viktig for bruken av elektrisk utstyr. Egentlig er det en kompleks sammenheng mellom mange forklaringsfaktorer, men her har det vært nødvendig å gjøre forenklinger for å forklare framtidig energietterspørsel, og det er derfor valgt ut de viktigste energiindikatorerne for hvert formål.

2.2 Industri

I dette arbeidet er industrien inndelt i 13 tradisjonelle industribransjer samt bergverksdrift. Bygge- og anleggsvirksomhet inngår ikke i industri i dette prosjektet. Energibruken er for de fleste bransjer analysert tilbake til 1980.

For industrien er det hovedsakelig utviklingen i bransjenes produksjonsindeks sett i forhold til utviklingen i energibruk som er analysert. Utviklingen av produksjonsindeksen gir et samlet uttrykk for utviklingen i produsert mengde og verdiskapningen i bransjen. For de mest homogene industribransjene, og hvor dette er tilgjengelig, er utviklingen i totalt produksjonsvolum benyttet. Data er hentet fra Odyssee-databasen /2/ og fra Bransjenettverkets statistikk /3/. Utviklingen innen nettoenergi, elektrisitet og indikatorene nettoenergi delt på produksjonsindeks (produksjonsvolum) og elektrisitet delt på produksjonsindeks (produksjonsvolum) er analysert.

Der hvor utviklingen i bransjen har vist en rimelig jevn vekst eller reduksjon, er i utgangspunktet denne trenden forlenget fram mot 2020. I tillegg har IFE på bakgrunn av informasjon innhentet gjennom Bransjenettverket samt gjennom samtaler med representanter for de store industribedriftene /4/ og bransjeorganisasjonene /5/ tatt med sannsynlige utvidelser, nedleggelse eller prosessendringer i utviklingen av basisscenariet fram mot 2020.

For hver bransje er det også utarbeidet alternative etterspørselsscenarier, et lavt og et høyt scenario, hvor det er tatt hensyn til teknologiendring, større prosessendringer, nedleggelse, utvidelse etc som ennå ikke er besluttet, men som vil kunne realiseres i løpet av tidsperioden fram mot 2020.

De kraftintensive industribransjene har tradisjonelt hatt politisk bestemte kraftkontrakter. Disse kraftkontraktene fases nå ut og de siste politisk bestemte kraftkontraktene i industrien utløper i 2013. Kraftkontraktene blir gradvis erstattet av kommersielle kontrakter. Kun en liten andel kraftforbruket i de kraftintensive bedriftene kjøpes inn på kortsiktige kontrakter eller på spotmarkedet.

2.3 Tjenesteyting

Innen tjenesteytende sektor er historisk energibruk hovedsakelig analysert tilbake til 1991. Det er generelt større usikkerhet knyttet til dataene for tjenesteytende sektor enn for de øvrige sektorene.

Når det gjelder statistikken, ble det gjennomført noen endringer med hensyn på hvilke bygg som hører til innen hver sektor tidlig på 1990-tallet, og dette gir store utslag i energibruken for noen sektorer.

I denne analysen er indikatorene energibruk delt på antall ansatte eller energibruk delt på bruttoprodukt benyttet for å framskrive energibruken innen tjenesteytende sektor. Framskrivninger av antall ansatte og bruttoprodukt er hentet fra Finansdepartementets Perspektivmelding /7/. Utdrag av framskrivningene fra Perspektivmeldingen finnes i vedlegg 1. I basisscenariet er det tatt hensyn til at det vil bli en viss effektivisering og teknologiendring som følge av implementering av nye direktiver, eksempelvis Bygningsdirektivet.

For hver sektor innen tjenesteyting er det også utarbeidet alternative etterspørselsscenarier, et lavt og et høyt scenario. I det høye etterspørselsscenariet er det ikke tatt hensyn til at det vil bli en generell bedring av energieffektiviteten som følge av teknologiendring. I det lave etterspørselsscenariet er det lagt inn en ytterligere forbedring av effektiviteten og strengere krav enn i basisscenariet.

2.4 Husholdninger

For husholdningssektoren er energibruk og utvikling av indikatorer studert tilbake til 1990. Det er i tillegg sett på utviklingen av formålfordelingen av energibruken tilbake til 1970-tallet. Fra analyser utført i Odyssee-prosjektet, /19/, er utviklingen i de viktigste indikatorene, boligareal, befolkning og privat konsum analysert. Resultater fra disse analysene er benyttet i valg av indikator for framskrivningene. For framskrivningene er

energibruken fordelt etter formål og indikatorer. I basisscenariet er husholdningenes energibruk etter formål fremskrevet med:

- Oppvarming (boligareal)
- Vannvarming (befolkning)
- Belysning (befolkning)
- Annet elektrisk utstyr (privat konsum)

For oppvarmingen er det i basisscenariet lagt inn en årlig forbedring av energiintensiteten på 0,5 %. Tilsvarende er det for elforbruket til annet elektrisk utstyr lagt inn en dekobling av økningen i privat konsum og elforbruket. Denne dekoblingen er grunnlagt i analyser av det historiske energiforbruket /19/ som viser en klar dekobling mellom (totalt) energiforbruk og privat konsum.

I tillegg til basisscenariet er det vurdert et høyt og et lavt scenario for husholdningssektoren. I det høye scenariet fremskrives energibruken direkte fra Perspektivmeldingen, det vil si at det ikke forventes en forbedring av oppvarmingsutstyret/boliger med videre som bidrar til redusert energiintensitet. I det lave scenariet er det lagt til grunn at utflatingen av energibruken innen husholdningssektoren som er observert i perioden 1994-2002 vedvarer fremover slik at energibruken i husholdningen holdes konstant på dagens nivå.

2.5 Klimakorrigerings

Vurdering av ulike metoder for klimakorrigerings

Det finnes ulike metoder for temperaturkorrigerings og noen tar også hensyn til andre variabler enn temperaturen, som for eksempel energipriser (se for eksempel /17/). I dette prosjektet er det total etterspørsel etter nettoenergi som blir temperaturkorrigert, ikke bare for eksempel elektrisitet og innvirkningen av varierende energipriser har derfor mindre betydning. Følsomheten for ulike energipriser vises som resultat av MARKAL-analysene, hvor ulike energibærere blir valgt for å oppfylle forventet fremtidig etterspørsel. Det er derfor valgt å bare korrigere energibruken ved hjelp av graddager i dette prosjektet.

Temperaturkorrigerings i husholdningssektoren

For husholdningssektoren er energibruken til oppvarming temperaturkorrigert slik det er gjort i Odysseedatabasen. Den temperaturavhengige andelen av energiforbruket er beregnet ved at en gitt andel av forbruket av ulike energibærere korrigeres (oppvarmingsandelen). Det temperaturkorrigerede forbruket beregnes ved å benytte kvadratroten av forholdet mellom antall graddager (17°C) og forventet normalgraddagstall som vist i likningen:

$$E_{\text{temperaturkorrigerert}} = E_{\text{total}} - E_{\text{oppvarming}} \cdot \left[1 - \sqrt{\frac{\text{normalgraddagtall}}{\text{graddagtall}}} \right]$$

Årsaken til at man i Odyssee har valgt å bruke kvadratroten av graddagsindeksen er at det gir en bedre korrigering av temperaturvariasjoner. Hvis man bare bruker graddagsindeksen (ikke kvadratroten av den), blir energibruken overkorrigert med hensyn til temperaturvariasjoner /20/.

Temperaturkorrigering i tjenesteytende sektor

I Odysseedatasen er det ingen temperaturkorrigering av energibruken til tjenesteytende sektor. Vi har derfor valgt å benytte den samme metoden som benyttes av Bygningsnettverkets medlemmer /6/. Den temperaturavhengige andelen av energibruken er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Andel av energibruken som er temperaturavhengig

Type bygg	Temperaturavhengig andel
Varehandel	0.25
Hotell- og restaurant	0.2
Offentlig administrasjon	0.4
Privat tjenesteyting	0.4
Undervisning	0.6
Helse- og sosial	0.4
Forsvar	0.4
Annen tjenesteyting	0.5

Temperaturkorrigeringen er utført som følger:

$$E_{\text{temperaturkorrigerert}} = E_{\text{totalt}} \cdot \left[1 - \text{tempavh.andel} + \text{tempavh.andel} \cdot \frac{\text{normalgraddagtall}}{\text{graddagtall}} \right]$$

Temperaturkorrigering i industrien

Energibruken i industrien er kun i meget liten grad avhengig av utetemperaturen, og det er ikke gjennomført noen temperaturkorrigering av energibruken i industrien.

3 Historisk utvikling og framskrivninger

For hver sektor er historisk utvikling i energibruk og andre relevante parameter analysert for å kunne fremskrive energibruken til 2020. Det er primært utarbeidet et basisscenario som beskriver en sannsynlig utvikling for energibruken fremover. I dette basisscenariet er det tatt hensyn til en viss teknologiforbedring. Det er i tillegg tatt hensyn til planlagte endringer (nedleggelse og utvidelser) i industrien.

Det er også utviklet to alternative scenarier for sluttbruk av energi, et lavt og et høyt etterspørselsscenario for hver bransje. I det høye etterspørselsscenarioet er det ikke tatt hensyn til effektivisering som følge av strengere krav og forskrifter. Dette scenariet beskriver også en rimelig positiv utvikling innen industrien. I det lave etterspørselsscenarioet er det lagt inn en betydelig reduksjon innen deler av industrien. Samtidig er etterspørselen i tjenesteytende sektor og husholdningene redusert som følge av teknologiendringer. De ulike fremskrivningene for hver bransje er beskrevet i dette kapitlet.

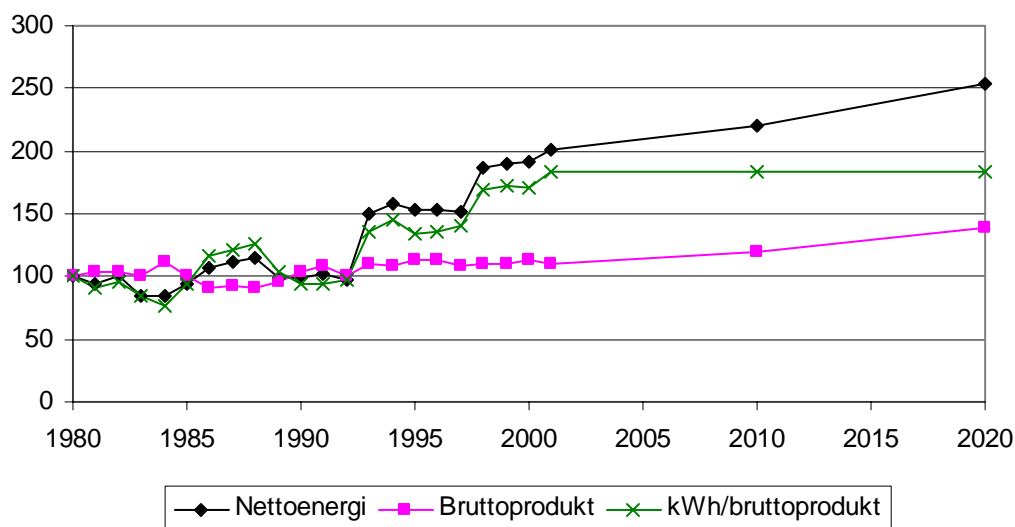
I fremskrivningene av energibruken inngår ikke generelle enøktiltak. Enøktiltakene er modellert i MARKAL, og modellen vil realisere de tiltakene som er økonomisk lønnsomme.

3.1 Primærnæringene

Energibruken i primærnæringene jordbruk, skogbruk og fiske (Nace 1-5) er doblet fra 1980 til 2001. I 2001 var nettoenergiebruken 2,8 TWh, hvorav 2,2 TWh var elektrisitet. Frem til 1992 var energibruken relativt konstant, men i 1993 økte den med ca 50% i hht til energistatistikken. Bruttoproduktet har økt med 10% fra 1981 til 2001. Indikatoren nettoenergiebruk delt på bruttoprodukt har stort sett fulgt energibruken og har økt med 83% i perioden.

I Perspektivmeldingen er det antatt at bruttoproduktet i primærnæringene vil øke med 0,82% per år fra 1999 til 2010 og med 1,44% per år fra 2010 til 2020. Årsaken til den relativt sterke økningen er ikke kjent. Hvis man antar at indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt er lik nivået i 2001 frem til og med 2020, vil energibruken i 2020 være ca 3,7 TWh, hvis man bruker fremskrivningen av bruttoprodukt i henhold til Perspektivmeldingen.

Økningen i energietterspørsel ved bruk av Perspektivmeldingens vekst i bruttoprodukt, er relativt stor i forhold til historisk utvikling. Næringsmiddelindustrien er ikke antatt å vokse (se avsnitt 3.2.2) og avsetningen for mange av primærnæringenes produkter vil da heller ikke vokse. Jordbruksproduksjonen har vært stabil siden 1990 og den vil sannsynligvis ikke vokse frem mot 2020. Oppdrettsnæringen er meget avhengig av eksport og har, på tross av til dels sterk kronekurs, vokst betydelig. De siste ti årene er produksjonsvolumet blitt mer enn 4 ganger større (1992 til 2002).



Figur 1 Utvikling i nettoenergibruk for primærnæringer 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020.

Basisscenariet:

Basisscenariet er bygget opp basert på fremskrivningene i Perspektivmeldingen. Dersom man legger fremskrivningen i bruttoprodukt fra Perspektivmeldingen til grunn, vil det bli en økning fra 2,8 TWh i 2001 til 3,7 TWh i 2020.

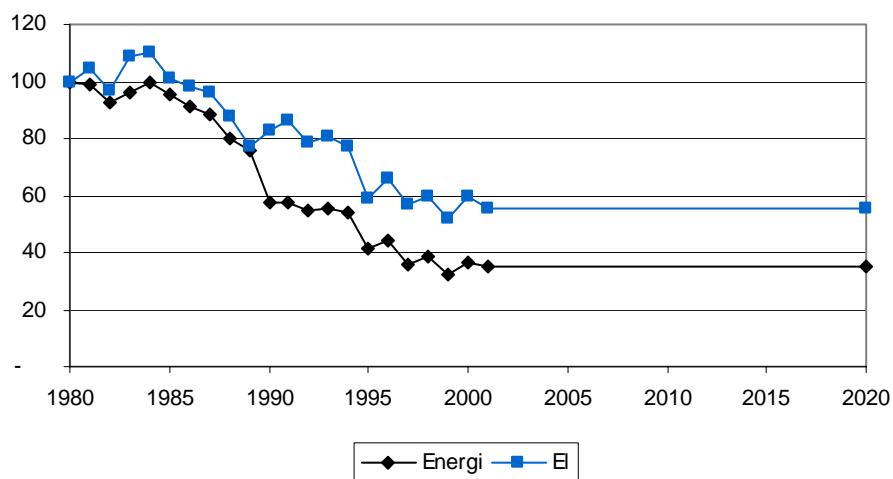
Andre alternative scenarier:

Som et lavt alternativ for energibruken i primærnæringerne er det valgt å benytte energibruk på samme nivå i 2020 som det var i 2001, dvs ca 2,8 TWh nettoenergibruk.

3.2 Industri og bergverk

3.2.1 Bergverksdrift

Bergverk (Nace 13-14, dvs ikke energiutvinning) brukte i 2001 632 GWh energi, hvorav 475 GWh var elektrisitet. Energibruken i 2001 er redusert til en tredjedel i forhold til energibruken i 1980. Elektrisitetsforbruket er nesten halvert i samme periode. Fra 1995 og til 2001 har både energibruken og elektrisitetsforbruket vært relativt stabil.



Figur 2 Utvikling i nettoenergibruk for bergverksdrift 1991-2001 og fremskrivning 2001-2020.

Basisscenariet:

Det er antatt at energibruken i 2020 vil være på samme nivå som i 2001. Energibruken i denne næringen er liten i forhold til total stasjonær energibruk.

3.2.2 Nærings- og nytelsesmiddelindustrien

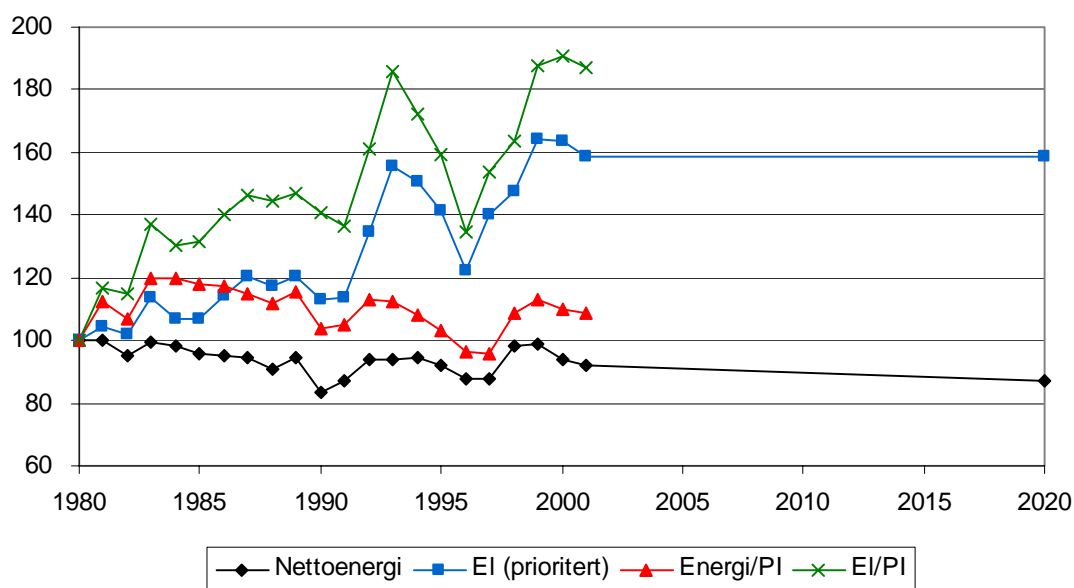
I nærings- og nytelsesmiddelindustrien (Nace 15-16) er nettoenergibruken blitt redusert med 8% fra 1980 til 2001 og var i 2001 4,3 TWh. I forhold til i 1990 har nettoenergibruk økt med 10%. Bruttoenergibruk er redusert med 12% fra 1980 til 2001 og er økt med 8% fra 1990 til 2001.

Forbruk av prioritert kraft (all elektrisitet unntatt kjelkraft/tilfeldig kraft) har økt med 14% frem til 1991 og med 59% frem til 2001. Fordelingen av kraft mellom prioritert og uprioritert (fast og tilfeldig) ser i noen tilfeller merkelig ut, men trenden at forbruken av prioritert kraft har økt betydelig under 1990-tallet er sannsynligvis riktig. Fra 1992 til 1993 ble det også flyttet på en del bedrifter mellom ulike næringsundergrupper, slik at det er vanskelig å analysere detaljerte data i denne perioden.

Produksjonsindeksen for nærings- og nytelsesmiddelindustrien ble redusert med 15% fra 1980 til 2001. Den største reduksjonen kom i begynnelsen av 1980-tallet og fra 1990 til 2001 har produksjonsindeksen økt noe. Nettoenergi delt på produksjonsindeks økte i begynnelsen av 1980-tallet, og har deretter blitt redusert, unntatt i to år, fra 1991 til 1992 og fra 1997 til 1998.

Fra 1997 til 1998 økte forbruket av olje betydelig innenfor sildemelindustrien, samtidig som produksjonen økte. Denne produksjonsøkningen gjenspeiles sannsynligvis ikke like sterkt i produksjonsindeksen, hvilket er en av årsakene til spranget i indikatoren nettoenergi/produksjonsindeks i Figur 3. Bruken av lettolje og el økte også betydelig innenfor Nace 1570 produksjon av dyrefor fra 1997 til 1998. Både sildemelproduksjon og produksjon av dyrefor er mer energikrevende enn mange andre næringsmiddelprodukter, slik at en økning av produksjonsvolumet i disse to bransjene, fører til en økning av indikatoren (energi/PI). Fra 1991 til 1993 var det en sterk økning i bruken av elektrisitet, spesielt innenfor kjøtt og meierier (Nace 1510 og 1550).

Nettoenergibruken i nærings- og nytelsesmiddelindustrien har vært svakt avtagende siden 1980. Utviklingstrenden i bransjen er at det fortsatt vil være en økning i import av nærings- og nytelsesmidler. Markedet øker ikke tilsvarende mye som importen. Dette medfører en svak nedgang i produksjon og energibruk i bransjen framover.



Figur 3 Utvikling i nettoenergibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for nærings- og nytelsesmiddelindustrien 1980-2001.

Basisscenariet:

I basisscenariet legges til grunn at den svake reduksjonen i energibruk som har vært fra 1980 fortsetter i samme takt fram mot 2020. Energiforbruken i 2020 vil da være ca 4,0 TWh.

Andre alternative scenarier:

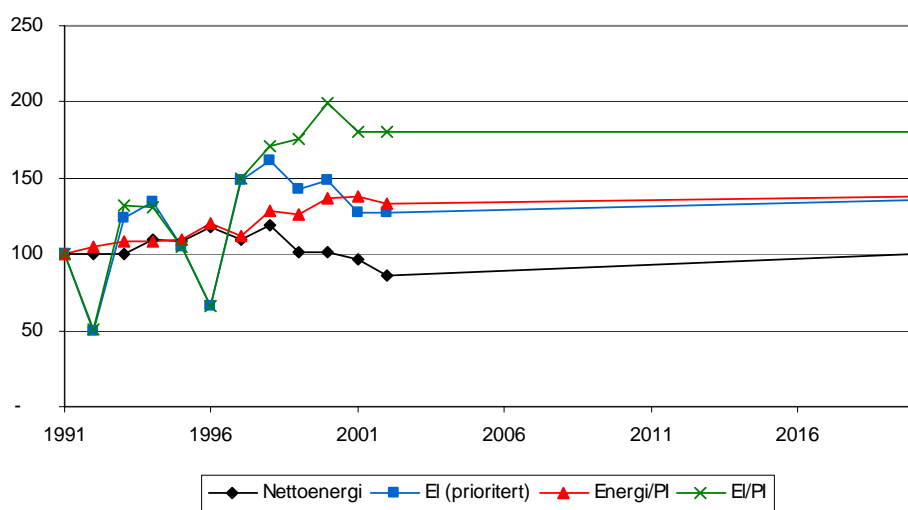
Som følge av økt videreforedling i bransjen vil total energibruk i bransjen bli på samme nivå i 2020 som i 2001, dvs 4,3 TWh.

3.2.3 Tekstil-, lær og lærvareindustri

Total energibruk i tekstil-, lær og lærvareindustrien (Nace 17-19) var 284 GWh i 2001. Dermed er dette en av de minste næringene som studeres.

Nettoenergibruken har i stort sett vært konstant under 1990-tallet. Bruken av prioritert kraft har variert til dels betydelig (usikkerhet i innrapporterte data?), men totalt sett ser det ut til at elforbruket har økt i perioden.

Produksjonsindeksen er redusert med 29% fra 1991 til 2001. Nettoenergi delt på produksjonsindeksen er økt med 38% og elektrisitet delt på produksjonsindeksen er økt med 81%.



Figur 4 Utvikling i nettoenergibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for tekstil-, lær- og lærvareindustrien 1990-2001

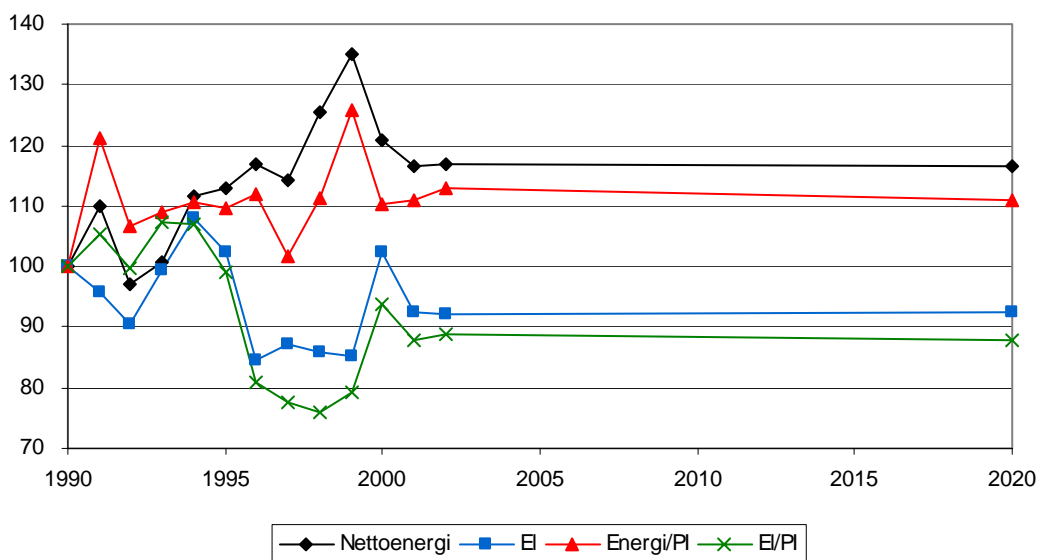
Basisscenariet:

Nettoenergibruken har vært relativt konstant ca 280 GWh og bruken av prioritert kraft har de siste fem årene vært ca 150 GWh. Disse verdiene er små sammenlignet med andre grupper og brukes også videre frem mot 2020. Både aktiviteten (PI) og indikatoren (Energi/PI) holdes konstant.

3.2.4 Trelast- og trevareindustri

Nettoenergibruken i trelast- og trevareindustrien (Nace 20) var i 2001 1560 GWh hvorav 750 GWh elektrisitet. Dette er en økning med 17% av nettoenergibruken og en reduksjon av elektrisitetsforbruket med 7% siden 1990. Nettoenergibruken har en sterk økning fra 1997 til 1999. Økningen i 1998 kan forklares med økt produksjon, men økningen i 1999 er det ikke funnet noen god grunn for. Generelt er det vanskelig å rapportere riktig mengde energibruk i trelastbransjen, da det brukes store mengder bark, som er et biprodukt fra produksjonen. Det kan ikke utelukkes at toppen i 1999 er en feil i statistikken. Det er også en økning i elforbruket i 2000, som ikke har sammenheng med produksjonsøkninger.

Fra 1992 til 2001 har indikatoren energi delt på produksjonsindeks vært relativt konstant, med unntak for i 1997 og 1999. Svingningene i elforbruk delt på produksjonsindeks er større, men følger i stort sett svingningene i elforbruk.



Figur 5 Utvikling i nettoenergibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for produksjon av trevarer 1990-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenariet:

Det er ikke forventet noen sterk økning av aktiviteten i trevareindustrien og det er derfor antatt at energietterspørselen forblir på samme nivå som i 2001 i basisscenariet.

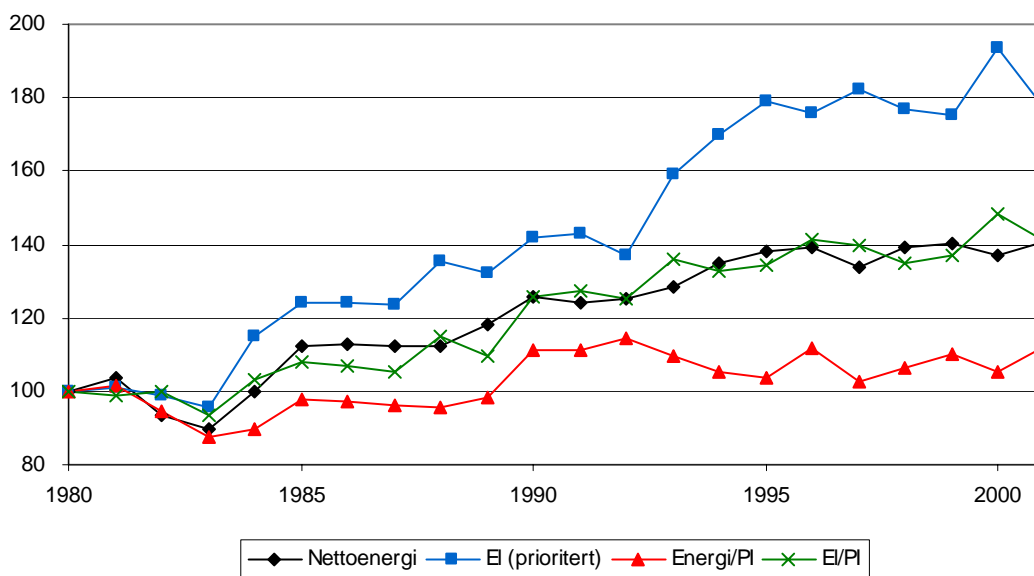
Andre alternative scenarier:

I et alternativ med høy etterspørsel, er nettoenergibruken i trevareindustrien antatt å være ca 1,8 TWh og i et alternativ med lav etterspørsel ca 1,4 TWh.

3.2.5 Treforedlingsindustri

Norsk treforedlingsindustri består av et 20-talls produksjonsanlegg, hvorav Norske Skog, Borregaard og Peterson eier de største anleggene. Totalt ble det brukt 13,6 TWh til produksjon av papirmasse og papir (Nace 21) i 2001, hvorav 6 TWh var elektrisitet. Nettoenergibruk har økt med 41 % siden 1980 og elektrisitetsforbruket har økt med 79% fra 1980 til 2001.

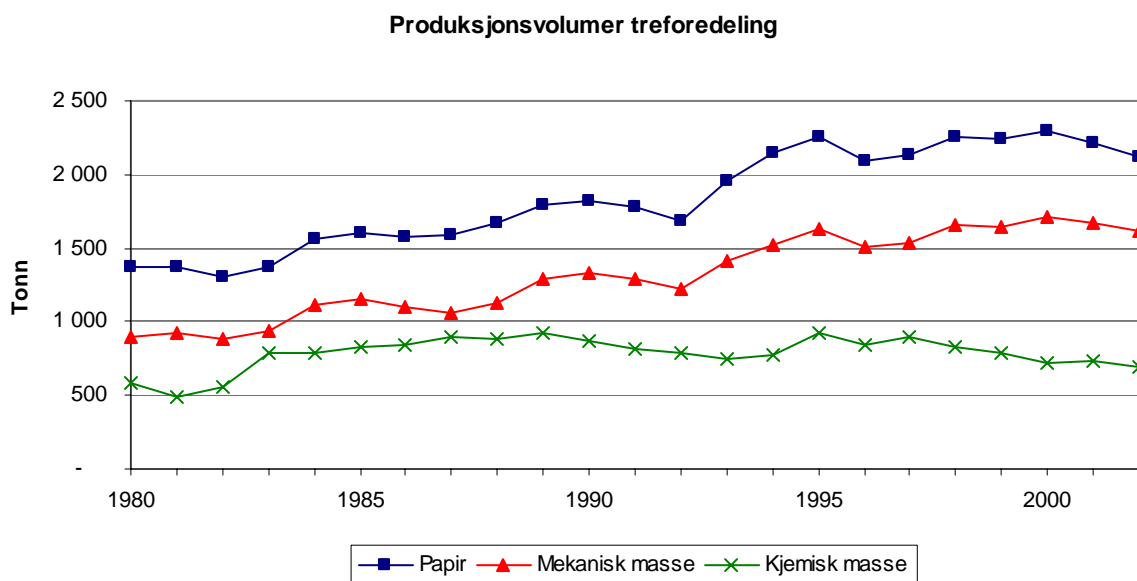
Etter 1995 har det ikke blitt gjennomført noen større utvidelser eller nedleggelse, og både nettoenergibruken og forbruken av elektrisitet har vært relativt konstant. I 1993 ble det satt i drift en ny stor papirmaskin ved Saugbrugs i Halden, samtidig som produksjonen av termomekanisk masse (TMP) økte betraktelig. Elektrisitet er den viktigste energibæreren ved TMP-produksjon og det er årsaken til at elforbruket økte betydelig mens nettoenergibruken hadde en mindre økning. Toppen i elforbruk i 2000 er det ikke funnet noen årsak til (innrapporteringer til Industrinettverket viser ikke denne toppen, men disse dataene er ikke helt sammenlignbare).



Figur 6 Utvikling i nettoenergibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for produksjon av papirmasse og papir 1980-2001

Produksjon av papir og mekanisk masse har økt betydelig i perioden 1980-2001, mens produksjon av cellulose først økte og deretter har minket noe igjen. Produksjonen i 2001 var 26% høyere enn i 1980.

Flere av treforedlingsbedriftene har gamle produksjonslinjer som enten må legges ned eller bygges om i løpet av de nærmeste 20-30 årene. Det er ikke foretatt noen beslutning om bygging av nye produksjonslinjer. Generelt er de mindre bedriftene mer utsatt for nedleggelse enn de store.



Figur 7 Produksjonsvolumer i treforedlingsindustrien 1980-2002

Basisscenariet:

I basisscenariet er det forventet at total produksjon og energibruk i 2020 vil være på omtrent samme nivå som i 2001 (og samme nivå som de siste ti årene).

Utviklingen de senere år har medført en omlegging fra cellulose til mer energikrevende TMP-masse. Denne endringen vil ikke fortsette. Celluloseproduksjonen forventes på samme nivå eller noe høyere i 2020 enn i dag. Returpapir vil være på omtrent samme nivå i 2020.

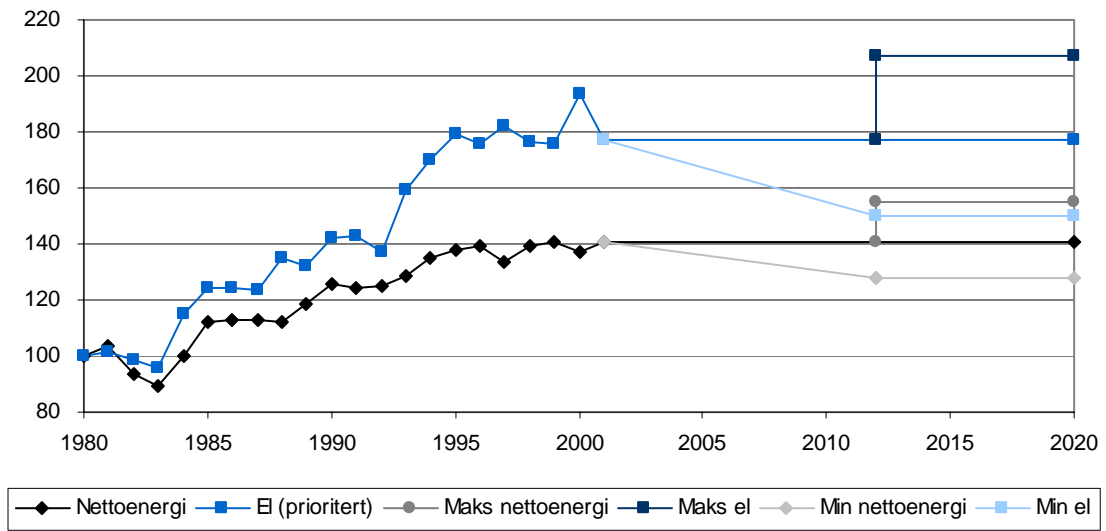
Andre aktuelle scenarier:

1. En økning på 1 TWh el fra 2012 som følge av utbygging av ny produksjonskapasitet ved Skogn.
2. En reduksjon på 0,9 TWh el fra 2012 som følge av nedleggelse av virksomhet ved en stor og flere mindre treforedlingsbedrifter.

Hvis både alternativ 1 og 2 inntreffer, blir resultatet omtrent lik basisscenariet.

Total etterspørsel etter nettoenergi vil variere mellom 11,1 TWh (min alternativ), 12,2 TWh (basisscenariet) og 13,4 TWh (maks alternativ), hvilket er en variasjon fra 91% til 110% av dagens forbruk. Tilsvarende varierer eletterspørsel mellom 5,0 TWh (min), 5,9 TWh (basis) og 6,9 TWh (maks), hvilket er en variasjon på 85-117% i forhold til dagens forbruk.

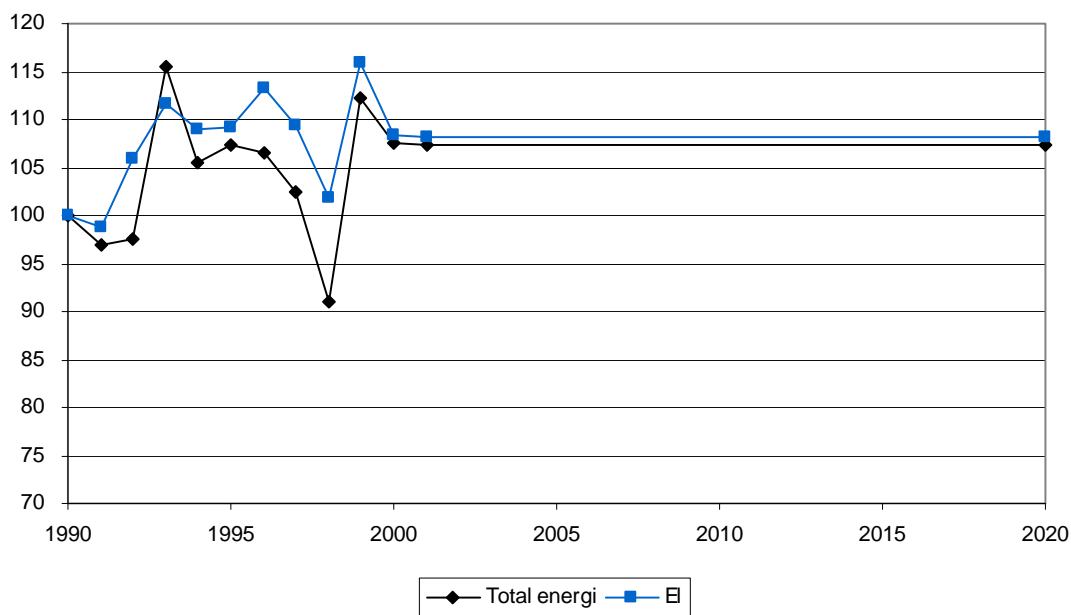
Treforedlingsindustri - fremskrivning



Figur 8 Fremskrivning av nettoenergibruk og prioritert el i treforedlingsindustrien

3.2.6 Grafisk industri

Energibruken innen grafisk industri (Nace 2200) har økt noe fra 1990 frem til 2001. Fra 1993 og fremover har energibruken vært relativt konstant rundt 540 GWh per år. Forbruket av elektrisitet har vært ca 440 GWh de siste 10 årene. Produksjonsindeksen for grafisk er slått sammen med treforedlingsindustrien, og da denne er så dominerende er det valgt å ikke vise indeksen eller indikatorer i figuren.



Figur 9 Utvikling i nettoenergibruk og elektrisitet for grafisk industri 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenariet:

Det er antatt at utviklingen i energibruk de siste 10 årene fortsetter frem mot 2020, dvs at nettoenergibruken blir ca 540 GWh per år.

3.2.7 Kjemisk industri

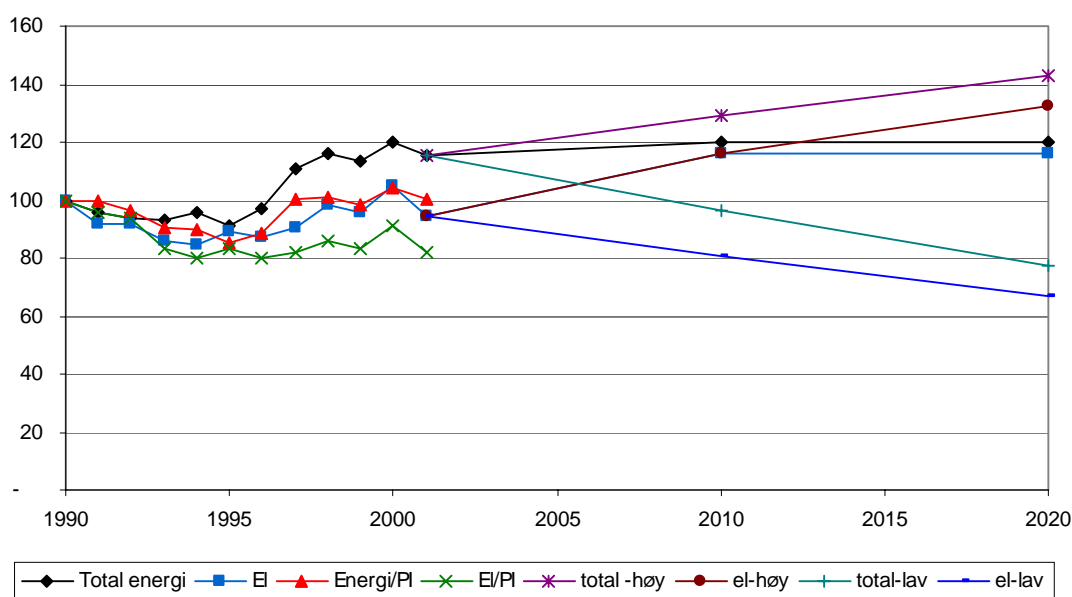
I kjemisk industri er det produksjon av kjemiske råvarer (Nace 2410) som bruker nesten all energien (98% i 2001). Kjemiske råvarer er for eksempel produksjon av karbider, basisplast, gjødsel og metanol. Karbidproduksjonen er elintensiv og bruker kull og koks, mens produksjon av de andre kjemiske råvarene bruker mest gass, men også en del elektrisitet.

I 1997 ble metanolfabrikken på Tjeldbergodden satt i drift, hvilket førte til en stor økning i total energibruk, men en ganske liten økning i elforbruk, da bedriften produserer store deler av den el den har bruk for selv.

Store anlegg innen denne sektoren er Hustad Marmor i Fræna, Yara på Herøya, Metanolfabrikken på Tjeldbergodden og Etanfabrikken på Kårstø med et totalt elforbruk på nærmere 3 TWh/år.

Denne sektoren er sammensatt av mange mindre bedrifter, og noen få større, og det er vanskelig å fremskrive utviklingen innen kjemisk industri og kjemiske råvarer fordi ulike utviklingstendenser peker i ulike retninger. De tradisjonelle kjemiske bedriftene (som f. eks karbidverkene) vil kunne bli lagt ned i løpet av de nærmeste 20 årene. Samtidig vil det trolig kunne bli en produksjonsøkning i bransjen som følge av at naturgass gir gode muligheter for utvikling av kjemiske råvarer.

Det er besluttet en utvidelse av etanproduksjonen med ca 50% på Kårstø som skal være i drift 01.10.05. Det er også planlagt en utvidelse av metanolproduksjonen på Tjeldbergodden. Hustad Marmor planlegger en gradvis opptrapping av effektuttaket fra ca 90 MW i 2003 til ca 150 MW i 2010. Industrien på Rafnes planlegger å øke elektrisitetsforbruket fra knapt 1 TWh til ca 1,6 TWh i 2010. (I følge lokal energiutredning for Bamle Kommune, 2005 er det planer om økning av elforbruket til 2,77 TWh i 2008). Det bygges en ny klorfabrikk og den gamle fabrikk vil moderniseres. Til sammen fører det til en dobling av produksjonskapasiteten. Noretyl er i gang med å øke kapasiteten ved etylenanlegget i Bamle med ca 20%, men dette gir kun en liten økning i elbehovet.



Figur 10 Utvikling i nettoenergibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for kjemisk industri 1990-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

I basisscenariet er det forventet en svak økning i energietterspørselen i kjemisk industri som er basert på naturgass, i tillegg til at utvidelsene på Kårstø (+ 400 GWh), Tjeldbergodden (100 GWh), Hustad Marmor (500 GWh) og Rafnes (600 GWh) skjer som planlagt. Til sammen fører dette til en økning av energietterspørselen fra 15,4 TWh i 2001, hvorav 6,4 TWh el i til ca 16 TWh i 2020, hvorav 8,3 TWh el.

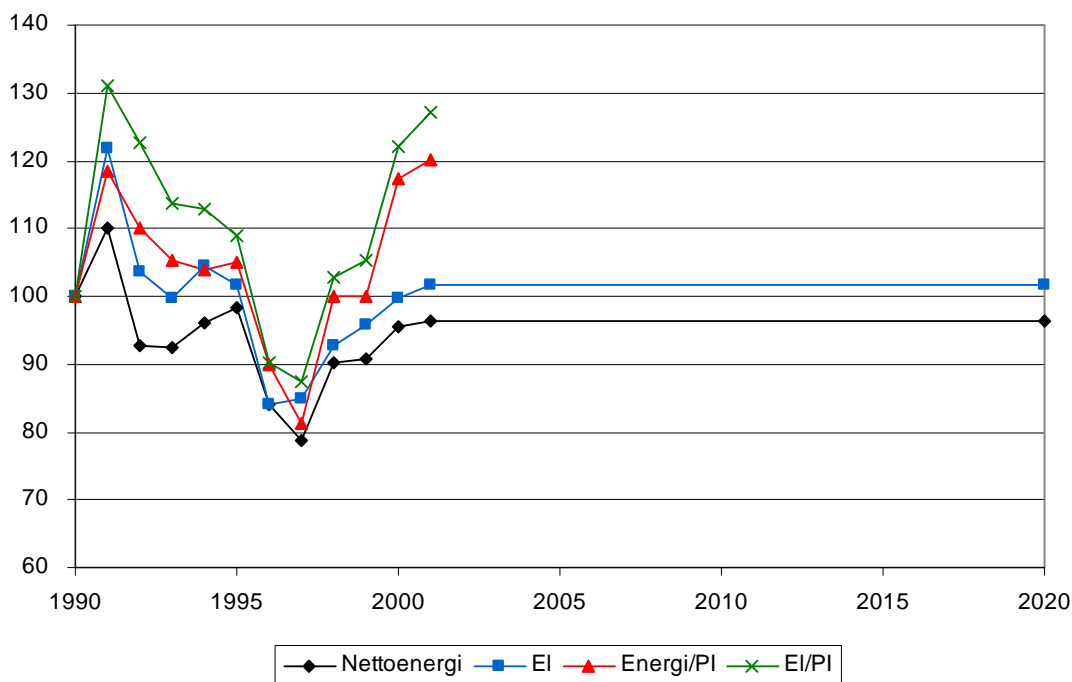
Andre aktuelle scenarier:

1. Som et lav-energi-scenario er det antatt at karbidverkene legges ned og industrien ellers utvikles som i basisscenariet.
2. I et høy-energi-scenario er det antatt at økningen i naturgassbasert produksjon er sterkere enn i basisscenariet, ellers er alt lik basisscenariet.

Total etterspørsel etter nettoenergi vil variere mellom 10,3 TWh (min alternativ), 16 TWh (basisscenariet) og 19 TWh (maks alternativ). Tilsvarende varierer eletterspørsel mellom 4,8 TWh (min), 8,3 TWh (basis) og 9,5 TWh (maks).

3.2.8 Gummivare- og plastindustri

Energibruken i gummivare- og plastindustrien (Nace 25) har variert en del gjennom årene, men har i gjennomsnitt holdt seg på samme nivå i perioden 1980-2001. Totalt brukte bransjen 497 GWh nettoenergi i 2001, hvorav 423 GWh elektrisitet. Det tilsvarer 0,6% av total energibruk i industrien.



Figur 11 Utvikling i nettoenergibruk og elektrisitet for grafisk industri 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

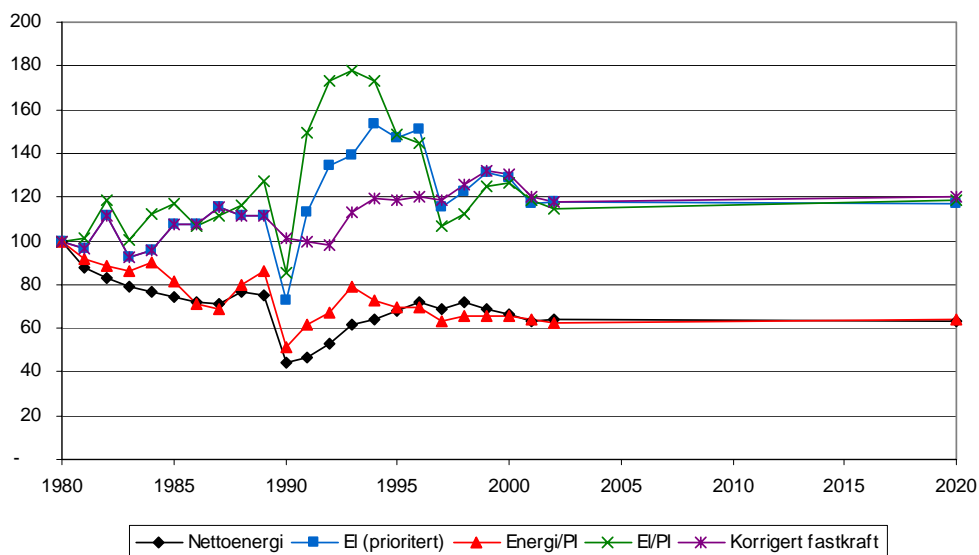
Basisscenariet:

Energibruken frem mot 2020 er antatt å være lik dagens nivå på ca 500 GWh nettoenergi, hvorav ca 420 GWh elektrisitet.

3.2.9 Ikke metalliske mineraler

Produksjon av ikke-metalliske mineraler (Nace 26) brukte i 2001 3,5 TWh (brutto), hvilket tilsvarer 2% av innenlands sluttforbruk. Sementproduksjon er den mest energikrevende produksjonen i denne gruppen. I 1990 ble en av de to sementfabrikkene bygget om fra våt til tørr prosess, og produksjonen var derfor redusert i 1990 og 1992 og i 1991 var det ikke noen produksjon ved denne fabrikk. Etter denne ombyggingen har både nettoenergibruk og indikatoren nettoenergi delt på produksjonsindeks vært relativt konstant.

Også i denne gruppen varierer elforbruket vesentlig mer enn nettoenergibruken. En sammenligning av elforbruket fra energibalansen med bedriftsdata fra de største bedriftene, viser store ulikheter i perioden 1990-1996. Hvis total elforbruk for hele Nace 26 korrigeres med utviklingen i sementbedriftene, får man istedenfor linjen "korrigert fastkraft" i Figur 12. Denne har en oppgang fra 1992 til 1993 på grunn av oppstart av en sementfabrikk, men er ellers mye mer stabil.



Figur 12 Utvikling i nettoenergibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for produksjon av ikke-metalliske mineraler 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

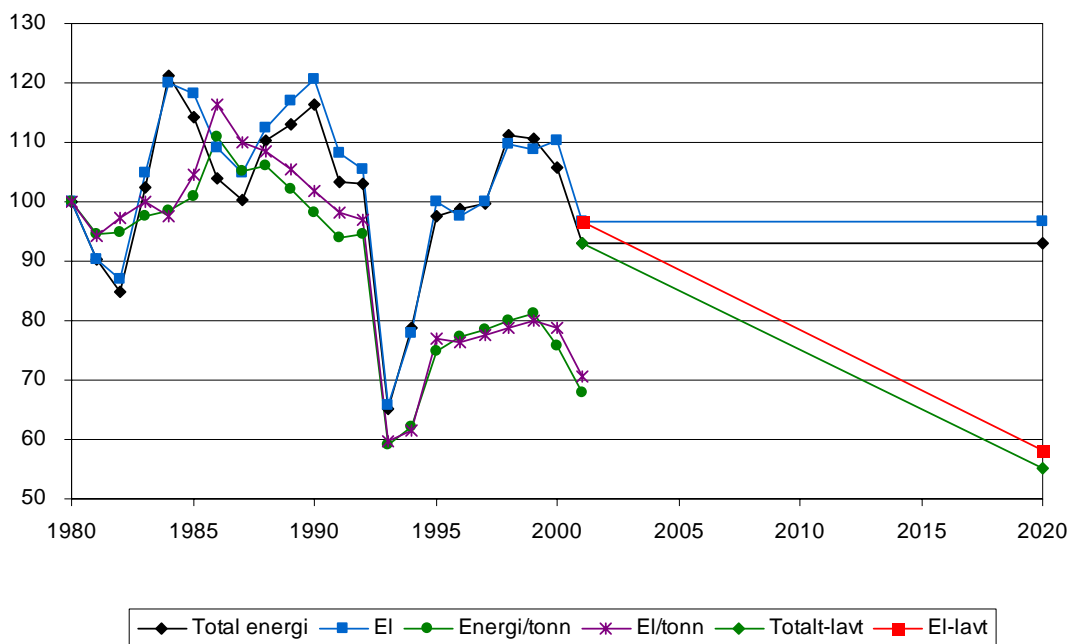
Basisscenariet:

Fremskrivningen til 2020 er basert på at nettoenergibruken fortsetter å være konstant, slik den har vært de siste årene. Både produksjonsindeksen og indikatoren nettoenergi/PI forutsettes konstant. Netto energietterspørsel for produksjon av ikke-metalliske mineraler blir da ca 3,1 TWh i 2020. elforbruket er også forventet å ha en konstant utvikling, lik perioden 1993-2001, etter ombyggingen av en sementfabrikk. Total elforbruk for produksjon av ikke-metalliske mineraler er forventet å være ca 0,8 TWh i 2020.

3.2.10 Ferrolegeringsindustrien

Det er totalt 13 smelteverk innen denne bransjen i Norge. Det har foregått en omstrukturering innen ferrolegeringsindustrien de siste årene, og noen bedrifter er nedlagt (nedstengt). I de norske smelteverkene produseres i dag hovedsakelig FeMn, SiMn, FeSi og Si-metall. Ti av verkene produserer FeSi/Si-metall, mens tre verk produserer FeMn/SiMn.

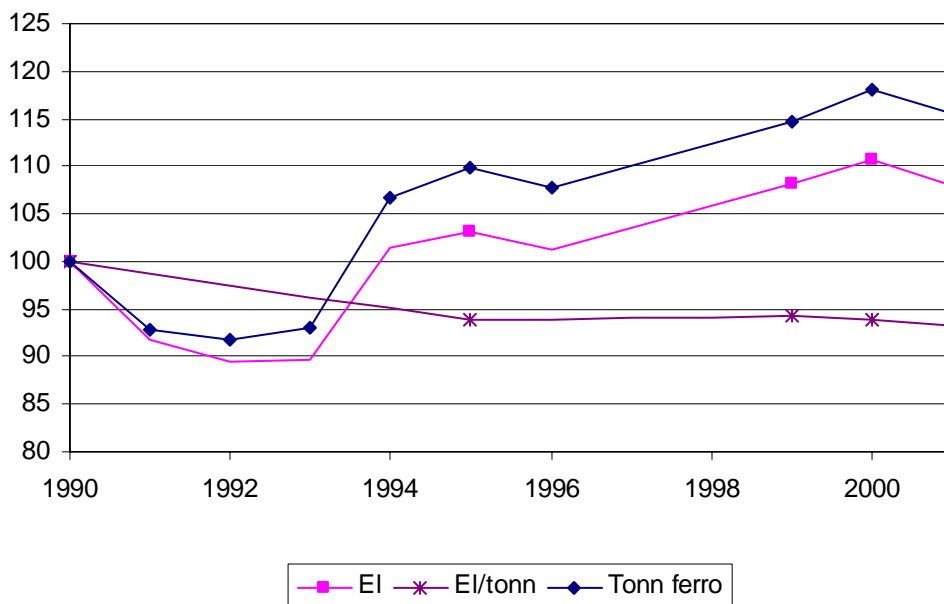
Ferrolegeringsindustrien brukte i 2001 11,3 TWh, hvorav 6 TWh elektrisitet. Figur 13 viser stor reduksjon av energibruk fra 1992 til 1993, men dette hører sannsynligvis sammen med flytting av bedrifter mellom ulike næringsgrupper. En sammenligning av data fra energibalansen med data direkte fra bedriftene viser store ulikheter. Dessverre er det ikke data tilgjengelige for alle år direkte fra bedriftene. Figur 14 viser utviklingen basert på de data som finnes. Hvilke verk som hører hjemme i ferrolegeringsindustrien og hvilke som hører hjemme i kjemisk industri avhenger av om de produserer mest jernholdige legeringer eller mest ikke-jernholdige legeringer. Dette kan variere fra et år til et annet. (Totalt elforbruk i de bedriftene hører hjemme i kjemisk industri var ca 1,5 TWh i 2001.)



Figur 13 Utvikling i energibruk, elektrisitet, energi/tonn, og el/tonn for produksjon av ferrolegeringer 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

I ferrolegeringsindustrien er det et stort potensial forutnyttelse av varme avgasser til kraftproduksjon eller varmeleveranse. For at verkene skal investere i gjenvinningsanlegg for kraftproduksjon er det en rekke forhold som må tilfredsstilles, slik som langsiktige rammebetingelser fra myndighetene, teknisk stand på ovner, størrelse på ovner og økonomiske forhold på bedriften. Det er en utfordring for bransjen å få løst problemene knyttet til kraftkontrakter. Mange verk har avtaler som løper ut innen 2010, og bedriftene har behov for nye, langsiktige avtaler for å kunne opprettholde driften.

Elkem og Alcoa studerer mulighetene for en ombygging av eksisterende Fe-verk til aluminiumsproduksjon, gjennom en karbotermisk prosess /4/. Prosessen likner en tradisjonell smelteovnsprosess og kan kombineres med energigjenvinning grunnet store ovner og høye temperaturer. Dersom dette utviklingsprosjektet blir vellykket, vil kraftbehovet i sektoren være på tilnærmet samme nivå i 2020 som i 2001.



Figur 14 Utvikling i elforbruk, produsert mengde i tonn og el/tonn for produksjon av ferrolegeringer 1990-2001 (år uten markering mangler data, hvis produksjonsdata finnes er elforbruk beregnet vha produksjonen, ellers er det interpolert)

Basisscenario:

I basisscenariet er det forventet at energibehovet i 2020 er likt som i 2001.

Andre aktuelle scenarier:

Minimumsscenarioet for ferrolegeringsindustrien at det kun vil være drift ved seks av de større ferrolegeringsverkene i 2020, mens de øvrige anleggene blir lagt ned. Elbehovet i 2020 vil da bli redusert til 3,6 TWh/år.

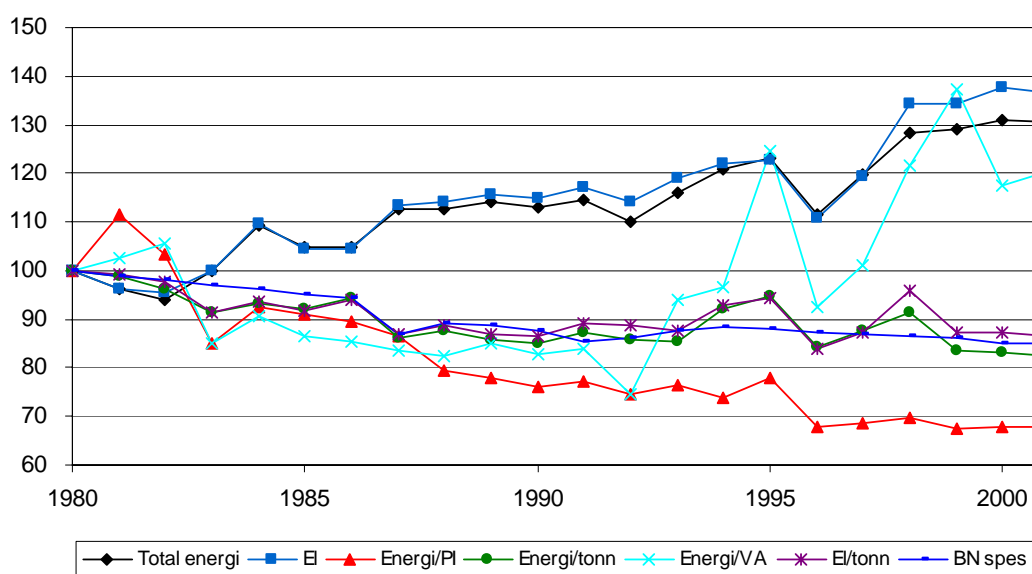
Total etterspørsel etter nettoenergi vil variere mellom 11,3 TWh (basisscenariet) og 6,7 TWh (min alternativ). I minimumsalternativet er det en reduksjon på 60% i forhold til 2001. Eletterspørselen varierer mellom 6 TWh (basis) og 3,6 TWh (min.).

I minimumsscenarioet er det beregnet en total reduksjon i eletterspørsel på 3,7 TWh. Deler av denne besparelsen hører hjemme innen kjemisk industri, mens hoveddelen hører hjemme i ferrolegeringsindustrien. Besparelsen er ikke tatt med innefor kjemisk industri.

3.2.11 Aluminiumsindustrien

Norsk aluminiumsproduksjon foregår ved syv aluminiumsverk. I 2001 var elforbruket 17 TWh, hvilket tilsvarte ca 9% av innenlands stasjonær sluttbruk av energi. Figur 15 viser at forbruk av elektrisitet har økt mer enn total energibruk i perioden 1980 til 2001, hhv 37% økning av elforbruket og 30% økning av total energibruk.

Figur 15 viser også tre mulige drivere; bearbeidingsverdi (VA), produksjonsindeks (PI) og tonn aluminium. Bearbeidingsverdi og produksjonsverdi er for produksjon av alle ikke-jernholdige metaller, mens energibruk og produksjonsvolumet kun er aluminiumsproduksjon. Av total energibruk for produksjon av ikke-jernholdige metaller står aluminiumsproduksjonen for 88%.

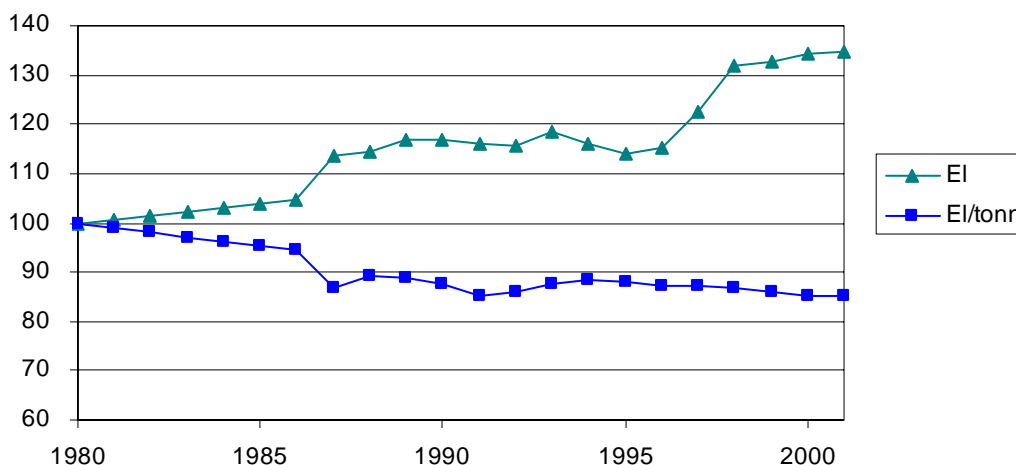


Figur 15 Utvikling i energibruk, elektrisitet, energi/tonn, energi/bearbeidingsverdi, energi/PI og el/tonn for produksjon av aluminium 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

I 1996 og delvis i 1997 er det en betydelig nedgang i både total energibruk elforbruk. Data fra Bransjenettverket, viser ikke denne nedgangen, se figur 16. Økningen i 1997 og 1998 er på grunn av en betydelig produksjonsøkning. Spesifikk energibruk (el/tonn aluminium) viser en jevn nedgang fra 1994 til 2001.

Fleksibiliteten på kort sikt har økt betydelig de siste årene, på grunn av at al-verkene har inngått avtaler om kunne bli utkoblet i en time når det er store kapasitetsproblemer i kraftnettet, og dermed kan verkene tilby en betydelig effekt. Men dette gir ikke utslag i redusert elektrisitetsbehov.

Kraftkostnader representerer en betydelig andel av de totale kostnadene for norske aluminiumsverk. I henhold til /4/ utgjør i gjennomsnitt kostnader til kraft 23 % av totale kostnader for verkene.



Figur 16 Utvikling i elforbruk og spesifikk energi basert på tall fra Bransjenettverket (perioden 1981-1985 er interpolert)

I 2001 foregikk nesten 40 % av produksjonen i Søderbergceller, og resten i prebaked celler. Elkem la ned sin Søderbergproduksjon i Mosjøen i 2001, og bygget samtidig nytt prebakeanlegg. I 2002 la Hydro ned Søderbergcellene på Sunndalsøra og bygde nytt prebakeanlegg som sto ferdig i 2004. Hydro har besluttet å legge ned Søderberg produksjonen ved Høyanger og Årdal innen utgangen av 2006. Søderberg produksjonen ved både Karmøy og Lista må oppgraderes betydelig for å tilfredstille fremtidige miljøkrav, og anleggene vil enten legges ned eller bygges om til prebaked celler innen 2013.

Totalt produserte verkene over 1,4 mill tonn tonn/år i 2004 med total elforbruk på nesten 22 TWh. Dersom all produksjon i Søderbergceller legges ned innebærer det en reduksjon i produksjonen på ca 300.000 tonn/år. Ved et gjennomsnittlig spesifikk energibruk er på 18 kWh/kg tilsvarer dette 5,4 TWh/år.

Det ikke er noe mål for aluminiumsverkene å redusere elforbruket. Når en investering i et anlegg først er gjennomført, er det et mål å produsere mest mulig. Aluminiumsverkene planlegger derfor fortsatt å gjennomføre såkalte strømøkningstiltak som bidrar til både økt produksjon og økt elforbruk.

I henhold til /8/ hadde den høye kraftprisen vinteren 2002/2003 ingen signifikant virkning på kraftforbruket i aluminiumsindustrien. På grunn av selve produksjonsprosessen, må en nedstenging planlegges minst et par uker i forveien, nedtrappingen må skje gradvis og det tar lang tid å starte opp produksjon igjen.

Som følge av høye kraftpriser vinteren 2002/2003 besluttet Hydro på Karmøy å utsette innfasing av celler som hadde vært til omforing, samt å forsere vedlikeholdsprogrammet noe ved å ta ut celler med spesielle driftsproblemer. Dette ble gjort for å sikre stabil drift av Søderberganlegget. Disse tiltakene ga et redusert kraftbehov på 60 GWh. /9/

Ved å gjennomføre enøktiltak kan elforbruket ved norske aluminiumsverk reduseres med inntil 10%. Enøktiltakene kan eksempelvis være økning av virkningsgrad for

likeretter, redusert eltap i skinner i elektrolysehall, redusere motstand (anode-, katode- og badmotstand), gjenvinning, optimalisering av viftesystemer, endring av driftsrutiner, energieffektivt trykkluftanlegg, forvarming, redusere kapp, energieffektiv belysning og innføring av energioppfølgingsystem. Enøktiltak blir ofte gjennomført som en del av større tiltak som er relatert til prosessen. Selv om et enøktiltak er lønnsomt blir det ofte ikke gjennomført uten at det inngår i et større prosjekt.

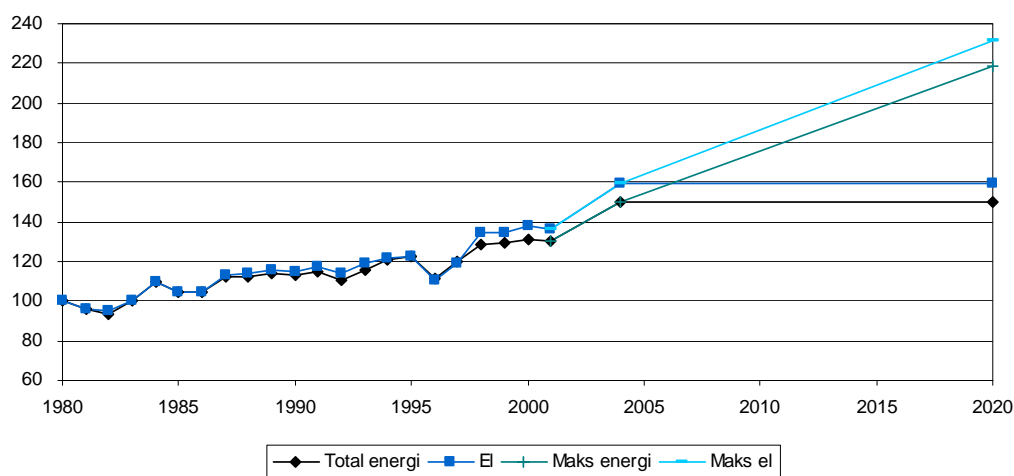
Basisscenario:

I 2010 forventes den norske produksjonen å være omtrent som 2004, dvs 1,4 mill tonn. I basisscenariet er det forventet at alle Søderbergceller blir lagt ned innen 2013, uten å bli erstattet med ny produksjon. Strømøkningsprosjektene vil fortsette, som vil gi økt produksjon fra eksisterende celler. Produksjonen vil da være 1,4 mill tonn i 2020 og elbehovet 20 TWh, dvs samme produksjon som i dag men med noe lavere elbehov enn i 2004.

Andre aktuelle scenarier:

I det alternative scenariet forventes den norske produksjonen å være omtrent som 2004, dvs 1,4 mill tonn i 2010, mens det vil bli en produksjonsøkning de neste ti årene. I perioden 2000-2004 økte den norske aluminiumsproduksjonen med 40%. Basert på innspill fra bransjen /4/ og /5/ er mulig å anta at man kan få en tilsvarende utvikling i perioden 2012 – 2016 i forbindelse med at gamle Søderbergceller legges ned og at nye prebaked anlegg eventuelt etableres. Disse nye anleggene vil bli betydelig større og mer energieffektive enn de anleggene som legges ned. I det alternative scenariet vil aluminiumsproduksjonen være på 2 mill tonn i 2020 med et behov på 29 TWh el. For at dette scenariet skal realiseres må elprisen maksimalt være på 20-22 øre/kWh.

Total etterspørsel etter nettoenergi vil variere mellom 22 TWh (basisscenariet) og 32 TWh (maks alternativ), hvilket er en variasjon fra 115% til 170% av forbruket i 2001. Tilsvarende varierer eletterspørsel mellom 20 TWh (basis) og 29 TWh (maks), hvilket er en variasjon på 118-170% av forbruket i 2001.



Figur 17 Fremskrivning av total energibruk og elektrisitet i aluminiumsindustrien

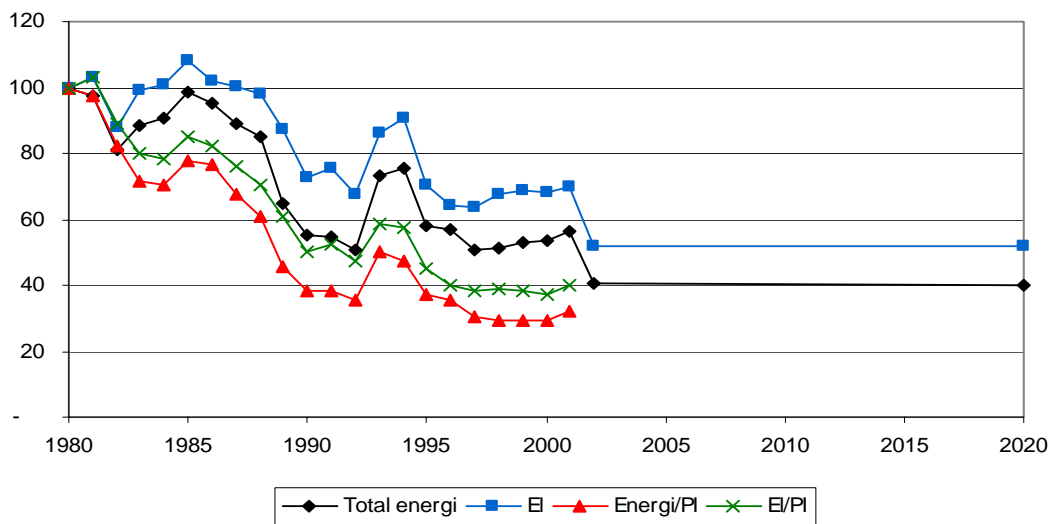
3.2.12 Metallindustri ellers

Produksjon av aluminium og ferrolegeringer er skilt ut som egne næringsgrupper, og resterende produksjon av metaller er samlet i "metallindustri ellers". Denne delen av næringen brukte i 2001 4,6 TWh energi, hvorav 3,1 TWh var elektrisitet.

Jern- og stålindustrien brukte 1,1 TWh av dette i 2001 og energibruken for magnesiumproduksjon er anslått til ca 1,3 TWh. Økningen i energibruk i 1993-1994 har sannsynligvis sammenheng med flyttingen av bedrifter mellom ulike næringsgrupper som ble gjort i denne perioden. Nedgangen i energibruk i 1988-1990 har sammenheng med nedleggelsen av jernverket i Mo i Rana. Produksjonen er i dag helt basert på smelting av skrapjern, mens det frem til 1989 også var produksjon fra jernmalm. Stålproduksjonen ble mer enn halvert fra 1988 til 1990, men har deretter økt litt hvert år og er nå oppe i nesten 80% av hva det var som mest.

Produksjonsindeksen er for hele næringsgruppen metallindustri (inkl. aluminium og ferrolegering). Total energibruk er redusert med 44% fra 1980 til 2001 og elektrisitetsforbruket er redusert med 30%.

Magnesiumproduksjonen i Porsgrunn ble nedlagt i 2001-2002. De viktigste bedriftene i denne gruppen i dag er Norsink og Falconbridge, med et årlig elforbruk på 600 - 800 GWh hver. Det er ikke sannsynlig at det blir noen store endringer ved disse bedriftene innen 2020.



Figur 18 Utvikling i energibruk, elektrisitet, energi/PI og el/PI for produksjon av andre metaller enn aluminium og ferrolegeringer 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

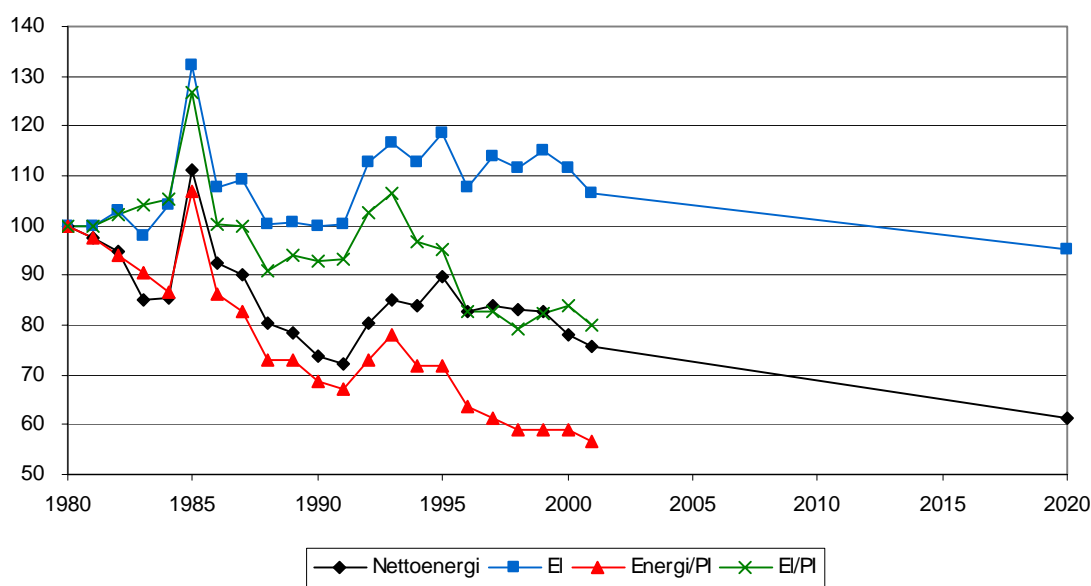
Nedleggelsen av magnesiumproduksjonen gir en reduksjon på i størrelsesorden 1,3 TWh energi og 0,8 TWh elektrisitet. Øvrig produksjon og energietterspørsel er antatt å være på samme nivå som i 2001, hvilket også er omtrent som i 1990-2001.

3.2.13 Mekanisk industri

Bedriftene innen mekanisk industri (Nace 28-35) hadde en energibruk på 2,7 TWh (netto) i 2001. De viktigste bransjene innen denne sektoren er maskinindustri, elektroteknisk industri, metallvare industri og støperiindustri. Bransjen består av et stort antall mindre bedrifter, og mye av virksomheten er sterkt konkurranseutsatt.

Utviklingen i nettoenergi har vært jevnt avtagende siden 1980, hovedsakelig på grunn av nedleggelse og omstrukturering i bransjen. Dataene for 1985 viser en sterk økning i elektrisitetsforbruket i bransjen, og en tilsvarende reduksjon i 1986. Dette har vi ikke funnet noen troverdig forklaring på, og vi har valgt å se bort fra den høye verdien i 1985.

Utviklingen i bransjen framover er avhengig av at bransjen klarer å omstille seg videre i retning av mindre avhengighet av arbeidskraft til ytterligere maskinell produksjon. Dette vil føre til at noen bedrifter legges ned, samtidig som andre bedrifter i bransjen vil kunne ekspandere.



Figur 19 Utvikling i nettoenergibruk og elektrisitet for mekanisk industri 1980-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

I basisscenariet er det lagt opp til en svak reduksjon i energibruken innen mekanisk industri. Den samme utviklingstakten i netto energietterspørsel som har vært siden 1980 vil fortsette mot 2020 og etterspørselen vil da være ca 2,2 TWh i 2020. Etterspørselen etter elektrisitet vil ikke bli redusert like mye som nettoenergibruken, og vil være ca 2,0 TWh i 2020.

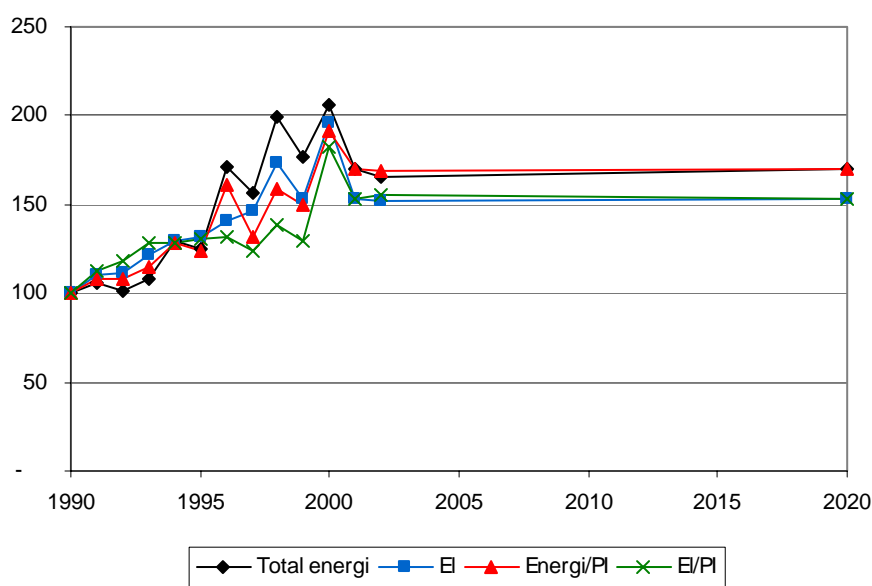
Andre aktuelle scenarier:

Et alternativt scenario er at bransjen klarer å øke produksjonsnivået noe, samtidig som energieffektivisering og prosessoptimalisering bidrar til at den spesifikke energibruken fortsatt synker. Dette medfører at energibruken blir relativt konstant, og energibehovet i 2020 vil være likt som i 2001, dvs ca 2,7 TWh.

3.2.14 Annen industri

Annen industri består av møbelindustri, produksjon av gull- og sølvvarer, industriproduksjon ellers og gjenvinning av avfall inkl. metaller (Nace 36-37). Energibruken for produksjon av møbler og industriproduksjon ellers (Nace 36) var konstant første halvdel av 1990-tallet, økte deretter noe, og har siden minnet igjen, slik at total energibruk i 2002 er omtrent lik den i 1990, ca 350 GWh.

Den totale økningen av energibruk i annen industri har skjedd innenfor gjenvinningsindustrien, hvor det har vært en økning i energibruken i hele perioden, fra 4 GWh i 1990 til 223 GWh i 2002. Fra 1996 og fremover ser energibruken ut til å flate ut og økningen har i snitt vært ca 1 % i denne perioden.



Figur 20 Utvikling i nettoenergibruk og elektrisitet for annen industri 1990-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

I basisscenariet er det antatt at energibruken blir på samme nivå som de siste årene, dvs ca 0,6 TWh.

Andre aktuelle scenarier:

I et høyt alternativ er det regnet med at utviklingen vil fortsette på lik linje med den utviklingen som har vært fra 1990 til 2001. Dette vil innebære en dobling av energibruken i 2020 sammenlignet med energibruken i 2001.

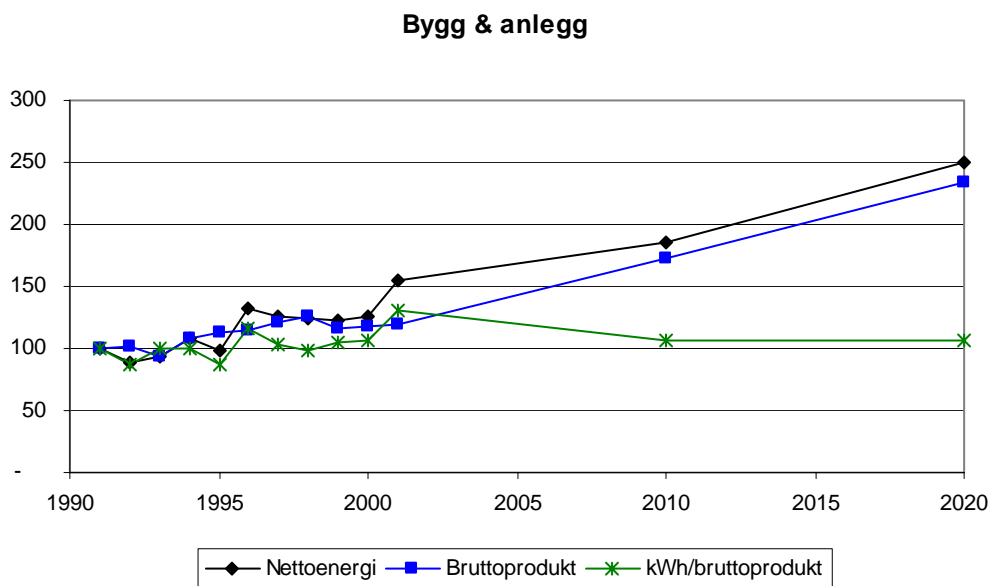
3.3 Bygge- og anleggsvirksomhet

Nettoenergibruken i bygge- og anleggsektoren var i 2001 1,2 TWh, hvilket var 56% høyere enn i 1991. Fra 1991 til 1995 var energibruken stabil, fra 1995 til 1996 økte den og fra 1996 til 2000 var energibruken stabil på knapt 1 TWh. I 2001 økte nettoenergibruken igjen.

Bruttoproduktet har økt med 19% fra 1991 til 2001, målt i faste priser.

Indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt i faste priser har vært relativt konstant i perioden 1991-2000, men i 2001 økte den betydelig og var i 2001 30% høyere enn i 1991.

I Perspektivmeldingen er det forventet en årlig økning i bygge- og anleggsvirksomhet på 3,67% i perioden 1999-2010 og på 3,02% i perioden 2010-2020. Hvis dette legges til grunn vil bruttoproduktet i 2020 være 133% høyere enn i 1991.



Figur 21 Utvikling i nettoenergibruk for bygge- og anleggsvirksomhet 1991-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

Hvis man antar at indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt er lik nivået i 2001, vil nettoenergibruken i 2020 være 2,3 TWh. Da tallet for 2001 skiller seg vesentlig fra nivået ellers på 1990-tallet er det valgt å heller bruke indikatoren for 2000 for fremskriving av energietterspørsel, og da vil energibruken være ca 1,9 TWh i 2020.

Andre aktuelle scenarier:

I et høyt etterspørselsalternativ er det valgt å bruke indikatoren for 2001, hvilket gir en energietterspørsel på 2,3 TWh i 2020.

3.4 Tjenesteytende sektor

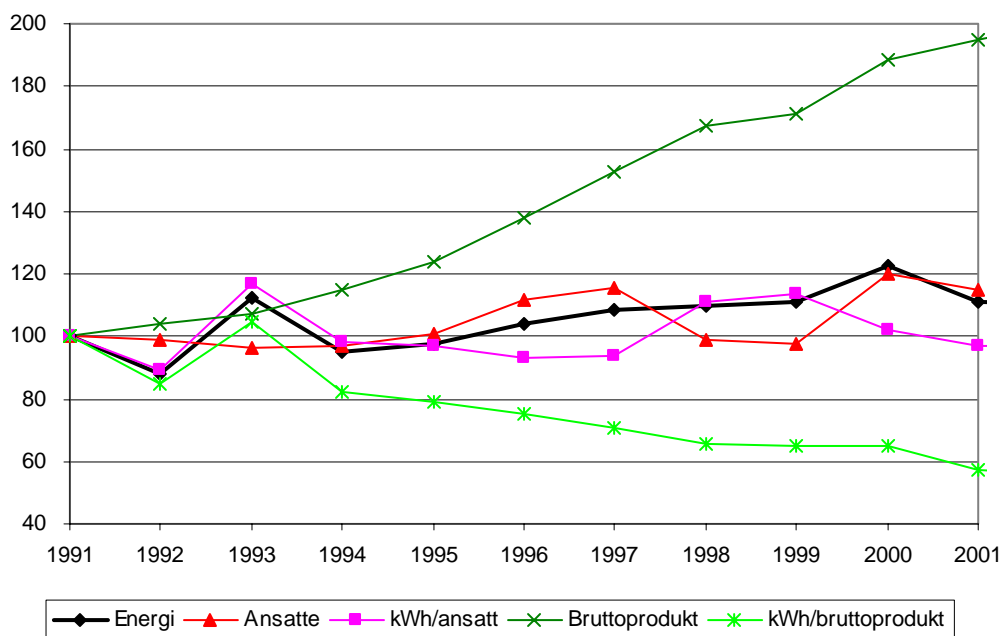
3.4.1 Varehandel

For sektoren varehandel (Nace 50) er det antatt at 25% av energibruken temperaturavhengig og nettoenergibruken i figuren er klimakorrigert i henhold til dette. Den klimakorrigerte nettoenergibruken varehandel har økt fra 5,6 TWh i 1991 til 6,2 TWh i 2001, en total økning på 11%. Forbruken av elektrisitet har økt med 18%, fra 4,6 TWh i 1991 til 5,5 TWh i 2001 (ikke klimakorrigert). Andelen elektrisitet av nettoenergi bruk var 89% i 2001.

Bruttoproduktet har økt med 95% fra 1991 til 2001 (målt i faste priser). Indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt i faste priser er redusert med 35% fra 1991 til 2000.

Antallet ansatte innenfor varehandel har økt med 15% i perioden. Indikatoren energibruk delt på antall ansatte har vært relativt konstant i perioden.

For varehandel ville indikatoren energibruk delt på areal muligens gi et godt bilde av utviklingen av energibruken. Da det ikke har vært mulig å fremskaffe data for totalt areal for sektoren er dette ikke benyttet. SSB har fra og med 1996 tall som viser totalt antall mill m² nybygg i varehandel, men ikke totalt areal.



Figur 22 Utvikling i nettoenergibruk, bruttoprodukt (VA), kWh/VA og kWh/ansatt for varehandel 1991-2001

Mulige fremskrivningsalternativer

For varehandel er det sett på tre mulige alternativer for fremskriving av energibruken. Det er vurdert å bruke bruttoproduktet eller antall ansatte/timeverk som forklaringsfaktor og det er vurdert å videreføre den historiske trenden i energietterspørsel direkte (uten forklaringsfaktor). I det følgende presenteres fremskriving med de tre alternativene og tilslutt velges alternativ til de ulike scenariene.

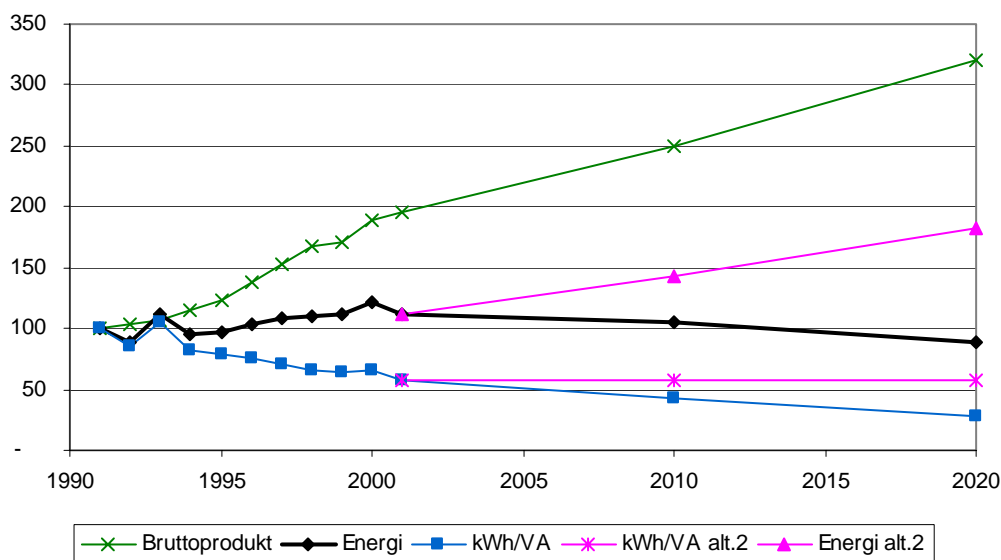
Varehandel alternativ A - bruttoprodukt

I Perspektivmeldingen er det antatt at bruttoproduktet i varehandel skal øke med 2,79% per år i perioden 1999 til 2010 og med 2,55 % i perioden 2010 til 2020.

Hvis man legger til grunn at indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt fortsetter å reduseres i samme takt som tidligere, vil nettoenergibruken i 2010 være ca 5,9 TWh, mens energibruken i 2020 vil være ca 4,9 TWh.

Hvis man legger til grunn at indikatoren forblir på samme nivå som i 2001, vil energibruken i 2010 være ca 7,9 TWh og i 2020 vil energibruken være ca 10,2 TWh.

Varehandel - bruttoprodukt

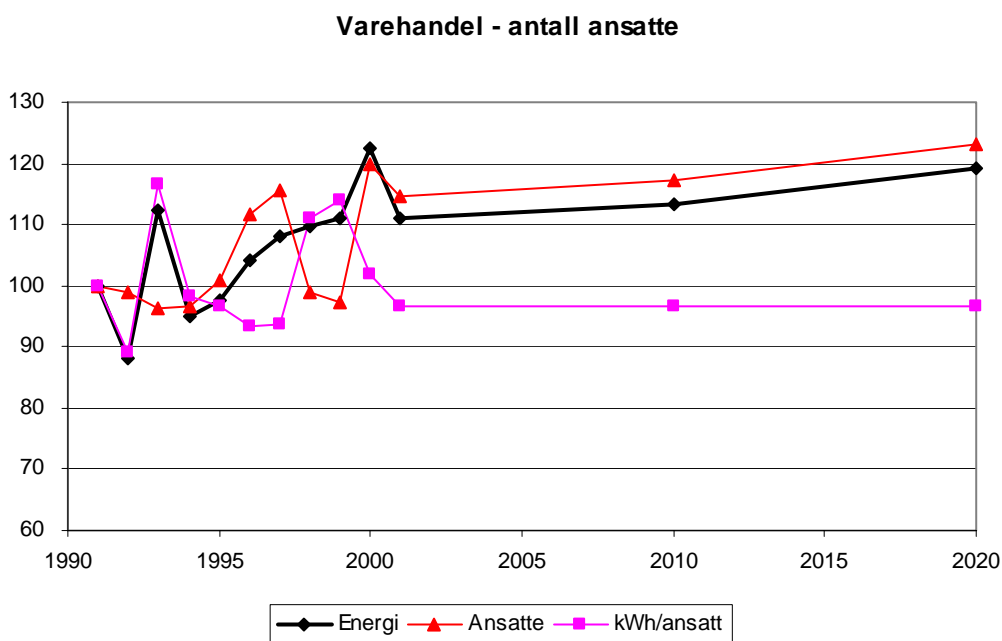


Figur 23 Utvikling og fremskrivning av energibruk med bruttoprodukt som forklaringsfaktor

Varehandel alternativ B – antall ansatte/timeverk

I Perspektivmeldingen er det benyttet en årlig vekst i antall timeverk i varehandel på 0,23% i perioden 1991-2010 og 0,51% i perioden 2010 til 2020. Hvis denne veksten legges til grunn for fremskrivningen av energibruken i varehandel, sammen med en antagelse av at energibruken per ansatt er lik som i 2001, vil energietterspørselen i 2010 være ca 6,3 TWh og i 2020 ca 6,6 TWh.

Økningen i antall ansatte i henhold til statistikken var høyere fra 1999 til 2000 og 2001, enn det Perspektivmeldingen legger til grunn. Hvis man bruker utviklingen i antall ansatte med utgangspunkt i antall årsverk i 1999, vil energibruken i 2010 være lavere enn i 2001, mens den i 2020 vil være noe høyere. Hvis man istedenfor bruker den prosentvise økningen i antall ansatte fra Perspektivmeldingen med utgangspunkt i antall ansatte i 2001, vil energibruken framover øke i omtrent samme takt som i perioden 1991-2001.



Figur 24 Utvikling og fremskrivning av energibruk med antall ansatte som forklaringsfaktor

Varehandel alternativ C – historisk utvikling

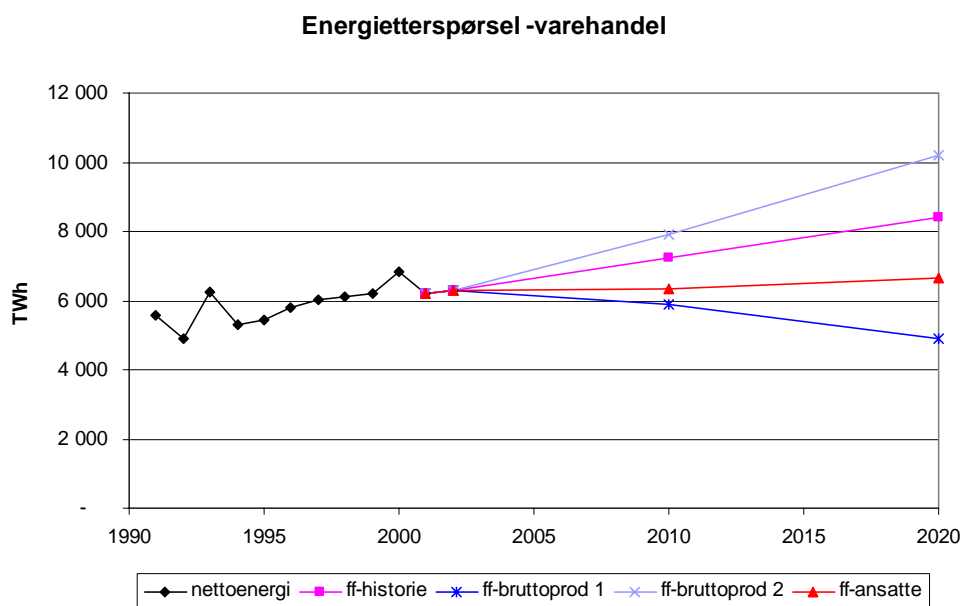
Et tredje alternativ er å fremskrive kun basert på historisk utvikling. Etterspørsel i varehandel vil da bli ca 7,2 TWh i 2010 og ca 8,4 TWh i 2020.

Sammenligning av alternative fremskrivninger

De fire etterspørselsalternativene er vist i figuren under. Etterspørselen varierer mellom 4,9 TWh og 10,2 TWh, hvor begge ytterlighetene er basert på fremskrivning vha bruttoproduktet. Antallet ansatte gir en fremskrivning hvor etterspørselen stabiliseres på dagens nivå, mens historisk utvikling tyder på en økning på ca 36% i forhold til i 2001.

Utviklingen i energietterspørsel i varehandel er meget usikker. Det har vært en utvikling mot økt andel av store kjøpesentra, med tilsvarende økt behov av luftkondisjonering, lys og lengre åpentider (økt driftstid). I Oslo og Akershus finner 40% av handelen sted i kjøpesentra. I en analyse gjennomført av Sintef konkluderes det med at minst 50% av alle nye kontorbygg installerer mekanisk kjøling /11/. Det var et midlertidig etableringsstopp for kjøpesentra utenfor by- og tettstedsentra, som var større enn 3000 m² i 1999-2004, men nå er det avløst av fylkesplaner.

En annen utvikling som fører til lavere energibruk er netthandel, som i det siste virkelig har økt i omfang. Totalt sett har varehandel økt betydelig mer enn andre sektorer, og det er ikke signaler som tyder på at det vil avta med det første, men før eller siden bør det mattes av. I henhold til Bygningsnettverkets energistatistikk /6/, er energibruken per kvadratmeter lavere i kjøpesenter enn i mindre butikker (-28% i 2002). Hvis dette er gyldig for den totale bygningsmassen innenfor varehandel, vil en økt andel kjøpesentra redusere spesifikk energibruk per m², men da arealet sannsynligvis øker, vil total energietterspørsel likevel øke. De nye beregnede energiramme for forretningsbygg ligger betydelig lavere i energibruk pr m² enn eksisterende bygg i henhold til Bygningsnettverkets statistikk (nye ramme er 270 kWh/m² år) /12/.



Figur 25 Utvikling og fremskrivning av energibruk med de ulike alternativene (TWh/år)

Basisscenario:

Det er valgt å bruke fremskrivning av energietterspørsel basert på utvikling i historisk energibruk i basisscenariet (uten forklaringsfaktor). Energifbruken i 2020 vil da være ca 8,4 TWh i 2020, hvilket er en økning på ca 35% i fra 2001.

Andre aktuelle scenarier:

I et høyt etterspørselsalternativ er det valgt å bruke indikatoren energibruk delt på bruttoprodukt for 2001 ganger veksten i bruttoprodukt i henhold til Perspektivmeldingen, hvilket gir en energietterspørsel på 10,2 TWh i 2020 (en økning med ca 65% fra 2001).

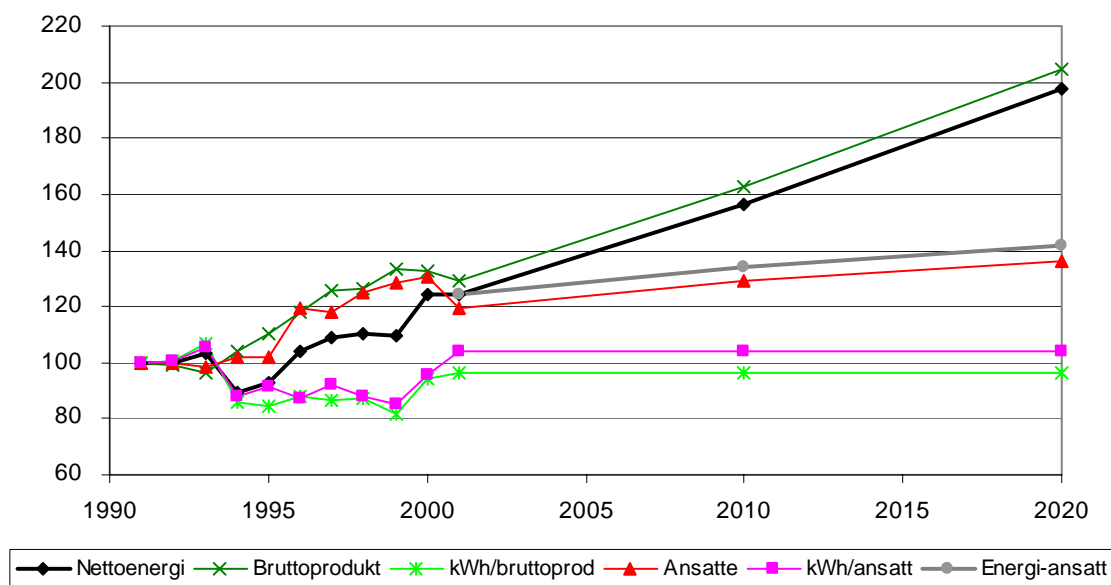
I et lavt etterspørselsalternativ er det valgt å bruke indikatoren energibruk delt på antall ansatte for 2001 ganger veksten i timeverk i henhold til Perspektivmeldingen, hvilket gir en energietterspørsel på 6,6 TWh i 2020 (en økning med ca 6% fra 2001).

3.4.2 Hotell og restaurantvirksomhet

Klimakorrigert nettoenergi bruk i hotell og restaurantvirksomhet (Nace 55) har økt fra 1,5 TWh i 1991 til 1,8 TWh i 2001, en total økning på 24%. Andelen elektrisitet av klimakorrigert nettoenergi bruk var 92% i 2001. For hotell og restaurantvirksomhet er temperaturavhengig andel 20%.

Bruttoproduktet har økt med 29% fra 1991 til 2001 (målt i faste priser). Indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt i faste priser er redusert med 4% fra 1991 til 2001, mens indikatoren nettoenergi delt på antall ansatte har økt med 4% fra 1991 til 2001.

I Perspektivmeldingen er det antatt at bruttoproduktet i annen næringsvirksomhet skal øke med 2,59% per år i perioden 1999 til 2010 og med 2,35 % i perioden 2010 til 2020. Antallet timeverk er antatt å øke med hhv 0,85% og 0,54% per år.



Figur 26 Utvikling i nettoenergi bruk for hotell og restaurantvirksomhet 1991-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

Hvis man legger til grunn at indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt forblir på samme nivå som i 2001, vil energibruken i 2010 være 2,3 TWh og i 2020 vil energibruken være 2,9 TWh. Dette er valgt som basisscenario.

Andre aktuelle scenarier:

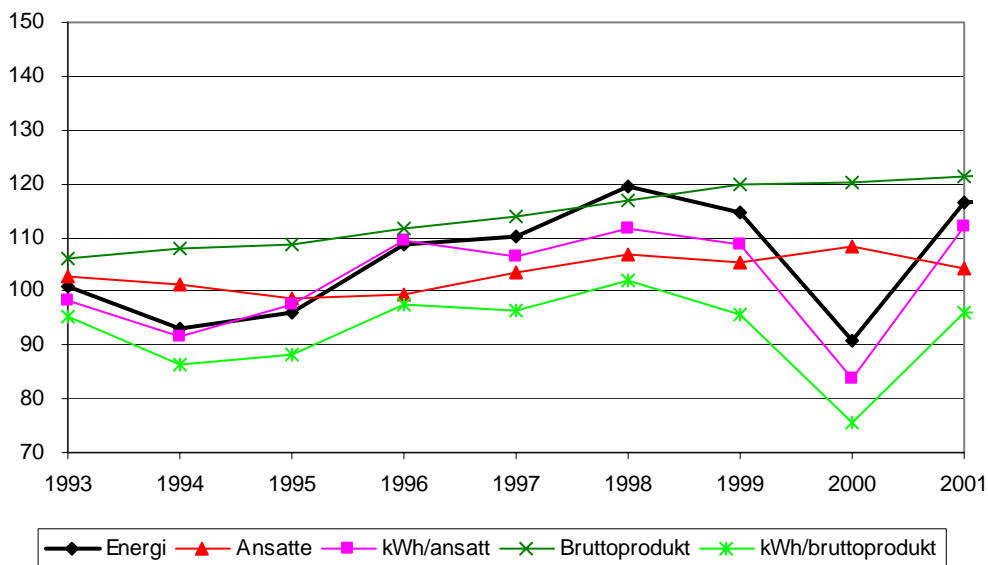
Hvis man bruker indikatoren nettoenergi delt på antall ansatte og antar at den er lik som i 2001 i hele perioden frem til 2020, så vil nettoenergi bruken øke til 2,0 TWh i 2010 og 2,1 TWh i 2020. Dette er valgt som et lavenergiscenario.

3.4.3 Offentlig administrasjon

Offentlig administrasjon består av statlig og offentlig forvaltning (herunder Nace 63, 73, 74 og 7510). Det er antatt at 40% av energibruken er temperaturavhengig og nettoenergibruken i figuren er klimakorrigert i henhold til dette. Den klimakorrigerte nettoenergibruken har økt det meste av perioden 1991-2001, og var i 2001 2,9 TWh, hvilket var 17% mer enn i 1991. Nedgangen i energibruk i 2000 har ikke latt seg forklare med annet enn usikkerhet i statistikken.

Antallet ansatte har i perioden vært relativt konstant, med en liten nedgang først i perioden, fulgt av en økning frem mot 2000. I 2001 var det igjen en nedgang i antall ansatte i offentlig administrasjon. Indikatoren energibruk per ansatt følger i stort sett utviklingen i energibruk.

Bruttoproduktet har økt i hele perioden, målt i konstante priser. I 2001 var bruttoproduktet 21% høyere enn i 1991. Indikatoren energibruk delt på bruttoprodukt ble redusert i første halvdel av perioden, men har fra 1996 vært relativt konstant (hvis man bortser fra 2000). Bruttoproduktet ser derfor ut til å være en bedre forklaringsfaktor enn antall ansatte i offentlig administrasjon.



Figur 27 Utvikling i klimakorrigert nettoenergibruk, antall ansatte og bruttoprodukt for offentlig administrasjon 1991-2001

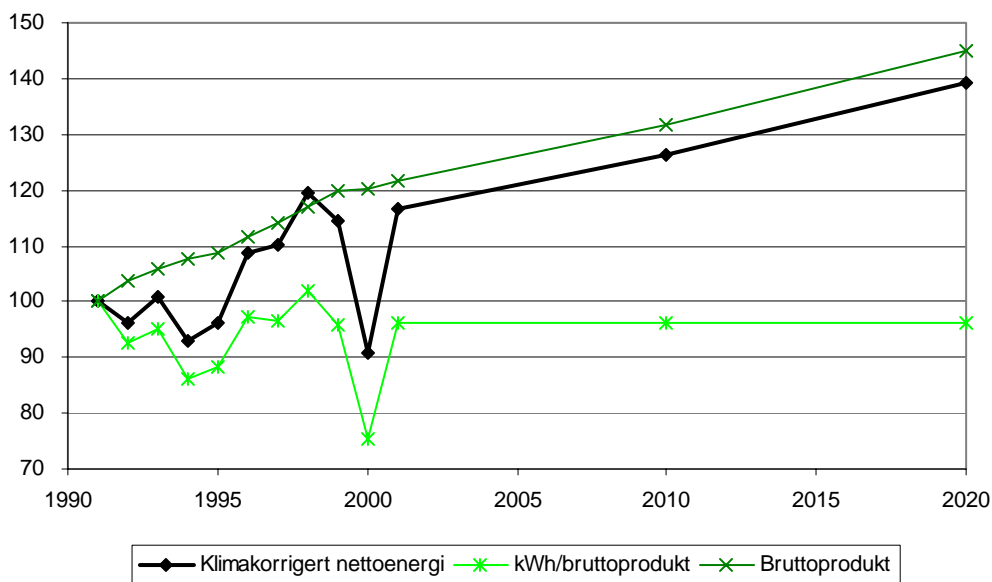
Basisscenario:

I henhold til Perspektivmeldingen vil bruttoprodukt i offentlig forvaltningsvirksomhet øke med 0,89% per år i perioden 1999-2010 og med 0,98% per år i perioden 2010-2020. Hvis dette legges til grunn for fremskriving av bruttoprodukt i offentlig administrasjon, vil økningen i 2020 være 45% sammenlignet med 1991. Energi bruk delt

på bruttoprodukt antas å være lik som i 2001 (4% lavere enn i 1991) og etterspørselen etter nettoenergi vil da være ca 3,2 TWh i 2010 og ca 3,5 TWh i 2020.

Andre aktuelle scenarier:

I et høyt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 4,0 TWh i 2020. I et lavt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 3,0 TWh i 2020.



Figur 28 Utvikling og fremskriving av nettoenergi bruk og bruttoprodukt for offentlig administrasjon 1991-2020

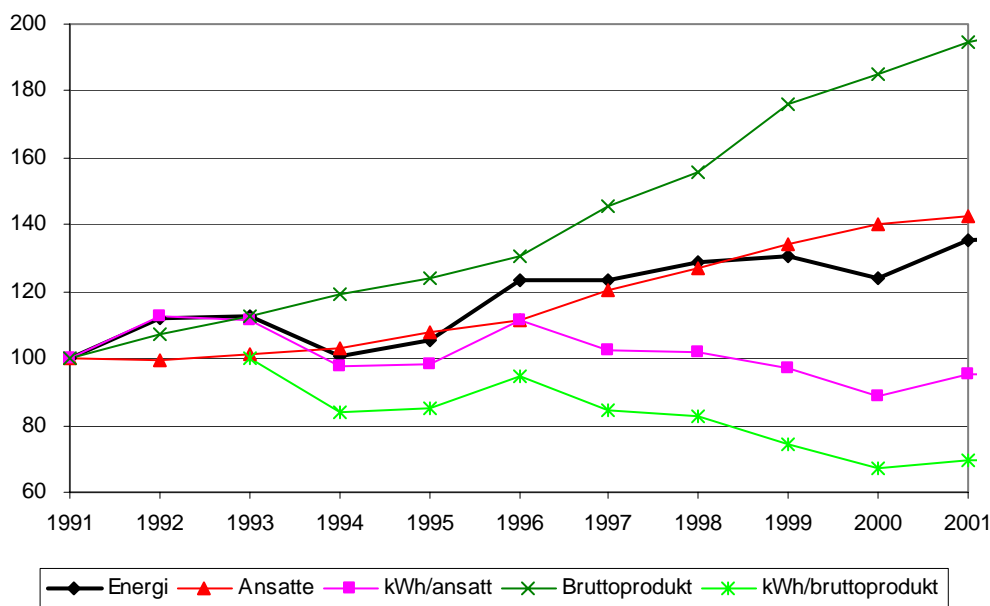
3.4.4 Privat tjenesteyting ellers

Privat tjenesteyting består blant annet av post- og telekommunikasjon, finansiell tjenesteyting og forretningsmessig tjenesteyting. Den temperaturavhengige delen av energibruken er antatt å være lik som for kontorer, dvs 40% av energibruken klimakorrigeres.

Klimakorrigert nettoenergiforbruk i privat tjenesteyting var i 2001 3,8 TWh, hvilket var en økning på 36% i forhold til i 1991.

Antallet ansatte har økt i hele perioden og var i 2001 43% høyere enn i 1991. Indikatoren nettoenergi delt på antall ansatte har vært relativt konstant i perioden og antallet ansatte ser ut til å være en brukbar forklaringsfaktor for privat tjenesteyting.

Bruttoproduktet målt i faste priser har økt med 95% i perioden 1991-2001. Nettoenergi bruk delt på bruttoprodukt er redusert de fleste årene i perioden og det er vanskelig å finne en sammenheng mellom bruttoproduktet og energibruken i privat tjenesteyting.



Figur 29 Utvikling i klimakorrigert nettoenergiforbruk, antall ansatte og bruttoprodukt for privat tjenesteyting 1991-2001

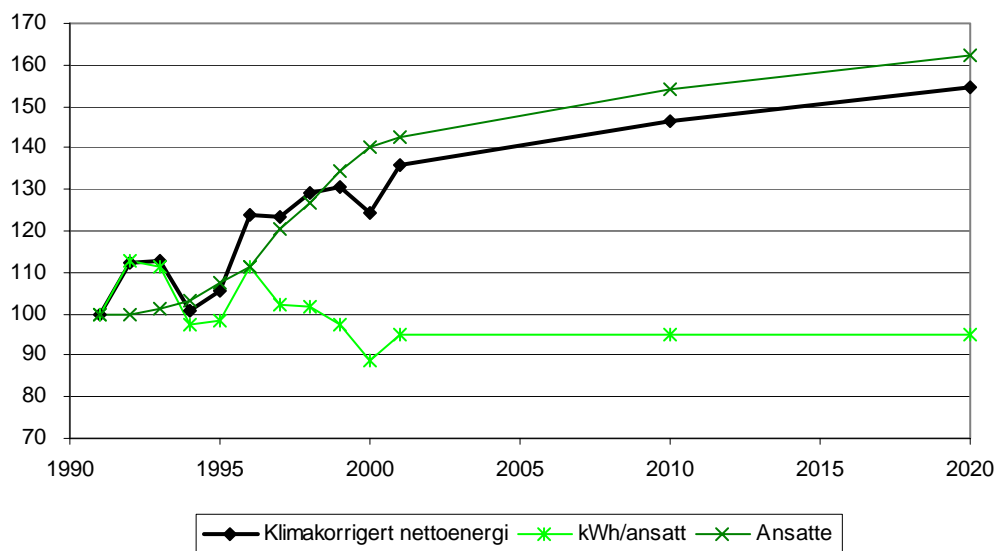
Basisscenario:

For framskrivning av veksten i privat tjenesteyting, brukes veksten i annen næringsvirksomhet i Perspektivmeldingen. Veksten i antall timeverk er her antatt til 0,85% per år i perioden 1999-2010 og til 0,54 % per år i perioden 2010 til 2020. Totalt øker da antall ansatte med 63% i forhold til i 1991. Indikatoren energibruk delt på antall

ansatte antas å være lik som i 2001. Etterspørselen etter nettoenergi vil da bli ca 4,1 TWh i 2010 og ca 4,3 TWh i 2020.

Andre aktuelle scenarier:

I et høyt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 5,0 TWh i 2020. I et lavt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 3,8 TWh i 2020.

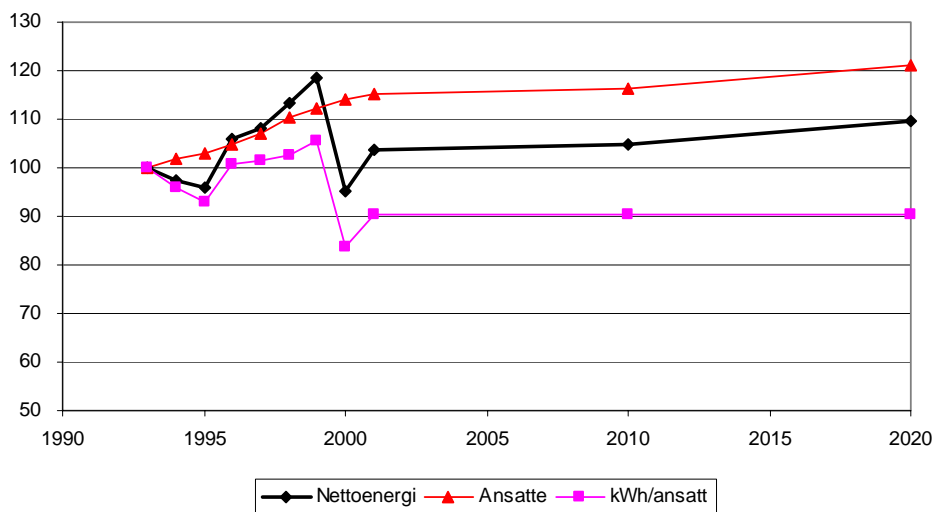


Figur 30 Utvikling og fremskriving av nettoenergibruk og antall ansatte for privat tjenesteyting 1991-2020

3.4.5 Undervisning

Klimakorrigert nettoenergibruk i undervisningssektoren (Nace 80) var i 2001 3,0 TWh, hvilket var 4% mer enn i 1993. Energibruken i 1991-1992 avvek betydelig fra etterfølgende år, og i denne perioden var det en omlegging av inndelingen av virksomheter i næringsgrupper, hvilket sannsynligvis har medført innhomogenitet i datagrunnlaget i denne perioden. Det er derfor valgt å presentere data fra 1993 og fremover. I 2000 ser man en kraftig nedgang i energibruken, som er vanskelig å forklare med annet enn usikkerhet i datamaterialet. Antallet ansatte, målt som årsverk, har økt med 15% fra 1993 til 2001, og var i 2001 ca 151.000 årsverk. Indikatoren nettoenergi delt på årsverk var i 2001 10% lavere enn i 1993.

Perspektivmeldingen gir ikke noe direkte tall på utviklingen i undervisningssektoren. Forutsetningen for fremskrivningene i Perspektivmeldingen er at dagens standard og dekningsgrad skal videreføres, og at det ikke skal introduseres nye tilbud. Veksten innenfor sektoren skal følge demografien, og ressursbruken pr innbygger til undervisning skal være uendret i perioden. I henhold til den demografiske utviklingen vil det være behov for en styrking av videregående opplæring mot slutten av perioden. Hvis man antar at antallet timeverk øker likt som for offentlig forvaltningsvirksomhet, dvs med 0,11% per år fra 2001 til 2010 og med 0,43% per år fra 2010 til 2020, vil veksten i antall årsverk fra 2001 til 2020 bli ca 5%.



Figur 31 Utvikling i nettoenergibruk for undervisningssektoren 1993-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

Nettoenergibruk vil bli ca 3,1 TWh i 2020, hvis man antar at indikatoren nettoenergi delt på antall årsverk er lik som i 2001.

Andre aktuelle scenarier:

Hvis indikatoren nettoenergi delt på antall årsverk øker til samme nivå som i 1999, vil energitterspørselen øke til 3,7 TWh i 2020.

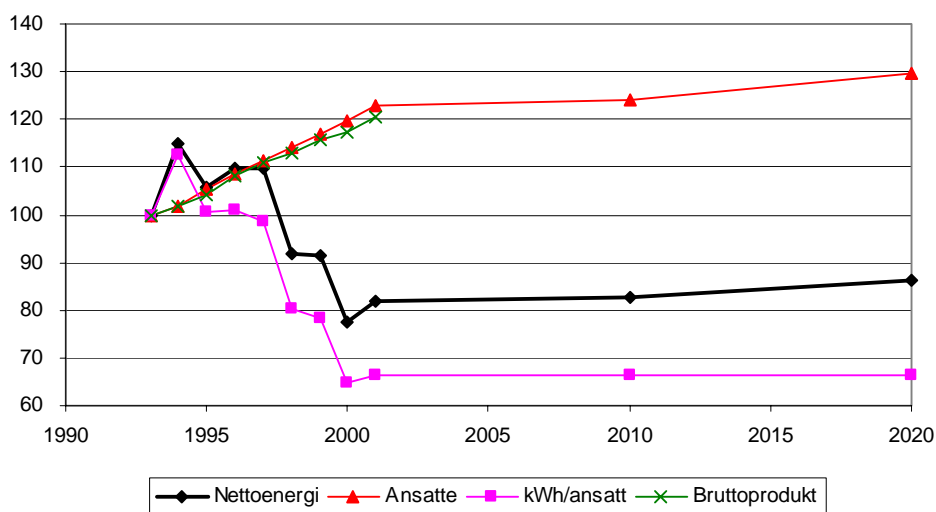
3.4.6 Helse- og sosialtjenester

Klimakorrigert nettoenergibruk i helsesektoren (Nace 85) var i 2001 2,6 TWh, hvilket er 28 % lavere enn i 1993. På grunn av endringer i statistikkgrunnlaget før 1994 innen denne sektoren er det valgt å bruke historiske tall fra 1994 til 2001.

Antallet ansatte, målt som årsverk, har økt med 23% fra 1993 til 2001, og var i 2001 ca 319.000 årsverk. Indikatoren nettoenergi delt på årsverk var relativt konstant frem til 1997 og er deretter redusert med en tredjedel.

Perspektivmeldingen gir ikke noe direkte tall på endringen i helsesektoren. Forutsetningen for fremskrivningene i Perspektivmeldingen er at dagens standard og dekningsgrad skal videreføres. Veksten innenfor sektoren skal følge demografien, og ressursbruken pr innbygger til helse og sosialtjenester er forutsatt uendret i perioden. I henhold til den demografiske utviklingen vil det først være etter 2020 at det blir en sterk vekst innenfor denne sektoren. I tidsrommet fram mot 2020 vil det være en lav vekst innen helse og sosialtjenester.

Hvis man antar at antallet timeverk øker likt som for offentlig forvaltningsvirksomhet, dvs med 0,11% per år fra 2001 til 2010 og med 0,43% per år fra 2010 til 2020, vil veksten i antall årsverk fra 1993 til 2020 bli ca 30% eller ca 5% mer enn i 2001.



Figur 32 Utvikling i nettoenergibruk for helsesektoren 1993-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

Nettoenergibruk vil bli ca 2,7 TWh i 2020, hvis man antar at indikatoren nettoenergi delt på antall årsverk er lik som i 2001.

Andre aktuelle scenarier:

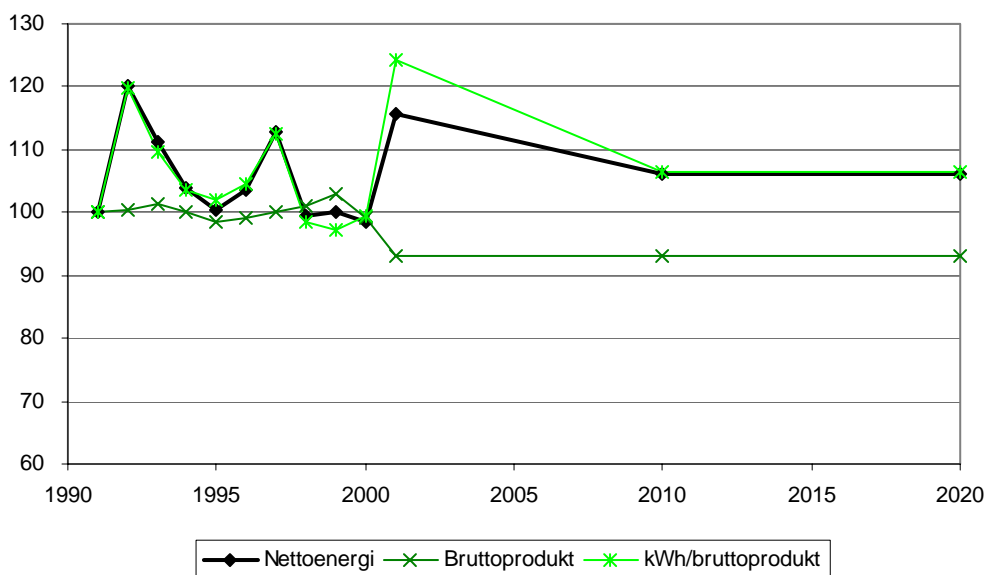
I et høyt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 3,0 TWh i 2020. I et lavt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 2,5 TWh i 2020.

3.4.7 Forsvarssektoren

Nettoenergibruken i forsvarssektoren (Nace 7520) har økt fra 1,1 TWh i 1991 til 1,2 TWh i 2001 (+16%). Av dette var 0,7 TWh elektrisitet i 2001 (55%). Energifbruken har økt på tross av at antall ansatte i forsvaret er redusert fra 55.500 i 1900 til 41.800 i 2000. Nedgangen i antall skyldes primært reduksjon i antall vernepliktige som avtjener førstegangstjeneste.

Bruttoproduktet i forsvarssektoren har vært nokså konstant det meste av perioden 1991-2001, men i 2001 sank bruttoproduktet til 7% under nivået i 1991.

Indikatoren nettoenergi delt på bruttoprodukt har i hele perioden fulgt utviklingen i energibruk.



Figur 33 Utvikling i nettoenergibruk og bruttoprodukt for forsvarssektoren 1991-2001 og fremskrivning 2001-2020

Basisscenario:

Hvis man antar at bruttoproduktet og indikatoren frem mot 2020 er lik gjennomsnittet for perioden 1991-2001, vil nettoenergibruken i 2020 være 6% høyere enn i 1991, ca. 1.1 TWh.

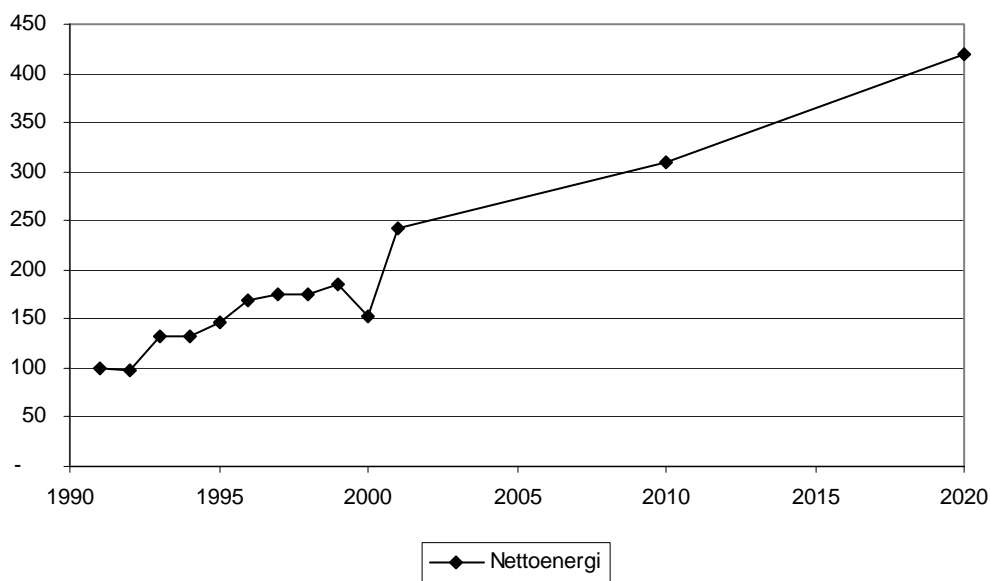
Andre aktuelle scenarier:

I et høyt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 1,5 TWh i 2020. I et lavt etterspørselsalternativ er det estimert at energibruken blir 0,9 TWh i 2020.

3.4.8 Annet tjenesteytende

Andre tjenesteytende næringer er for eksempel vannforsyning, avløp og renovasjon, interesseorganisasjoner, fritid (film, radio, TV, biblioteker, museer, idrettsanlegg etc.), vaskerier, frisører (Nace 40, 90-95).

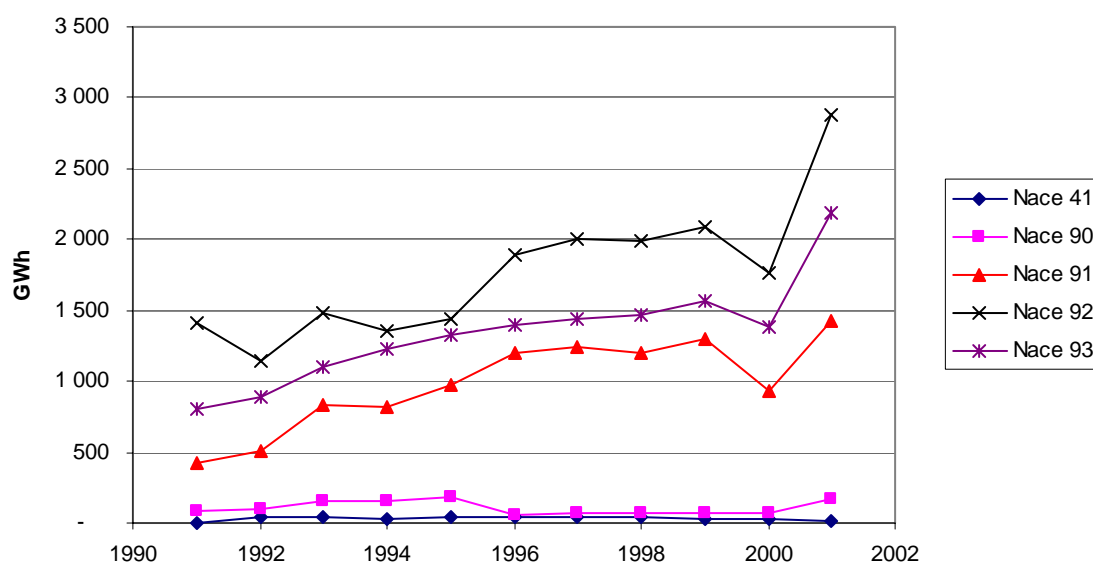
Denne gruppen brukte i 2001 6,6 TWh nettoenergi, hvorav 4,9 TWh var elektrisitet. Nace 92 (fritid) brukte 43% av energien i gruppen i 2001. Nace 93 (vaskerier, frisører, helsestudier etc) brukte 33% av energien i gruppen og Nace 91 (interesseorganisasjoner etc) brukte 21% av energien i den gruppen i 2001.



Figur 34 Utvikling i nettoenergibruk for andre tjenesteytende næringer 1991-2001 og fremskrivning 2001-2020

Figur 35 viser utviklingen i hver av undergruppene. Vannforsyning og avløp& renovasjon utgjør bare en mindre del av energibruken i denne gruppen, og her har energibruken vært relativt konstant i perioden. Interesseorganisasjoner (Nace 91) er den gruppen som i henhold til statistikken har økt mest i perioden. Økningen er nest størst i Nace 93 (vaskerier, frisører etc) og noe lavere i Nace 92 (fritid). Alle disse tre gruppene har en betydelig nedgang i 2000 og en enda større økning i 2001, mens perioden 1991-1999 har en penere utviklingskurve.

I denne innhomogene gruppen har det ikke vært mulig å finne noen felles forklaringsfaktor.



Figur 35 Utvikling i energibruk i hver av undergruppene i annen næringsvirksomhet (GWh/år)

Basisscenario:

Fremskrivningen i denne gruppen er basert på en fortsatt utvikling av energibruken lik den som har vært i perioden 1991-2001. I gjennomsnitt økte energibruken da med 300 GWh per år, og hvis denne trenden fortsetter, vil energibruken i 2020 være ca 11 TWh.

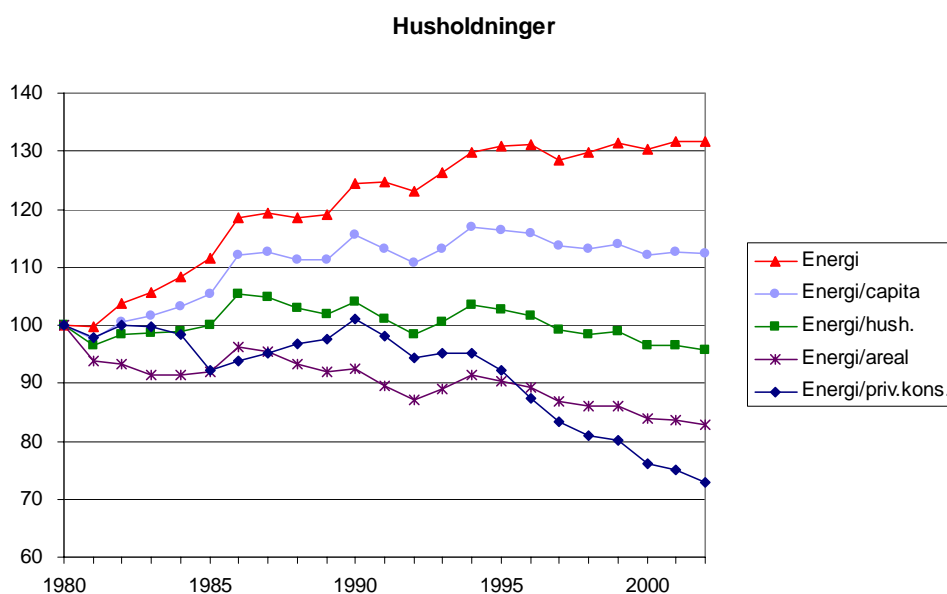
Andre aktuelle scenarier:

I perioden 1996-1999 ser man en avtakende trend i økningen i energibruk, med en gjennomsnittlig årlig økning på 134 GWh. Hvis denne trenden legges til grunn for utviklingen frem til 2020, vil etterspørselen bli ca 6,6 TWh. Dette er tilsvarende energibruken i 2001, men samsvarer ikke med de siste årenes utvikling. Dette er valgt som et lavt scenario for annet tjenesteytende.

3.5 Husholdninger

3.5.1 Historisk utvikling

Utvikling av husholdningenes energiforbruk avhenger av en rekke faktorer som blant annet befolkning, antall boliger/boligareal og privat konsum. Fra analyser av energibruken i perioden 1990-2002 ser en at husholdningenes energiforbruk har vært relativt konstant per innbygger, mens den har sunket pr husholdning/areal /19/. Forholdet mellom nyttiggjort energibruk og privat konsum har sunket kraftig i perioden.



Figur 36 Historisk utvikling av energiforbruket og energiforbruk fordelt på ulike indikatorer /21/

Det er store forskjeller i gjennomsnittlig energibruk blant ulike boligtyper og husholdningsgrupper. Mens det ble brukt om lag 27 450 kWh i en enebolig i 2001, var forbruket i en blokkleilighet ca 12 000 kWh /22/. Dette skyldes først og fremst større boligareal og flere personer i gjennomsnitt i en enebolig enn i en blokkleilighet i tillegg til at eneboliger har mange yttervegger, mens blokkleiligheter får varme fra leiligheter omkring. Spesifikk energibruk var 214 kWh/m² i enebolig i 2001, mens det i blokkleiligheter var 174 kWh/m². I rekkehus var spesifikke energibruk 193 kWh/m². Gjennomsnittlig boligareal og husholdningsstørrelse i rekkehus er over gjennomsnittet for blokk, men under gjennomsnittet for eneboliger. I likhet med blokkleiligheter får de varme fra andre boliger slik at de sparer noe energi til oppvarming.

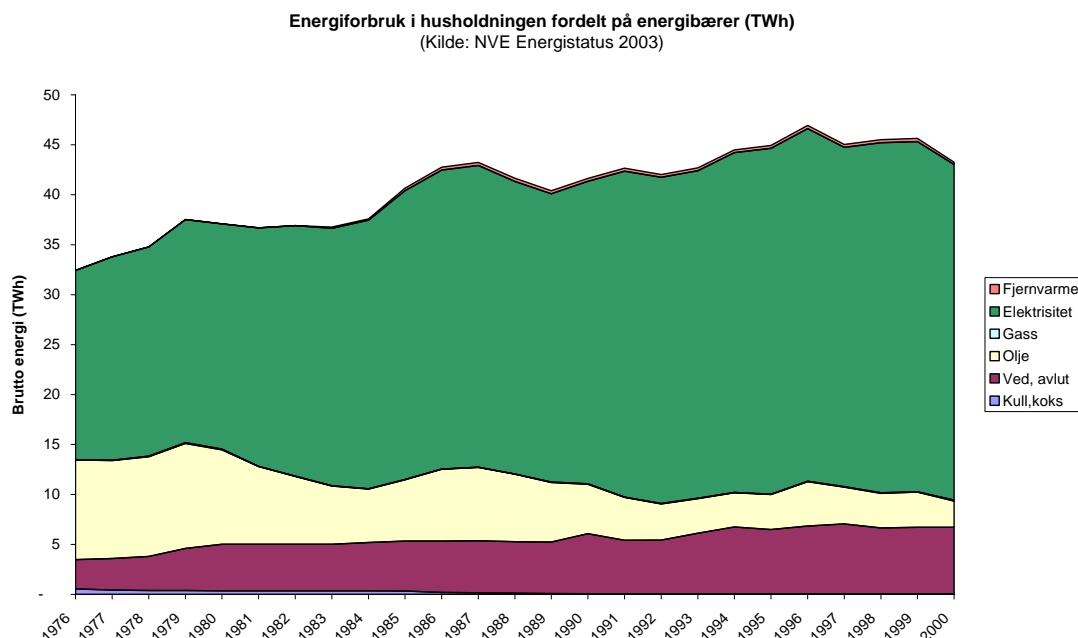
Det er en klar sammenheng mellom energibruken og boligarealet. I en bolig på under 60 m² er energibruken i snitt ca. 9 300 kWh per år, mens energibruken i en bolig på over 150 m² i gjennomsnitt er 32 300 kWh. Spesifikk energibruk er lavest i boliger med boligareal under 60 m² og over 150 m². Dette kan forklares med at de fleste boliger under 60 m² er blokkleiligheter, som får varme fra omliggende leiligheter. Boliger over 150 m² er ofte eneboliger, men spesifikt energibruk blir likevel relativt lavt fordi

energibehovet til en del elektrisk utstyr slik som kjøleskap, fryseboks og komfyr ikke i særlig grad avhenger av boligarealet. Man kan videre anta at det i store hus er større andel av boligarealet som ikke varmes opp.

De siste årenes fokusering på enøk kombinert med økende strømpriser har bidratt til å motivere husholdningene til å gjennomføre enøktiltak. 85 % av husholdningene i SSBs undersøkelse /22/ har svart at de har gjennomført tiltak for å spare energi, som for eksempel å benytte sparedusj, nattsinking av innnetemperaturen, etterisolering av boligen mm. Andelen som har gjennomført enøktiltak er høyere for husholdninger bosatt i eneboliger, rekkehus og våningshus enn for blokkleiligheter. Husholdninger i eldre boliger har gjennomført flere tiltak i gjennomsnitt enn husholdninger i nyere boliger.

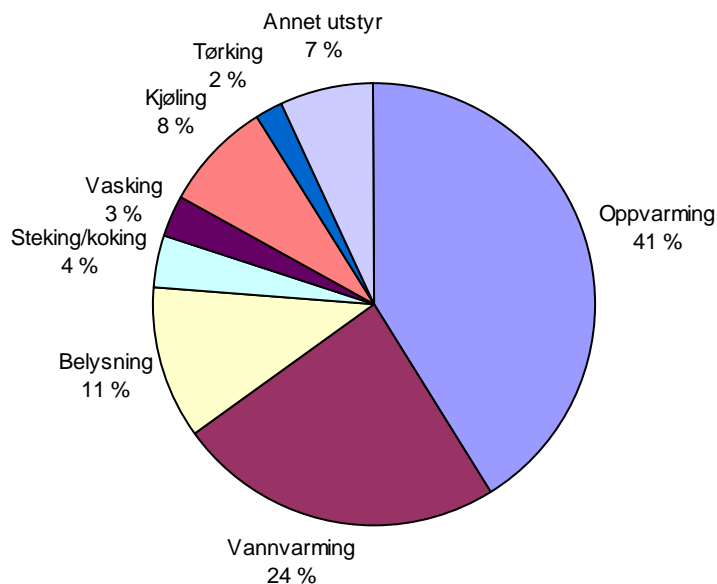
Den viktigste strukturelle faktoren som påvirker energibruken i husholdningsstørrelsen er boligarealet /24/. Ved å studere utviklingen av spesifikk energibruk pr capita med nyttiggjort energi for perioden 1970 til 2002 ser en at areal pr capita har økt fra 29 til 49 m²/cap., tilsvarende 170% økning, mens nyttiggjort, klimakorrigert energibruk pr cap. har økt fra 22 til 34 PJ/cap, tilsvarende 154% økning. /24/ påpeker videre at antall personer pr husholdning er en viktig faktor for energibruken. I perioden fra 1970 til 2002 sank antall personer pr husholdning fra 3.0 til 2.3.

I Norge er elektrisitet den i viktigste energibæreren til husholdningen med 78 % av den totale energibruken i 2000. Den nest viktigste energibæreren er ved med 15 % og deretter olje med 6 %. Utviklingen i energibruk fordelt på ulike bærere er vist i Figur 37.

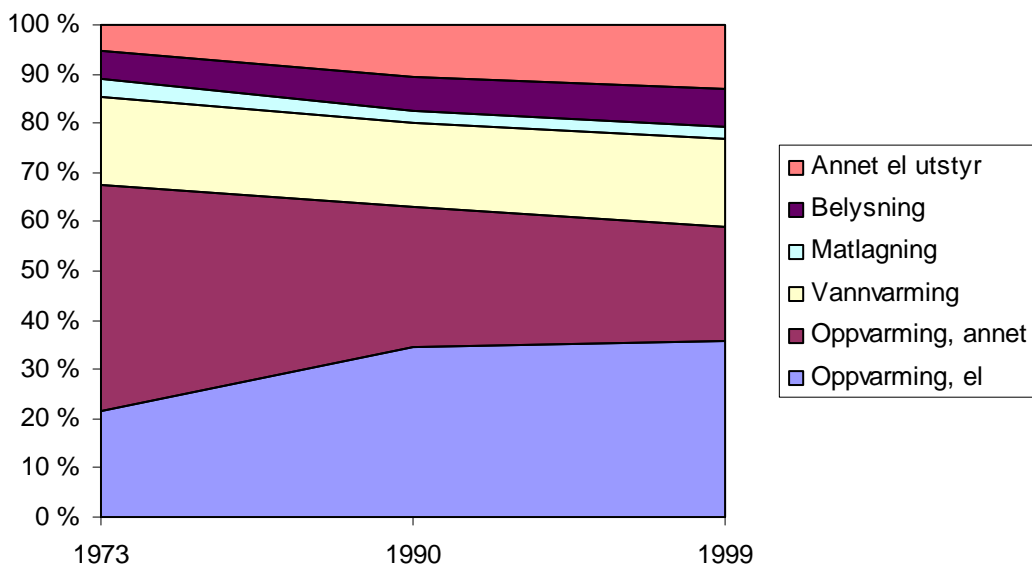


Figur 37 Utvikling av energibruken fordelt på energibærere. (Kilde: NVE Energistatus 2003)

En formålsfordeling av husholdningenes elektrisitetsforbruk er vist i Figur 38 /25/. Formålsfordeling av det totale energiforbruket til husholdningene er blant annet studert av IEA. En oversikt over utviklingen fra 1973 til 1999 er hentet fra /24/, se figur 39.



Figur 38 Fordeling av elektrisitetsforbruket i husholdningene /25/



Figur 39 Formålsfordeling av energibruken fra 1973 til 1999 /24/.

Figur 39 viser at den totale andelen energi til oppvarming har sunket i perioden, mens andel elektrisitet har økt betydelig. Videre er det også svært tydelig at andelen energi til 'annet elektrisk utstyr' har økt betraktelig i perioden.

3.5.2 Fremskrivninger av husholdningens energiforbruk

I denne studien er det benyttet fremskrivninger for antall personer, antall boliger og privat konsum fra Perspektivmeldingen /7/ som utgangspunkt for fremskrivninger av energibruken.

I Perspektivmeldingen er det forutsatt følgende utvikling av befolkning, antall boliger og privatkonsum mot 2020:

Tabell 3 Fremskrivninger fra Perspektivmeldingen

Parameter	1999	2010	2020	Prosentvis økning 1999/2010	Prosentvis økning 2010/2020
Befolkning (mill)	4.50	4.75	5.00	0.95	1.00
Ant. boliger (mill.)	1.92	2.13	2.35	0.54	0.53
Privatkonsum (Mrd. 1999 kr)	583	825	1130	3.19	3.20

I denne analysen er husholdningens energibruk fordelt etter formål i fire kategorier basert på ulike de driverne som er benyttet :

- Oppvarming (boligareal)
- Vannvarming (befolkning)
- Belysning (befolkning)
- Annet elektrisk utstyr (privat konsum)

Fremskrivninger

I basisscenariet er det forutsatt at energiintensiteten til oppvarming synker med 0,5 % per år fram 2020. Dette betyr at det forventes at boligmassen gradvis blir forbedret på grunn av nye krav til boliger, blant annet EUs direktiv om energibruk i bygninger/18/. Det er forutsatt at oppvarmingen fra elspesifikt utstyr og belysning bidrar til å dekke oppvarmingsbehovet. Dette bidraget er forventet at reduseres frem mot 2020 på grunn av at utstyret blir mer energieffektivt /26/. Totalt sett betyr dette at oppvarmingsbehovet øker fram mot 2020 på grunn av økt areal.

Det er videre forutsatt at andelen eneboliger og blokker fordeler seg tilsvarende som i 2001, henholdsvis 78% og 22%. Basert på de fremskrivningene som er gjort i

Perspektivmeldingen så medfører dette at det totale arealet pr capita øker fra 46¹ i 2002 til 54 m²/cap. i 2020.

Det er antatt at det er en konstant rivning av boligmassen tilsvarende det som var tilfellet mellom 1990 og 2001 /27/ og /28/. Videre er det forutsatt at nye boliger har et konstant boligareal tilsvarende boligarealet i 2001. Antall nye boliger er da implisitt gitt av fremskrivningen av total boligmasse.

Det er i basisscenariet forutsatt at det er en dekopling mellom fremskrivningen av privat konsum og elspesifikt forbruk. Det er her benyttet en dekopling tilsvarende 2 % p.a. Dette skyldes at det forventes en teknisk utvikling slik at det økt privat konsum dekobles fra økt elspesifikt forbruk, /26/.

Effekten av endringer i boligmassen, for eksempel andelen eneboliger vs blokker, eller areal/husholdning er strukturelle endringer som ikke er vurdert i detalj her.

I tillegg til basisscenariet er det fremskrevet et høyt og et lavt scenario for husholdningssektoren.

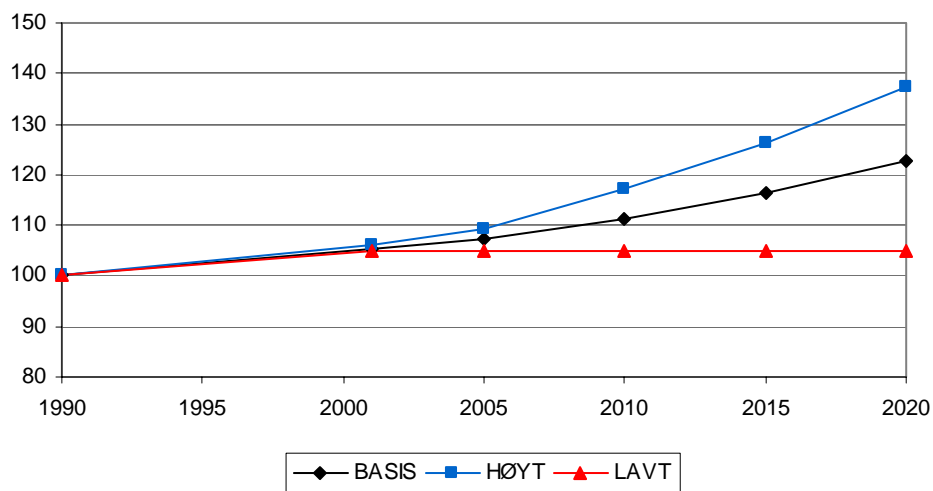
I det høye scenariet er det forutsatt at energiintensiteten til oppvarming holdes konstant, med andre ord så vil ikke nye byggforskrifter bidra til å redusere energiforbruket i boliger. Videre er det her forutsatt at det ikke er en dekopling mellom energiforbruket til elspesifikt utstyr og privat konsum, hvilket betyr at dette øker kraftig frem mot 2020.

I det lave scenariet er det lagt til grunn utviklingen i energibruken for husholdningssektoren i perioden 1994-2002. I denne perioden har energiforbruket i husholdningssektoren vært tilnærmet konstant. I dette scenariet er det ikke vurdert hvordan energiforbruket vil fordele seg etter formål frem mot 2020, men kun forutsatt det dette vil fordele seg slik det er i dag.

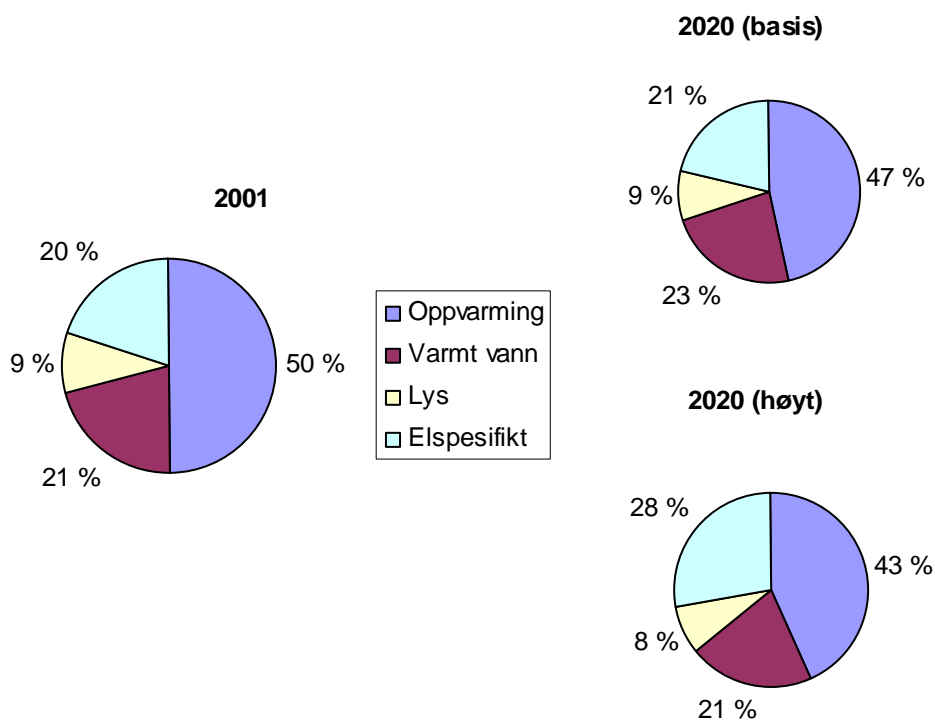
Figur 40 viser utviklingen i nettoenergibruk i de tre ulike scenariene. I det lave scenariet er energibruken på et konstant nivå på ca 42 TWh i 2020. I basisscenariet er det forventet at energibruken øker mot 44 TWh i 2010 og 49 TWh i 2020. I det høye scenariet vil energibruken øke mot 47 TWh i 2010 og 55 TWh i 2020. I Figur 41 er formålsfordelingen av energibruken i basisscenariet og scenariet med høy etterspørselsutvikling vist.

¹ Arealet i avsnittet 5.1 er beregnet basert på Odysseedatabasen (49 m²/cap. i 2002) stemmer ikke 100 % overens med data benyttet i fremskrivningene da disse er basert på et referanseår, areal/bolig og så videre.

Husholdningene- fremskrivning



Figur 40 Husholdningenes energibruk i de tre ulikescenariene.



Figur 41 Fordeling av energibruken i basisscenariet og scenariet med høy vekst.

4 Oppsummering av framskrivningene

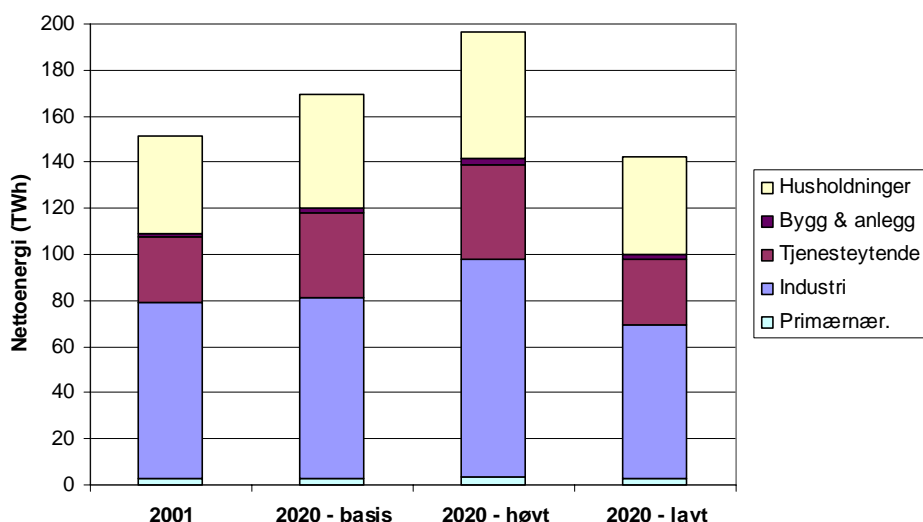
Totalt vil netto innenlands forbruk øke med 10% til 167 TWh i 2020 i henhold til fremskrivningene i basisscenariet i dette prosjektet. I lavenergialternativet blir forbruket redusert til 139 TWh (-8%) og i høyenergialternativet øker netto innenlands forbruk til 194 TWh (+28%).

Energibruk i industrien vil i basisscenariet være nesten konstant, med en økning på 2% fra 77 TWh til 78 TWh i 2020. I høyenergialternativet øker energibruken til 94 TWh i 2020 (+23%), mens industriens energibruk i henhold til lavenergialternativet blir redusert til 67 TWh i 2020 (-13%).

Utviklingen i tjenesteytende sektor er meget usikker og er i basisscenariet antatt å øke fra 28 TWh i 2001 til 37 TWh i 2020 (+31%). I lavenergialternativet er det en svak reduksjon til 27 TWh (-5%) og i høyenergialternativet er det sett for seg en kraftig økning i energietterspørselen til 41 TWh (+47%).

Husholdningssektoren vil i henhold til disse fremskrivningene øke med 16% i basisscenariet, fra 43 TWh i 2001 til 49 TWh i 2020. I lavenergialternativet er det antatt en lik utvikling som de siste 10 årene, det vil si en utflating av energibruken på dagens nivå. I høyenergialternativet er det forventet en økning med 30% til 55 TWh nettoenergi etterspørsel.

I basisscenariet skjer da den største økningen i tjenesteytende sektor med ca 9 TWh nettoenergi, deretter kommer husholdningssektoren med ca 6 TWh, mens økningen i industrisektoren bare er 1,5 TWh. I lavenergiscenariet er det redusert energibruk i industrien sammen med en konstant etterspørsel i tjenesteytende og husholdninger som fører til en reduksjon av total nettoenergi etterspørsel. I høyenergiscenariet er det en kraftig økning i alle sektorene.



Figur 42 Nettoenergi bruk i 2001 og fremskrivninger 2020 (TWh)

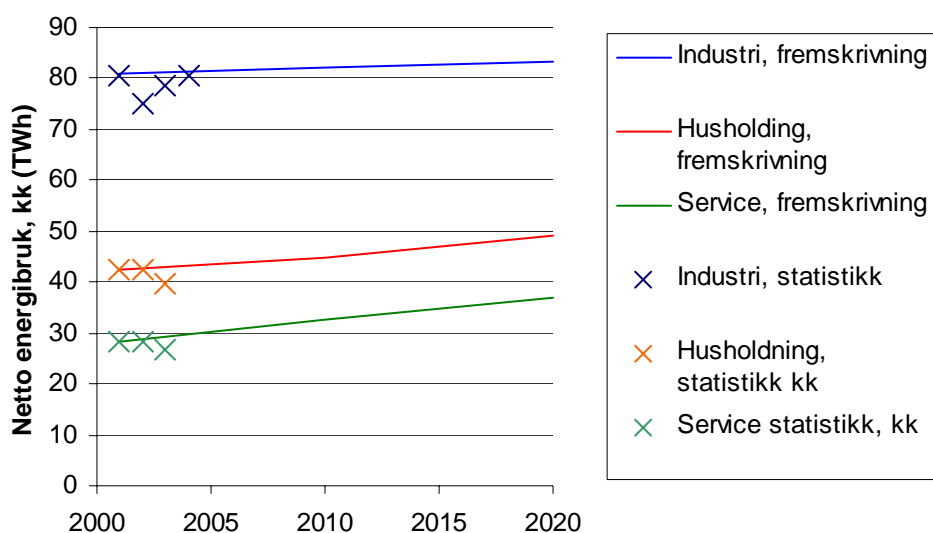
Tabell 4 viser nettoenergibehov (sluttforbruk) i 2001 for sektorene primærnæringer, industri og bergverk, bygge- og anleggsvirksomhet, tjenesteytende sektor og husholdninger. I tillegg er basisscenariet for utviklingen av energibruken i 2020 og alternative scenarier presentert (et høyt og et lavt scenario).

Tabell 4 Netto energibehov i 2001 og scenarier for energibehov i 2020 (TWh)

NACE	Næring	Statistikk	Scenarier 2020		
		2001	Basis	Høyt	Lavt
	Netto innenlands sluttforbruk	151,4	168,2	194,2	140,2
1-5	Primærnæringer	2,8	3,7	3,7	2,8
13-37	Industri og bergverk	76,7	78,2	94,0	66,6
13-14	Bergverksdrift	0,6	0,6	0,6	0,6
15-16	Nærings- og nytelsesmiddelindustri	4,3	4,0	4,3	4,0
17-19	Tekstil, lær og lærvarer	0,3	0,3	0,3	0,3
20	Trelast og trevareindustri	1,6	1,6	1,8	1,4
21	Treforedling	12,2	12,2	13,4	11,1
22	Forlag og grafisk	0,5	0,5	0,5	0,5
24	Kjemisk industri	15,4	16,0	19,0	10,3
25	Gummivare- og plastindustri	0,5	0,5	0,5	0,5
26	Prod. av ikke-metalliske mineraler	3,1	3,1	3,1	3,1
27.2	Ferrolegeringsindustri	11,3	11,3	11,3	6,7
27.3	Aluminiumsindustri	19,1	22,0	32,0	22,0
27	Metallindustri ellers	4,6	3,3	3,3	3,3
28-35	Mekanisk industri	2,7	2,2	2,7	2,2
36-37	Møbelindustri og annen industri	0,6	0,6	1,2	0,6
45	Bygge- og anleggsvirksomhet	1,2	1,9	2,3	1,9
	Tjenesteytende	28,2	37,0	41,3	28,6
50	Varehandel	6,2	8,4	10,2	6,6
55	Hotell- og restaurantvirksomhet	1,8	2,9	2,9	2,1
63-75	Offentlig administrasjon	2,9	3,5	4,0	3,0
63-75	Privat tjenesteyting ellers (kontorer)	3,8	4,3	5,0	3,8
80	Undervisning	3,0	3,1	3,7	3,1
85	Helse- og sosialtjenester	2,6	2,7	3,0	2,5
7520	Forsvar	1,2	1,1	1,5	0,9
40,90-95	Annet tjenesteytende	6,6	11,0	11,0	6,6
	Husholdninger	42,6	49,3	55,2	42,2
	Oppvarming	21,3	22,9	23,9	21,0
	Vannvarming	8,9	11,5	11,5	8,9
	Lys	3,8	4,3	4,3	3,9
	Elspesifikt	8,5	10,6	15,5	8,5

Figuren under viser utviklingen i energibruk med de tall som er brukt i basisscenariet (heltrukne linjer). Punktene i figuren viser statistikk for 2001 og 2002 og 2003 for alle sektorene og i tillegg for 2004 for industri. Det kan være mindre forskjeller i linjene og punktene blant annet på grunn av ulik beregning av nettoenergi. Statistikken (punktene) for 2001 og 2002 er basert på endelige tall og er de mest sikre i figuren (også med hensyn til beregning av nettoenergi). Tallene for 2003 og 2004 er basert på foreløpig statistikk og er mer usikre.

Statistikken for 2002 ligger noe under linjen som fremkommer ved interpolering av fremskrivningene fra 2001 til 2010/20 for industrien, men som det fremgår av dataene for 2003 og 2004 så var nivået i 2004 tilbake på nivå med 2001. For husholdningene og servicesektoren viser figuren en nedgang i 2003 i forhold til fremskrivningene.



Figur 43 Utvikling i nettoenergi bruk i henhold til fremskrivningene i basisscenario (linje) og statistikk for 2001-2004 (punkter). Energiforbruket i husholdningssektoren og servicesektoren er klimakorrigert.

5 Potensialet for alternative oppvarmingssystemer

5.1 Varmepumper

Varmepumper brukes til oppvarming av bygninger og vann. Varmepumper kan utnytte varmekilder med temperaturer under 0 °C, men de fungerer bedre desto høyere temperatur varmekilden har og jo lavere temperatur den skal levere på den varme siden. Varmekilder kan være varme fra luft, jord, berggrunn, sjøvann og ferskvann.

De første varmepumpene ble installert i Norge på 1970-tallet, og teknologien har fått økt oppmerksomhet de siste årene på grunn av internasjonale miljøavtaler og høyere energipriser.

Varmepumper er en teknologi som kan utnyttes i mange ulike sammenhenger. I dag er de mest vanlige anvendelsesområdene i industrien og i byggsektoren.

Varmepumper i boliger

Til oppvarming av boliger og til varmt forbruksvann ble det brukt over 30 TWh i 2001, hvorav 21 TWh elektrisitet. I eksisterende eneboliger uten vannbåren varme er det et potensial for å redusere bruken av primærenergi ved bruk av luft/luft varmepumper. Det er også et potensial for å redusere bruken av primærenergi til oppvarming av tappevann. I boliger som har vannbåren varme kan varmepumpe erstatte oljekjel eller elektrokjel. Følgende energitjenester kan dekkes ved bruk av varmepumpe:

- Romoppvarming
- Oppvarming av tappevann
- Forvarming av ventilasjonsluft

Industrielle anvendelser

I industrien produseres spillvarme, og i mange tilfeller kan varmen utnyttes direkte, for eksempel til rom- og vannoppvarming. Ofte har imidlertid spillvarmen for lav temperatur til å kunne utnyttes direkte. En varmepumpe kan benyttes for å utnytte spillvarmen. Varmepumper benyttes i en lang rekke prosesser:

- Inndamping og destillasjon
- Tørking
- Oppvarming av prosessvann
- Kjøleanlegg

Varmepumper i næringsbygg

I næringsbygg er det spesielt kjøling som har bidratt til økt energibruk. I bygg som uansett skal ha kjøling vil ofte merinvesteringen ved varmepumpe være moderat. I et næringsbygg kan en varmepumpe dekke energibehovet til følgende formål:

- Romoppvarming
- Forvarming av ventilasjonsluft
- Oppvarming av tappevann
- Kjøling

Teksten videre fokuserer på anvendelse av varmepumper i boliger. De mest vanlige varmepumpetyperne i boligsektoren er som følger:

- Uteluft varmepumpe (luft til luft)
- Uteluft varmepumpe (luft til vann)
- Avtrekksvarmepumpe
- Berg- eller grunnvannsvarmepumpe
- Jordvarmepumpe
- Sjøvannsvarmepumpe

Varmepumpene har ulike investeringskostnader, benytter ulike varmekilde og har ulike varmedistribusjonssystem. Luft til luft varmepumpene har de laveste investeringskostnadene, er enkle og monterer, men har ofte dårlig virkningsgrad i norsk klima. De varmepumpene som henter varme fra grunnen (bergvarme, sjøvannsvarme, jordvarme) er de mest energieffektive, men også de mest kostbare. Fordelen med denne typen systemer er at de gir høyere effektfaktor gjennom fyringssesongen.

På grunn av økte strømpriser vinteren 2002/2003 steg salget av varmepumper dramatisk. Salget var på ca 55 000 anlegg, hvorav 51 000 var luft-luft varmepumper. Enova igangsatte en støtteordning for varmepumper, pelletskaminer og sentrale styringssystemer vinteren 2002/03. De fikk totalt 41 156 søknader om varmepumper, hvorav ca 20 000 varmepumpe installasjoner mottok økonomisk støtte fra Enova. I følge en evaluering av denne tilskuddsordningen /10/ innebærer installasjonen av disse 20 000 varmepumpene en årlig energibesparelse på rundt 130 GWh. Dersom en legger til grunn tilsvarende besparelser for de øvrige varmepumpene som ble installert vinteren 2002/03, er den totale energibesparelsen ca 300 GWh.

Til og med 2003 er det totalt installert i overkant av 113 000 varmepumper i Norge. Av disse er 93% luft-luft varmepumper /13/. For 2004 er det antatt at det ble solgt 20 000 varmepumper i Norge. Det er forventet at den årlige tilveksten for varmepumper vil være i størrelsesorden 20 000 de nærmeste årene. Dette tilsvarer antall solgte varmepumper i 2002, mens salget av varmepumper i 2001 kun var i overkant av 6 000.

Dersom den samme årlige energibesparelse benyttes, som i beregningene utført i forbindelse med evalueringen av Enovas støtteordning, vil besparelsen som følge av installasjon av varmepumper øke med ca 130 GWh hvert år framover. Dette innebærer en besparelse på nesten 2 TWh fra 2005 til 2020 og 300 000 nye varmepumper.

I henhold til /14/ varierer det totale potensialet for varmepumper mellom 10 og 20 TWh. Dette inkluderer varmepumper til både industri og bygninger. Utbredelsen av varmepumper er avhengig av forholdet mellom elektrisitetsprisen og prisen på andre energibærere, i tillegg til utvikling av varmepumper som på en kostnadseffektiv måte kan tilpasses små forbrukere og som gir mulighet for å fordele varmen i bygninger ved hjelp av enten luftbaserte eller vannbaserte distribusjonssystemer. Det er totalt 1,5 mill enfamiliehus i Norge. Dersom alle disse installerer en varmepumpe tilsvarer det en energibesparelse på over 9 TWh.

5.2 Pelletskaminer

I følge beregninger /15/ kan mellom 60% og 70% av energibehovet til oppvarming av en bolig dekkes ved bruk av en pelletskamin. Dersom man installerer en pelletskjel kan inntil 90% av energibehovet til romoppvarming og tappevann dekkes. Enovas støtteordning fikk 4 406 søknader om tilskudd til pelletskamin, men bare 1 206 benyttet tilsagnet om støtte.

Det er totalt solgt i overkant av 4 000 pelletskaminer og i overkant av 100 pelletskjeler i Norge i perioden 1997 – 2004. Salget av pelletskaminer var på topp i 2003 med 2 179 pelletskaminer, men sank til omtrent det halve i 2004.

Omtrent 25% av pelletsproduksjonen i Norge gikk til husholdningsmarkedet i 2003. Den øvrige produksjonen gikk til større fyringsanlegg og noe til eksport. Prisen og tilgjengeligheten på pellets vil være avgjørende for fremtidig installasjon av pelletskaminer og –kjeler i husholdningssektoren. I dag er de rene produksjonskostnadene for pellets 17,2 øre/kWh. Basert på en utsalgspris på 1400 kr/tonn, blir energipris til kunden ca 30 øre/kWh ekskl. mva.

5.3 Gass til oppvarming

Opptil 75% av en boligs energibehov kan bli dekket av naturgass /16/. Gass kan benyttes til romoppvarming, matlaging, oppvarming av varmt forbruksvann og til tørketrommel og peis.

Over ti prosent av nye boliger bygges nå med gass som energikilde, og bruken av gass i boliger er sterkt økende /29/. Ved mange av de største boligprosjektene legges det nå opp til installasjon av gasspeiser. Enkelte prosjekter får også gass som hovedenergikilde. Utbygginger av store boligfelt utgjør det største antall gasstilkoblinger, men også nye eneboliger med egen gasstank øker. Ifølge Selvaagbygg AS blir nær 70 prosent av de drøyt 500 boligene selskapet oppfører årlig, utstyrt med gass. I 2004 økte salget av komponenter til bolig-gass med nesten 45 % og det er forventet en ytterligere vekst framover.

6 MARKAL

6.1 Beskrivelse av verktøyet MARKAL

MARKAL er et modelleringsverktøy som er laget for å representere nasjonale, regionale eller lokale energisystemer. Utviklingen av MARKAL startet ved Brookhaven National Laboratory i USA på 1970-tallet. I dag koordineres videreutvikling og bruk gjennom IEA-programmet ETSAP (Energy Technology System Analysis Programme).

Energisystemet i MARKAL beskrives gjennom et sett av tilgjengelige og fremtidige teknologier for utvinning, konvertering og bruk av energi. MARKAL velger mellom disse teknologiene for å finne den optimale sammensetningen av energisystemer som tilfredsstillende ulike tekniske, økonomiske eller miljømessige begrensninger over en gitt tidsperiode.

MARKAL drives av etterspørselen, det vil si at den må tilfredsstillende spesifiserte etterspørselsprognoser for hver etterspørselssektor i modellen. Det optimale energisystemet er vanligvis definert som det systemet som tilfredsstillende energi- etterspørselen og andre rammebetingelser (eksempelvis utslippskrav) til en minimal kostnad for hele den tidshorizonten som analyseres.

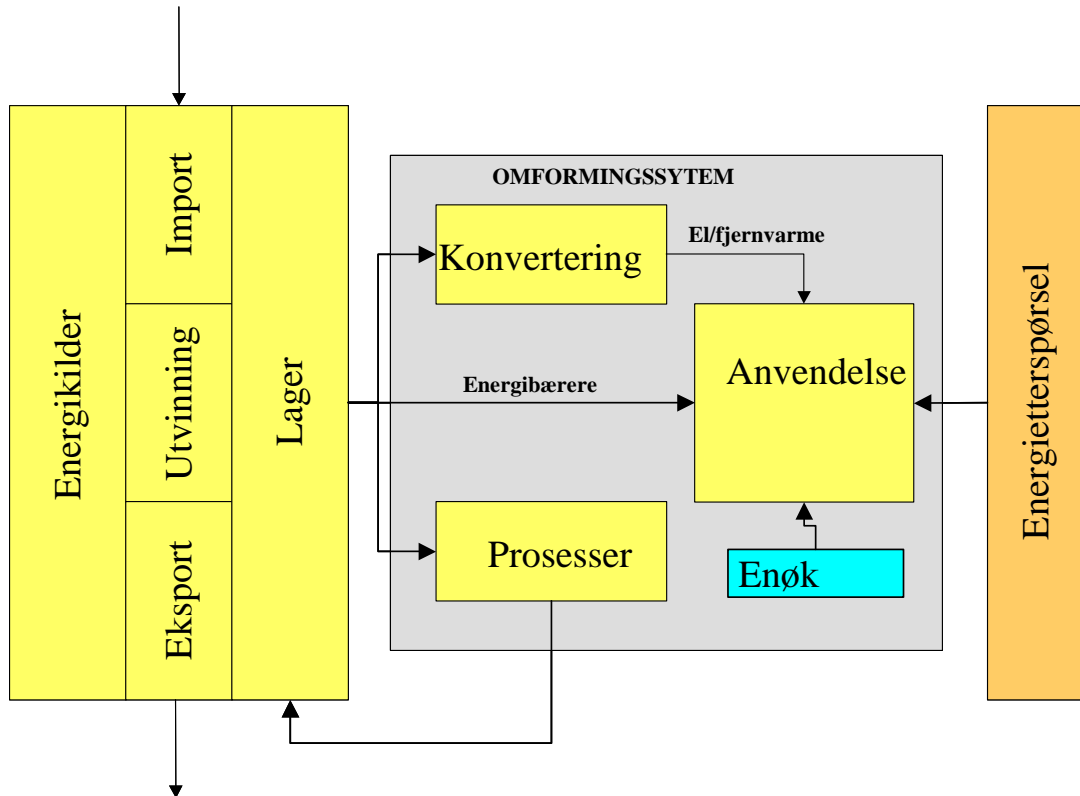
MARKAL finner den optimale sammensetningen av energisystemet ved å formulere og løse systemet som et lineært program bestående av:

- en objektfunksjon, de totale diskonterte kostnader, som skal minimaliseres
- et sett med begrensninger som sikrer at etterspørselen, utslippsgrenser og begrensninger på energibærere og kapasitet tilfredsstillende

MARKAL er en lineær optimaliseringsmodell som indikerer hva som bør gjøres for å oppnå en ønsket utvikling. Det er ikke en modell som viser en sannsynlig fremtids- utvikling. Ved å legge inn tilgjengelige teknologier og energibærere i basisåret for simuleringen optimerer MARKAL fremtidssituasjonen over hele analyseperioden.

6.2 Beskrivelse av MARKAL-modellen

I MARKAL beskrives energistrømmen fra tilførsel, via omvandling til etterspørsel, se Figur 44



Figur 44 Strukturen i en MARKAL-modell

Tilførsel

Energi tilføres systemet ved import, innenlandsk utvinning eller i form av fornybar energi. Energi kan eksporteres ut av energisystemet. Energibærere som tilføres eller forlater systemet beskrives gjennom ulike parametre, slik som utvinningskostnad, importpris, eksportpris og tilgjengelig mengde. Energi kan også lagres, slik at energibærere kan produseres i en tidsperiode og anvendes i en senere tidsperiode.

Omformingsystemet

Omformingsystemet representerer teknologier for prosessering og omvandling av energi, teknologier for distribusjon og anvendelse av energi og enøktiltak.

- Prosessteknologier omvandler en energibærer til en annen energibærer, f. eks oljeraffineri.
- Konverteringsteknologier produserer elektrisitet og/eller varme, f. eks gasskraftverk
- Distribusjonsteknologier (som er representert med piler i figuren) transporterer energibærere fra kilde, via teknologi til forbruker, f. eks fjernvarmenett.

- Etterspørselsteknologier er teknologier som benyttes for å dekke etterspørselen hos sluttbruker, f. eks oljekjel.
- Enøktiltak reduserer energietterspørselen hos sluttbruker. Enøktiltakene i modellen realiseres dersom de er billigere enn det vil være å dekke etterspørselen med tilgjengelige etterspørselsteknologier.

Alle teknologier beskrives med tekniske (virkningsgrader, tilgjengelighet, installert kapasitet, levetid etc), økonomiske (investeringskostnader, vedlikeholdskostnader, rente etc) og miljømessige data (CO₂, NO_x, SO_x). Maksimalt potensial kan antas for nye teknologier for å reflektere markedsmessige og institusjonelle hindre. Det kan også legges restriksjoner for introduksjonshastigheten for nye teknologier og begrensninger for utfasningshastigheten på eksisterende teknologier.

Etterspørsel

Etterspørselssektorene for energi er inndelt i industri, servicesektor, husholdning og transport. Disse sektorene er igjen inndelt i undersektorer som alle har alternative etterspørselsteknologier som kan dekke energibehovet. Netto energietterspørsel i form av prognoser for hver slik undersektor etableres utenfor modellen og legges inn i modellen. MARKAL velger så under optimeringen de teknologier som skal dekke denne nettoetterspørselen. Avhengig av virkningsgrader til de valgte teknologier og bruk av enøktiltak, gir MARKAL den mengde bruttoenergi som er nødvendig for å dekke den spesifiserte nettoenergieftterspørselen.

6.3 Beskrivelse av MARKAL-modellen for Energibruksutvikling mot 2020

I den MARKAL-modellen som er utviklet i dette prosjektet er basisåret 2001. Modellen er oppdatert med hensyn på energietterspørsel og enøktiltak. Tilførselssiden, prosesseteknologier, konverteringsteknologier og distribusjonsteknologier er ikke modellert.

Analysene gjøres fram til 2020, og modellen er bygget opp med 5 års intervaller.

6.3.1 Sluttbrukerteknologier

For hver sektor er energibruken delt inn i termisk energibehov og elspesifikt behov. Det termiske energibehovet kan dekkes ved ulike energibærere og systemer. Hver etterspørselsektor kan velge mellom et utvalg av teknologier. Investeringskostnader, drift- og vedlikeholdskostnader, installert kapasitet, levetid, virkningsgrad etc er tilpasset de enkelte etterspørselsektorer.

Husholdninger

Husholdningssektoren er inndelt fire grupper; nye og eksisterende en-familiehus samt nye- og eksisterende fler-familiehus. I tillegg er elektrisk utstyr i husholdningene en egen gruppe.

I tillegg kan husholdningene velge å investere i ny teknologi for oppvarming, slik som pelletskamin, parafinovn, vedovn, panelovner/varmekabler og ulike løsninger for vannbåren varme.

Tjenesteytende sektor

Alle undergruppene i tjenesteytende sektor er slått sammen til en bransje i modellen. Energibehovet i tjenesteytende sektor er så inndelt i etterspørsel etter termisk energi og etterspørsel etter elektrisk energi til utstyr/lys. Det termiske energibehovet i tjenesteytende sektor kan dekkes ved hjelp av direkte elektrisk oppvarming og/eller ved et sentralvarmeanlegg. Varmepumper, fjernvarmeveksler, elkjel, oljekjel, solvarme og pelletskjel kan benyttes. Installert kapasitet for de ulike oppvarmingssystemene er lagt inn for utgangsåret.

Industri

I modellen er industrien inndelt i fem sektorer; treforedling, kjemisk, ferrolegering, aluminium og annen industri. Energibehovet er inndelt i termisk energi og ikke-substituerbar elektrisitet. Det termiske behovet kan dekkes ved noe ulike kilder i de ulike bransjene, avhengig av blant annet interne ressurser i bedriftene. De viktigste er elkjel, oljekjel, gasskjel, biokjel, fjernvarme og varmepumpe.

Annet

Andre sektorer som er modellert er primærnæringene (jordbruk og fiske).

6.3.2 Enøktiltak

I MARKAL-modellen er enøktiltak fysiske tiltak som reduserer energibruken, men som ikke fører til nedsatt energiservice/komfort. Tiltakene i modellen realiseres dersom de er billigere enn det vil være å dekke etterspørselen med tilgjengelige etterspørselsteknologier. Alle sluttbrukersektorer kan velge å investere i enøktiltak. Enøktiltakene er inndelt i kostnadsklasser etter hvor lønnsomme tiltakene er. I hver kostnadsklasse vil det normalt være flere tiltak. Eksempelvis er ulike tiltak vedrørende ventilasjon og automatikk i tjenesteytende sektor slått sammen i en kostnadsklasse. Enøktiltakene innen husholdninger og tjenesteytende sektor er basert på tiltakene som ble benyttet i arbeidet med Energi og kraftbalansen til 2020 /26/. Bruk av varmepumper og solenergi til oppvarming er modellert som egne sluttbrukerteknologier. Energibruken disse teknologiene henter fra omgivelsene, er inkludert som enøktiltak i resultatene.

Enøktiltak i husholdingssektoren er inndelt i syv kostnadsklasser for elektrisk energi og fem kostnadsklasser for termisk energi, og disse er knyttet til de ulike etterspørselssektorene. Det er kun for eksisterende boliger det er modellert enøktiltak. I nye boliger forventes det ikke å være noe enøktpotensial fram mot 2020 (unntatt bruk av varmepumper og solvarme).

I tjenesteytende sektor er enøktiltakene inndelt i syv kostnadsklasser for termisk energi og fem kostnadsklasser for elektrisk energi.

Enøktiltak i industrien er inndelt i ulikt antall kostnadsklasser for de ulike bransjene. For industrien gjelder at enøktiltakene hovedsakelig er modellert som enkeltvis tiltak innen hver bransje. Enøktiltakene i industrien som benyttes i modellen er basert på tidligere arbeid med MARKAL, prosjektet "Potensialet for mer miljøeffektiv

energibruk og produksjon i norsk prosessindustri ”/31/ og erfaringer fra Bransjenettverk for energibruk i norsk industri.

6.3.3 Energiressurser

Energiproduksjon er ikke modellert i denne MARKAL-modellen for Norge. All energi er tilgjengelig i den mengde og til de priser som legges inn eksogent. I basisscenariet er det benyttet faktiske priser for 2001 og 2005 (januar-mai) hentet fra SSBs prisstatistikk og Nordpool. Skatter og avgifter er modellert med faktiske verdier for 2001 og 2005. For husholdningssektoren er merverdiavgift lagt til energiprisene.

Prisen for elektrisitet er beregnet slik at totalprisen for sluttbrukerne blir tilnærmet lik den faktiske prisen i 2001 og 2005 for de ulike sluttbrukersektorer. I 2001 var den gjennomsnittlige spotprisen på elektrisitet 18,6 øre/kWh og i perioden januar til mai 2005 var spotprisen 22,8 øre/kWh. I 2001 var nettleien til husholdninger på 19,9 øre/kWh. Denne nettleien er benyttet for hele perioden til husholdningene og service sektoren. I tillegg til nettleien tilkommer forbruksavgift. For 2001 er det benyttet en forbruksavgift på elektrisitet på 11,3 øre/kWh. Fra 2005 er det benyttet en forbruksavgift på 9,88 øre/kWh. Framtidig elpris er fastsatt med utgangspunkt i handel i Nordpools finansielle marked. Prisene for 2006–2008 er i området 24,8–25,7 øre/kWh. I basisscenariet er elprisen satt til 25 øre/kWh for perioden 2010–2020.

Energiintensiv industri har to ulike el-priser, en pris til treforedling og kjemisk industri, 18 øre/kWh i 2001, og en pris til aluminium og ferrolegering, 13,4 øre/kWh i 2001. Dette er gjort for å reflektere de reelle prisvariasjonene på elektrisitet innen disse sektorene i 2001 og 2005. Framtidig el-pris til treforedling og kjemisk industri er i basisscenariet satt til 20 øre/kWh i 2010 og 25 øre/kWh i 2020, og for aluminium og ferrolegering er prisen satt til 18 øre/kWh i 2010 og 22 øre/kWh i 2020.

Generelt gjelder at i totalprisen på energi inngår de skatter, avgifter og den nettleie som hver sluttbrukergruppe er pålagt.

Fremskrivning av olje- og gasspriser er basert på IEAs fremskrivninger i World Energy Outlook for 2004, /30/. For oljemarkedet er det her lagt til grunn en årlig økning i oljebruken på 1,6 % pr år fram mot 2030. Det er her antatt at prisen sommeren 2004, vil reduseres noe slik at prisen stabiliseres på 35 USD/fat. Dette er lagt til grunn for bruken av råolje i prosjektet. I tillegg er denne prisen benyttet som utgangspunkt for å beregne pris for andre oljeprodukter.

For naturgass er det av IEA forventet at det globale markedet vil bortimot fordobles frem mot 2030, den største andelen av dette vil være bruken av naturgass til elektrisitetsproduksjon. Det er i IEAs prognoser lagt til grunn en årlig vekst på 2,3 % pr år. For gassprisen i Europa forventes det at prisen i første halvdel av 2004, ca. 4 USD/MBtu reduseres mot ca 3,30 USD/MBtu i 2010 for så å øke igjen mot 4,30 USD/MBtu i 2030. Dette tilsvarer i norske kroner at gassprisen i dag på ca 100 øre/Sm³ reduseres mot ca 80 øre/Sm³ i 2010 og øker igjen mot ca 110 øre/Sm³ i 2030.

I Tabell 5 er energiprisene for de ulike energibærerne i modellen for basisscenariet gjengitt.

Tabell 5 Energipriser for de ulike energibærerne i modellen i basisscenariet (NOK/MWh). Prisene er inkl. mva(husholdningssektoren) og ekskl avgifter. (Alle tall er gitt i faste 2000-kroner.)

Energipriser (NOK/MWh)	2000	2010	2020
Kull	90	90	90
Koks	130	150	150
Fjernvarme, service/industri	400	400	400
Fjernvarme, husholdning	500	500	500
Tungolje, stasjonær	220	220	220
Lettdestillat, husholdningen	390	390	390
Lettdestillat, stasjonær	310	310	310
Lettdestillat, industri	280	280	280
EI, service	390	450	450
EI, husholdning	480	560	560
EI, Treforedling (I1) og kjemisk industri (I2)	180	200	250
EI, Ferro (I3) og Non-ferro (I4)	130	180	220
Gass fra koks	10	10	10
Parafin, husholdningen	510	510	510
Parafin, service	410	410	410
LPG	320	320	320
Naturgass	90	70	80
Råolje	130	130	130
Biomasse, uforedlet, kl. 1	130	130	130
Biomasse, uforedlet, kl. 2	200	200	200
Pellets	300	300	300
Halm, kl. 1	170	170	170
Halm, kl. 2	210	210	210
Ved, kl. 1	100	100	100
Ved, kl. 2	450	450	450

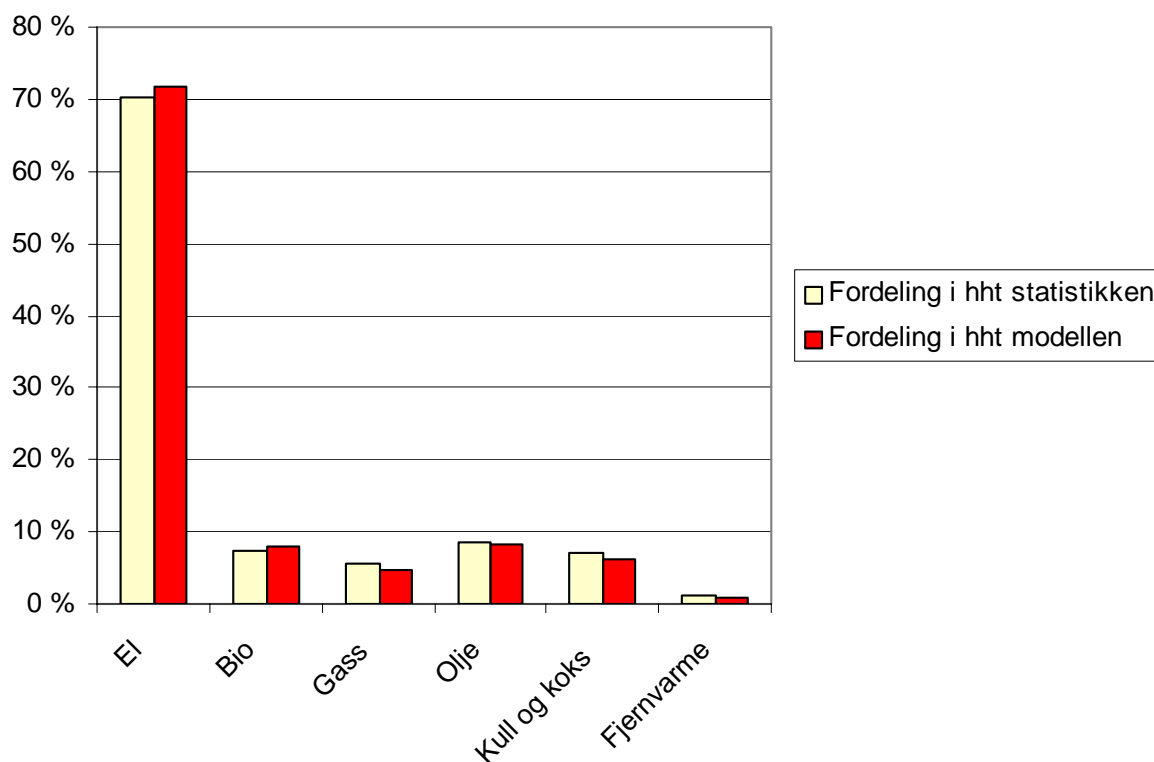
7 Analyser

Analyser med MARKAL er gjort for basisscenariet og for det høye og det lave etterspørselsscenariet. Analysene viser hvordan sammensetningen av energibærere blir i de ulike tidsperiodene og i de ulike scenariene. Det er også gjort innledende analyser av følsomheten for økning i prisen på elektrisitet.

7.1 Etterspørsel etter energi, basisscenariet

Den totale etterspørselen etter energi gis eksogent i modellen, og MARKAL beregner sammensetningen av de ulike energibærerne og mulige enøktiltak for å dekke energibehovet.

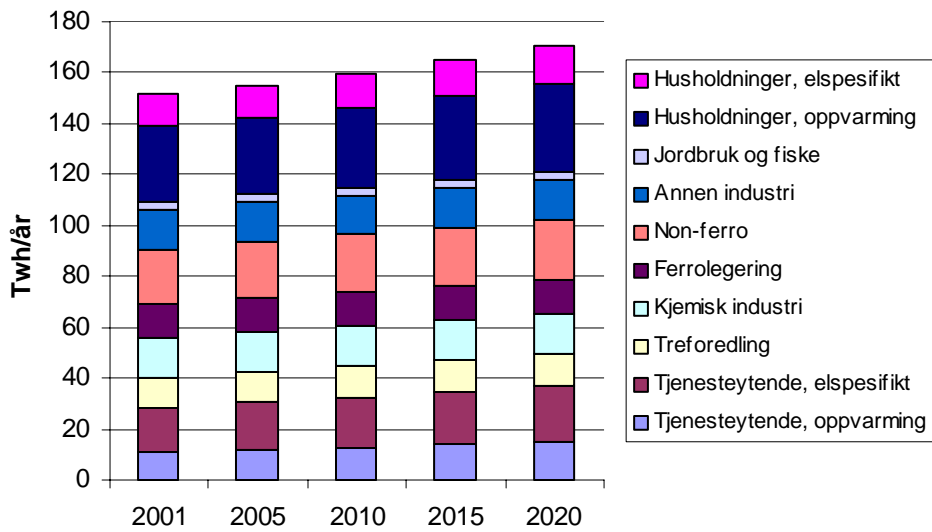
Modellen velger fritt med hensyn på valg av energi. Som det framgår av figur 45 velger modellen å benytte noe mer elektrisitet og bioenergi enn det statistikken viser at ble benyttet. Samtidig benyttes noe mindre gass, olje, kull&koks og fjernvarme enn det som virkelig ble benyttet i 2001. Likevel er det godt samsvar mellom modellen og statistikken. Kull&koks og gass benyttes som ikke-substituerbare brensler i kjemisk, ferrolegering og aluminiumsindustrien. Noe av årsaken til at det ikke blir overensstemmelse mellom modellen og statistikken kan skyldes at modellen benytter noe mindre ikke-substituerbare brensler (gass og kull&koks) innen disse sektorene enn statistikken viser. Forøvrig velger modellen å benytte de energibærerne som gir den laveste totale kostnaden for energisystemet.



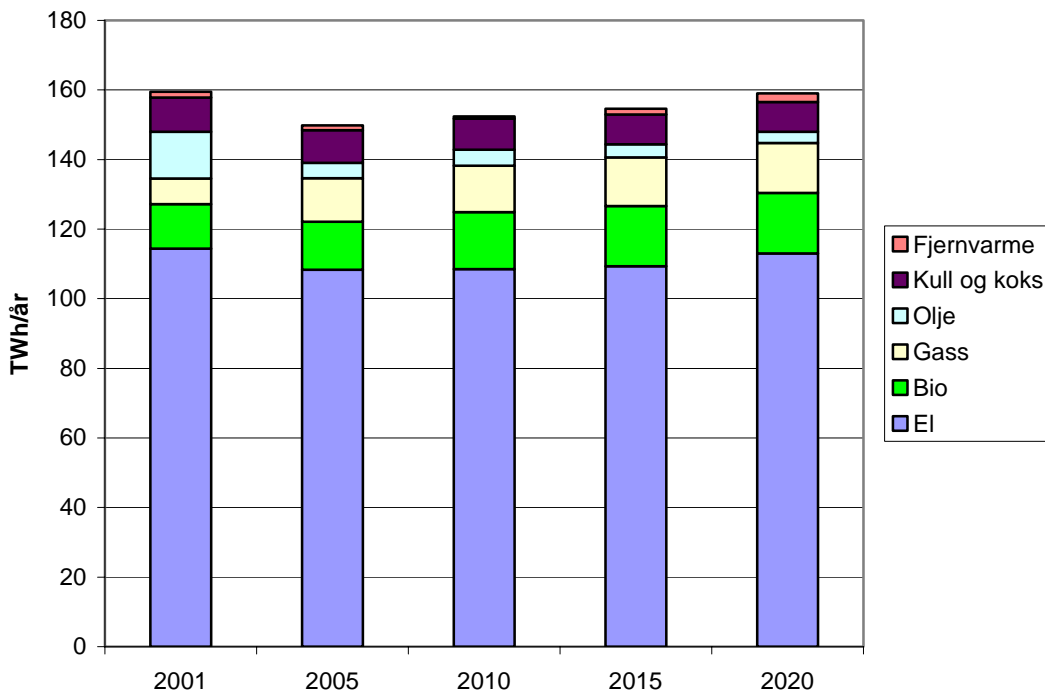
Figur 45 Sammenlikning av bruk av energibærere, statistikk vs basisscenariet, 2001

Figur 46 viser total etterspørsel etter energi i de ulike sektorene, mens Figur 47 viser hvilke energibærere som benyttes for å dekke dette behovet. Det er en jevn økning i etterspørselen etter energi i basisscenariet. Den største økningen vil være i etterspørsel etter elektrisitet til tjenesteytende sektor og husholdninger. Som figurene viser er behovet for energibærere mindre enn selve energietterspørselen som er lagt inn i modellen. Dette skyldes at modellen realiserer alle samfunnsøkonomisk lønnsomme enøktiltak. Dette er ikke det som vil skje i praksis. Differansen mellom etterspørsel etter energi og fordeling på energibærere er enøk.

Modellen gir et sluttforbruk av elektrisitet i stasjonær sektor på 114 TWh i 2001. Nettapet er ikke inkludert i sluttforbruket. Dette tapet i elnettet var på ca 10 TWh i 2001.



Figur 46 Netto energietterspørsel fordelt på sektorer i basisscenariet.



Figur 47 Fordeling på ulike energibærere, basisscenariet

Den største endringen i energibærere gjelder for bruk av gass og olje. Modellen velger å benytte mer gass og mindre olje allerede fra 2005. Økningen i gassforbruket kommer primært som følge av økt bruk av gasskjeler i industrien. I resten av perioden er det kun mindre endringer i olje- og gass forbruket. Modellen velger gradvis å benytte mer bioenergi i form av pelleskjeler innen tjenesteytende sektor og økt vedforbruk i husholdningene.

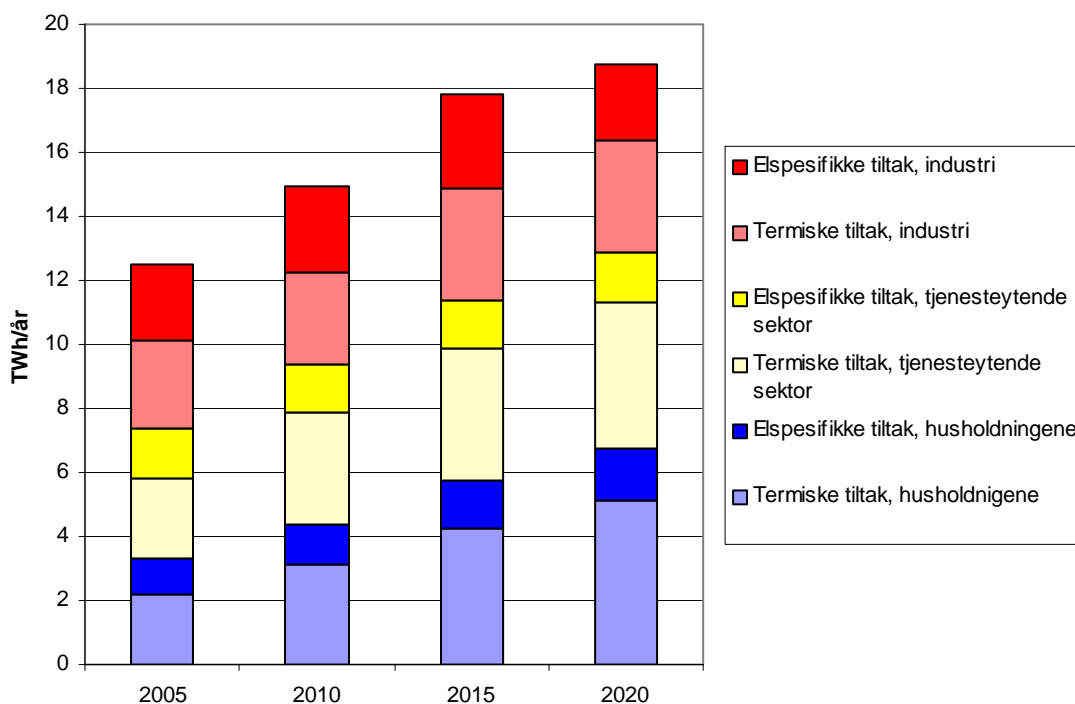
Modellen viser at sluttbruk av elektrisitet er relativt konstant rundt 114 TWh i perioden 2001 – 2020 dersom enøktiltakene gjennomføres. Det er totalt 4 TWh elspesifikke enøktiltak som realiseres i 2005, og dette øker til ca 5 TWh i 2020. Dersom disse tiltakene ikke gjennomføres vil totalt elbehov i 2020 være 120 TWh (ekskl. nettap).

I henhold til Finansdepartementets perspektivmelding /7/ vil nettapet utgjøre ca 13 TWh i 2020. Dermed vil totalt elbehov i stasjonær sektor (ekskl energisektoren) være 133 TWh i 2020 basert på basisscenariet og forutsatt at enøktiltak ikke gjennomføres.

Enøktiltak

Modellen har mulighet til å velge å gjennomføre enøktiltak fra og med 2005. I MARKAL-modellen forstås enøktiltak som fysiske tiltak som reduserer energibruken. Teknologier som varmepumper og aktive solfangere er modellert som egne teknologier. Reduksjon i energibruken på grunn av bruk av varmepumper er inkludert i termiske enøktiltak. Dette betyr at energimengden spart ved bruk av varmepumper tilsvarer den energimengden som er hentet ut fra omgivelsene.

Totalt velger modellen å gjennomføre 12,7 TWh i enøktiltak i 2005, se Figur 48. Disse enøktiltakene bidrar til å redusere etterspørselen etter energi fra 162 TWh til 150 TWh i 2005. I 2020 gjennomføres totalt 19 TWh enøktiltak, og etterspørselen blir redusert fra 178 TWh til 159 TWh som følge av disse tiltakene.



Figur 48 Gjennomføring av enøktiltak, fordelt på ulike sektorer i basisscenariet

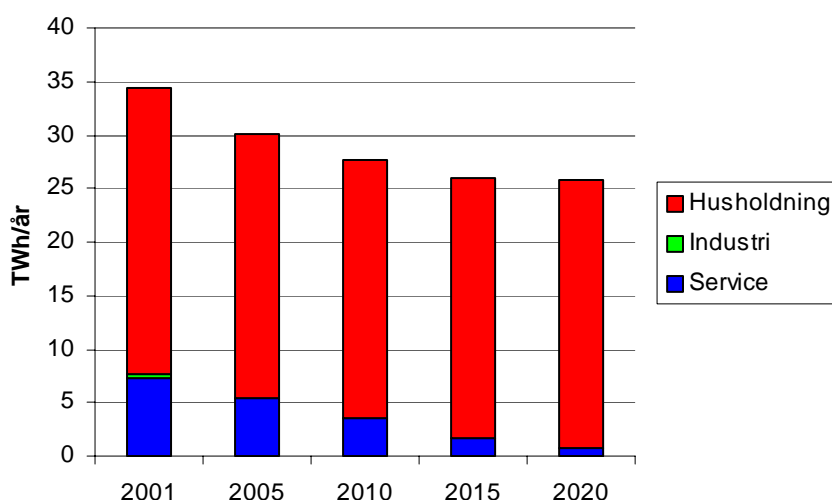
Av termiske tiltak som blir gjennomført er varmepumper en svært viktig bidragsyter for servicesektoren (ca 3 TWh i 2020). For husholdningssektoren er det enkle utbedringer

av isolasjon (1.4 TWh i 2020) og forbedring av ventilasjon (1.2 TWh i 2020) som er de viktigste enøktiltakene. Se vedlegg 2 for ytterligere informasjon om de viktigste tiltakene innen service- og husholdningssektoren.

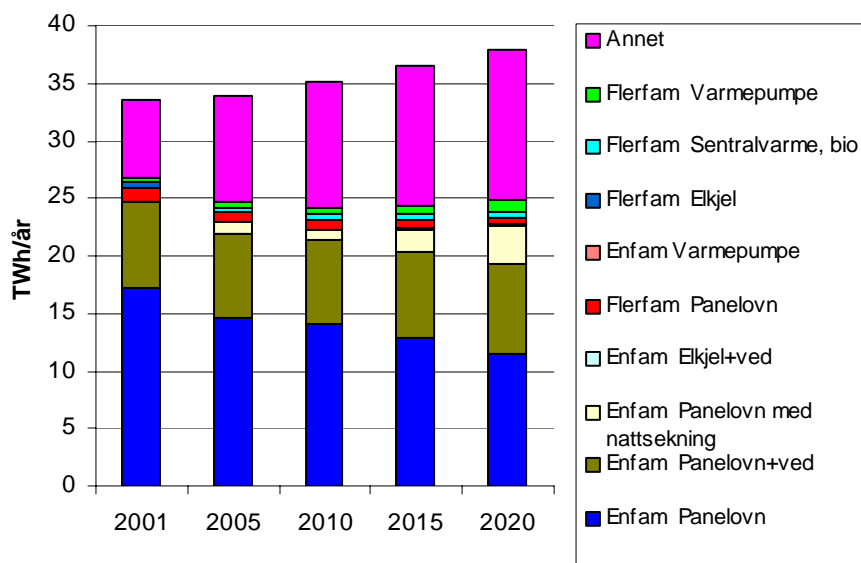
I industrien er det tiltak i prosessanleggene som er viktigst. Eksempelvis gjennomføres i treforedlingsindustrien mange ulike tiltak for å utnytte spillvarme i tillegg til tiltak for å effektivisere motordrifter (turtallsregulering mm). Viktige enøktiltak i aluminiumsindustrien blant annet optimalisering av prosessene, redusere motstand i cella samt styring og regulering.

Modellen velger å gjennomføre alle samfunnsøkonomisk lønnsomme enøktiltak, men ikke alle disse tiltakene er bedrifts- eller privatøkonomisk lønnsomme. Den totalt beregnede gjennomføringen av enøk i MARKAL-modellen vil dermed være større enn det som virkelig vil bli realisert.

Figur 49 viser hvordan elforbruket til oppvarming fordeler seg i basisscenariet for service, industri og husholdningssektoren. Elforbruket her inkluderer både direkte bruk av el i panelovner, elkjeler samt elforbruk til varmepumper. Elforbruket til oppvarmingsformål i tjenesteytende sektor reduseres fra ca 7 TWh i 2001 mot ca 1 TWh i 2020. For husholdningssektoren viser figuren en mindre reduksjon i elforbruk frem mot 2020. Dette skyldes i hovedsak at husholdningssektoren reduserer den direkte eloppvarmingen med panelovner ved å installere en kombinasjon av el og ved samt bruk av varmepumper og andre enøktiltak. Figur 50 viser elforbruk til oppvarming for husholdningssektoren fordelt på ulike teknologier. Figuren viser tydelig at panelovner fases ut i stor skala for enfamiliehus, fra 17 TWh i 2001 til 11 TWh i 2020. Av den delen av konvensjonelle panelovner som fases ut erstattes drøyt 3 TWh av panelovner med tidsstyring. Videre viser figuren en klar økning i bruken av varmepumper for flerfamiliehus, fra ca 0.3 TWh i 2000 til 1.2 TWh i 2020.



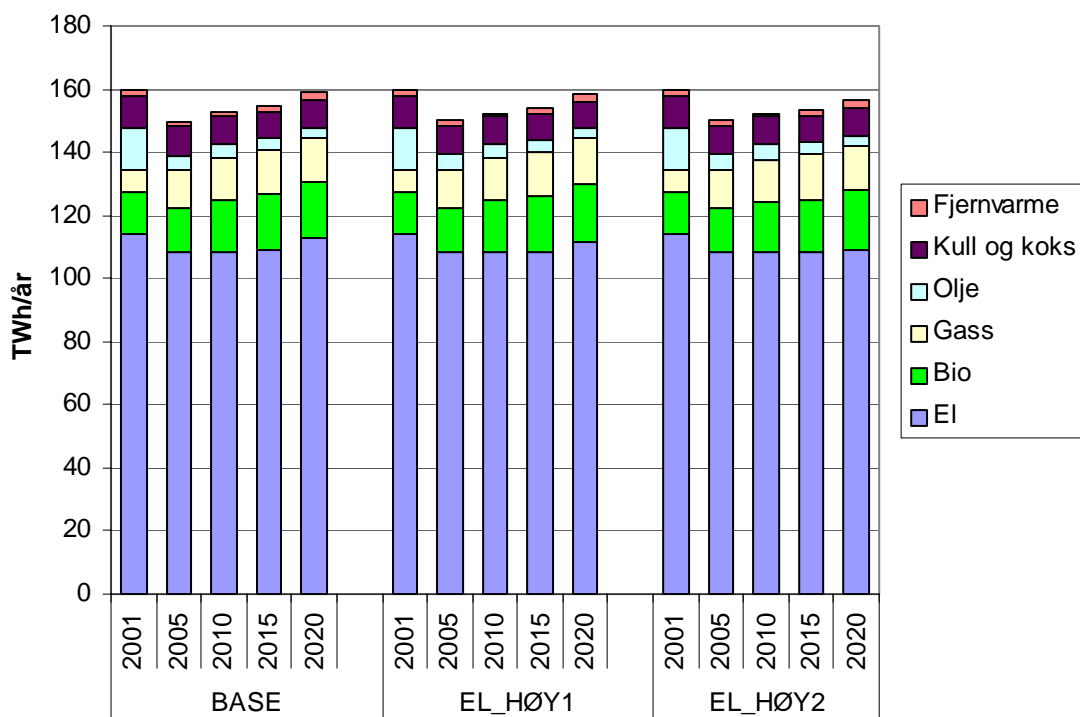
Figur 49 Elforbruk til oppvarming (inkl forbruk til elkjeler, varmepumper etc)



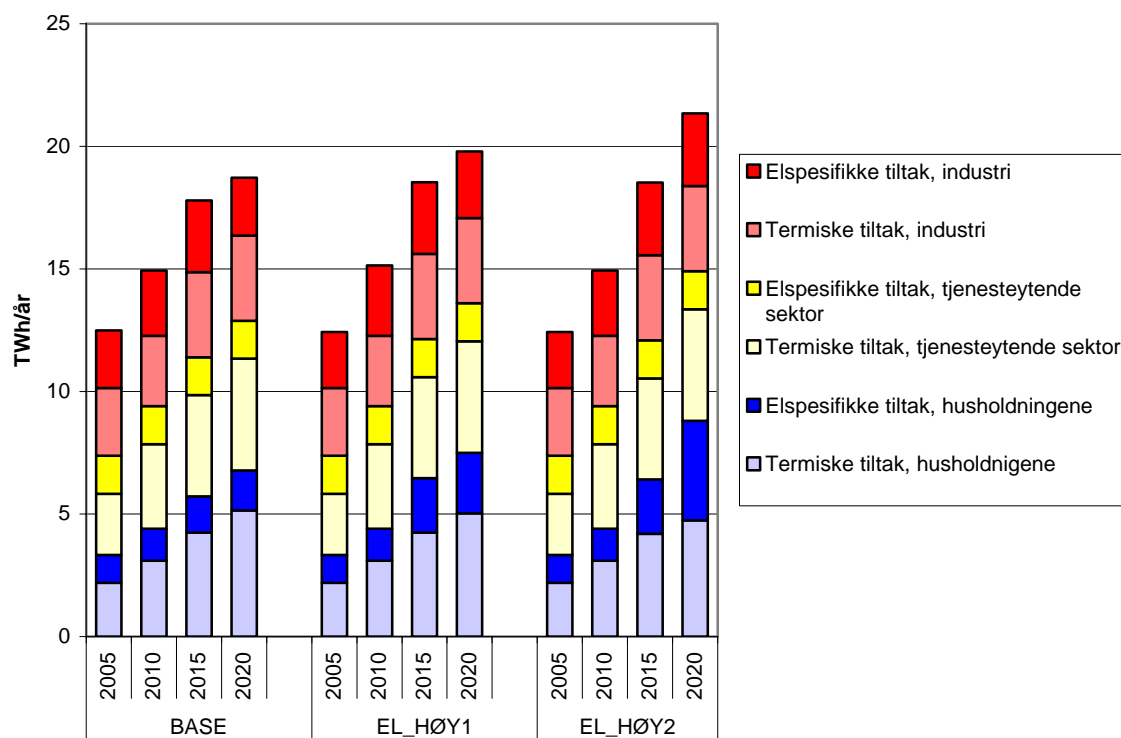
Figur 50 Bruk av el til oppvarming for husholdningsektoren, teknologivalg for enfamiliehus og flerfamiliehus. Annet forbruk i figuren inkluderer her bruk av andre energibærere som ved, fjernvarme, olje mfl samt termsike enøktiltak.

7.2 Effekt av høyere elpris

For å vurdere følsomheten for endringer i el-prisen, er det analysert hvilke energibærere modellen velger når el-prisen økes med henholdsvis 1% pr år og 2% pr år fra 2010, se Figur 51 og Figur 52. Når el-prisen øker med 1% pr år fra 2010 blir økningen i elforbruket 2 TWh lavere i 2020 enn i basisscenariet. Dersom prisen på el øker med 2% pr år fra 2010, vil elforbruket flate ut, og total etterspørsel etter el vil være 109 TWh i 2020 som er 5 TWh lavere enn i basisscenariet. Også den totale etterspørselen etter energi reduseres som følge av et el-prisen øker. Dette skyldes at flere enøktiltak blir lønnsomme når el-prisen stiger.



Figur 51 Fordeling av energibærere, ved økende elpris



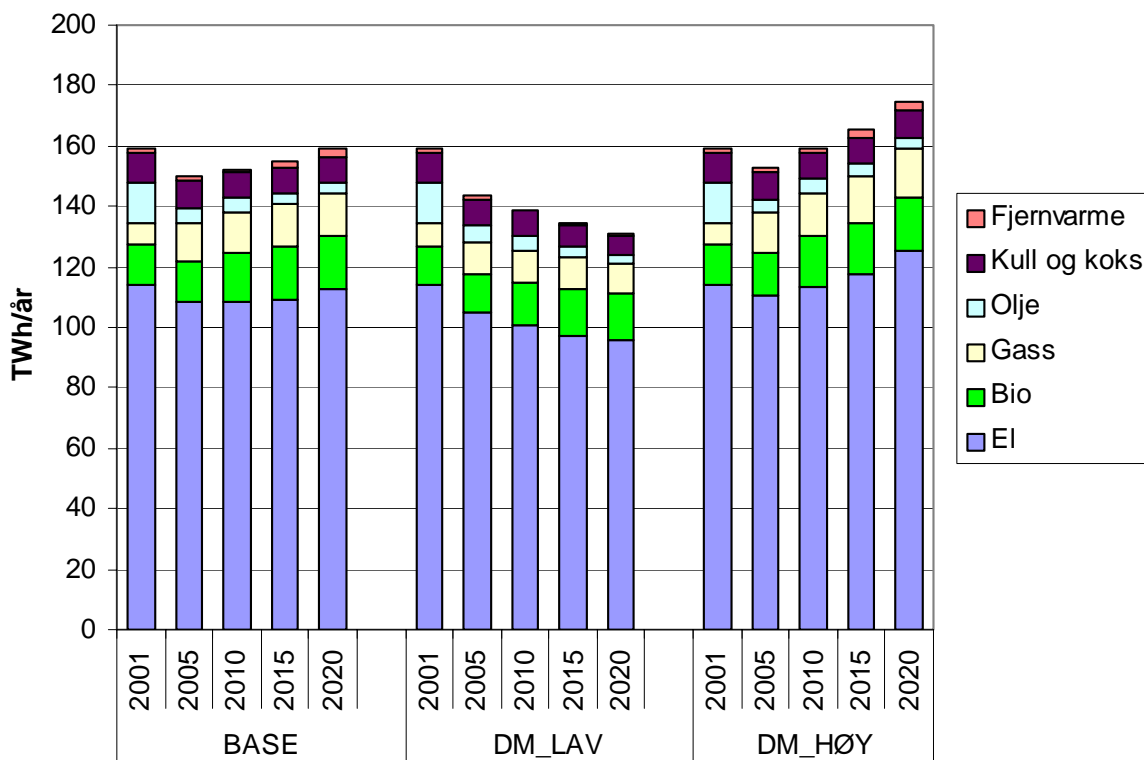
Figur 52 Gjennomføring av enøktiltak, fordelt på ulike sektorer ved økende elpris

De enøktiltakene som har størst følsomhet for endringer i elprisen, er tiltak i husholdningssektorene. Når elprisen øker med 2% pr år fra 2010, vil husholdningssektoren gjennomføre totalt 4 TWh elbesparende tiltak i 2020. Dette er 2,5 TWh mer enn det som blir gjennomført i basisscenariet. Det er kun mindre endringer i de øvrige sektorene, og dette skyldes primært at de dyreste enøktiltakene ikke er modellert. I kraftintensiv industri er enøktiltakene modellert i henhold til IFE og KNEs potensialstudie /31/. De dyreste tiltakene som ble kartlagt i dette arbeidet, velger modellen ikke å gjennomføre med de energiprisene som er benyttet.

Fra Figur 49 ser en at i basisscenariet holdes andelen av el til oppvarming tilnærmet konstant for husholdningssektoren, men reduseres betydelig for servicesektoren. Ved å sammenligne andel el til oppvarming i 2020 i basisscenariet med henholdsvis 1, og 2 prosent årlig vekst ser en at elandelen til oppvarming reduseres med 0.2 og 1 TWh i 2020. Dette tilsvarer at når elprisen øker med 10 % (1% pr år fra 2010 til 2020) så reduseres elforbruket til oppvarming med ca 1%, og tilsvarende når elprisen stiger med 20 % (2% pr år) så reduseres elforbruket til oppvarming med 4%.

7.3 Alternative etterspørselsscenarier

I tillegg til basisscenariet er det også utviklet to alternative scenarier for sluttbruk av energi, et lavt og et høyt etterspørselsscenario for hver bransje. I det høye etterspørselsscenariet er det ikke tatt hensyn til effektivisering som følge av strengere krav og forskrifter. Dette scenariet beskriver også en rimelig positiv utvikling innen industrien. I det lave etterspørselsscenariet er det lagt inn en betydelig reduksjon innen deler av industrien. Samtidig er etterspørselen i tjenesteytende sektor og husholdningene redusert som følge av teknologiendringer. De alternative scenariene er beskrevet i kap.3 Historisk utvikling og framskrivninger.



Figur 53 Fordeling på energibærere, ulike etterspørselsscenarier

Figuren viser hvilke energibærere som velges fremover i basisscenariet sammenliknet med de alternative etterspørselsscenariene. I det lave scenariet blir det en reduksjon i samtlige energibærere, med unntak av gass og bio som får en liten økning. Det er bruken av elektrisitet som reduseres mest i dette scenariet. Elforbruket reduseres i alle sektorer, men de største bidragene kommer fra ferrolegeringsindustrien, kjemisk industri, tjenesteytende sektor og husholdingene. I husholdingene reduseres særlig elektrisitet til oppvarming. Totalt elforbruk i det lave etterspørselsscenariet er redusert fra 114 TWh i 2001 til 96 TWh i 2020. I denne reduksjonen i elforbruk er inkludert elspesifikke enøktiltak på til sammen 5,5 TWh.

I det høye etterspørselsscenariet blir det en økning i de fleste energibærere, men med unntak av olje og kull&koks. Elforbruket øker til 125 TWh i 2020. Bruken av fjernvarme doubles fra 2001 til 2020, og den totale bruken av fjernvarme er i overkant av 3 TWh i 2020. I dette scenariet er inkludert elspesifikke enøktiltak. Dersom ingen av disse tiltakene gjennomføres vil elbehovet være over 130 TWh i 2020 i henhold til det høye etterspørselsscenariet.

I henhold til Finansdepartementets Perspektivmelding vil nettapet utgjøre ca 13 TWh i 2020. Dermed vil totalt elbehov i stasjonær sektor (ekskl energisektoren) være 143 TWh i 2020 dersom man legger det høye etterspørselsalternativet til grunn.

8 Konklusjon

Det knytter seg stor usikkerhet til utviklingen av etterspørselen etter elektrisk kraft og andre energibærere i fremtiden. IFE har derfor analysert den historiske utviklingen i underliggende faktorer, slik som vekst i privat konsum, antall ansatte i ulike sektorer, befolkningsvekst, miljøfaktorer, brutto produkt og energipriser for å vurdere de ulike faktorerers innvirking på utviklingen i energibruk.

I arbeidet med å fremskrive energibruken er Finansdepartementets Perspektivmelding og de ulike vekstratene for forskjellige drivkrefter og indikatorer benyttet.

På bakgrunn av den historiske utviklingen i de ulike sektorene, Finansdepartementets framskrivninger og dialog med bransjer og bedrifter har IFE utarbeidet et basisscenario for utviklingen i energibruk fra mot 2020. Totalt sluttbruk av energi (netto) i stasjonær sektor er ca 151 TWh i 2001. Dette vil øke med 10% til 167 TWh i 2020 i henhold til fremskrivningene i basisscenariet i dette prosjektet. I basisscenariet skjer den største økningen i tjenesteytende sektor med ca 9 TWh nettoenergi. I husholdningssektoren vil økningen være ca 6 TWh, mens økningen i industrisektoren bare er 1,5 TWh.

MARKAL-modellen er benyttet for å analysere hvordan energisammensetningen vil være når nye teknologier tas i bruk og hvor mye av enøkpotensialet som realiseres. Sammensetningen av energibærere vil være noe endret i 2020 i forhold til 2000. Det er spesielt oljeforbruket som reduseres. Bruk av gass, bioenergi og fjernvarme øker.

I henhold til MARKAL-analysene vil total gjennomføring av enøk være på 19 TWh i 2020. Dette vil redusere den totale energietterspørselen i 2020 fra 167 til 148 TWh i basisscenariet. Samfunnsøkonomiske tiltak gjennomføres i modellen, men dette tilsvarer ikke de enøktiltakene som i virkeligheten kommer til å bli realisert.

I 2001 benyttes 34 TWh elektrisitet til oppvarmingsformål i husholdningene, tjenesteytende sektor og i industrien. Dette vil reduseres til 26 TWh i 2020. Elektrisiteten erstattes hovedsakelig av gass, bioenergi og fjernvarme.

For å vurdere energisystemets følsomhet for økning i elprisen, er utviklingen i de ulike energibærerne analysert når elprisen øker med henholdsvis 1% og 2% pr år fra 2010. Når elprisen øker med 2% pr år vil total etterspørsel etter el reduseres med 5 TWh i 2020.

Et høyt og et lavt etterspørselsscenario er analysert for å vurdere hvordan ulike etterspørsel vil dekkes opp av ulike energibærere. I det lave scenariet blir det en reduksjon i samtlige energibærere, med unntak av gass og bio som får en liten økning. Det er bruken av elektrisitet som reduseres mest i det lavet etterspørselsscenarioet. I det høye etterspørselsscenarioet blir det en økning i de fleste energibærere, men med unntak av olje og kull&koks.

9 Referanseliste

- /1/ SSB, C703 Energistatistikk 2000, side 136
- /2/ Odyssee-databasen
- /3/ IFE, Bransjenettverkets statistikk
- /4/ Følgende industribedrifter (og byggforvaltere) har kommet med innspill til basisscenariet og til de alternative scenariene:
 - Norske Skog (Svein Kroken)
 - Borregaard Industries Ltd. (Tor Arild Thorgersen)
 - Sødra Cell AS Tofte (Thor Brønlund)
 - Elkem (Leif A Mendelsohn)
 - Norsk Hydro (Einar Sælen)
 - Hydro Polymers (Henning Reier Nilsen)
 - Statoil Kårstø (Tori Lindbøl/Frode Leversund)
 - Forsvarsbygg, Eiendomsforvaltning (Petter Aas)
- /5/ Følgende organisasjoner har kommet med innspill til basisscenariet og til de alternative scenariene:
 - TBL (Knut Sunde)
 - PIL (Sindre Finnes)
 - NBL (Knut Maroni)
- /6/ Enova, Bygningsnettverkets energistatistikk, 2003
- /7/ Finansdepartementet, Perspektivmeldingen, 2005
- /8/ ECON, Notat 2004-005, Kraftintensiv industris respons på høye kraftpriser 2002/2003
- /9/ Hydro, *Hydro Aluminium to adjust primary metal production at Karmøy*, Thomas Knutzen, December 2002
- /10/ Evaluering av tilskuddsordningen til varmepumper, pelletskaminer og styringssystemer, Nord-Trøndelag Forskning, NTF-rapport 2005:2
- /11/ Thyholt, M., Lien, A.G. og Dokka, T.h., Kartlegging av mekanisk kjøling i nye kontor- og forretningsbygg, SFT22A01525, Trondheim, 2001
- /12/ Thyholt, M. og Dokka, T.h., Nye forskriftskrav til bygningers energibehov, SFT A03524, Trondheim, 2003
- /13/ NOVAP, www.novap.no
- /14/ NOU 1998:11, Energi- og kraftbalansen mot 2020

- /15/ Nobio, www.nobio.no
- /16/ Informasjon om gass på to internettsider, www.gasnor.no og www.lyse.no
- /17/ Johnsen, T.A., og Spjeldnes, N., Electricity demand and temperature – an empirical methodology for temperature adjustment in Norway, NVE, 2005
- /18/ EU, Directive 2002/91/EC of the European Parliament and the Council of 16 December 2002 on the energy performance of buildings
- /19/ Rosenberg, E., og Espegren, K. Aa., Energy Efficiency in Norway 1990-2002 Monitoring tools for energy efficiency in Europe: The Odyssee and MURE projects, IFE/KR/E-2004/001, Kjeller, 2004
- /20/ Alm, L. K., Energy efficiency in Norway - Cross country comparisons on energy efficiency indicators, IFE/KR/E-99/003, Kjeller, 1998
- /21/ Odyssee-databasen, <http://www.odyssee-indicators.org/>
- /22/ SSB, Energibruk per husholdning, 2001, www.ssb.no/emner/01/03/10/husenergi/
- /23/ Enova håndbok 2004:2, Manual for Enøk normtall
- /24/ Energy Policy 32, 2004, s 1395-1404, Unander, F., Ettestøl, I., Ting, M., Schipper, L., Residential energy use: an international perspective on long-term trends in Denmark, Norway and Sweden
- /25/ NVE, Energistatus, 2003
- /26/ Alm, L. K., Energi- og kraftbalansen mot 2020, IFE/KR/F-98/090
- /27/ SSB, Folke og bolig tellingen 1990
- /28/ SSB, Folke og bolig tellingen 2001, www.ssb.no/emner/02/01/fobbolig/index.html
- /29/ Aftenposten, 02.06.05
- /30/ International Energy Agency, World Energy Outlook 2004
- /31/ IFE, KNE, Potensialet for mer miljøeffektiv energibruk og produksjon i norsk prosessindustri, 2002

Vedlegg 1: Data fra Perspektivmeldingen (utgår)

Dataene fra Perspektivmeldingen er tatt ut av den åpne versjonen av rapporten.

Vedlegg 2: Kostnader for utvalgte enøktiltak

I MARKAL-modellen forstås enøktiltak som fysiske tiltak som reduserer energibruken. Teknologier som varmepumper og aktive solfangere er modellert som egne teknologier. I presentasjonen av resultatene er reduksjon på grunn av bruk av varmepumper inkludert under tiltakene termiske enøktiltak. Dette betyr at energimengden spart ved bruk av varmepumper tilsvarer den energimengden som er hentet ut fra omgivelsene (varme fra luft, vann, jord etc).

For husholdningen er det termiske tiltak som er mest utslagsgivende. I tjenesteytende sektor er bruk av luft til luft varmepumpe det mest signifikante tiltaket. Kostnadene for enøktiltak for husholdningssektor og tjenesteytende sektor som er benyttet i dette prosjektet er hovedsaklig basert på data fra /26/. For industrien er kostnadene basert på en innskrenket rapport /31/ og de er derfor ikke gjengitt her.

Kostnader, levetid og potensial for de mest benyttede tiltakene i husholdnings- og servicesektoren er gjengitt i Tabell G.

Tabell G Kostnader for de mest brukte enøktiltakene i husholdnings- og tjenesteytende sektor. Kostnadene er gitt i faste kr (2000)

	Inv. kost. NOK/MWh	Fast kost. NOK/MWh	Levetid år	Rente %	Potensial (2005) TWh	Potensial (2020) TWh
Husholdningen, termisk						
Isoleringstiltak	2500		30	10	0.6	1.4
Ventilasjonsstiltak	2900		20	10	0.5	1.2
Service- termisk						
Varmepumpe (luft)	1300	40	20	10	3.0	6.0