

# Beregning av energieffektiviseringseffekt - beskrivelse av metode

---

Til: OED

---

Fra: NVE

---

Dato: 27.11.2012.

Revidert:

---

## 1 Innledning

OED har gitt NVE ansvaret for å beregne effekt av eksisterende virkemidler for energieffektivisering i bygg. Arbeidet forutsatte samarbeid med Direktoratet for Byggkvalitet, Husbanken og Enova, og deres departementer.

Beregningene av energieffektivisering i bygg skal være realistisk og skal gjelde for perioden 2010-2020. Beregningene gjøres med utgangspunkt i eksisterende, vedtatte virkemidler som vesentlig påvirker energibruken i bygg. Dette krever en systematisk gjennomgang av hvert enkelt virkemiddel og vurdere hva effekten i TWh vil være for hvert av disse.

Virkemidlene som skal vurderes er:

- Teknisk forskrift (TEK)
- Produkter
- Enova
- Husbanken
- Avgifter

Det har i tillegg blitt gjort en vurdering av hva enøk-tiltak vil føre til. Enøk-tiltak defineres i dette notatet som tiltak som reduserer energibruken uten økonomiske støttetiltak og reguleringer.

## 2 Overordnede prinsipper og metoder for fremskriving

Beregninger av effekt i 2020 for hvert av virkemidlene er gjort ved å fremskrive effektene bottom-up for hvert enkelt virkemiddel frem til 2020. Det vil si at det tas utgangspunkt i situasjonen i 2010, og legger inn en endring år for år frem mot 2020. Etersom virkemidlene er ulike er det brukt ulike bottom-up fremskriving for hvert av virkemidlene. Eksempelvis er effekten av TEK fremskrevet ved hjelp av areal, mens effekt av energieffektive produkter er fremskrevet ved hjelp av antall husholdninger og antall produkter. Effektene er beregnet fra og med 2010 til 2020.

## 3 Virkemidlene

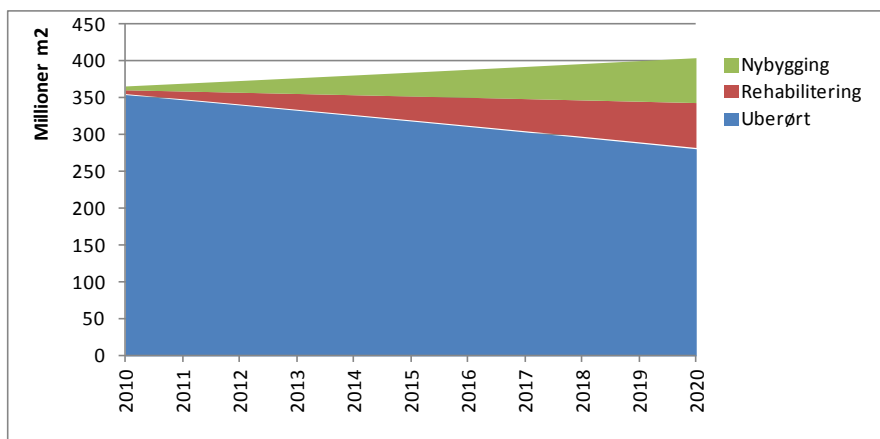
De fem virkemidlene som det er analysert effekten av er analysert hvor for seg. I de påfølgende avsnittene er metode og resultater for hvert av virkemidlene presentert. Til slutt i notatet er det summert opp samlet effekt av virkemidlene samt beskrevet hvor det kan være overlapp mellom resultatene som er beregnet for hvert av virkemidlene.

### 3.1 TEK

Energibruk i bygninger forbedrer seg over tid som følge av innføring av nye tekniske byggeforskrifter. I dette avsnittet beregnes energibesparelsene i bygg som følge av tekniske forskriftskrav. Dvs effekt av innføring av TEK07 og TEK10, versus det å bygge etter gamle TEK97.

#### 3.1.1 Metode

Fremskrivningen av TEK'ene bygger på **fremskrivning av areal**. Forbedringene i hver TEK uttrykkes som forbedring i intensitet ( $\text{kWh/m}^2$ ), og areal er derfor en naturlig aktivitet å bruke i fremskrivningen. Arealet fremskrives ved hjelp av rater for nybygging, rehabilitering og riving. Dette er illustrert i Figur 1 som viser fremskrivning av areal mot 2020. Figuren viser at ca 30% av arealet er nybygget eller rehabilitert i 2020.



**Figur 1** Fremskrivning av areal i bygningsmassen

Videre fordeles de tre fremskrevne arealene seg på de 13 bygningstypene som brukes i NS 3031. Til sammen blir dette nærmere 40 arealgrupper. Vi knytter så energibruk/intensitet ( $\text{kWh/m}^2$ ) til hver av disse arealgruppene. Nybygd areal gis intensitet tilsvarende ny TEK. Rehabilert areal gis intensitet som tilsier en forbedring i forhold til opprinnelig tilstand, men ikke like bra som nybygd areal.

For å finne effektiviseringsgevinstene beregnes først energibruk i byggene i 2020 dersom alle byggene ble bygget etter TEK97, dette danner en basis. Deretter beregnes energibruk i 2020 gitt at alle byggene bygges etter TEK07 fra og med 2010 til 2012, og etter TEK10 fra 2013 til 2020. Differansen mellom disse to beregningene utgjør energieffektiviseringen.

#### 3.1.2 Forutsetninger for NVEs beregninger

I denne studien er ratene for nybygging, riving og rehabilitering basert hovedsakelig på Byggmeldingen, jfr Tabell 1. Energieffektivisering som følge av TEK07 / TEK10 versus TEK97 er beregnet som energibruken i 2020 der byggene bygges etter TEK07 / TEK10, versus energibruken i 2020 hvis alle byggene bygges etter TEK97.

Beholdningen av dagens bygg er basert på data fra Multiconsult for yrkesbygg og Prognosesenteret for boliger.

**Tabell 1 Rater for arealfremskrivninger**

	Boliger	Yrkesbygg	Kilde
<b>Nybygging</b>	1,3 %	1,9 %	Byggmeldingen
<b>Rehabilitering</b>	1,5 %	0,3-1,8 %, snitt 1,5 %	Arnstad-utvalget, Multiconsult POBY
<b>Riving</b>	0,4 %	0,6 %	Byggmeldingen, bearbeidet

**Energibruken i eksisterende boligmasse** (dvs uberørte bygg) er beregnet basert på data fra SSB. Beregning av energibruk i boliger som er bygget i henhold til TEK07 og TEK10 er basert på energirammene i TEK07 og TEK10 fordelt på energiformål. Her er det gjort egne antakelser for bruk av oppvarmingssystem med tilhørende virkningsgrad.

**Energibruken i eksisterende yrkesbyggmasse** (dvs uberørte) er beregnet for hver byggkategori. Dagens bygningsmasse består av bygninger med forskjellig alder og forskjellig grad av gjennomført oppgradering, og det er derfor ikke åpenbart hvilken standard et gjennomsnittsbygg holder. Energibruk i de forskjellige TEK'ene (TEK87, TEK97, TEK07 og TEK10) for de aktuelle byggtypene er beregnet av Multiconsult for potensial- og barrierestudien for yrkesbygg. Tall for totalt nasjonalt energibruk i yrkesbygg er brukt til å finne hvilket nivå energibruken ligger på, og knytte dette opp mot TEK.

For å beregne energibruken med og uten ny TEK i 2020 er det nødvendig å estimere energibruken i eksisterende boligmasse. Byggene som ikke rehabiliteres eller rives står urørt i denne beregningen og har derfor konstant spesifikt energibruk, lik dagens energibruk. For boliger er energibruken i dagens boligmasse omtrent på nivå med det som beregnet energibruk etter TEK97. I yrkesbygg er energibruken omtrent litt bedre enn TEK87. Industribygg og verksteder har en energibruk som ligger rundt 10% over TEK87.

Det er antatt at rehabilitering reduserer energibruken med halvparten av forskjellen mellom energibruken før rehabilitering og et tilsvarende nytt bygg. Energibruken i et rehabilitert bygg blir dermed gjennomsnittet av energibruken i et uberørt bygg og et nytt bygg.

## 3.2 Produkter

I beregningene sees det på effekt av krav til energieffektive produkter, samt krav om energimerking. Det tas høyde for produkter inkludert i Økodesign 1, samt produkter som det finnes merkekrav for.

### 3.2.1 Metode husholdningene

Vi regner effekt av energieffektive produkter i husholdningene ved å regne ut energibruk i produkter i 2010, deretter forventet energibruk til produkter i 2020 med og uten effektivisering av produktene. Effektiviseringen tilsvarer differansen mellom de to utregningene for 2020. Verdier for årene mellom 2010 og 2020 interpoleres. Vi skiller mellom småhus (våningshus, eneboliger, rekkehus, etc) og leiligheter.

Energibruk i 2010 og i 2020 regnes ut på følgende måte:

$$\boxed{\text{Energibruk i husholdningene i år X}} = \boxed{\text{Beholdning (produkter) i en husholdning år X}} * \boxed{\text{Intensitet for beholdning i år X}} * \boxed{\text{Antall husholdninger i år X}}$$

Først kartlegges og beregnes beholdning for 2010, antall husholdninger i 2010 og intensitet for beholdning i 2010. Deretter gjøres det samme for 2020.

### 3.2.2 Forutsetninger husholdningene

**Beholdning av produkter i 2010**-husholdningene er hentet fra Xrgias undersøkelse av elektrisitetsbrukende produkter i husholdningene. **Intensitet for produkter i 2010** er også hentet fra Xrgias undersøkelse. Hvert enkelt produkt er beregnet med beholdning og intensitet. Dataene er splittet i småhus og leiligheter, med tilhørende intensiteter, for å få energibruk per husholdningstype.

**Antall husholdninger** er regnet ut vha SSB fremskrivninger for folketall. Disse er delt på antall personer per husholdning. Antall personer per husholdning har vært gradvis avtakende over tid. Tallet har blitt redusert fra 3,3 i 1960 til 2,2 i 2010. Tallet er fremskrevet til ca 2,12 i 2020. Dette er en reduksjon på ca 0,4 prosent per år. I den foregående 10-års perioden lå reduksjonen på litt mer enn 0,4 prosent per år. I perioden 1960 til 1990 var reduksjonen betydelig høyere. Antall personer per husholdning antas nærmest å flate ut ettersom<sup>1</sup> fruktbarhetsnivået er konstant, dødeligheten går ned og da innvandrere har større husholdninger, noe som bidrar til å trekke tallet opp.

Færre personer per husholdning medfører en relativ økt vekst i antall husholdninger. Basert på SSBs befolkningsfremskrivning og våre forutsetninger om personer per husholdning øker antall husholdninger fra 2,17 millioner i 2010 til ca 2,6 millioner i 2020.

Det er antatt en endring i fordeling over tid i antall leiligheter og antall småhus. Byggestatistikken viser at det bygges nesten like mange leiligheter som småhus. I følge Potensial og barrierestudien for boliger er andelen småhus vs leiligheter 72 vs 28 prosent i 2010. For 2020 har de fremskrevet en fordeling på 69 vs 31 prosent. Dvs en endring på tre prosentpoeng for hver av de to gruppene. Dette er bygd inn i vår fremskrivning.

**Beholdning av produkter i 2020** er estimert etter skjønn. For de største hvitevarene har vi antatt uendret beholdning. Det er antatt en svak økning i tørketromler og oppvaskmaskin. For TV'er og PC'er har vi antatt en økning på 20%, for småelektrisk har vi antatt en økning på 30%, og for spillkonsoller har vi antatt en økning på 10%.

**Intensiteter i produkter i 2020** er fastsatt ved å se på endring i energiintensitet over tid for ulike produkter. Merkekrav og effektiviseringskrav fra myndighetene har ført til at intensitet per produkt (kWh/enhet) har gått ned. Produktene skiftes over tid ut fra D eller C merkede produkter, til A++ merkede produkter. For å beregne hvor stor endringen er det sett på historiske salgstall fordelt på energimerkeklasse<sup>2</sup> og krav som ligger i regelverket. Det er dessuten supplert med kompetanse om hvor mye endring i energiklasse betyr i forhold til endring i energibruk.

For produkter som har vært inkludert i merkeordningen har man sett en forbedring på opp mot 40% de første 15 år. For de neste 10 år har er det forutsatt følgende: I kjøøl/frys produktene har vi antatt en effektivisering på 30%, i vask/tørk og standby er det antatt 20%, komfyr 10%, og belysning hele 40%. For PC, småelektrisk og spillkonsoller er det antatt null eller bare marginal forbedring. Effektivisering i belysning utgjør mye av besparelsen. Denne er satt til hele 40% ettersom glødelamper fases ut. Det forutsettes at glødepærer erstattes av både sparepærer, halogenpærer og LED-lys. Både LED-lys og

<sup>1</sup> Vurdering v. Nico Keilmann, UIO/SSB

<sup>2</sup> Basert på statistikk fra elektronikkbransjen.

sparepærer har en adskillig lavere effekt enn glødepærer. Den totale energibruken per lysenhet går derfor kraftig ned.

### 3.2.3 Metode og forutsetninger Yrkesbygg

For yrkesbygg har det ikke vært mulig å lage modellbygg slik som for husholdningene. Gruppen yrkesbygg består av 11 ulike bygningskategorier. Vi har ingen informasjon om beholdninger i disse byggene.

Vi har derfor måttet begrense beregningene til de områdene vi innenfor tidsrammen av oppdraget har tilstrekkelig tallgrunnlag, og har kun regnet på effekt av bedre belysning.

For belysning har vi forutsatt at det skjer en effektivisering på 50% i teknologien frem til 2020. Samtidig er det en senere utskiftingstakt på belysning i yrkesbygg, ettersom også armaturene må skiftes ut. Det tar i følge Lyskultur ca 30 år før belysning er skiftet ut. Vi har likevel tatt høyde for at det skjer noe forbedring i lysrørene som settes i armaturene. Effektivisering i belysning i yrkesbygg er derfor satt til 20%.

## 3.3 Enova

### 3.3.1 Metode og forutsetninger

Enova har en rekke programmer som skal bidra til energieffektivisering i bygg. De har nylig gjort en endring i programstrukturen, og de nye programmene er Nye yrkesbygg og boliger, Eksisterende yrkesbygg og store boligprosjekt og Bolig (husholdninger). Enova har siden 2002 gitt tilskudd til en rekke prosjekter hvor resultatene er kontraktsfestet. Vi fremskriver både de kontraktsfestede resultatene og de forventede nye resultatene, og skiller i beregningene mellom kontraktsfestede avtaler (frem til 2011), og de nye programmene (2012 til 2020). I fremskrivningen har vi valgt å sortere de tidligere kontraktsfestede resultatene under de tre nye programområdene. Enova påpeker dessuten at de også har indirekte effekter som en del av sitt målbilde. Disse effektene har vi ikke estimert.

Den største delen av Enovas tilskudd er rettet mot eksisterende bygg. Ved rehabilitering med tilskudd fra Enova løftes disse byggene fra sin nåværende energibruk til en bedre tilstand med lavere energibruk. Disse byggens energitilstand før rehabilitering er langt dårligere enn TEK10, og denne delen av Enovas tilskudd kan derfor ikke refereres til TEK10. Tilskudd som går til nybygg eller veldig omfattende rehabilitering kan derimot refereres til TEK10. For disse byggene vil resultatene være differansen mellom TEK10 og det å løfte byggene til passivbygg/lavenergibygge. Denne gruppen utgjør ca 5 % av Enovas tilskudd. Enova har med andre ord tatt hensyn til TEK10 der dette er relevant, dvs der nybyggingen eller rehabiliteringen utløser et forskriftskrav.

Beregningene i dette notatet tar hensyn til ledetid, dvs tiden som går fra tilsagn gis til det kan forventes effekter fra prosjektene. Ledetiden for programmene forventes å være 2-3 år, hvorav de fleste ligger på 3 år. Beregningene tar også hensyn til kanselleringen, som kommer ca 3-4 år etter kontraktsinngåelse. Dette er tatt høyde for både i de eldre og de nye programmene. I de nye programmene er dette gjort ved at Enova sikter seg inn mot en høyere måloppnåelse enn hva avtalen med OED tilsier, for å være sikker på å ikke komme under måltallet i avtalen. Enova vet av erfaring at det blir kansellering, men ikke nøyaktig hvor mye.

Beregningen for årene før 2012 baseres på faktisk inngåtte kontrakter fra om med 2007 til og med 2011. Vi baserer beregningen på tall rapportert fra Enova i forbindelse med fremskrivningen som ble gjort til Fornybardirektivet. Tallene vi da fikk fra Enova var basert på faktiske resultater fra programområde bygg. Resultatene inneholdt både konvertering og effektivisering. Statistikk fra Enova ble brukt til å rense tallene for konvertering. Resterende tall for effektivisering som ble lagt til grunn ved fornybardirektivet er vist i Tabell 2, med totaltall for effektivisering per år, samt anslått fordeling på ulike sektorer. I denne beregningen gjør vi følgende fordeling av de kontraktsfestede resultatene: De kontraktsfestede resultatene for næringsbygg fremskrives sammen med det nye programmet Eksisterende yrkesbygg og store boligprosjekt. De kontraktsfestede resultatene for bolig fremskrives sammen med det nye programmet Bolig.

**Tabell 2 Enovas historiske årlige resultater for effektivisering i bygg, perioden 2002 til 2011**

Energieffektivisering eksklusiv konvertering, GWh	Fordelingsnøkkel	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<b>Totalt</b>		<b>99</b>	<b>202</b>	<b>174</b>	<b>368</b>	<b>255</b>	<b>145</b>	<b>226</b>	<b>234</b>	<b>204</b>	<b>494</b>
<i>Næringsbygg</i>	92 %	91	186	160	338	235	133	208	216	188	455
<i>Industri</i>	5,5 %	5	11	10	20	14	8	12	13	11	27
<i>Husholdninger</i>	2,5 %	2	5	4	9	6	4	6	6	5	12

Ved fremskrivningen til Fornybardirektivet gav vi prosjektene en ledetid på 4 år, og tok vi med alle effekter fra og med 2002. I denne fremskrivningen gis prosjektene etter anbefaling fra Enova en ledetid på ca 3 år, samt at vi bare tar med prosjekter fra 2007 og seinere, ettersom vi bare skal telle med resultater fra 2010.

Beregningen for resultater fra og med 2012 er basert på Enovas egne anslag på hvilke effekter de forventer i sine satsninger. Det er også for disse fremtidige resultatene forutsatt en ledetid på nærmere tre år.

Enova presiserer at deres prognose inkluderer analyser av fremtidige programtilbud som er under utvikling. Usikkerheten om resultatene er derfor knyttet til hvordan programmene blir endelig utformet med hensyn til krav til teknologi, energiresultat og støttenivå. Videre vil det være svært utfordrende å estimere nøyaktig respons i markedet. De mener at et konservativt anslag på usikkerheten er i størrelsesorden +/- 5 % på energiresultat og +/- 10 % når det gjelder støttenivå.

### 3.4 Husbanken

Husbankens har som mål å stimulere til flere miljøvennlige boliger gjennom målrettet bruk av lån og forskjellige typer tilskudd. Dette gjøres i hovedsak gjennom 4 virkemidler:

- Grunnlån til oppføring. Grunnlån skal bidra til å fremme viktige boligkvaliteter innenfor energi og miljø.
- Grunnlån til utbedring. Grunnlån skal bidra til å fremme viktige boligkvaliteter innenfor energi og miljø.
- Tilskudd til tilstandsvurdering for borettslag sameier o.l. Tilskuddet skal bidra til flere miljøvennlige boliger og universelt utformede bygg.

- Kompetansetilskudd til bærekraftig bolig- og byggkvalitet. Tilskuddet er rettet mot kunnskapsutvikling, støtte til forsøksprosjekter og formidling av informasjon om energibruk og miljø- og klimavennlige løsninger i boliger og bygg.

De to sistnevnte virkemidlene, tilskudd til tilstandsvurdering og kompetansetilskudd, går i hovedsak ut på vurdering av boligens tilstand (uten at det nødvendigvis gjøres noe aktivt), kunnskapsheving, informasjon og forsøksprosjekter. Disse vil bidra til økt fokus på energibruk og energieffektivisering, men bidraget er vanskelig å tallfeste. Det foreligger så langt ikke statistikk for ambisjonsnivå og endret energiytelse for disse virkemidlene.

De to første virkemidlene, grunnlån til oppføring og grunnlån til utbedring, er det derimot mulig å knytte tall til når det gjelder energieffektivisering. Husbanken har oversikt over hvor mange boliger som er gitt lån til oppføring og utbedring. Disse tallene vil danne basis for beregningene av energibesparelse gitt av Husbankens virkemidler.

#### 3.4.1 Forutsetninger for NVEs beregninger

Fremskrivningene av energibesparelsene for virkemidlene grunnlån til oppføring og grunnlån til utbedring tar utgangspunkt i Husbankens statistikk over hvor mange boliger som er gitt lån. Disse boligene er igjen fordelt på antall boliger som gir:

- $\leq 20$  % energibesparelse - tilsvarer ca TEK10 (C/D - merket)
- 21-39 % energibesparelse – tilsvarer ca besparelsen fra TEK10 til lavenergihusnivå (B-merket)
- $\geq 40$  % energibesparelse – tilsvarer ca besparelsen fra TEK10 til passivhusnivå (A-merket)

Denne inndeling, med prosentsetser, var gjeldende til og med 2011. I 2012 ble den endret slik at boligene nå grupperes etter hvilket energimerke (A, B, C og D) de er oppført/utbedret til.

Historiske tall fra Husbanken er gitt for perioden 2006 – 2011. Disse tallene viser en liten økning i hvor mange boliger som er gitt lån til oppføring og utbedring, men variasjonene fra år til år er veldig store. Eksempelvis ble det i 2009 gitt grunnlån til oppføring av totalt 4417 boliger, i 2010 til 1527 boliger og 2011 til 4007 boliger. Sannsynligvis vil antall boliger som får støtte fortsette å øke litt i tiden fremover, men det er for lite statistisk grunnlag for å fastslå dette. I beregningene brukes derfor et gjennomsnitt av antall boliger gitt lån i årene 2006-2011 og det anslås derfra en flat utvikling frem mot 2020. Dette gjelder både nyoppførte og utbedrede boliger.

Når det gjelder utviklingen i antall boliger som får lån fordelt på energimerke er det forventet en økning for boliger med høy energibesparelse (A-merket/passivhus). I perioden 2006 til 2011 er fordelingen mellom nyoppførte boliger på 49 % og 34 % for henholdsvis energimerke A og energimerke B. Fordelingen mellom utbedrede boliger er på 17 % og 46 % for henholdsvis energimerke A og energimerke B. I beregningene anslås det en økning på 10 % fra 2012 til 2020 for A-merkede boliger, mens antall B-merkede boliger holdes konstant. Dette gjelder både oppførte og utbedrede boliger.

I Husbankens statistikk over antall boliger er fordelingen mellom småhus/eneboliger og leiligheter ikke oppgitt. Det anslås derfor en 50/50 fordeling mellom antall småhus og leiligheter. Arealet pr bolig er satt til 100 m<sup>2</sup>. Tallet er basert på en enebolig med et gjennomsnittsareal på 131 m<sup>2</sup> og en leilighet/andre hus på 68 m<sup>2</sup>, jfr. Statistisk Sentralbyrå.

Levetiden for tiltak i nyoppførte boliger anslått til 30 år, mens for tiltak i utbedrede boliger er levetiden anslått til 20-30 år. I beregningen er det antatt en ledetid, dvs tiden det tar fra tilsagn til forventet effekt, på mindre enn ett år.

Beregningene for årene 2010 og 2011 er basert på faktisk inngåtte kontrakter, mens det for perioden 2012 til 2020 er basert på fremskrivninger. Forutsetningene for beregningene er oppsummert i Tabell 3.

**Tabell 3 Forutsetninger for beregningene gjort for perioden 2010 – 2020**

<b>Nyoppføringer</b>	Flat utvikling av antall boliger basert på gjennomsnittet mellom 2006-2011
<b>Utbedringer</b>	Flat utvikling av antall boliger basert på gjennomsnittet mellom 2006-2011
<b>Fordeling leiligheter/småhus</b>	50/50 fordeling småhus og leiligheter. Gjennomsnittsareal pr bolig = 100 m <sup>2</sup>
<b>TEK</b>	Nye bygg uten tilskudd oppføres etter TEK 10. Eksisterende boliger er i gjennomsnitt oppført etter TEK 97.  Bygg med tilskudd oppføres eller rehabiliteres etter passiv- eller lavenergistandard (A el B)
<b>Fordeling i Husbankens tilskudd</b>	Anslår en økning på 10 % i andel A-merkede boliger i forhold til perioden 2006-2011. Antall B-merkede boliger holdes konstant
<b>Levetid for tiltaket</b>	30 år for oppførte og 20-30 år for utbedrede boliger

### 3.4.2 Beregningene

Energibesparelsene for nye boliger beregnes ut fra differansen mellom TEK10 og valgt energiklasse for den nye boligen (energimerke A eller B). Det betyr at nye boliger uten støtte antas å bli bygget etter siste tekniske forskrift, TEK10.

I eksisterende boliger, før utbedring, er det antatt et gjennomsnittlig energibehov i henhold til TEK 97. Energibesparelsene for utbedrede boliger beregnes ut fra differansen mellom TEK 97 og valgt energiklasse for den nye boligen (energimerke A eller B).

## 3.5 Avgifter

### 3.5.1 Modellforutsetninger

Betydning av avgifter for energibruken i bygg i 2020 er analysert ved hjelp av energisystemmodellen TIMES. NVEs TIMES-modell er en flerregional modell av energisystemet fra ressurser, via konvertering til kraft- og varmeproduksjon til sluttbruk av energi. Modellen drives av en gitt fremskrivning av netto energibehov for sektorene husholdninger, tjenesteytende, industri og transport. I denne analysen har vi basert oss på fremskrivning av netto energibehov som ligger til grunn for effektiviseringsbanen i Handlingsplanen for Fornybardirektivet.



Modellen er benyttet først med og deretter uten avgifter for å estimere effekten av dagens avgifter på bygg. I analysene er basisfremskrivningen basert på de samme energiprisene på fossile brensler som i Handlingsplanen og disse er basert på "Current Policies" scenarioet til IEAs World Energy Outlook (WEO) 2010. TIMES er en lineærprogrammeringsmodell, hvilket innebærer at små endringer i systemet kan gi store utslag i løsningen. Det er derfor utført sensitivitetsanalyser med lavere og høyere priser på fossile brensler og priser på elektrisitet. TIMES-modellen beregner elprisen i Norge endogent. Det er parallelt arbeidet med analyser av kraftprisen i Norden med kraftmarkedsmodellen TheMA. Priser på elektrisitet i TIMES-modellen er sammenlignet med prisen fra kraftmarkedsmodellen, men modellene er ikke direkte koblet i denne analysen. I sensitivitetsanalysen av elprisen i Norge er modellen benyttet uten endogen beregning av elprisen. Prisen er da gitt som en prosent reduksjon/økning i forhold til det aktuelle scenarioet. I Tabell 4 er prisene for fossile brensler basert på IEA WEO 2010 gjengitt.

**Tabell 4 Priser på fossile brensler basert på IEAs "current policies" scenario.**

WEO 2010-Current Policies	Unit	2009	2015	2020
IEA crude imports	USD(2008)/barrel	60	94	110
Natural Gas, European imports	USD(2008)/MBtu	7	10.7	12.1
OECD steam coal	USD(2008)/tonne	97	97.8	105.8

I modellen er energieffektivisering i bygg mulig gjennom effektivisering av bygningskallet og ved hjelp av teknologier som varmepumper, styringssystemer, effektive vedovner, solvarme osv. Effektiviseringstiltak for byggene er basert på tiltak som har blitt identifisert i Klimakur. Her er effektiviseringstiltak inndelt i fem klasser som følger:

- Energioppfølging
- Isolering og tetting
- Teknisk utstyr (BTT)
- Energistyring
- Lavenergiløsning

Tiltakene er i modellen fordelt på nye og eksisterende boliger og for de sju yrkesbyggene i modellen. I denne analysen er tiltak 3 og 5 holdt utenfor for å forsikre at det ikke er dobbelttelling med analysene av effekter av energieffektive produkter og TEK.

Eksisterende avgifter pr 1.1. 2012 er hentet fra Finansdepartementet og gjengitt nedenfor i Tabell 5.

**Tabell 5 Vedtatte avgiftsatser 2012. Kilde: Finansdepartementet**

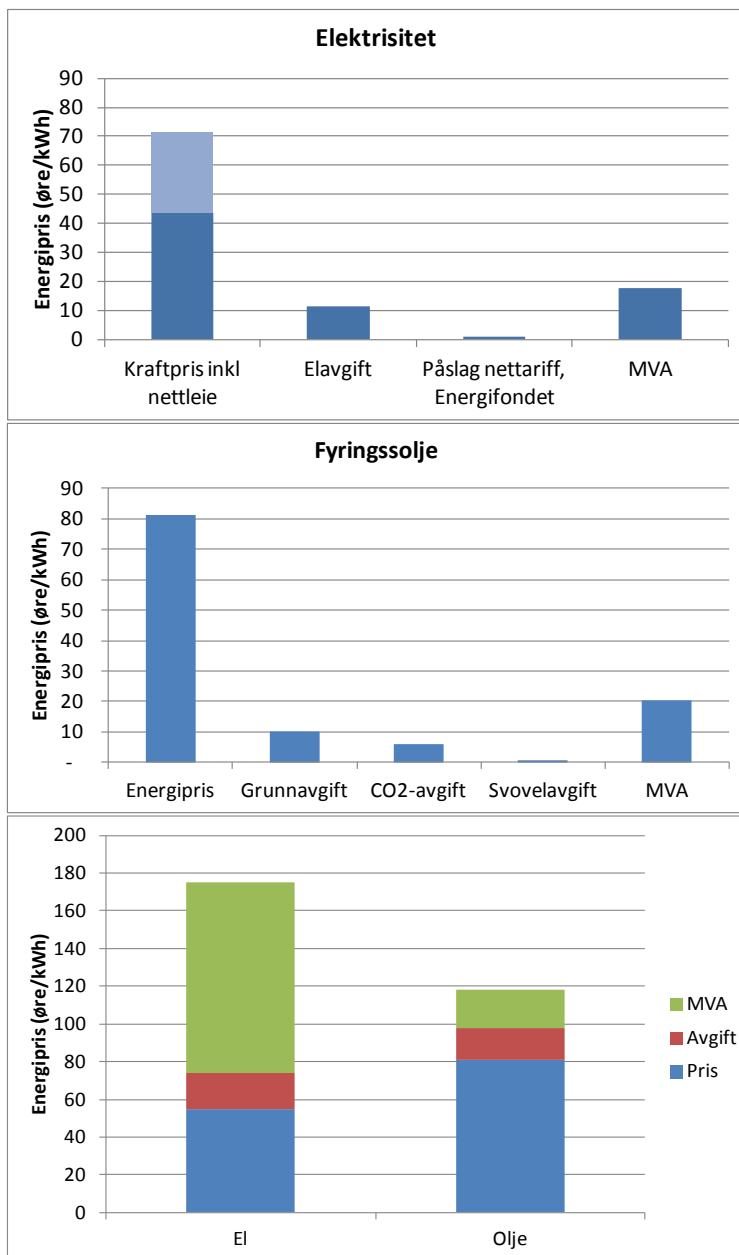
<b>7. Forbruksavgift på elektrisk kraft (øre/kWh)</b>		
Generell sats	11,21	11,39
Redusert sats	0,45	0,45
til industri og bergverk	0,45	0,45
til produksjon av fjernvarme	0,45	0,45
til arbeidsmarkedsbedrifter	0,45	0,45
til Finnmark og div. kommuner i Nord-Troms	0,45	0,45
<b>8. CO2-avgift på mineralske produkter (kr/liter)</b>		
CO2-avgift på petroleumsvirksomhet, kr/liter eller Sm <sup>3</sup>	0,48	0,49
CO2-avgift på mineralolje	0,59	0,60
CO2-avgift på mineralolje til innenriks luftfart, ikke kvotepliktig	0,69	0,70
CO2-avgift mineralolje til innenriks luftfart, kvotepliktig	0,69	0,42
CO2-avgift på mineralolje til treforedl., sildemel - og fiskemelind.	0,31	0,31
CO2-avgift på mineralske produkter - bensin	0,88	0,89
Naturgass, kr/Sm <sup>3</sup>	0,44	0,45
LPG, kr/kg	0,66	0,67
Redusert sats for naturgass, kr/Sm <sup>3</sup>	0,05	0,05
<b>9. Svovelavgift på mineralske produkter</b>		
Svovelavgift, kr/liter	0,076	0,077
<b>10. Grunnavgift på mineralolje mv. (kr/liter)</b>		
Mineralolje	0,983	0,999
til treforedlingindustrien, produksjon av fargestoffer og pigmenter	0,126	0,126
<b>11. Veibruksavgift på bensin (kr/liter)</b>		
Bensin, svovelfri, (u. 10 ppm)	4,62	4,69
Bensin, lavsvovlet, (u. 50 ppm)	4,66	4,73
Annen bensin	4,66	4,73
<b>12. Veibruksavgift på mineralolje (autodiesel) (kr/liter)</b>		
Svovelfri, (u. 10 ppm svovel)	3,62	3,68
Lavsvovlet (u. 50 ppm svovel)	3,67	3,73
Annen minieralolje	3,67	3,73
Biodiesel	1,81	1,84
<b>13. Båtmotoravgift (kr/hk)</b>		
Båtmotorer/blokker	153,00	155,50
<b>14. Avgift på sukker (kr/kg)</b>		
Sukker	6,94	7,05
<b>15. Avgift på sluttbehandling av avfall - deponi</b>		
Deponerina (kr/tonn)	280,00	284,00

I tillegg til avgiftene i tabellen over er det inkludert et påslag på elprisen til sluttbrukere i 2020 på grunn av elsertifikatene. For 2012 omsettes elsertifikater for 190 SEK/MWh økende til 220 SEK/MWh for kontrakter i 2017 ihht Svensk Kraftmäkling (<http://www.skm.se/priceinfo/>). I disse analysene er det benyttet et gjennomsnitt, 207 SEK/MWh tilsvarende 180 NOK/MWh. Sertifikatprisen er lagt til som en påslag på elprisen basert på "kvotekurven" for sertifikater. Med dagens sertifikatpris gir dette et påslag på rundt 3 øre/kWh i 2020.

Påslaget på netttariffen til energifondet er på 1 øre/kWh. Dette er bare lagt til for husholdningene, ettersom andre sluttbrukere fra 1.1. 2013 kun vil ha et fastledd uavhengig av energimengden. Fastleddet er det ikke tatt hensyn til i analysene.

Kvoteprisen på CO<sub>2</sub> er for tiden på rundt 8 €/tonn tilsvarende 56 NOK/tonn. Det er stor usikkerhet i kvoteprisen frem mot 2020, men for dette prosjektet forventes det ikke at kvoteprisen har stor betydning frem mot 2020. Kombinasjonen av lav kvotepris og gratiskvoter til industri og kraftproduksjon betyr at kvoteprisen ikke påvirker energibruken i husholdninger og tjenesteytende sektor direkte. Kvoteprisen påvirker elprisen i et Nordisk/Europeisk elmarked og dette er tatt høyde for ved å inkludere en sensitivitesanalyse av elprisen i Norge og land Norge importerer eller eksporterer strøm til.

I Figur 2 er dagens energipriser og avgifter for elektrisitet og fyringsolje vist. Av figuren (nederst) ser en at avgiften er på omtrent samme nivå for både el og olje, men prisen på fyringsolje er noe høyere enn prisen på elektrisitet.



**Figur 2 Sammenligning av energipris og avgifter for el og fyringsolje. I figuren med elpris er den mørkeblå kraftprisen og den lyseblå nettleien.**

### 3.5.2 Analyser med TIMES-modellen

I TIMES-modellen er det sett på to scenarioer henholdsvis med og uten avgifter. I tillegg er det utført sensitivitetsanalyser av scenarioet uten avgifter med variasjon av elpriser og fossile priser. De to scenarioene med tilhørende sensitivitetsanalyse er gjengitt i Tabell 6.

**Tabell 6 Scenarioer og sensitivitetsanalyser**

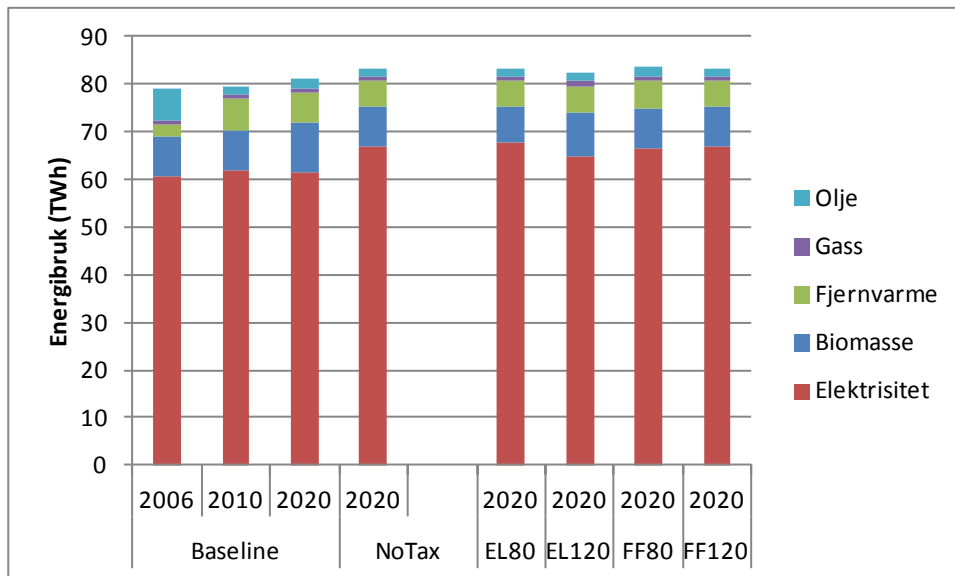
Scenario	Beskrivelse
BASELINE	Basisfremskrivning, inkl. dagens avgifter
NoTax	Uten avgifter
<b>Sensitivitetsanalyse</b>	
EL80	Som NoTax med 20% <i>reduksjon</i> i elprisen i Norge
EL120	Som NoTax med 20% <i>økning</i> i elprisen i Norge
FF80	Som NoTax med 20% <i>reduksjon</i> i fossile priser og elpriser (forwards) i naboland
FF120	Som NoTax med 20% <i>økning</i> i fossile priser og elpriser (forwards) i naboland

I denne analysen har vi tatt bort de energieffektiviseringstiltakene som er behandlet som egne virkemidler i dette prosjektet. Dette betyr at for eksempel renovering som vil kunne bidra til en vesentlig energieffektivisering ikke er med her, men er behandlet i analysen av TEK. Tilsvarende er energieffektivisering av produkter ikke tatt med her, men analysert som egne virkemidler. Dette betyr at modellen har et begrenset potensial for energieffektivisering av selve byggene. Modellen baserer seg på tiltaksklasser som ble identifisert i forbindelse med Klimakur. I denne studien ble det sett på realiserbare tiltak frem mot 2020 for husholdninger og tjenesteytende sektor. For tjenesteytende sektor er det et relativt lite potensial utenom rehabilitering slik at effektiviseringspotensialet som modellen har tilgjengelig er relativt lite.

Sensitivitetsanalysen viser at nivået på effektiviseringen er lite prisfølsomt for endringer i fossile priser og priser på elektrisitet i nabolandene. Dette skyldes at med en oljepris på 90-130 \$/fatet vil olje også uten avgifter være et kostbart alternativ slik at modellen vil fase ut det meste av dette forbruket også uten avgifter.

Resultatene er sensitive for utvikling i elprisen i Norge. Lønnsomheten av å investere i varmpumper er nært knyttet til elprisen. Med dagens energipriser tilsvarer elavgiften ca 15% av kraftpris og nettleie. Dette betyr at sensitivitetsanalysen av 20% høyere elpriser i scenarioet uten avgifter tilsvarer omtrent at elprisen er den samme som med avgifter. I Figur 3 er det vist endringene i energibruk i 2020 for sensitivitetsanalysen. Ved lavere elpriser blir effektiviseringen noe redusert, men størst

endringer skjer ved at det brukes mer direkte el til oppvarming som erstatter biomasse. Ved høyere elpriser reduseres effektiviseringen hovedsakelig på grunn av mindre varmepumper.



**Figur 3 Energibruk i bygg. Sensitivitetsanalyse av elpriser og fossile priser.**

Det er flere faktorer som påvirker effekten av avgifter på effektivisering. Sensitivitetsanalysen som er utført her viser at elprisen i Norge er viktig usikkerhet. Endringer i denne vil kunne påvirke nivået på effektivisering betydelig. Det er også andre usikkerheter som vil påvirke resultatene, blant annet fremtidige priser på ulike (oppvarmings)teknologier, men også anslag for kostnader og potensial for effektiviseringstiltak i bygg. Videre forutsetter modellen kostnadseffektivitet som grunnlag for beslutninger og dette er ikke nødvendigvis det som er utløsende for byggsektoren jfr. kapittelet om ENØK-raten.

## 4 ENØK

Enøk-tiltak defineres i dette notatet som tiltak som reduserer energibruken, uten økonomiske støttetiltak og reguleringer. Dette vil i hovedsak si mindre vedlikeholds- eller oppussingsarbeider som ikke utløser TEK-krav.

### 4.1 Metode

I beregningen brukes det en estimert enøk-rate til å anslå hvor mye areal som gjennomgår enøk. Energieffektiviseringen beregnes deretter ved hjelp av en effektiviseringsrate som sier hvor mye energibehovet i dette arealet reduseres.

### 4.2 Forutsetninger

I beregningene for boliger er det forutsatt at 5 prosent av arealet årlig vil gjennomgå enøk-tiltak, og disse byggene forbedrer sin energibruk med 9 prosent.

I beregningene for yrkesbygg er det forutsatt at 2 prosent av arealet årlig vil gjennomgå enøk-tiltak, og disse byggene forbedrer sin energibruk med 15 prosent.

Det er knyttet usikkerheter til både enøk-ratene og den forventede energibesparelsen. I Arnstadutvalget var det antatt en enøk-rate på 2 % og en energibesparelse på 20-25 % både for boliger og yrkesbygg. I analysene presentert her er enøk-raten for boliger satt til 5 % og energibesparelsen til 9 %. Det betyr at enøk-tiltak gjennomføres oftere, mens effekten av hvert enkelt tiltak blir mindre. Disse tallene baserer seg på bl.a studien utført av Vestlandsforskning.

Når det gjelder yrkesbygg er enøk-raten satt til 2%, og energibesparelsen satt til 15 %. Vi antar lavere effektivisering enn hva som er antatt i Lavenergiutvalget og Arnstadutvalget. Dette er en egen skjønnsmessig vurdering, da vi ikke tror enøk-tiltak har like stor effekt som en rehabilitering. Tabell 7 viser forutsetningene som er gjort for beregningene.

**Tabell 7 Rater og besparelser for enøk-tiltak**

Bygg	Rate	Besparelse
Bolig	5 %.	Reduserer energibruken med 9 % i perioden 2010-2020
Yrkesbygg	2 %	Reduserer energibruken med 15 % i perioden 2010-2020

### 4.3 Drivere for energieffektivisering utover statlige virkemidler

Andelen av bygg som gjennomgår rehabilitering og vedlikeholdsarbeid med tanke på redusert energibruk av er relativt stor i Norge, kanskje gjelder det særlig boliger.

Driverne for at det gjennomføres mange energieffektiviseringstiltak er flere. En viktig årsak er økonomiske oppgangstider. Tall fra Prognosesenteret viser at andelen som gjennomførte vedlikehold og oppussing av egen bolig var høy på 80-tallet, den sank under lavkonjunkturperioden på begynnelsen av 90-tallet for så å stige igjen etter 2001, noe av det samme gjelder også yrkesbygg.

En av hovedmotivasjonene for energieffektivisering av yrkesbygg er økonomi hvor lavere strømrregning vil være synlig i regnskapet. Når det gjelder boliger kan bokomfort, løsninger som gjør hverdagen enklere, mer moderne design, etc være viktige faktorer, men selvsagt spiller økonomiske faktorer også en rolle.

De viktigste driverne for boliger antas å være:

- Boligkvalitet – bokomfort, mer moderne design, løsninger som gjør hverdagen enklere, etc
- Økonomi – høy inntektsvekst, lav arbeidsledighet, positiv framtidstro/forventninger, høye energipriser, lav rente, lav sparing etc
- Teknologisk utvikling – ny teknologi som sparepærer, sparedusjer, varmpumper, rentbrennede ovner, energieffektive vinduer, etc
- Endring i kunnskap, holdninger, preferanser – informasjonskampanjer og media

De viktigste driverne for yrkesbygg antas å være:

- Økonomi – økonomisk vekst, lavere strømrregning

- Energioppfølgingsystem – gjør det lettere å overvåke energibruken og lettere å se effekt av tiltak
- Status pga fokus på energieffektivisering, lavenergi og passivhus i bl.a. media etc
- Endring i kunnskap, holdninger, preferanser – informasjonskampanjer og media

## 5 Om summering av virkemidler

Effekten av virkemidlene er beregnet for en moderat utvikling i energipriser og dagens avgiftsnivå. Dette betyr at den beregnede besparelsen **forutsetter** at avgiftsnivået er som i dag. Videre så **kan** det være slik at metoden som er benyttet for å beregne effekten av TEK vil kunne ha noe overlapp med effektivisering av oppvarmingsutstyr. I beregningen av levert energi for TEK10 er det blant annet gjort antagelser for bruk av varmepumper, men hvor mye dette bidrar med i effektivisering har vi ikke kunnet tallfestet innenfor dette prosjektet. Bruken av varmepumper er det enkeltiltak som i analysene av avgiftene viser å gi størst bidrag. Fra modellresultatene vil dette primært være i eksisterende boligmasse og dermed ikke overlapp med det som er beregnet i TEK. Denne forbedringen er en del av det 'uberørte arealet' i TEK-beregningen, jfr Figur 1.

Dette betyr at dersom en regner konservativt kan en ikke summere avgiftene og de andre virkemidlene. Enovas resultater vil antageligvis være avhengig av at dagens energipriser og avgifter ligger på dagens nivå eller endres slik som forventet i dag. Dette betyr at hvis en ser på effekten av å fjerne avgiftene, det vil si å endre energiprisene til sluttbruker, vil effekten av Enovas midler bli redusert. Lønnsomheten av sparetiltak vil gå ned slik at Enova antagelig vil ha behov for mer penger for å oppnå de resultatene som er beregnet. En tilsvarende kobling er det mellom avgiftene og Husbanken. Det er ikke forventet noen kobling mellom Husbanken og Enova da de ikke støtter de samme tiltakene. Det er videre et klart skille mellom Husbanken og Enova mot TEK da effekten av effektivisering for både Husbanken og Enova er beregnet ut fra forbedring i forhold til TEK10.

Det er i tillegg til de fem virkemidlene beregnet effekten ENØK som ikke skyldes tekniske- og/eller økonomiske virkemidler. Dette er tiltak som 'gjøres av seg selv', dette kan for eksempel være tiltak som skyldes oppussing, trekk etc, jfr kapittel 4. Disse tiltakene skyldes ikke primært reguleringer eller eksisterende virkemidler slik at det i utgangspunktet ikke er noen overlapp i denne effekten av dette med de andre beregningene. Likevel vil det være slik at effektivisering 'som går av seg selv' i noen tilfeller vil kunne bli berørt av regelverk for produkter, bygningsforskrifter osv., mens det i andre tilfeller vil være helt opp til brukeren å gjøre valg basert på hva som finnes tilgjengelig i markedet. Det har ikke vært mulig å fremskaffe et tilstrekkelig datagrunnlag for å dele opp besparelsen på grunn av ENØK som vil være berørt av de andre virkemidlene i dette prosjektet. Dette betyr at effektene av ENØK vil kunne bli noe lavere enn det som her beregnet her hvis alle effektene av de andre virkemidlene skal tas bort. I analysene av avgiftene med TIMES modellen gjennomføres de billigste effektiviseringstiltakene og de fleste av disse vil komme inn i ENØK-raten som er estimert. Det er derfor ikke rimelig å summere effekten av avgifter med ENØK som 'skjer av seg selv'.