

Analyse&Strategi

Del av MULTICONSULT



Konsekvensanalyse av å innføre nye forskriftskrav til energieffektivisering av bygg



FORORD

Denne rapporten er utarbeidet av Analyse & Strategi og Multiconsult på oppdrag for Kommunal og regionaldepartementet.

Kjell Ove Kalhagen har vært prosjektleder. Linn Therese Palm, Niels Lassen og Line Bakken har vært prosjektmedarbeidere. Svein Bjørberg og Erling Weydahl har vært interne eksperter.

Rapporten er utarbeidet i perioden mellom desember 2010 og mai 2011.

Oslo, 9. mai 2011

Analyse & Strategi AS



Kjell Ove Kalhagen

Innhold

1	Sammendrag.....	5
2	Summary	14
3	Innledning.....	23
3.1	Bakgrunn og mandat for utredningen.....	23
3.2	Begrepsavklaring.....	24
3.3	Bærekraftig utvikling	25
3.4	Status energieffektivisering i Norge og andre land	26
4	Metode.....	29
5	Bygningsmassen i Norge.....	29
5.1	Nybyggrate	32
5.2	Rehabiliteringsrate.....	32
5.3	Riverate	32
5.4	Bygningsmassen i analysen.....	33
6	Beskrivelse av alternativene	35
6.1	0-alternativ.....	35
6.1.1	Utvikling i 0-alternativet for nybygg.....	37
6.1.2	Utvikling i 0-alternativet for rehabilitering	39
6.2	Alternativ 1.....	41
6.2.1	Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg).....	41
6.2.2	Forskriftskrav ved nybygg.....	44
6.3	Alternativ 2.....	45
6.4	Oppsummering av alternativene.....	45
7	Tiltakspriser.....	47
7.1.1	Rehabilitering	48
7.1.2	Nybygg	49
7.1.3	Kostnadsutvikling.....	50
8	Energibruk.....	52
9	Energimiks.....	54

9.1	CO ₂ -utslipp.....	57
9.2	Kvotepriser.....	59
9.3	Energipriser.....	60
10	Analyse av konsekvenser.....	63
10.1	Samfunnsøkonomiske konsekvenser.....	63
10.2	Kostnader.....	64
10.3	Gevinster.....	65
10.3.1	Redusert energibruk.....	65
10.3.2	Redusert CO ₂ -utslipp.....	69
10.4	Netto mernytte av tiltakene.....	71
10.5	Konsekvenser for bransjen.....	72
10.6	Energimessige konsekvenser.....	74
10.7	Andre konsekvenser: konsekvenser for helse - inneklima.....	75
10.8	Fordelingsvirkninger.....	77
11	Samlet vurdering av konsekvenser.....	77
12	Usikkerhet.....	79
12.1	Om bygningsmassen og realismen i kravene.....	79
12.2	Usikkerhet i forutsetninger for 0-alternativet.....	82
12.3	CO ₂ -faktor.....	83
12.4	Utvidet analyseperiode.....	84
12.5	Elektrisitetspris.....	85
	Vedlegg A. Energibruk.....	87
	Vedlegg B. Energimiks.....	90
	Vedlegg C. Energipriser.....	96

1 Sammendrag

Mandat

KRD ønsker å få gjennomført en konsekvensvurdering av å iverksette et utvalg av de foreslåtte tiltakene som omhandler å implementere følgende forskriftskrav:

Alternativ 1:

Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg)

- a) Krav om lavenerginivå 1 fom 2016 ved totalrehabilitering¹
Krav om passivhusnivå fom 2021 ved totalrehabilitering
- b) Krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler ved alle tiltak fom 2016.

Forskriftskrav til nybygg

- a) Krav om passivhusnivå fom 2016
Krav om ”nesten nullenergibygge” med tilnærmet 100 prosent fornybar varmforsyning fom 2021
- b) Økt fokus på arealeffektivitet i forskriften fom 2016

Alternativ 2:

Innføring av nye forskriftskrav på energiområdet fra og med 2013, men hvor det kan legges til grunn noe mindre ambisiøse krav enn lavenergi-/passivhusnivå for henholdsvis rehabilitering og nybygg.

For begge alternativene skal det vurderes samfunnsøkonomiske, energimessige, bransjemessige og andre konsekvenser i forhold til et 0-alternativ som representerer en videreføring av dagens krav.

Samfunnsøkonomiske konsekvenser av alternativene

Vi har gjennomført en samfunnsøkonomisk analyse av å innføre kravene i alternativene. Formålet med den samfunnsøkonomiske analysen er å beregne netto mernytte av de to alternative forslagene til tiltak for innføring av nye energikrav i bygg, målt opp mot 0-alternativet som representerer en videreføring av dagens krav. Dette innebærer å sammenligne kostnader og gevinster ved de to alternativene opp mot 0-alternativet i perioden 2011-40. Positiv netto mernytte av et alternativ innebærer at det er samfunnsøkonomisk lønnsomt å iverksette det aktuelle tiltaket.

Alternativenes kostnader

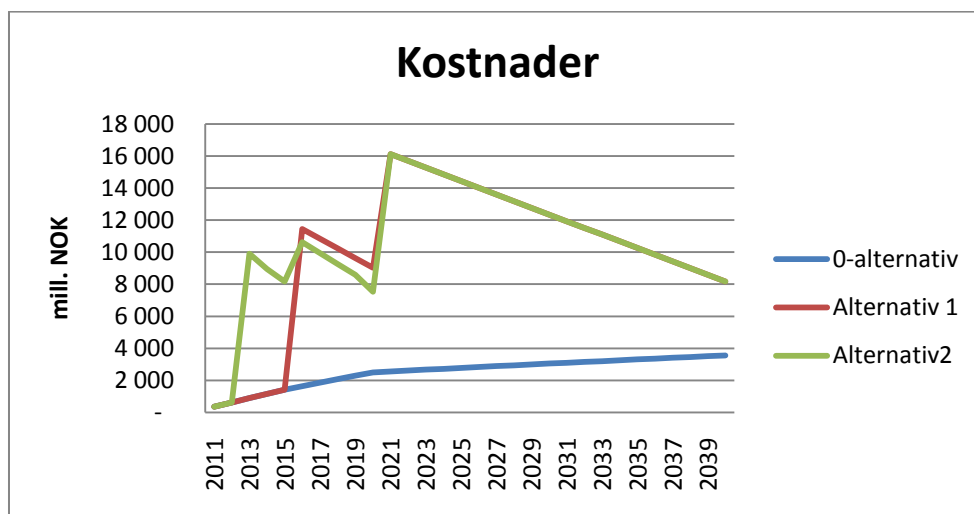
Utviklingen i tiltakskostnadene avhenger av en rekke forhold, blant annet fremtidig utvikling i bygningsmassen. Sentrale forutsetninger som ligger til grunn for utviklingen i bygningsmassen er nybyggrater, rehabiliteringsrater og riverater. I tillegg vil forutsetninger om andel oppvarmet areal for

¹ Med totalrehabilitering menes der rehabiliteringen koster mer enn 25 prosent av byggets verdi (eks. tomt) og/eller der 25 prosent av bygningskroppen gjennomgår full rehabilitering.

ulike bygningskategorier være sentralt. Vi har lagt til grunn samme forutsetninger som ligger i Arnstadrapporten².

Videre vil tiltakskostnadene avhenge av byggeprisene og hvordan disse utvikler seg i prosjektperioden. Desto større andel av bygningsmassen som energieffektiviseres, jo høyere etterspørsel etter både komponenter og arbeidskraft relatert til lavenergi/passivhus. Dette vil over tid gi økt kunnskap, bedre teknologi og konkurranse. I vår analyse har vi lagt til grunn at disse effektene vil bidra til lavere byggepriser og derigjennom reduserte tiltakskostnader.

Figuren nedenfor viser utvikling i tiltakskostnadene i de ulike alternativene i analyseperioden.



Årlige tiltakskostnader i de ulike alternativene, mill. NOK.

Som det fremgår av figuren, vil de årlige kostnadene i 0-alternativet ligge på i overkant av NOK 2 mrd i 2011 stigende til NOK 4 mrd kr i 2040.

Kostnadene i alternativ 1 vil frem til 2015 følge banen til 0-alternativet. Innføring av krav i 2016 medfører at tiltakskostnaden dette året vil ligge på NOK 11 mrd. Ettersom vi har forutsatt en prisreduksjon vil tiltakskostnaden reduseres over tid. I 2021 innføres et nytt sett med krav, og kostnaden vil i 2021 bli høyere. Etter 2021 reduseres kostnadene i tråd med forutsetningen om reduserte priser.

I alternativ 2 vil tiltak implementeres allerede i 2013 med rehabilitering og nybygg til lavenergistandard. I 2016 implementeres krav om passivhus for nybygg. Ettersom lavenergi fortsatt er kravet for rehabiliterte bygg, vil økt kunnskap, konkurranse og bedre teknologi bidra til at kostnadene knyttet til rehabilitering

² Arbeidsgruppen nedfelt av KRD og ledet av Eli Arnstad. I august 2010 ble arbeidsgruppens rapport ”Energieffektivisering av bygg. En ambisiøs og realistisk plan mot 2040” ferdigstilt

reduseres. Dette innebærer at totalkostnadene i alternativ 2 ligger under kostnadene i alternativ 1 fra og med 2016 til og med 2020. Fra og med 2021 vil merkostnadene i alternativ 2 følge banen til alternativ 1.

Tabellen viser nåverdien av tiltakskostnadene ved de ulike alternativene og merkostnadene i forhold til 0-alternativet

Tiltakskostnader og merkostnader for, nåverdi, mrd. NOK.

	Kostnad, totalrehabilitering og nybygg 2011-2040.	Merkostnad i forhold til 0-alternativ
0-alternativ	25	-
Alternativ 1	104	79
Alternativ 2	119	94

Tabellen viser at det vil bli gjennomført investeringer knyttet til energieffektiv rehabilitering og nybygg i 0-alternativet, selv i fravær av nye krav. Vi har beregnet nåverdien av tiltakskostnadene i 0-alternativet til å utgjøre ca NOK 25 mrd i perioden 2011-40. Tiltakskostnader i alternativ 1 er beregnet til omlag NOK 104 mrd, mens merkostnadene i forhold til 0-alternativet er på ca NOK 79 mrd. Tiltakskostnader i alternativ 2 er beregnet til ca NOK 119 mrd kroner, der merkostnadene i forhold til 0-alternativet utgjør omlag NOK 94 mrd kr.

Alternativenes samfunnsnytte

De samfunnsøkonomiske gevinstene av tiltaket er knyttet opp mot redusert energibruk i boliger og næringsbygg for rehabiliterte bygg og nybygg. Dette bidrar til reduserte energikostnader og redusert CO₂-utslipp. I vår analyse har vi verdsatt disse gevinstene. I verdsettingen av disse effektene har vi gjort forutsetninger om energibruk og energimiks for ulike bygningskategorier, CO₂-utslipp, energipriser og kvotepriser.

Redusert bruk av energi, herunder elektrisk kraft kan på sikt redusere behovet for nett- og kraftutbygging i Norge. Mindre press på eksisterende nett kan gi mer stabilitet og økt sikkerhet for strømforsyningen i Norge. Dette vil derfor kunne gi lavere investeringskostnader, mindre landskapsforringelse, og eventuell mindre forringelse av biomangfold. Disse forhold som med bakgrunn i oppdragets størrelse ikke har vært mulig å hensynta i de samfunnsøkonomiske beregningene.

Vi finner at det er potensial for en energibesparelse på mellom 18 og 20 TWh i 2040 avhengig av hvilket alternativ som implementeres. Dette er en betydelig besparelse tatt i betraktning at årlig energibruk til drift av dagens bygg er på 80 TWh per år. Lavere energibruk vil i utgangspunktet gi reduserte energikostnader for husholdninger og næringsliv. Besparelsen vil imidlertid avhenge av forholdet mellom hvor mye energiforbruket reduseres og hvordan energiprisen endres over tid.

Tabellen under viser nåverdien av totale energikostnader for de ulike alternativer samt besparelser i forhold til 0-alternativet. Tiltaket vil gi energikostnadsbesparelser for husholdninger og næringsliv på henholdsvis NOK 51 og 68 mrd gjennom hele analyseperioden.

Energikostnad og besparelse, nåverdi, mrd. NOK

	Total energikostnad for rehabilitering og nybygg 2011-2040	Besparelse i mrd kr
0-alternativ	178	
Alternativ 1	127	-51
Alternativ 2	110	-68

Vi har beregnet den totale utslippsbesparelsen i 2040 til ca. 7 og 8 millioner tonn for henholdsvis alternativ 1 og 2. Til sammenligning var det totale utslippet fra norsk økonomi (inkludert husholdninger) i 2009 på 65 millioner tonn CO₂. Totalt i hele analyseperioden er det potensial å spare mellom 90 og 115 millioner tonn CO₂.

Med utgangspunkt i antatt kvotepris vil alternativ 1 og 2 gi utslippsreduksjoner som tilsvarer en verdi på ca. NOK 14 mrd og 18 mrd sammenlignet med 0-alternativet.

CO₂ utslipp i alternativene og besparelse i forhold til 0-alternativ, nåverdi, mrd NOK

	Totalt CO ₂ -utslipp fra rehabiliterte bygg og nybygg, 2011-2040, mrd. NOK	Besparelse, mrd. NOK
0-alternativ	41	
Alternativ 1	27	-14
Alternativ 2	23	-18

Samlet vurdering av nytte og kostnader

Tabellen under viser netto mernytte (inntekter minus kostnader) av de ulike forslagene målt opp mot 0-alternativet. Som det fremgår av tabellen vil ikke gevinstene oppveie for kostnadene da den beregnede netto mernytten ligger på ca. NOK - 14 mrd og NOK - 8 mrd for henholdsvis alternativ 1 og 2. Alternativene er således ikke samfunnsøkonomisk lønnsomme innenfor analyseperioden frem til 2040. Vi finner at alternativ 2 er noe mindre ulønnsom enn alternativ 1.

Tiltakenes varighet vil imidlertid strekke seg ut over analyseperioden, dvs. utover 2040. Vi har på den bakgrunn også beregnet nåverdien av tiltaket ved å utvide analyseperioden frem mot 2050 og 2060 ved å legge til en restverdi på 10 og 20 år. Som det fremgår av tabellen bidrar dette til å øke nytten, og de to alternativene vil kunne generere samfunnsnytte med en utvidet analyseperiode på 20 år. Vi ser at alternativ 2 også vil gi positiv netto mernytte med forutsetninger om 10 års restverdi

Netto mernytte av alternativene, nåverdi. Mrd. NOK

	Alternativ 1, mrd. NOK	Alternativ 2, mrd. NOK
Merkostnader		
Byggkostnader	79	94
Sum merkostnader	79	94
Mernytte		
Reduserte energikostnader	51	68
Reduserte CO₂-utslipp	14	18
Sum mernytte	65	86
Netto mernytte	-14	-8
Netto mernytte inkl. restverdi 10 år	-4	4
Netto mernytte inkl. restverdi 20 år	3	13

For at tiltakene skulle vært lønnsomme måtte eksempelvis strømspotprisen ligge på ca. litt under 1 NOK/kWh gjennom analyseperioden.

Sensitivitetsanalyse

De samfunnsøkonomiske beregningene er beheftet med flere usikkerhetsmomenter. Vi har derfor gjennomført en sensitivitetsanalyse for å avdekke hvordan variasjoner i ulike usikre parametre påvirker alternativenes netto mernytte.

Av parametrene vi har gjort sensitivitetsberegninger på er:

- Realismen i andelen av bygningsmassen som kan rehabiliteres
- Utviklingen i 0-alternativet
- Endret CO₂-faktor
- Restverdier
- Utvidet analyseperiode

Tabellen under sammenstiller resultatene og viser opprinnelig verdi benyttet på den enkelte parameter i den samfunnsøkonomiske analysen, endringer i parameter i sensitivitetsanalyse og virkning på netto mernytte.

	Verdi i analysen	Endring i parameter	Netto mernytte	
			Alt 1	Alt 2
Analyseresultater			-14	-8
Ingen utvikling i 0-alternativ	Har antatt noe utbredelse og prisreduksjon	Ingen utvikling	-15	-13
Unntak for bygg fra før krigen	Har antatt 100 % implementering	Kun 40 % kan rehabiliteres til kravene	-35	-39
Endret CO₂-faktor	395 g CO ₂ /kWh	0/ 600 g CO ₂ /kWh	-27/-7	-25/-1
Restverdier	Ingen	10 /20 år	-4/3	4/13
Utvidet analyseperiode	Frem til 2040	Frem til 2060	27	38

Vi ser at dersom tiltakets periode utvides til 2060 innebærer dette de to alternativene blir samfunnsøkonomisk lønnsomme. Vi understreker at forutsetningene bak beregningene er usikre og noe stiliserte. Såpass langt inn i fremtiden vil det nødvendigvis være mye usikkerhet. Eksempelet illustrerer imidlertid at ved å se tiltak forenergieffektivisering i et større tidsperspektiv så vil også tiltakene bli lønnsomme fordi langt flere bygg vil være berørt av tiltakene og dermed gi høyere årlig gevinst mens de årlige kostnadene forblir uendret. For nærmere redegjørelse av forutsetningene som ligger bak resultatene knyttet til utvidet analyseperiode vises det til kapittel 10.4

Bransjemessige konsekvenser

Innføring av passivhus som forskriftskrav medfører at byggenæringen vil måtte tilpasse seg nye krav og byggemetoder. Dette vil medføre kostnader, og det forventes at de største kostnadene vil knytte seg til:

- Kompetanseheving
- Tilpasning / endring av systemer
- Innkjøp av utstyr

Kompetanseheving forventes å medføre den klart største kostnaden. Strengere byggekrav vil alltid medføre økt behov for kursing og kompetanseheving. I Arnstadrapporten fremheves det fra BNL at mange av deres medlemsbedrifter vil kunne levere passivhus i dag eller i de nærmeste årene. BNL mener imidlertid at dette ikke gjelder hovedgruppen av utførende bedrifter i Norge, og estimerer at over 100 000 mennesker i utførende del av næringen må gjennom kortere eller lengre opplæringsprogrammer. Dersom bransjen innen 2016 skal være ”ferdig opplært”, vil det bety at det hvert år frem til 2016 vil 20 000 mennesker gjennomgå en form for opplæring.

Det antas at svært mye av kunnskapsspredningen vil være konkurransedrevet, og at dette ikke vil kreve spesielle tiltak fra myndighetenes side. Aktører vil investere i kompetanse, systemer eller utstyr for å kunne møte et endret marked på best mulig måte. Utgiftene til dette vil igjen måtte legges inn i den totale byggekostnaden og dermed komme til syne i høyere priser i anbud over tid. Dermed videreføres kostnadene til utbygger eller forbruker, som på sin side vil oppleve en besparelse i energiutgifter per år. Utgiftene for bransjen antas å være medtatt den beregnede merkostnaden for passiv- og lavenergibygg i denne rapporten.

Enova har tatt initiativ til rapporten ”Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard” som gir en oversikt over det tekniske underlaget som er nødvendig for å innføre passivbygnivå som standard. I følge rapporten er det behov for nye anvisninger, verktøy og publikasjoner på robuste standardløsninger, og det er estimert et behov for 200 byggetaljblader på dette emnet i løpet av en 7 års periode. Det er i tillegg viktig å evaluere forbildeprosjekter for å lære av allerede gjennomførte prosjekt. I tillegg til evaluering av forbildeprosjekter er det vel så viktig å utvikle ny kunnskap for å kunne bygge mer miljøvennlig og kostnadseffektivt. Dette medfører et FoU-behov på 12 forskningsprosjekt på aktuelle emner i løpet av en 7 års periode.

Kostnader til pilotprosjekter, forbildeprosjekter og evalueringer vil også medføre økt FoU-kostnader. Denne analysen skal ikke beregne slike kostnader direkte, og det er uklart hvordan slike ordninger vil finansieres, men det er i andre utredninger beregnet at totale kostnader vil kunne ligge på ca. NOK 315 millioner. Dersom dette skal gjennomføres før eventuell implementering vil det gi en årlig merkostnad på ca. NOK 60 og 150 millioner for henholdsvis alternativ 1 og 2.

Energimessige konsekvenser

For alternativ 1 og 2 vil årlig energibesparelse i 2040 være på henholdsvis ca. 18 og 20 TWh basert på våre beregninger. Tatt i betraktning at årlig energibruk til drift av bygg er på 80 TWh i dag, vil besparelsen være av betydning. Det er usikkerhet knyttet til de energimessige konsekvensene. Når

strengere krav til isolering og tetting innføres gjennom lavenergi, - passivhus – og ”nesten nullenergi” standard, vil bygg få lavere oppvarmingsbehov. Samtidig får bygg større behov for å transportere bort overskuddsvarme på sommerstid gjennom kjølesystemer. Krav om lavenergi- og passivhusnivå må også ses i sammenheng med økt fokus på arealeffektivitet. Økt arealeffektivitet bidrar til større persontetthet og høyere internlast. Dette er mest aktuelt for næringsbygg da de har stort behov for energikrevende utstyr som avgir mye varme. Det kan stilles spørsmålsteget ved om det er hensiktsmessig å innføre passivbyggnivå for alle typer næringsbygg hvis det medfører at kjølebehovet øker drastisk. Hvis det er tilfellet kan besparelsene bli mindre enn antatt.

Når det blir krav om nesten nullenergibygg der en stor andel av varmebehovet skal dekkes av fornybare energikilder, vil energimiksen i Norge endres. Dette får naturligvis innvirkning på energibransjen. I dag er for eksempel ikke markedet for trepellets og flis stort i Norge. Vi har antatt at 5 prosent av nybygg, yrkesbygg som bygges etter TEK10, vil benytte trepellets eller flis til oppvarming via en biokjel. Til sammenlikning antar vi at ca 30 prosent av nesten nullenergibygg, yrkesbygg vil benytte trepellets eller flis til oppvarming.

Andre konsekvenser: konsekvenser for helse - inn klima

Endringene i måten vi ventilerer våre bygninger på, og særlig boliger, vil få konsekvenser for hvordan vi drifter våre bygg. På den ene siden sikrer balanserte ventilasjonsanlegg oss en tilstrekkelig luftmengde ved alle forhold, uten at det forutsetter at brukeren holder friskluftventilene åpne. På den andre siden må anleggene vedlikeholdes og deres mekaniske natur representerer en usikkerhet i forhold til å opprettholde kontinuerlig drift til enhver tid.

Alt i alt forventes det at den generelle kvaliteten på inneluften vil være bedre i fremtidens bygg enn den har vært i bygninger bygget frem til i dag. Bruk av balanserte ventilasjonsanlegg eller ”tette bygg” forventes ikke i seg selv å medføre noen forringelse av innemiljøet.

I tillegg til ventilasjonsmengde og luftkvalitet vil også isolasjonsmengden i ytterkonstruksjonen ha betydning for innemiljøet. I en godt isolert konstruksjon vil temperaturen på de innvendige overflatene være tilnærmet lik innelufttemperaturen, mens i en dårlig isolert konstruksjon vil innvendig overflatetemperatur påvirkes i stor grad av utetemperaturen. Bruk av moderne konstruksjoner og elementer (for eksempel yttervegger med god u-verdi, passivhus-vinduer etc.) kan derfor føre til at mange konvensjonelle innklimaproblemer som kald stråling, kaldras, kalde gulv etc. unngås.

Utviklingen mot passivhus i Norge går for tiden svært fort, og drivkraften for dette er hovedsakelig et politisk ønske om å spare energi og redusere CO₂-utslipp fra bygninger. Samtidig vet vi at det utføres byggefeil for om lag 12 milliarder kr årlig, og at feil drift av bygninger fører til betydelig redusert inn klima. Det er viktig at aspekter som miljø, helse, inn klima og kvalitet også tas med og utvikles videre for å sikre at det bygges gode bygg i fremtiden, også de med lavt energiforbruk.

God kontroll og kvalitetssikring av prosjektering og utførelse ligger som en forutsetning for å sikre godt innemiljø i alle bygg. Det er alltid mulig å bygge dårlige bygg, uansett teknologi og byggeår. Krav og rutiner for å sikre dette må derfor vektlegges også i fremtiden.

Det presiseres at denne rapporten kun har vurdert de helsemessige konsekvenser på et overfladisk nivå da dette er et stort felt. Det anbefales at konsekvenser for innemiljø og helse i passiv- og lavenergihus utredes nærmere i separate studier.

2 Summary

Objective of the study

This study is conducted on behalf of the Norwegian Ministry of Local Government and Regional Development (KRD). The main purpose of this study is to assess the impact of implementing the following regulations for energy efficiency in two alternatives:

Alternative 1

Requirements for rehabilitation (existing constructions):

- a) Low energy level 1 requirement from 2016, by total renovation
Passive house requirement from 2021, by total renovation
- b) Requirements for energy efficient components and construction parts for all measurements from 2016

Requirements for new construction

- a) Passive house requirements from 2016
Requirements for "almost zero energy houses" with approximately 100 percent renewal heat supply from 2021
- b) Increased focus on area efficiency in the regulations from 2016

Alternative 2

Implementation of the new regulations from 2013, where one may assume less ambitious requirements compared to low-energy-buildings/passive houses for rehabilitation and new construction projects respectively.

Our mandate had been to assess economic, energy-related, industry-related and other effects of the two alternatives compared to a base alternative which represents a continuation of the current requirements.

Economic impacts of the alternatives

We have conducted an economic analysis of implementing the requirements. The purpose of the economic analysis is to calculate the net additional benefits for the society of the two alternatives compared to a base alternative in the period from 2011 to 2040. If the alternatives generate positive net additional benefits, it is economically feasible to implement the regulations.

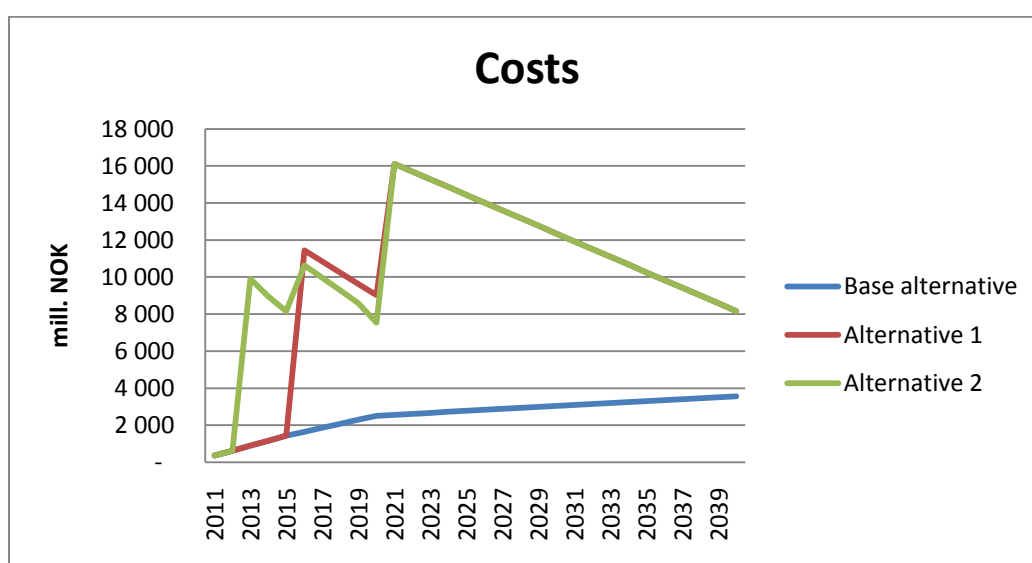
Costs

The future costs for the different alternatives depend on several aspects, including the future development of the total area of buildings in Norway. The total building area in Norway depends

on rates of new construction, rehabilitation rates and dispondal rates. In addition, we will focus on the proportions of heated areas related to the different categories of buildings. We have made the same assumptions as the Arnstad-report (2010).³

Furthermore, the costs of the implemented measures depend on construction prices and how they evolve during 2011-2040. The larger proportion of buildings that are going through measures that make them energy efficient, the higher demand for components and labor related to energy efficient houses. In a long time perspective this will provide more knowledge, improved technology and competition. This study assumes that the effects mentioned above will contribute to lower construction prices and reduced costs over time.

The figure below illustrates the trend of cost development from 2011 to 2040



As illustrated in the figure, the annual costs will increase in the base alternative going from approximately 2 billion NOK in 2011 to 4 billion NOK in 2040.

The costs of alternative 1 will follow the base alternative trend up to year 2015. Implementation of requirements in 2016 means that this year, initial implementation costs will be around NOK 11 billion. As we are assuming price reduction, the cost decreases over time. In 2021 we introduce a new set of requirements and the cost will be higher. After 2021 the costs will be reduced according to the assumption of reduced prices.

³ Eli Arnstad (2010): "Energieffektivisering av bygg. En ambisiøs og realistisk plan mot 2040"

For alternative 2, the measures will be implemented in 2013 with the renovation and construction of new buildings with low-energy standard. In 2016 it will be implemented requirements of passive house for new constructions. As low energy standard still will be required for renovated constructions, increased knowledge, competition and improved technology will contribute to the reduced costs associated with renovation.

The total costs of alternative 2 are less than the cost of alternative 1 from 2016 to 2020. From 2021 the additional costs of alternative 2 will follow the same trend as alternative 1.

The table below illustrates the net present value of the costs when comparing the different alternatives and the additional costs relative to the base alternative.

	Costs, total rehabilitation and new construction 2011-2040.	Additional cost compared to base alternative
Base alternative	25	-
Alternative 1	104	79
Alternative 2	119	94

The table illustrates that investments related to energy-efficient renovation, and new constructions in the base alternative, will be made even in the absence of new requirements. We have calculated the present value of the costs of measures in the 0-option to approximately NOK 25 billion in the period 2011-40. The costs of measures in option 1 are estimated to approximately NOK 104 billion, while the additional costs in relation to the 0-option is approximately NOK 79 billion. The costs of option 2 are estimated to approximately NOK 119 billion, with additional costs in relation to 0-option to approximately NOK 94 billion.

Benefits

The economic benefits of the measures are related to reduced energy consumption in newly constructed buildings and renovated constructions, both in private households and commercial buildings. This will contribute to reduced energy costs and reduce CO₂ emissions. In this analysis, we have valued these benefits. When valuating these effects, we have made assumptions regarding energy consumption and energy mix for various categories of constructions, CO₂ emissions, energy prices and quota prices.

Reduced energy consumption among household and businesses may reduce the need for investments in new energy capacity in Norway. Furthermore reduced pressure on existing networks may result in increased stability and increased security with respect to the power supply in Norway. These circumstances have not been taken into account in our cost-benefit analysis.

There is potential for energy savings of 18 to 20 TWh in 2040, depending on the option implemented. This is a significant amount when considering that the annual energy use for operations of the current building is 80 TWh per year. Lower energy consumption will initially provide reduced energy costs for households and businesses. The cost reduction will depend on the relation between how much one reduces energy consumption and how energy prices change over time.

The table below illustrates the present value of total energy costs for the various options, and savings in relation to the base alternative. The measure will provide energy cost savings for households and businesses, respectively NOK 51 billion and 68 throughout the period of time.

	Total energy costs for rehabilitation and new construction 2011-2040, billion NOK	Savings compared to base alternative, billion NOK
Base alternative	178	
Alternative 1	127	-51
Alternative 2	110	-68

We have calculated the total emission savings in 2040 to approx. 7 and 8 million tons, in terms of option 1 and 2 respectively. In comparison, the Norwegian economy (including households) had a total emission of 65 million tons of CO₂ in 2009. Looking at the entire time period, there is a potential to save between 90 and 115 million tons of CO₂.

Based on the estimated quota prices, option 1 and 2 will provide emission reductions equivalent to a value of approx. NOK 14 billion and 18 billion compared to the base-alternative.

	Total CO₂-emissions from rehabilitated and new constructions, 2011-2040, billion NOK	Savings, billion NOK compared to base alternative
Base alternative	41	
Alternative 1	27	-14
Alternative 2	23	-18

Overall assessment of benefits and costs

The table below illustrates the added value (revenue minus costs) of the various proposals measured against 0-option. As the table shows the gains will not compensate for the costs. The net benefit is NOK -14 billion and -8 billion for options 1 and 2 respectively. The alternatives are therefore not economically profitable within the period until 2040. The implemented measures will, however, extend beyond the time period, i.e beyond 2040. Moreover, we have calculated the present value of the project by extending the time period until 2050 and 2060 by adding a residual value of 10 and 20 years. As the table illustrates, it will increase the benefits, and we observe that 20 years residual value will generate positive net benefits for both alternatives. A residual value of 10 years results in a positive net benefit in alternative 2, but negative in alternative 1.

	Alternative 1, billion NOK	Alternative 2, billion NOK
Additional costs compared to base alternative		
Construction costs	79	94
Total additional costs	79	94
Additonal benefits compared to base alternative		
Reduced energy costs	51	68
Reduced CO₂-emissions	14	18
Total additional benefits	65	86
Net additional benefits	-14	-8
Net additional benefits inkl. 10 year residual value	-4	4
Net additional benefits inkl. 20 year residual value	3	13

In order to make the implemented measures profitable, the spot price should be around 1 NOK / kWh throughout the time period.

Sensitivity analysis

The economic calculations are subject to several uncertainties. Therefore we have conducted a sensitivity analysis to determine how the variation in different parameters of uncertainties affects the options' added value.

This includes the following parameters:

- Reduced share of buildings relevant for rehabilitation
- Development of the 0-option
- Changed CO2 factor
- Residual Values
- Extended time period

The table below compiles the results and shows the initial value used for each parameter in the economic analysis, changes of parameters in the sensitivity analysis and the effect on added value.

	Parameter value in base analysis	Parameter change	Net add. benefits bill. NOK	
			Alt 1	Alt 2
Results in the base analysis			-14	-8
No further market development in base alternative	Assumed some development	No further development	-15	-13
Exception for building from before 1940	Have assumed 100 % implementation	40 % can rehabilitate according to requirements	-35	-39
Change in CO₂-parameter	395 g CO ₂ /kWh	0/ 600 g CO ₂ /kWh	-27/-7	-25/-1
Residual values	None	10 /20 år	-4/3	4/13
Extended analysis period	2011- 2040	2011-2060	27	38

If the time period of the measurements' was extended to 2060, the two alternatives would be economically profitable. We emphasize that the assumptions behind the calculations are uncertain. The example illustrates, however, that by foresighting measurements of energy efficiency in a broader perspective, the measures will be profitable because several buildings will be affected by the measures. i.e. higher annual profit, while the annual cost remains unchanged. For further details on the assumptions made for the time period, see Chapter 10.4

Industrial effects

Introducing regulatory requirements for passive houses means that the construction industry will have to adapt new requirements and construction methods. This includes costs and it is expected that the most significant costs will be related to:

- Increased competence
- Changing systems
- Purchase of equipment

Increased competence requirements are expected to cause the largest cost. Stricter construction standards will most likely result in an increased need for training and increased competence. The BNL (in the Arnstad 2010 report) emphasize that several members will provide passivhus today or in the near future. BNL means, however, that it does not apply to the main group of companies in Norway, and estimates that around 100 000 people in the executive part of the industry will have to participate in training programs. If the industry by 2016 has performed such training, it means that every year up to 2016, 20 000 people undergo some form of training. It is assumed that a great deal of the knowledge spread will be driven by internal competition, and will not require government measures. Executives will invest in competence, systems and/or equipment, to be able to meet a changing market in the best possible way. Expenses would have to be included in the total construction cost, hence appear with higher prices over time. Furthermore, a continued cost for the constructor or consumer will experience savings in energy costs per year. This report expects industrial expenses to be included in the estimated additional costs in terms of both passive- and low energy constructions.

Enova has initiated the report: "Knowledge when introducing passive house standard ". The report gives an overview of the technical issues necessary to identify, when implementing passive construction level as a standard. According to the report there is a need for new manuals, tools, and guidelines concerning standard solutions. Moreover, it is estimated to be a need for and it is estimated a need for 200 construction details on this subject through a 7 year period. It is also important to evaluate model projects to experience from other projects. In addition, it is equally important to develop new knowledge in order to construct more environmentally and cost effective. There is a need for R&D projects through a 7 year time period.

Costs in terms of comprehensive projects, model projects and evaluations will result in increased R & D costs. This study will not estimate such costs directly, and it is unclear how such projects

will be funded. However, other similar studies have estimated a total cost around NOK 315 million. If such a study will be made before implementation, the annual additional costs will be around NOK 60 and 150 million respectively – when selecting alternative 1 and 2.

Energy related effects

Annual energy savings in terms of alternative 1 and 2 is estimated to be around 18 and 20 TWh respectively, in 2040. If the annual energy consumption for operating buildings is set to 80 TWh today, the savings will be significant. Nevertheless, there are uncertainties when it comes to the energy effects.

When stricter insulation requirements are implemented through low-energy -, passive house - and “almost-zero-energy-” standards, the buildings will have lower heat requirements. Furthermore, buildings will have a larger need to excess heat in the summer through cooling systems. More extensive requirements regarding low-energy and passive-house level will also be considered in an increased area efficiency context. Increased area efficiency will contribute to higher personal density and higher internal loads. Furthermore, commercial buildings would have a need for energy intensive equipment. It is questionable whether it is appropriate to introduce passive construction standards for all types of commercial building, if it means that the cooling demand increases significantly. In that case, savings could be less than assumed.

When requirements for almost zero energy buildings are implemented and a large proportion of the heat is covered by renewable energy sources, the energy mix in Norway will be changed. The energy industry will most likely be affected by such requirements. The Norwegian wood and pellets market today is insignificant.

We have assumed that 5 percent of new constructions, commercial buildings (built after TEK10) will use pellets or wood chips for heating. In comparison, we assume that approximately 30 percent of “almost zero energy buildings”, commercial buildings will use wood pellets or wood chips for heating.

Other effects: health and indoor air quality

Changes in way buildings are ventilated, in particular housing, will affect how buildings are operated. Balanced ventilation system ensures a sufficient airflow, without open air vents. However, facilities must be maintained and their mechanical system represents an uncertainty when it comes to maintain continuous operation at any time.

It is expected that the overall quality of indoor air will be improved in future buildings. The use of balanced ventilation system is not expected to affect the indoor environment in a negative way.

The passive house trend in Norway is growing, and the driver is mainly politically. The purpose is to save energy and to reduce CO₂ emissions from buildings. At the same time we recognize that

around NOK 12 billion annually is categorized as construction failure. Furthermore the failures related to construction operations affect the indoor air quality negatively. It is important that aspects such as environment, health, indoor air quality are developed, in order to ensure good quality also in the future.

Sufficient control and quality assurance of design is as essential to ensure good quality indoor environment for all buildings. Requirements and procedures to ensure this must therefore be emphasized in the future.

It should be noted that this report has only considered the health impacts on a superficial level. Regardless, it is recommended that the impact on indoor environment and health in passive and low energy buildings will be more closely studied.

3 Innledning

3.1 Bakgrunn og mandat for utredningen

Drift av bygg bidrar til ca. 40 prosent av den samlede energibruken i Norge. Bygninger er derfor trukket frem som et viktig fokusområde i håndteringen av energi- og klimagassutfordringene. Kommunal- og regionaldepartementet skriver nå en stortingsmelding om bygningspolitikken. Meldingen skal skissere problemstillinger og utfordringer som norsk byggsektor står overfor i årene fremover og vurdere tiltak og virkemidler som det kan være aktuelt for staten å iverksette for å nå nærmere definerte samfunns mål. Energibruk er foreløpig gitt særskilt fokus i arbeidet med stortingsmeldingen.

Kommunal- og regionalminister Liv Signe Navarsete oppnevnte i 2009 en arbeidsgruppe som skulle gi innspill til en handlingsplan for energieffektivisering av bygg. Arbeidsgruppen ble ledet av Eli Arnstad, og i august 2010 ble arbeidsgruppens rapport "Energieffektivisering av bygg. En ambisiøs og realistisk plan mot 2040" ferdigstilt (heretter kalt Arnstadrapporten). Dagens energibruk til drift av bygg er 80 TWh/år. Arbeidsgruppen mener det er realistisk å redusere energibruken til drift av bygg med netto 10 TWh per år innen 2020, som betyr en reduksjon fra 80 TWh per år til 70 TWh per år. Innen 2040 mener arbeidsgruppen det er mulig å halvere dagens energibruk til drift av bygg til netto 40 TWh per år. Dette stemmer overens med funnene til lavenergiutvalget (2009). For å nå disse målene utarbeidet arbeidsgruppen en "tiltaks pakke" bestående av både regulatoriske og økonomiske virkemidler for både nye og eksisterende bygg.

Kommunal- og regionaldepartementet (KRD) ønsker nå vurdering av et utvalg av tiltakene fra arbeidsgruppen, og har bedt om en konsekvensanalyse av å innføre nye energikrav. Forslagene som skal utredes er begrenset til:

Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg)

- c) Krav om lavenerginivå 1 fom 2016 ved totalrehabilitering⁴
Krav om passivhusnivå fom 2021 ved totalrehabilitering
- d) Krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler ved alle tiltak fom 2016.

Forskriftskrav til nybygg

- c) Krav om passivhusnivå fom 2016
Krav om "nesten nullenergibyg" med tilnærmet 100 prosent fornybar varmforsyning fom 2021
- d) Økt fokus på arealeffektivitet i forskriften fom 2016

⁴ Med totalrehabilitering menes der rehabiliteringen koster mer enn 25 prosent av byggets verdi (eks. tomt) og/eller der 25 prosent av bygningskroppen gjennomgår full rehabilitering.

Alternativ 2:

Innføring av nye forskriftskrav på energiområdet fra og med 2013, men hvor det kan legges til grunn noe mindre ambisiøse krav enn lavenergi-/passivhusnivå for henholdsvis rehabilitering og nybygg.

For begge alternativene skal det vurderes samfunnsøkonomiske, energimessige, bransjemessige og andre konsekvenser i forhold til et 0-alternativ som representerer en videreføring av dagens krav.

3.2 Begrepsavklaring

I rapporten vil det benyttes flere begrep og faguttrykk. I dette kapittelet vil vi gjennomgå enkelte sentrale begrep.

Totalrehabilitering	Med totalrehabilitering menes tiltak der rehabiliteringen koster mer enn 25 prosent av byggets verdi (eks. tomt) og/eller der 25 prosent av bygningskroppen gjennomgår full rehabilitering.
Lavenergi- og passivbygnivå	Det tas utgangspunkt i NS 3700 og kommende NS 3701 for definisjon av lavenergi- og passivbygnivå.
”Nesten nullenergibygg”	I henhold til revidert bygningsenergidirektiv. Tilsvarende passivbygg der en betydelig andel av varmebehovet er dekket med lokal energiforsyning.

Totalrehabilitering

Begrepet totalrehabilitering er hentet fra EUs energidirektiv fra 2002. Følgende formulering står i direktivet:

- a) Større rehabiliteringer av eksisterende bygninger over en viss størrelse bør anses som en mulighet til å treffe kostnadseffektive tiltak for å oppnå en forbedring av energiytelsen. Med større rehabilitering menes prosjekter der de samlede kostnadene for rehabilitering av bygnings skall og/eller energiinstallasjoner som varmeanlegg, varmtvannsforsyning, klimaanlegg, ventilasjon og belysning overstiger 25 prosent av bygningens verdi, ikke medregnet verdien av tomten bygningen står på, eller der mer enn 25 prosent av bygnings skallet rehabiliteres

Det er definisjonen ovenfor som brukes videre i denne rapporten. Det er enkelte uklarheter knyttet til begrepet totalrehabilitering. For eksempel er det uklart hva som ligger i begrepet total. I tillegg er det heller ikke klarhet i hvilken verdi på bygget som skal legges til grunn. Merk imidlertid at plan- og bygningsloven angir at regleverket for nybygg gjelder ved hovedombygging, dvs. ca 50 prosent ombygging. Dersom utbedringen er å definere som bruksendring eller hovedombygging må hele bygget tilfredsstillende gjeldende krav i teknisk forskrift.

Lavenergi- og passivbygnivå

Med passiv- og lavenergibygg menes at bygningen har en energiytelse som tilsvarende energiytelsen slik den er definert i Norsk Standard NS 3700, for boliger og i kommende standard NS 3701 for

næringsbygg. Foreløpig legges SINTEF Byggforsk prosjektrapport 42 til grunn for definisjonen. Energiytelsen i standardene er definert ut fra krav til høyeste varmetapstall, beregnet netto energibehov til oppvarming og minstekrav til bygningsdeler, tekniske komponenter og lekkasjetall. Kravene varierer med bygningens størrelse og lokalt klima.

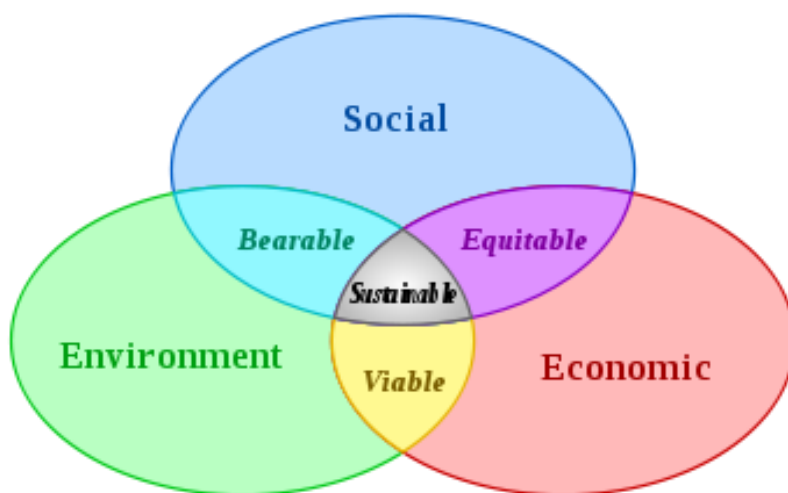
Nesten nullenergibygg

EU-kommisjonen foreslo i november 2008 en revisjon av Bygningsenergidirektivet (Directive on Energy Performance of Buildings), som er vedtatt i Norge og som ligger til grunn for vår nasjonale energimerkeordning og kravnivået i plan- og bygningsloven. Revisjonen til direktivet krever at offentlige bygninger fra 2018, og alle andre bygninger fra 2020, skal 'nesten være nullenergibygninger'. Nivået er foreløpig ikke entydig definert. I denne rapporten benyttes derfor samme definisjon som i Arnstadrapporten, se tabellen ovenfor.

3.3 Bærekraftig utvikling

Ved innføring av nye krav bør prinsippene om bærekraftig utvikling stå i fokus. Rapporten "Grunnlag for og krav om utbedring av eksisterende byggverk"⁵ har en oversiktlig fremstilling av begrepet bærekraftig utvikling. Nedenfor er et utdrag:

Bærekraftig utvikling (Sustainable development), betegner hvordan miljø, økonomi og sosial utvikling er knyttet sammen (se figur 3-1).



3-1 Prinsippet om bærekraftig (sustainable) utvikling⁶.

⁵ Multiconsult (2011) Grunnlag for og krav om utbedring av eksisterende byggverk

⁶ http://no.wikipedia.org/wiki/B%C3%A6rekraftig_utvikling

Når det gjelder eksisterende bygninger vil de tre grunnpilarene i prinsippet om bærekraftig utvikling kunne kobles til følgende eksempler:

- Sosial utvikling (Social): Innemiljø og helse (herunder både fysisk og psykisk helse), estetikk, bevaring etc.
- Miljø (Environment): Energibruk, energikilder, miljøfarlige stoffer, miljøsanering, kildesortering etc.
- Økonomi (Economic): Livssyklus kostnader (LCC), tilbakebetalingstid, verdistigning, leieinntekter, samfunnskostnad etc.

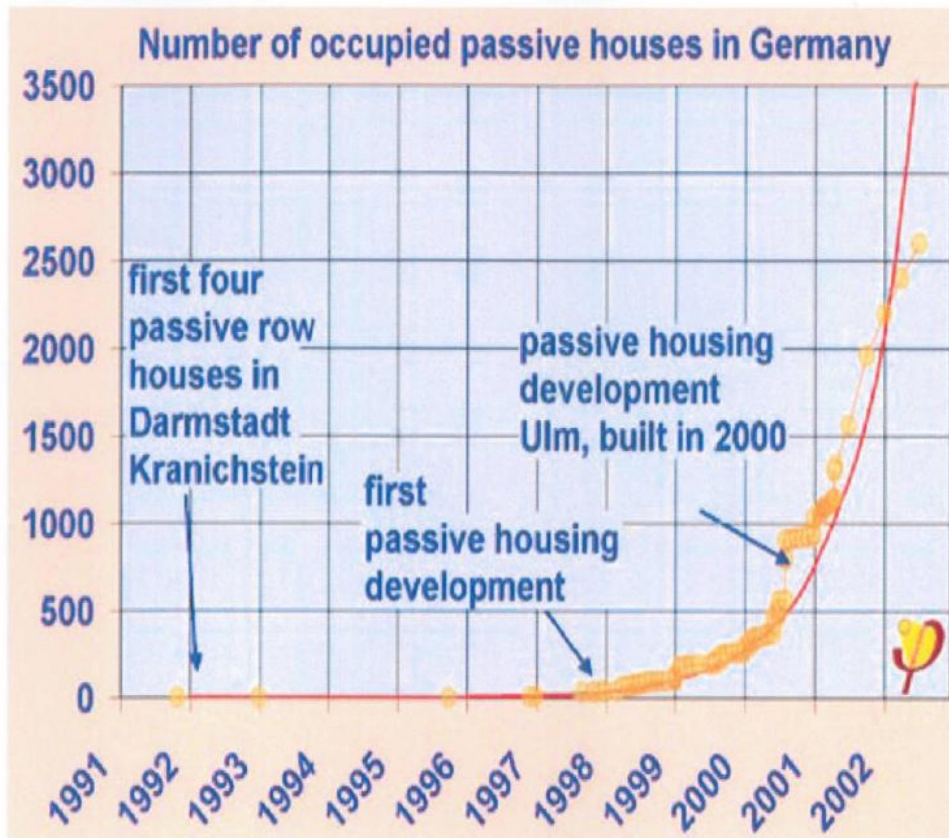
En bærekraftig utvikling vil derfor være en kombinasjon av prioriteringer mellom de ulike elementene i de tre grunnpilarene nevnt over. Det betyr blant annet at en ensidig fokusering på for eksempel energi ikke vil være bærekraftig, men må settes i sammenheng med flere elementer.

I denne rapporten vil vi vurdere konsekvenser for alle de tre grunnpilarene i prinsippet om bærekraftig utvikling.

3.4 Status energieffektivisering i Norge og andre land

Det første passivhuset ble bygget i Darmstadt i Tyskland i 1992. Det er om lag 21 000 passivhus som er bygd i Tyskland i dag. Figuren under viser vekst i antall passivhus i Tyskland fra 1992 til 2003, og det fremgår av figuren at veksten har vært tilnærmet eksponentiell. I følge en analyse⁷ utgitt av *Passive House Promoters (PASS-NET)* er det estimert at det vil være over 70 000 passivhus i Europa i 2012.

⁷ http://www.pass-net.net/downloads/pdf/report_international_ph-database.pdf



The number of passive houses accomplished during the last 10 years. The annual growth today is about 100% per year.

Figur 3-2 Utviklingen i antall passivhus i Tyskland fra 1991-2002

Utviklingen i Norge har så langt vært begrenset sammenlignet med andre land. Ulik utberedelse av passivhus i relativt sammenlignbare europeiske land, kan henge sammen med forskjellige faktorer. SINTEF har gjennomført en sammenligning av krav til energieffektivitet mellom europeiske land⁸. Når man korrigerer for ulikt i klima i de forskjellige land, er det en gruppe med fire land (Norge, Sverige, Danmark og Nederland) som utpeker seg med de strengeste energikrav i forhold til klima. Til sammenligning er kravene i Tyskland, og til en viss grad Østerrike, i utgangspunktet bare middelmådige. Det at disse to land er lengst fremme med bygging av passivhus skyldes andre forhold (finansieringsordninger, markedsstruktur og ildsjeler) og ikke forskrifter. Energipriser er en annen faktor. Sammenlignet med mange europeiske land, har Norge historisk hatt relativt lave energipriser. Dette medfører at besparelsen av å bygge energieffektivt har vært lavere i Norge sammenlignet med

andre land. Dette har gitt lavere incentiver til frivillig å bygge energieffektivt. Ulike støtteordninger og krav er en annen faktor som kan bidra til ulik utbredelse av energieffektive bygg.

4 Metode

Vårt mandat er å utrede ulike konsekvenser av å innføre tiltak i to forskjellige alternativer. Vi skal redegjøre for samfunnsøkonomiske konsekvenser, bransjemessige, energimessige og andre relevante konsekvenser. For å vurdere de samfunnsøkonomiske konsekvensene vil vi gjennomføre en nytte-kostnadsanalyse. I en samfunnsøkonomisk nytte-kostnadsanalyse verdsettes alle effekter av et tiltak i kroner så langt det lar seg gjøre. Kroneverdien brukes for å måle effektene opp mot hverandre. Dersom en legger sammen beregnet verdi av alle effektene ved et tiltak og summen blir positiv, er tiltaket samfunnsøkonomisk lønnsomt.

Konsekvensene av tiltakene i de to alternativene vil måles og sammenlignes med et alternativ som beskriver utviklingen uten innføring av tiltak. Dette alternativet kalles 0-alternativet. Differansen mellom virkningene i alternativ 1 og 2 sammenlignet med 0-alternativet vil da være konsekvensene av de to alternativene. Etersom effektene vurderes opp mot et 0-alternativ hvor tiltaket ikke innføres, er det alltid nettostørrelser som benyttes i analysen.

I denne analysen skal det gjøres en vurdering av effekter av å innføre nye krav om energieffektivisering av bygg. Kravene innføres for nybygg og totalrehabiliterede bygg. Vi skal vurdere hvilke kostnader og gevinster nye krav vil medføre sammenlignet med hvordan situasjonen er per i dag. For å løse dette må vi vite hvordan dagens krav påvirker både byggekostnader og energibruk i bygg. I tillegg må vi ha informasjon om hvor mange som bygger utover dagens krav, tilsvarende de nye kravene som vurderes innført. Dette vil danne grunnlaget for 0-alternativet som vi måler konsekvensene mot.

Når vi kjenner nivå på både byggekostnader, bygge- og rehabiliteringsomfang og energibruk per i dag, kan vi beregne tiltakets konsekvenser ut fra kunnskap om hva det nye tiltaket vil medføre av tillegg på byggekostnader og energibesparelser.

De konsekvensene som ikke kan måles i kroner vil beskrives.

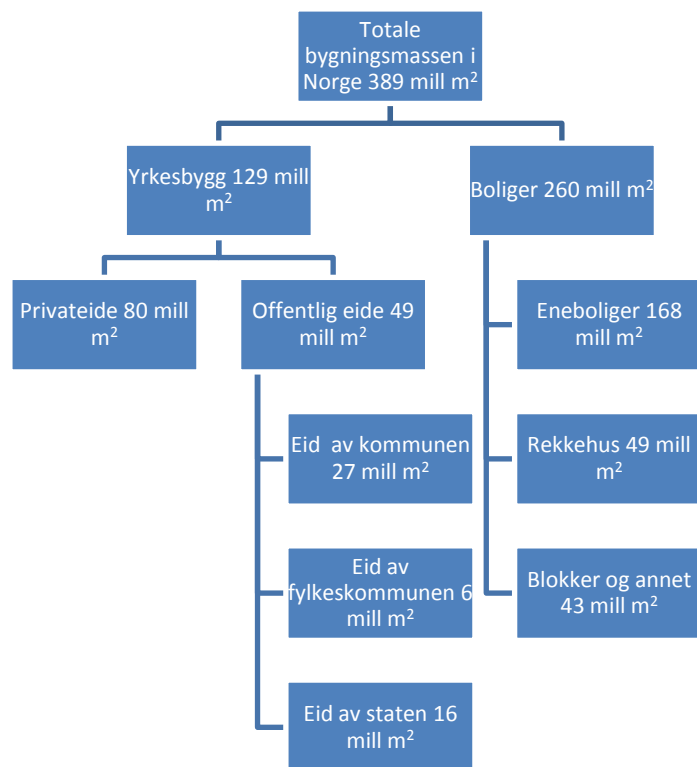
Etersom vårt mandat har vært å ta utgangspunkt i Arnstadrapporten har vi valgt å vurdere konsekvensene av tiltakene til og med 2040.

5 Bygningsmassen i Norge

Utvikling av bygningsmassen vil være avgjørende for hvordan nye krav påvirker både kostnader og gevinster. Både SSB og Prognosesenteret har utarbeidet statistikk om bygningsmassen og prognoser for hvordan denne forventes å utvikle seg over tid. Bygningsmassen deles inn i yrkesbygg og boligbygg. I kategorien inngår boligbygg småhus, rekkehus og boligblokker.

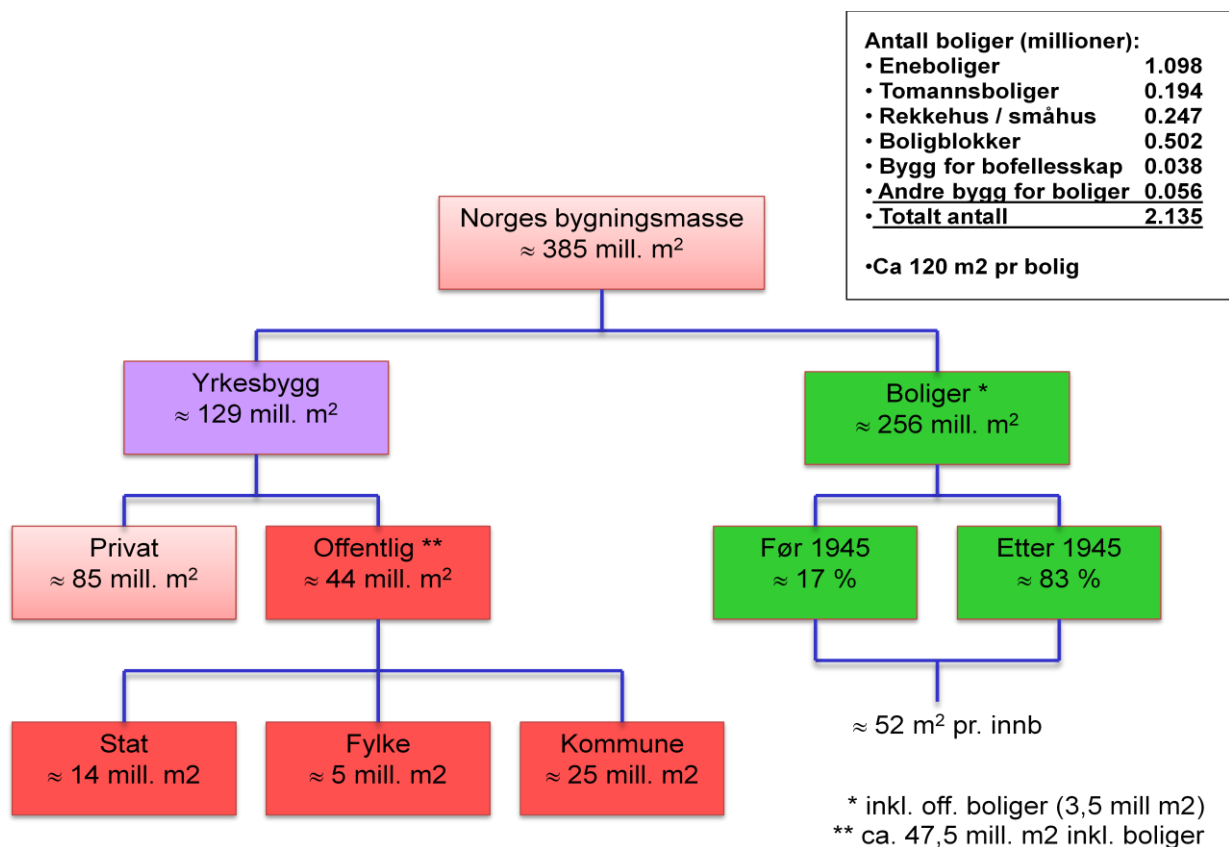
Arnstad-rapporten legger til grunn tall fra SSB og Prognosesenteret som viser at den totale bygningsmassen i Norge i 2009 var på 389 millioner m², fordelt på 129 m² millioner yrkesbygg og 260 m² millioner boliger. Dette er eksklusiv fritidsbygg, landbruks- og fiskeribygge. Det ble anslått at om lag 15 prosent av dette arealet var uoppvarmet, noe som innebar et totalvolum for oppvarmet areal i boliger på 218,5 mill m². Likeledes beregnet Enova at yrkesbygg sto for om lag 127 millioner m² og la

til grunn at alt areal var oppvarmet areal. I denne analysen har vi valgt å ta utgangspunkt i arealene som legges til grunn i Arnstadrapporten fordi arealtallene ble benyttet for å beregne energisparepotensialet ved å innføre de foreslåtte tiltakene. I figuren under vises Norges bygningsmasse slik det fremgår av Arnstadrapporten.



Figur 5-1. Norges bygningsmasse og eierstruktur per 2009, Kilde: Arnstadrapporten (SSB og Prognosesenteret)

Det har lenge vært diskusjon rundt hva som er Norges bygningsmasse i dag. Multiconsult ved Svein Bjørberg gir innspill på Norges bygningsmasse i forbindelse med det pågående arbeidet med Stortingsmelding om bygningspolitikk. I den forbindelse har dagens arealtall vært diskutert blant flere aktører, deriblant SINTEF, SSB, Prognosesenteret, NVE og Multiconsult. Det har blitt enighet om at det i fremtiden skal benyttes følgende tall.



5-2 Norges bygningsmasse og eierstruktur per 2011. Kilde: Multiconsult innspill til faktakapittel i Stortingsmelding

Vi vil legge til grunn forutsetningene som ligger til grunn i Arnstadrapporten og en oppsummering av disse følger av tabellen under.

Tabell 5-1 Bygningsmassen i Norge, total og oppvarmet areal,

	Totalt, mill m ²	Andel oppvarmet areal %	Oppvarmet areal, mill. m ²
Boliger	260	85 %	221
Yrkesbygg	129	100 %	129
Totalt	389		350

For å fremskrive bygningsmassens arealer må vi beregne hvordan bygningsmassen antas å endres over tid. Vi må derfor legge til grunn rater for nybygging, rehabilitering og riverate. Forskjellen mellom nybyggraten og riveraten vil angi netto tilgang på ny bygningsmasse.

5.1 Nybyggrate

Arnstadrapporten legger til grunn forutsetningene i rapporten til Lavenergiutvalget⁹. Lavenergiutvalget baserte seg på tall fra SSB hvor det fremgår at det fra 1990 til 2004 i snitt ble bygget 2,9 millioner m² som er 1,33 prosent nye boliger hvert år regnet ut fra 2007 tall. Utvalget fikk videre oversendt data fra Prognosesenteret som vurderte at det i perioden 1993-2007 i snitt ble bygget 2,46 millioner m² yrkesbygg hvert år (1,91 prosent).

5.2 Rehabiliteringsrate

Det eksisterer ingen god statistikk for rehabilitering. Både Arnstadrapporten og Lavenergiutvalget legger til grunn forutsetningene fra Dokka (2009) hvor det ble det lagt til grunn en rehabiliteringsrate på 1,5 prosent for både boliger og yrkesbygg. Dette utgjør 3,28 og 1,91 millioner m² per år for henholdsvis boliger og yrkesbygg. Som det fremgår i kapittel 2.2 er det usikkerhet knyttet til både begrep og omfang av rehabilitering og det er ikke klart hva rehabiliteringsraten omfatter.

5.3 Riverate

Arnstadrapporten legger til grunn tilsvarende riverate som Lavenergiutvalget. Det forutsettes en riverate på 0,6 prosent for boligmassen og tilsvarer en levetid på totalt 167 år for boliger. For yrkesbygg forutsettes det en riverate på 1,2 prosent som tilsvarer en levetid på ca. 83 år for yrkesbygg. Riveratene medfører at boligmassen øker med 0,73 prosent hvert år og yrkesbygg øker med 0,74 prosent hvert år. I Arnstadrapporten fremgår det at riveraten er svært usikker ettersom det ikke finnes noen offisiell statistikk på sanering/riving. Dette innebærer at henholdsvis ca. 1,31 og 1,52 millioner m² boliger og yrkesbygg rives hvert år.

Multiconsult stiller seg kritisk til at riveraten er så høy, spesielt for boliger. En gjennomsnittsbolig har oppvarmet areal på 100 m², noe som innebærer at ca 13 000 boliger blir revet hvert år hvis man benytter riverate på 0,6 prosent. Multiconsults kjennskap til markedet tilsier at det er langt færre boliger som rives hvert år.

⁹Rapporten til Lavenergiutvalget
: http://www.regjeringen.no/upload/OED/Rapporter/OED_Energieffektivisering_Lavopp.pdf

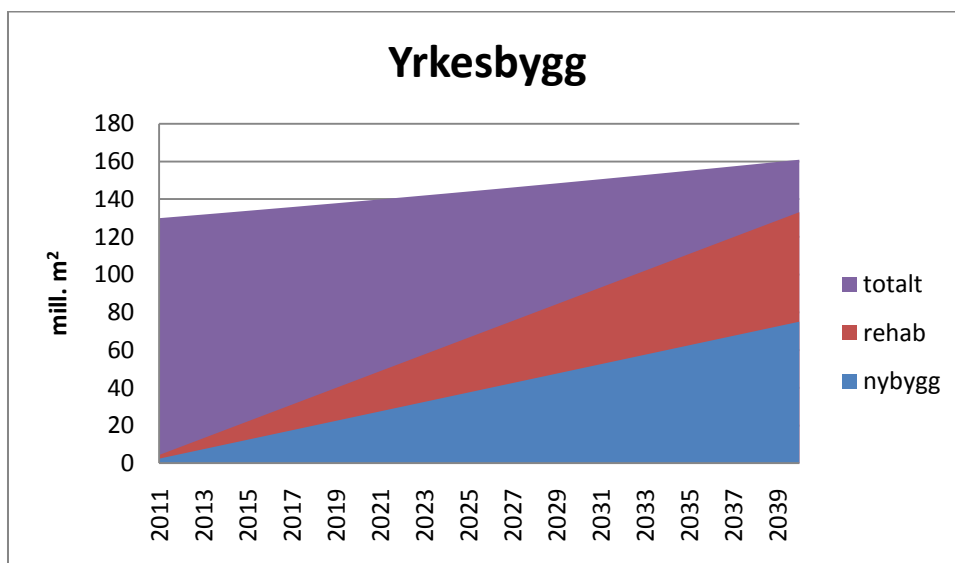
5.4 Bygningsmassen i analysen

Basert på forutsetningene som er redegjort for bygningsmassen og rater for nybygg, riving og rehabilitering, har vi sammenfattet informasjon om antall m² BRA av bygningsmassen som hvert år vil bli berørt av ulike tiltak. Forutsetninger og areal fremkommer i tabellen under.

Tabell 5-2 Rater og antall mill.m² som årlig bygges nytt, rehabiliteres og rives.

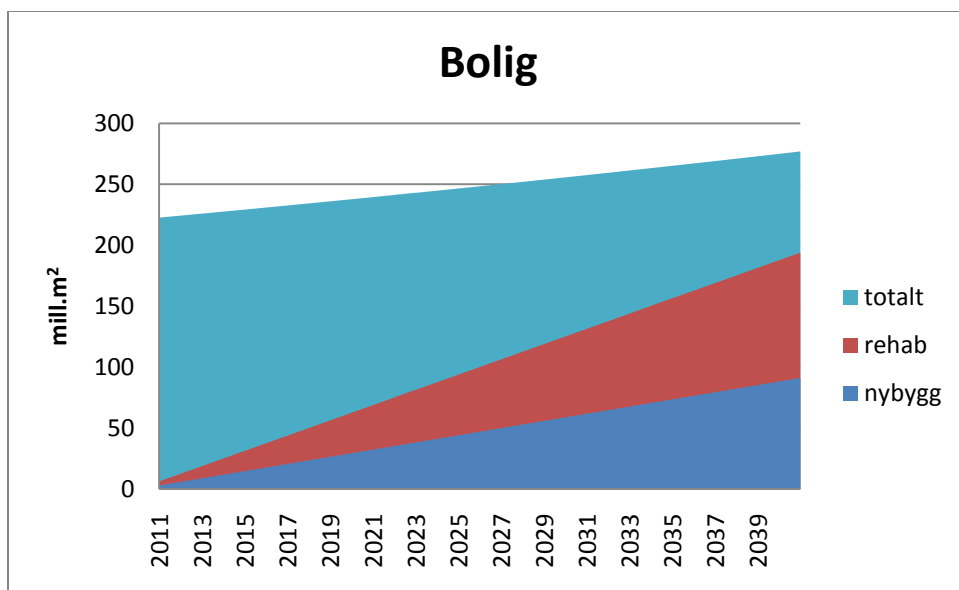
	Bolig	Yrkesbygg	Bolig, mill m ²	Yrkesbygg, mill m ²
Nybygg	1,33 %	1,94 %	2,9	2,5
Rehabilitering	1,5 %	1,5 %	3,3	1,9
Riving	0,6 %	1,2 %	1,3	1,5

Basert på tallene i Tabell 5-2 har vi illustrert hvordan bygningsmassen vil utvikle seg gjennom hele analyseperioden. Figurene under viser fremskrevet bygningsmasse mot 2040.



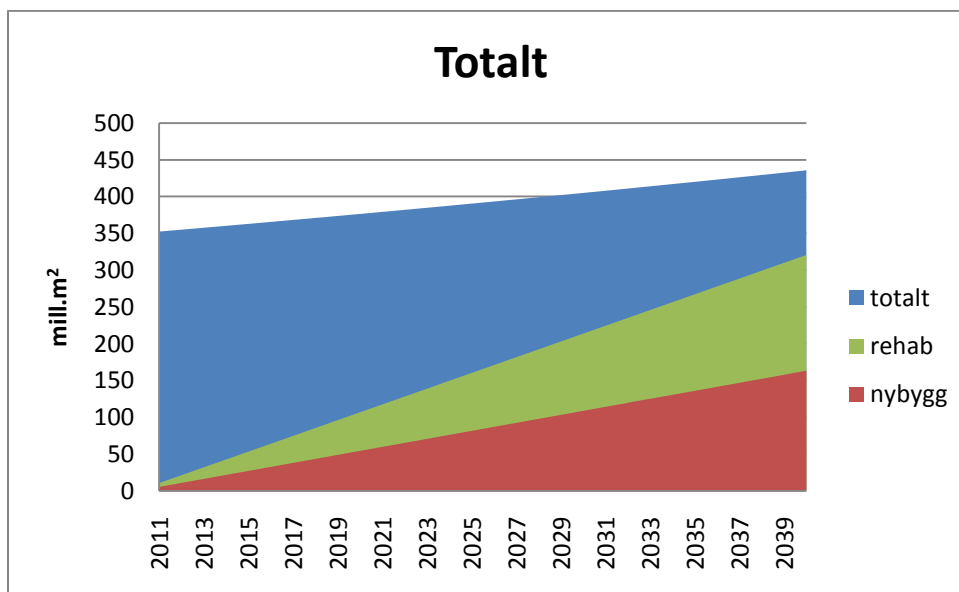
5-3 Areal fremskrivning yrkesbygg 2011-2040, mill. m²

Bygningsmassen til yrkesbygg vil være på totalt 154 millioner m² i 2040. Av dette vil henholdsvis 75 og 58 millioner m² være nybygg og rehabiliterte bygg.



5-4 Arealfremskrivning boliger 2011-2040, mill. m²

Bygningsmassen for boliger vil være på totalt 276 millioner m² i 2040. Av dette vil henholdsvis 88 og 99 millioner m² være nybygg og rehabiliterte bygg.



5-5 Arealfremskrivning hele bygningsmassen 2011-2040. mill. m²

Den totale bygningsmassen i Norge vil være på totalt 433 millioner m² i 2040. Av dette vil henholdsvis 163 og 158 millioner m² være nybygg og rehabiliterte bygg.

6 Beskrivelse av alternativene

I dette kapitlet vil vi systematisk gjennomgå forutsetninger for og oppbygning av de tre alternativene som vil inngå i analysen videre.

6.1 0-alternativ

0-alternativet beskriver hvordan verden ville sett ut hvis vi har de samme kravene og tilskuddsatsene som vi har hatt frem til nå ("business as usual").

For å vurdere hvordan utviklingen vil være i 0-alternativet må vi gjøre forutsetninger om utbredelsen av energieffektiviseringstiltak gjennom hele analyseperioden frem til 2040.

Utgangspunktet vårt er at alle nybygg og totalrehabiliteringer følger TEK10, som er dagens krav.

Vi vet at det gjennomføres energieffektiviseringstiltak i eksisterende og ny bygningsmasse i dag. Enova har energieffektiviseringsprogram som blant annet støtter lavenergi- og passivhusprosjekter samt gjennomføring av energibesparende tiltak. Det er økende fokus blant privatpersoner og profesjonelle byggherrer på energieffektivisering og på å ha en god miljøprofil. I 0-alternativet må det derfor forventes energieffektivisering utover dagens krav, selv om strengere krav ikke innføres i forskrifter.

Enova forvalter ordninger som innebærer at privatpersoner, næringsliv og offentlige virksomheter kan søke om støtte til mer energieffektive totalrehabiliteringer eller nybyggprosjekt enn det som følger av gjeldende forskriftskrav. Vi har fått oversendt statistikk fra Enova som viser prosjektene som har søkt og fått innvilget midler. Basert på denne statistikken kan vi danne et bilde av hvor stor andel av bygg som frivillig rehabiliterer og bygger nytt på en mer energieffektiv måte per i dag. Denne informasjonen vil gi et bilde av nåsituasjonen.

Totalrehabiliteringsprosjekter som når lavenergi- eller passivhusstandard

Statistikken fra Enova viser prosjekter i Forbildeprogrammet¹⁰. Forbildeprogrammet gir støtte til prosjekter som egnet seg som aktuelle forbildebygg for energieffektivisering, herunder både nye bygg og omfattende totalrehabiliteringsprosjekt innenfor alle kategorier. Totalt behandlet programmet fire søknader om totalrehabilitering i 2010. Det var kun ett boligprosjekt, og resten var yrkesbygg innenfor bygningskategoriene kontor og skolebygg.

Dersom man sammenligner statistikken fra Enova med statistikk over hvor stor andel av bygningsmassen som hvert år gjennomgår totalrehabilitering, er det ingen boliger som rehabiliterer frivillig til passivhusstandard eller lavenergistandard. Når det gjelder yrkesbygg er det ca. 0,4 prosent og 0,2 prosent som i 2010 rehabiliterer til henholdsvis passivhus og lavenergihusstandard.

¹⁰ <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=3894>

Tabellen under viser en sammenstilling av det totale areal som det ble søkt midler til totalrehabiliteringsprosjekter i 2010 og andelen av den totale bygningsmassen som årlig rehabiliteres.

Tabell 6-1 Antall m² som i henhold til statistikk fra Enova har søkt midler til rehabiliteringsprosjekt og beregnet andel i forhold til den totale bygningsmassen som årlig rehabiliteres. 2010.

Passivhus		Lavenergi	
Bolig	Yrke	Bolig	Yrke
0 m ²	8 098 m ²	853 m ²	4 610 m ²
0 %	0,4 %	0 %	0,2 %

Nybygg som når lavenergi- eller passivhusstandard

Når det gjelder bygg som bygges til en bedre standard enn dagens krav i TEK10 har vi fått oversendt statistikk fra Enova som viser prosjektene som har søkt og fått innvilget midler. For nybygg er det informasjon fra både 2009 og 2010. Vi har dermed statistikk over total areal på nybyggprosjektene, og informasjonen er sammenstilt i Tabell 6-2.

Tabell 6-2 Antall m² som i henhold til statistikk fra Enova har søkt midler til nybyggprosjekter og beregnet andel i forhold til den totale bygningsmassen som årlig byggs nyt. For 2009 og 2010.

2009				2010			
Passivhus		Lavenergi		Passivhus		Lavenergi	
Bolig	Yrke	Bolig	Yrke	Bolig	Yrke	Bolig	Yrke
3 071 m ²	13 150 m ²	44 307 m ²	117 602 m ²	22 686 m ²	80 537 m ²	22 470 m ²	1560 m ²
0,1 %	0,5 %	1,5 %	4,8 %	0,8 %	3,3 %	0,1 %	0,9 %

Basert på statistikken er det en liten andel av arealet som bygges nytt hvert år som bygges i henhold til passivhus- og lavenergistandard. Dersom vi legger til grunn at det totalt bygges 2,91 millioner m² boliger og 2,46 millioner m² yrkesbygg hvert år, viser statistikken fra Enova at det i 2009 var 0,5 prosent og 4,8 prosent av yrkesbyggene som bygget henholdsvis til passivhus og lavenergistandard. For boliger viser statistikken at 0,1 prosent og 1,5 prosent av arealet som bygges nytt hvert år, bygges henholdsvis til passivhus og lavenergistandard. For 2010 viser statistikken at 3,3 prosent og 0,9 prosent yrkesbygg ble bygget til henholdsvis passivhus og lavenergihusstandard. 0,8 prosent og 0,1 prosent av boligbygg ble i 2010 bygget til henholdsvis passivhus og lavenergihusstandard.

Det er viktig å bemerke at det er flere byggeiere som bygger bedre enn dagens krav uten å søke Enova SF om støtte, spesielt gjelder dette prosjekter på lavenerginivå. Årsaken til det kan være tosidig. Flere

byggeiere mener støtteprogrammet til Enova er byråkratisk og tungvint, og ønsker ikke å sette seg inn i søknadsprosessen ettersom denne er tidkrevende og dermed forbundet med betydelig kostnad for søker. Andre aktører kjenner ikke til Enovas lavenergi- og passivbyggprogram. Forutsetningen om antall lavenergi prosjekter som legges til grunn i vår analyse er således justert noe opp for å få med de som ikke søker Enova om støtte i dag.

Bygg som oppføres etter dagens krav vil få energikarakteren C i energimerkesystemet. Det er flere byggeiere som etterstreber å få en B eller A i sine byggeprosjekter, og etter markedssignaler å dømme vil det bli økt fremtidig fokus blant privatpersoner og profesjonelle byggherrer/byggeiere på å ha en god miljøprofil også i tiden fremover.

Andel av bygningsmassen som frivillig når lavenergi- eller passivhusstandard

Basert på statistikken fra Enova har vi beregnet hvor stor andel av bygningsmassen som "frivillig" har rehabilitert eller bygget nytt til passivhus og lavenergihus. Andelen er beregnet ut fra andel m² som hvert år skal rehabiliteres og bygges nytt, jf. tabell 1. Resultatene fremkommer i tabellen under.

Tabell 6-3 Andel av nybygget og rehabilitert bygningsmasse som følger passivhus og lavenergihusstandard basert på innrapportering til Enova.

	Rehabilitert				Nybygg			
	Passivhus		Lavenergi		Passivhus		Lavenergi	
	Bolig	Yrke	Bolig	Yrke	Bolig	Yrke	Bolig	Yrke
2009					0,1 %	0,5 %	1,5 %	4,8 %
2010	0 %	0,4 %	0 %	0,2 %	0,8 %	3,3 %	0,1 %	0,9 %

6.1.1 Utvikling i 0-alternativet for nybygg

I dette kapitlet vil vi redegjøre for våre forutsetninger om utviklingen fremover i 0-alternativet.

Det er forventet at lavenergi- og passivbyggprosjekter oppføres i tiden frem til 2040 selv om det ikke innføres krav om dette. For å estimere utvikling frem til 2040 er det tatt utgangspunkt i statistikk fra Enova. I tillegg er det tatt hensyn til at passivbyggprosjekter er i startgroen, og at andelen av nybygg som bygges bedre enn dagens krav vil øke noe fremover som følge av flere prosjekter, fokus i media, sikrere tekniske løsninger og økt erfaring.

Statistikk fra andre land viser at veksten har vært eksponentiell. Som beskrevet tidligere i kapittel 3.4, er det imidlertid utfordrende å direkte sammenligne Norge med andre land. Blant annet har flere andre land langt høyere støttesatser enn Norge, og energiprisen er også høyere.

I 0-alternativet legger vi ikke til grunn endrede eller nye støtteordninger eller støttebeløp.

Boliger

Enovas tall viser liten eller ingen utvikling i antall søknader til passivhus- og lavenergibygger fra 2009 til 2010. Noe av årsaken til lav vekst kan skyldes virkningen av finanskrisen. På den andre siden viser tallene for yrkesbygg at antallet søknader har økt fra 1 prosent til 2,3 prosent for passivhus på ett år. Rapporten International Passivhaus Database er skrevet av Pass-net og antar eksponentiell vekst i denne andelen frem mot 2015, men virker kunstig positiv. 80 prosent av alle nye bygg i Østerrike mottar støtte der det kreves at de har lavere varmebehov enn forskriftene. Til gjengjeld deler de årlig ut ca 14 mrd kr i støtte til nybygg, mot 0,5 mrd i 2009 fra Enova i Norge.

Andelen lavenergibygger forventes å være ca 2 prosent høyere i forhold til passivbygg, da lavenergiklasse tilbyr tiltak som har vesentlig kortere tilbakebetalingstid. Utviklingen i andelen passiv- og lavenergibygger av nybyggarealet vil være størst mellom ca. 2012 og 2020, da dette er "introduksjonsfasen" for denne typen bygg. Etter at teknologien har blitt allment kjent (og "bølgen" går over) og beherskes av de fleste vil utviklingen stabilisere seg og først og fremst være drevet av teknologisk utvikling.

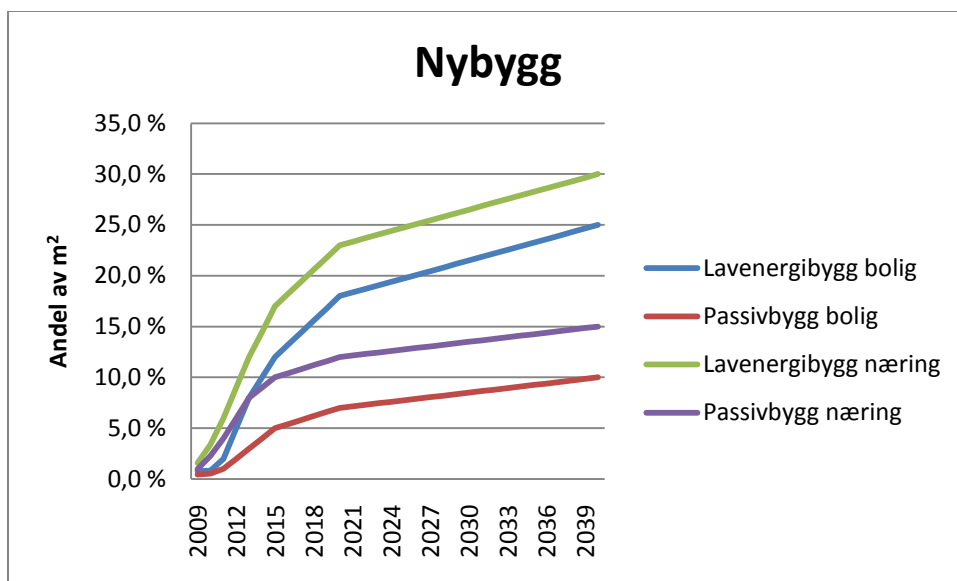
Det antas at minst 65 prosent av utbyggere av boliger er så opptatt av å holde investeringskostnaden lav at de ikke vil investere i tiltak som går ut over kravene i byggeforskriftene. Dette er i første rekke investorer som ikke skal betale for driften av bygget. Selv i 2040 vil derfor ikke andelen lavenergi og passivbygg samlet overstige 35 prosent av nybyggarealet i våre antakelser.

Yrkesbygg

Utviklingen av andelen næringsbygg med lavenergi og passivbygg antar vi vil være raskere enn for boliger. Fra 2009 til 2010 steg andelen lavenergi og passivbygg fra hhv. 1,6-3,4 prosent og 1,0-2,3. Dette skyldes først og fremst at offentlige byggherrer er tidlig ute og driver utviklingen mot passivhus. Disse byggherrene skal eie sine egne bygg i hele byggets levetid og har stor egeninteresse av lavt energiforbruk. I tillegg har "holdningsskapende" kampanjer som Fremtidens byer og Future built inspirert kommunene til å benytte fremtidsrettet bygging som middel for å markedsføre seg selv. Ca. 1/3 av næringsbyggarealet i Norge tilhører det offentlige. Det antas at ca. 80 prosent av denne bygningsmassen vil bli bygget som lavenergi eller passivhus i 2040.

I tillegg er det private næringslivet også flinke til å se markedsføringspotensial i fremtidsrettet bygging. På den andre siden er det mange bygningstyper under kategorien næringsbygg som ikke egner seg spesielt godt som lavenergi eller passivbygg, og der man ønsker å holde investeringskostnaden lav og holde seg på minimumskrav. Andelen passivhus er noe høyere sammenliknet med boliger, med forutsetning om at flere vil prøve å nå passivbyggsstandard for markedsføringens skyld, spesielt innen det offentlige. Total andel lavenergi og passivbygg i 2040 antas her å være 45 prosent.

Med bakgrunn i drøftinger ovenfor legger vi til grunn følgende utvikling av nybygg i 0-alternativet som vist i figuren nedenfor.

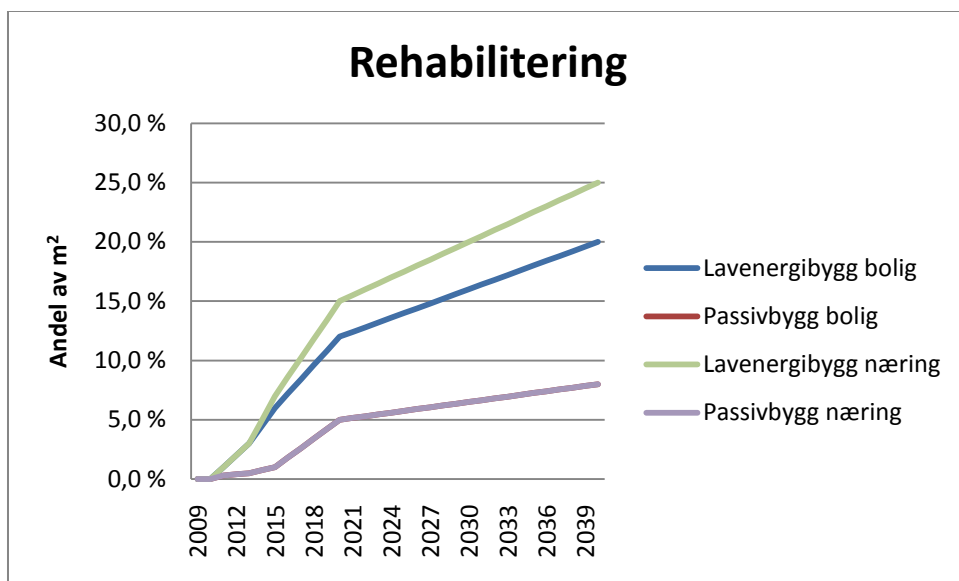


6-1 Fremskrevet utvikling i 0-alternativet for nybygg, 2011-2040.

6.1.2 Utvikling i 0-alternativet for rehabilitering

Rehabilitering til passivhus er utfordrende og representerer betydelige merkostnader i forholdt til dagens krav. Videre er andelen totalrehabiliteringsprosjekter hvor overgang til passivhus er relevant, vesentlig lavere enn for nybyggprosjekter, og det antas at utviklingen på dette området vil være mer beskjeden. Generelt har vi lagt til grunn at svært få boliger gjennomgår energieffektiv totalrehabilitering med unntak av borettslag og blokker.

Vi legger til grunn en noe høyere vekst for lavenergibygg, både for boliger og næringsbygg, med høyest vekst for næringsbygg. I 2040 vil om lag 25 prosent og 20 prosent av henholdsvis næringsbygg og boligbygg rehabiliteres til lavenerginivå. Vi forventer en mye lavere ande totalrehabiliteringsprosjekter til passivnivå, og legger til grunn lik utvikling for både næringsbygg og boligbygg med en andel på ca. 8 prosent i 2040. I analysen har vi i 0-alternativet forutsatt at ingen av byggene fra før krigen kan rehabiliteres til passivhus eller lavenergi nivå.



6-2 Fremskrevet utvikling i 0-alternativet for rehabilitering 2011-2040.

Tabellen under viser hvor mye areal som årlig i 2020, 2030 og 2040 rehabiliteres og bygges nytt til lavenergi og passivhusnivå i 0-alternativet.

Tabell 6-4 Areal i 0-alternativet, mill. m² for årene 2020, 2030 og 2040

	2020	2030	2040
Totalt areal som bygges nytt	5,4 mill m ²	5,4 mill m ²	5,4 mill m ²
Areal nybygg til lavenergi	1,1 mill m ²	1,3 mill m ²	1,5 mill m ²
Areal nybygg til passivhus	0,5 mill m ²	0,6 mill m ²	0,7 mill m ²
Totalt areal som rehabiliteres	5,3 mill m ²	5,3 mill m ²	5,3 mill m ²
Areal rehabilitering til lavenergi	0,7 mill m ²	0,9 mill m ²	1,1 mill m ²
Areal rehabilitering til passivhus	0,3 mill m ²	0,3 mill m ²	0,4 mill m ²

6.2 Alternativ 1

Alternativ 1 består av følgende krav:

Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg)

- a) Krav om lavenerginivå 1 fom 2016 ved totalrehabilitering
Krav om passivhusnivå fom 2021 ved totalrehabilitering
- b) Krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler ved alle tiltak fom 2016.

Forskriftskrav til nybygg

- a) Krav om passivhusnivå fom 2016
Krav om ”nesten nullenergibygg” med tilnærmet 100 prosent fornybar varmforsyning fom 2021
- b) Økt fokus på arealeffektivitet i forskriften fom 2016

I dette kapittelet vil vi redegjøre for de ulike kravene.

6.2.1 Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg)

Når et bygg gjennomgår totalrehabilitering er det foreslått krav om lavenerginivå fra 2016 og passivbyggnivå fra 2021. I beregningene av alternativ 1 er alle bygg som skal totalrehabiliteres frem mot 2040 medtatt. Det er imidlertid ikke realistisk å regne med at alle eksisterende bygg kan oppgraderes til passiv- eller lavenergistandard. Det er flere ulike årsaker som kan hindre ombygging til passivbygg, blant annet bevaringsverdig fasade eller begrensninger på grunn av eksisterende planløsninger. Denne begrensningen er behandlet nærmere i kapittel 10. Det vil imidlertid være mulig å utføre energisparende tiltak på nær sagt alle bygg som vesentlig reduserer energibruken i forhold til eksisterende nivå selv om de ikke når passiv- eller lavenergikrav. Dette gjelder også for verne- og fredede bygg.

For eksisterende bygg er det foreslått krav om bruk av energieffektive komponenter ved alle tiltak fra 2016. Vi vil i det følgende drøfte et slikt krav.

Hvis en byggeier gjennomfører tiltak på bygget i dag, stilles det ingen krav til tiltakene så fremt ikke tiltakene er av en slik art at det krever søknad og tillatelse etter plan- og bygningsloven.

KRD ønsker å gjøre en konsekvensvurdering av å iverksette tiltaket ”krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler ved alle tiltak fom 2016”. Dette tiltaket ble foreslått i Arnstadrapporten, men det ble ikke utdypet hvilke produkter det skulle gjelde for eller hvordan det var tenkt at kravet skulle iverksettes. Vi tok kontakt med representanter fra utvalget, og bakgrunnen for tiltaket ble utdypet. I følge Arnstadutvalget er det viktig å sikre at enhver utbedring gir bedre energistandard, og foreslår derfor å innføre krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler. Med dette mener de at det ikke skal være mulig å selge komponenter som ikke tilfredsstiller visse krav (for eksempel krav tilsvarende i TEK10). Leverandører av vinduer skal for eksempel kun få mulighet til å selge vinduer med høyest U-verdi på 1,2 W/m²K. Med andre ord skal ikke forbrukeren ha et annet valg enn å kjøpe energieffektive produkter.

Etter vår mening vil dette kravet være utfordrende å innføre som helhet fordi det er ulik bakgrunn og ulike situasjoner for mange av de aktuelle produktene, noe vil vi illustrere gjennom tre eksempler. Vi har her tatt for oss tre spesifikke komponenter og bygningsdeler for å illustrere hvilken konsekvens innføring av krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler vil kunne få.

Vinduer

Når et vindu har nådd sin tekniske levetid, for eksempel har råteskader som medfører uforholdsmessig store utbedringskostnader, bør vinduet skiftes. I følge Byggforsk seriens detaljblad 700.320, er levetid for en bygning eller bygningsdeler den tiden som bygningen eller dens deler oppfyller krav til ønsket funksjon. Middels intervall for utskifting av vindu er 40 år.

Hvis byggeier skal skifte ut vinduer, og tiltaket ikke kommer innunder søknadsplikten i plan- og bygningsloven, er det i dag ikke et krav om å bytte til energieffektive vinduer med lav U-verdi. Hvis det skiftes så mange vinduer at tiltaket er søknadspliktig, trer TEK10 i kraft, og vinduene må minimum ha U-verdi på $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. I utgangspunktet anbefales det å alltid tilstrebe TEK10-nivå eller som minimum å velge to lags isolerrute som er fylt med argon, med ett energispareglass som vanligvis tilsvarer U-verdi på $1,2\text{-}1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$ (avhengig av produsent/valg av løsning/vindusstørrelse). Det er mange vinduer på markedet med høy standard. Det er aktører på markedet i dag som kun selger energieffektive vinduer, for eksempel selger ikke NorDan vinduer med høyere U-verdi enn $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, som er kravet i TEK10. Basert på erfaring kan det sies at gjennomsnittskunden velger vinduer som har to lags glass, argonfylling og ett energispareglass med U-verdi $1,4\text{-}1,9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Enova anbefaler byggeiere å skifte til vinduer med U-verdi $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ eller lavere og som tilfredsstillende krav til dokumentasjon og tilgjengelighet. Hvis det skal stilles krav til vinduer, bør det minst være like strenge krav som i dagens teknisk forskrift, men det kan også tenkes at det kan stilles strengere krav som U-verdi på $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ ettersom disse produktene finnes på markedet og Enova anbefaler et høyere nivå.

Hvis det blir krav om at alle vinduer som skiftes ut skal ha en U-verdi på minimum $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, kan et byggs energibehov reduseres betydelig. Det vil imidlertid være vanskelig å forby leverandører å selge vinduer med høyere (dårligere) U-verdi enn $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$. Vinduer med U-verdi på $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ bør være et krav for vinduer som monteres i oppvarmet areal, men det vil være urimelig å kreve dette for uoppvarmet areal som for eksempel garasjer eller kjellere. Hvis det skal være et krav om å montere energieffektive vinduer, er dette et krav som bør rettes mot forbrukeren, og ikke til leverandøren. Hvordan et krav til forbrukeren skal følges opp i praksis når tiltaket ikke er søknadspliktig går vi ikke nærmere inn på her.

I rapporten "Grunnlag for og krav om utbedring av eksisterende byggverk" (Multiconsult og Kluge Advokatkontor) foreslås det å innføre støtte gjennom inntektsskattesystemet ved gjennomføring av energieffektive enkelttiltak. Dermed vil innføring av et energieffektivt tiltak være frivillig og vil være forbundet med gulrot-effekt fremfor pisk. En løsning kan være at tiltaket meldes inn til en nettbasert database der nødvendige beskrivelser av tiltaket samt dokumentasjon lastes opp. Et innmeldt tiltak som tilfredsstillende kriterier kan da utløse muligheter for skattefradrag.

Belysning

Det stilles ingen krav til belysningseffekt i TEK10. Etter vår mening bør det imidlertid bli et krav til maksimal installert belysningseffekt i teknisk forskrift.

Det er mange eksisterende yrkesbygg i dag som har installert armaturer for lysrør av typen T8 med mekanisk tenner (drossel). Disse har et relativt høyt energiforbruk i forhold til lysutbyttet, bl.a. gjennom dårligere optikk enn nyere lysrør og tap i tenner. Teknisk levealder regnes å være 15 år. Et minimum bør være at man skifter til moderne armaturer beregnet for lyskilder av type T5 som trekker erfaringsmessig ca 40 prosent mindre effekt enn armaturer med "gammel" T8-teknologi, grunnet optimal optikk og bedre lyseffekt i lokalet. Dermed kan man gå kraftig ned på installert effekt per kvadratmeter. Det kan gjennom forskrift forbys å selge armaturer for lysrør av typen T8, slik at når en byggeier skal skifte armatur så har vedkommende ingen mulighet til å velge armaturer for T8.

Varmegjenvinner

I TEK10 stilles det krav til at nye varmegjenvinnere har en virkningsgrad på 80 prosent. Teknisk levetid for et ventilasjonsanlegg er 15 år.

Det kan være nødvendig å skifte varmegjenvinner på grunn av havari eller på grunn av at anlegget har nådd sin levetid. Hvis det skal stilles krav til virkningsgrad på varmegjenvinneren som samsvarer med kravene i teknisk forskrift (på 80 prosent), vil man støte på en rekke utfordringer.

Roterende gjenvinnere som er installert i eksisterende bygg har vanligvis en virkningsgrad på 70-75 prosent. Desto høyere virkningsgrad det er på varmegjenvinneren, jo dypere er den og trenger følgelig mer plass. Når ventilasjonsanlegget når teknisk levetid er det vanlig å skifte hele ventilasjonsaggregatet. I eksisterende bygg vil valg av løsning blant annet avhenge av plass i teknisk rom. Hvis man da har et anlegg med varmegjenvinner med virkningsgrad på 70 prosent, vil det ikke alltid være plass i teknisk rom til å velge anlegg med varmegjenvinner på 80 prosent.

En varmegjenvinner kan havarere lenge før teknisk levetid på anlegget er nådd. Da er det mest sannsynlig kun aktuelt å skifte varmegjenvinneren og ikke hele aggregatet. Det er da viktig at varmegjenvinneren passer til øvrige komponenter i aggregatet. Roterende gjenvinnere som er installert i eksisterende bygg har vanligvis en virkningsgrad på 70-75 prosent. Hvis byggeier påkreves å installere gjenvinner på 80 prosent, kan det være nødvendig med kostnadskrevenne ombygninger av aggregatet.

Innføring av krav til energieffektive komponenter og bygningsdeler får svært ulike konsekvenser for de ulike komponentene/bygningsdelene. Etter vår mening vil det ikke være hensiktsmessig å innføre et generelt krav, men det bør ses på muligheter for å implementere energikrav for enkeltkomponenter ettersom dette vil kunne føre til en betydelig energibesparelse

Økodesigndirektivet ble implementert i Norge i 2008. Direktivet danner et rammeverk for fastsettelse av krav om økodesign for energirelaterte produkter. Det skal settes minimumskrav til energieffektivitet for energirelaterte produkter som skal selges på EUs marked (CE-merket). Ved å sette klare krav om energieffektivitet, vil produsenter tilpasse seg kravene allerede i designfasen for produktet. Med energirelaterte produkter menes energibrukende produkter og produkter som indirekte

påvirker energibruken når de brukes. Eksempler på det siste kan være isoleringsmaterialer, vinduer, dører og dekk.

Gjennom økodesigndirektivet vil det altså stilles strengere krav til energirelaterte produkter som selges i Norge. Dette EU-direktivet vil være med å styre utviklingen av energirelaterte produkter i riktig retning.

På bakgrunn av at det verken er spesifisert hvilke produkter et slikt krav er tenkt å gjelde for eller hvordan et slikt krav er tenkt implementert, kan vi ikke se at vi innenfor rammen av dette oppdraget kan verdsette konsekvensene av å innføre dette kravet. Vi anbefaler at det gjøres en egen utredning der de aktuelle produkter blir bestemt, og at det videre gjøres en grundig konsekvensvurdering av tiltaket som helhet.

6.2.2 Forskriftskrav ved nybygg

Det er foreslått at alle nybygg skal bygges etter passivhusnivå fra 2016 og som nesten nullenergibygg fra 2021.

Det er videre foreslått at det skal være økt fokus på arealeffektivitet i forskrift fom 2016. Vi vil i det følgende drøfte et slikt krav.

Energibruken per oppvarmet kvadratmeter bolig er redusert med ca 12 prosent siden 1990 (Lavenergiutvalget, 2009). Energibruken per innbygger er imidlertid nesten den samme i 2007 som i 1990. I følge Lavenergiutvalget henger dette sammen med at en norsk gjennomsnittshusholdning består av stadig færre personer og at hver person får flere kvadratmeter å bo på. I dag måles et byggs energieffektivitet i forhold til kWh/m². Det vil ofte være forskjell på virkelig og beregnet energibruk, og det er den virkelige energibruken som må reduseres. Hvis det blir større fokus på arealeffektivitet, å måle energibruken i kWh/person, vil dette gjenspeile et riktigere bilde av et byggs virkelige energieffektivitet.

Som det påpekes i Arnstadrapporten vil det være krevende å benytte kWh/person som parameter, da persontetthet vil variere med tid. I dag er det krav om å vise at bygget tilfredsstillende teknisk forskrift i forhold til spesifikk energibruk. En løsning kan være at det i tillegg opprettes en maksimumsverdi for kWh/person for hver bygningskategori. Oslo Helseråd definerer “normal tetthet” som 1 person per rom eksklusive kjøkken. Norges byggforskningsinstitutt definerer “en normalt stor bolig” som en bolig med minst to rom, og minst ett rom for hver person i husholdningen, eller ett rom mer enn antall personer i husholdningen. For 1-personshusholdninger regnes det som normalt å ha to- eller tre-roms boliger (Gulbrandsen 1991).

Å definere boligstandard på denne måten vil forutsette et betydelig slingsmonn. Antall rom og størrelse på rom vil hele tiden være i endring. I perioder har den helt åpne løsningen dominert, særlig innen segmentet for store arkitekttegnede boliger. Vi mener at å innføre maksimumsverdi i kWh/person vil være svært utfordrende å få gjennomført innenfor boligsegmentet.

Etter vårt syn vil et krav om arealeffektivitet i praksis kun være aktuelt for yrkesbygg og ikke boliger. På generelt grunnlag vil vi anta at et slikt krav vil gi reduserte byggekostnader ettersom det vil bli færre antall m² som hvert år skal bygges nytt. Det er imidlertid svært begrenset informasjon om hvordan et slikt krav kan tenkes å implementeres og håndheves i praksis og i denne analysen har vi derfor ikke beregnet effekten av et slikt tiltak. Vi anbefaler at det gjøres en egen utredning om et slikt krav for og på best mulig måte å synliggjøre alle effektene.

6.3 Alternativ 2

I alternativ 2 fremgår det av vårt mandat at krav om energieffektivisering skal implementeres allerede i 2013. Man vil da tidligere kunne oppnå at bygningsmassen energieffektiviseres.

Det kan være utfordrende å innføre krav om lavenergi/passivhus for rehabilitering og nybygg for alle bygningskategorier innen 2 år. Forskriftskravene for energibruk i bygg har tidligere blitt revidert i 1997, 2007 og 2010. En skjerping i 2013 følger således 3-års intervall ved forrige revisjon. Det vil dermed falle naturlig å foreslå skjerping av nybyggkrav til for eksempel lavenerginivå i byggeforskriften i 2013 og for eksempel til passivbygnivå i 2016. Samtidig medfører det konsekvenser for byggenæringen ved at hyppige endringer i regelverket medfører større behov for kursing og omstilling til regelverket. Et alternativ kan være å innføre krav om passivhus i 2013 for et utvalg av bygg, for eksempel boligbygg. Dermed får man testet ut kravene på de enkleste byggtypene og man kan høste erfaringer fra dette segmentet. Det kan imidlertid være andre interessekonflikter knyttet til å innføre et krav på kun deler av bygningsmassen.

Basert på en helhetsvurdering har vi derfor valgt å legge til grunn et lavenerginivå fra og med 2013. Dette betyr at tiltaksperioden består av tre trinn, et i 2013, 2016 og 2021. Kravene i 2016 og 2021 er identiske med kravene i alternativ 1.

6.4 Oppsummering av alternativene

0-alternativet består av en estimert utvikling av utbredelsen av rehabilitering og nybygg til lavenergi-, og passivhusnivå frem til 2040:

Rehabilitering (eksisterende bygg)

Ca. 20 prosent av boligarealet rehabiliteres til lavenerginivå i 2040

Ca. 25 prosent av yrkesbyggarealet rehabiliterer til lavenerginivå i 2040

Ca. 8 prosent av bolig- og yrkesbyggarealet rehabiliterer til passivhusnivå i 2040

Nybygg

Ca. 25 prosent av boligarealet bygger til lavenerginivå i 2040

Ca. 30 prosent av yrkesbyggarealet bygger til lavenerginivå i 2040

Ca. 10 prosent av boligarealet bygger til passivhusnivå i 2040

Ca. 15 prosent av yrkesbyggarealet bygger til passivhusnivå i 2040

Alternativ 1 består av

Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg)

- a) Krav om lavenerginivå 1 fom 2016 ved totalrehabilitering
Krav om passivhusnivå fom 2021 ved totalrehabilitering
- b) Krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler ved alle tiltak fom 2016.

Forskriftskrav til nybygg

- a) Krav om passivhusnivå fom 1. januar 2016
Krav om ”nesten nullenergibygg” med tilnærmet 100 prosent fornybar varmforsyning fom 2021
- b) Økt fokus på arealeffektivitet i forskriften fom 2016

Alternativ 2 består av

Forskriftskrav ved rehabilitering (eksisterende bygg)

- a) Krav om lavenerginivå 1 fom 2013 ved totalrehabilitering
Krav om passivhusnivå fom 2021 ved totalrehabilitering
- b) Krav om bruk av energieffektive komponenter og bygningsdeler ved alle tiltak fom 2016.

Forskriftskrav til nybygg

- a) Krav om lavenergihus fom 2013
- b) Krav om passivhusnivå fom 2016
Krav om ”nesten nullenergibygg” med tilnærmet 100 prosent fornybar varmforsyning fom 2021
- c) Økt fokus på arealeffektivitet i forskriften fom 2016

Når vi skal beregne de samfunnsøkonomiske kostnadene og gevinstene av alternativ 1 og 2 vil vi, på bakgrunn av stor usikkerhet knyttet til forutsetninger for disse kravene, ikke foreta beregninger av kravene knyttet til bruk av energieffektive komponenter og økt fokus på arealeffektivitet. Vi vil beregne konsekvenser av kravene knyttet til lavenergi, passivhus og nesten nullenergihus for alle nybygg og totalrehabiliteringer fom hhv 2013 og 2016.

7 Tiltakspriser

For å kunne verdsette konsekvensene i de to alternativene må det gjøres forutsetninger om priser for ulike konsekvenser. I dette kapitlet vil vi gjøre forutsetninger om byggeprisene for tiltakene vi skal vurdere. Vi vil videre vurdere hvordan prisene vil utvikle seg i analyseperioden.

Det er i utgangspunktet svært begrenset med tilgjengelig statistikk som viser hva det koster å energieffektivisere bygg. Ikke bare er det begrenset med statistikk i Norge, det er heller ikke mye informasjon tilgjengelig fra andre land. Når det gjelder erfaringer om merkostnader fra prosjekter i Tyskland, er det prosjekter der merkostnaden har ligget nede i ca. 7 prosent. For prosjekter i Østerrike er merkostnaden anslått til å ligge mellom 0-14 prosent ekstra. I Sverige er merkostnaden anslått å ligge på et lavere nivå enn det de norske prosjektene rapporterer, og anslås å ligge på et par prosent mer enn vanlige byggekostnader. Det er lite statistikk som viser hvordan kostnadene har utviklet seg over tid.

Det er hovedsakelig tre kilder som sier noe om hva som er merkostnad per m² for ulike energieffektiviseringstiltak gjennomført i Norge.

Den ene kilden er datamateriale basert på innrapporteringer til Enova. Statistikken viser merkostnader for årene 2009 og 2010. Ettersom svært mange av prosjektene ikke er ferdigstilte enda og det ikke foreligger revisorgodkjente kostnadstall, vil mye av statistikken fra Enova være beheftet med usikkerhet. I tillegg er det variasjon fra prosjekt til prosjekt. Når vi har vurdert statistikken har vi derfor tatt utgangspunkt i tallene som er revisorgodkjente. Videre har vi beregnet en arealvektet pris.

Den andre kilden er informasjon som foreligger i Prosjektrapport 40 (SINTEF Byggforsk). I denne rapporten er det gjort et grovt estimat basert på realiserte lavenergi- og passivhusprosjekter i Norge, Sverige og delvis Tyskland og Østerrike.

Den tredje kilden er informasjon som foreligger i Arnstadrapporten. Informasjonen i denne rapporten er i likehet med prosjektrapport 40 basert på realiserte prosjekt med ulik ambisjonsnivå.

7.1.1 Rehabilitering

Tabellen under viser hva som anslås av merkostnader for rehabilitering i de ulike datakildene.

Tabell 7-1 Estimerte merkostnader for rehabilitering per m².

Krav	Enova, NOK/m ²	Prosjektrapport 40, NOK/m ²	Arnstadrapport, NOK/m ²	Gjennomsnitt, NOK/m ²
Lavenerginivå bolig	773	1000	2000	1258
Lavenerginivå næring	2062	600	2000	1554
Passivhusnivå bolig	1355	1500	2300	1718
Passivhusnivå næring	1172	900	2300	1457

Det er betydelig variasjon i de ulike datakildene knyttet til merkostnader for rehabilitering til Lavenergistandard. I tillegg er det usikkerhetsmomenter knyttet til de innrapporterte tallene til Enova ettersom det er såpass få prosjekter.

Merkostnaden som ligger til grunn i prosjektrapport 40 ligger generelt lavere enn kostnadene i Arnstadrapporten. Tallene i Prosjektrapporten kan imidlertid si noe om forskjellen mellom boliger og yrkesbygg. For eksempel fremgår det at merkostnaden til yrkesbygg er litt under halvparten av merkostnadene til boligbygg når det gjelder rehabilitering til lavenerginivå. I følge SINTEF er bakgrunnen for at det er lagt inn en lavere kostnad for yrkesbygg at det er et mye større potensial for besparelser knyttet til tekniske installasjoner sammenlignet med boligbygg. Det krever imidlertid mye av bransjen for å utløse et slikt potensial. I Prosjektrapport 40 er det lagt til grunn en forutsetning om en slik besparelse.

Det er tilsvarende usikkerhet knyttet til tallene for rehabilitering til Passivhusstandard fra Enova. Som det fremgår i Arnstadrapporten, ble merkostnaden ved rehabilitering av Myrhrerenga BRL i 2009 anslått til ca. NOK 1800 per m². Standarden på denne rehabiliteringen ligger mellom lavenerginivå og passivhusnivå. I Arnstadrapporten er det lagt til grunn en merkostnad på NOK 2300 per m² ved rehabilitering til passivhusstandard. Dette ligger en del høyere enn merkostnaden som fremkommer i de innrapporterte tallene fra Enova. Merkostnadsnivåene for boliger ligger imidlertid høyere enn for yrkesbygg. Dette fremgår blant annet i oversikten i prosjektrapport 40, at merkostnaden knyttet til rehabilitering til passivhusstandard for boliger ligger ca NOK 600 over merkostnaden for yrkesbygg. Til sammenligning ligger merkostnaden i Arnstadrapporten på NOK 2300 per m², men det understrekes at dette er et snitt mellom yrkesbygg og boligbygg.

Merutgifter til drift av passiv/ lavenergibygg er ikke medtatt, med drift mener vi service av ventilasjonsanlegg og tekniske systemer.

Basert på en samlet vurdering av de ulike datakilder har vi valgt å legge til grunn følgende merkostnader for rehabilitering.

Tabell 7-2 Anslåtte merkostnader for rehabilitering til lavenerginivå for boliger og yrkesbygg, 2011.

	Bolig, NOK/m ²	Yrkesbygg, NOK/m ²
Lavenergi	1200	1100
Passivhus	1800	1500

7.1.2 Nybygg

Tabellen under viser hva som anslås av merkostnader for nybygg fra de ulike datakildene.

Tabell 7-3 Estimerte merkostnader for nybygging per m².

Krav	Enova, NOK/m ²	Prosjektrapport 40, NOK/m ²	Arnstadrapport, NOK/m ²	Gjennomsnitt, NOK/m ²
Lavenergi bolig	728	600		664
Lavenergi næring	791	400		595
Passivhus bolig	1335	1200	1100	1212
Passivhus næring	948	800	1100	949
Nesten nullenergi bolig	-	1500	1500	1500
Nesten nullenergi næring	-	1000	1500	1250

Det er færre innrapporteringer for lavenergi, og det er kun ett boligprosjekt som er innrapportert. Dette medfører at tallene fra Enova er beheftet med stor usikkerhet.

Når det gjelder merkostnaden for å bygge nytt til passivhusnivå er datagrunnlaget fra Enova relativt bra. Det er mange innrapporteringer, både for boliger og yrkeshus. Arnstadrapporten legger til grunn en merkostnad på NOK 1100 per m² for både bolig- og næringsbygg. SINTEFs rapport legger til grunn en merkostnad på NOK 1200 og NOK 800 for henholdsvis boliger og yrkesbygg. Dette

stemmer ganske bra med de innrapporterte merkostnadene fra Enova som til sammenligning er ca. NOK 1300 per m² for yrkesbygg.

Tabellen nedenfor angir vår forutsetninger om merkostnader i analysen, basert på en samlet vurdering av datakildene:

Tabell 7-4 Anslåtte merkostnader for nybygg til bolig og yrkesbygg, 2011.

	Bolig, NOK/m ²	Yrkesbygg, NOK/m ²
Lavenergi	800	600
Passivhus	1200	1000
Nesten nullenergi	1500	1250

7.1.3 Kostnadsutvikling

Det må gjøres forutsetninger om hvordan kostnadene vil endres over tid. Utvikling av merkostnaden i de ulike alternativene vil avhenge av utbredelsen i markedet. Desto større andel av bygningsmassen som energieffektiviseres, jo høyere etterspørsel etter både komponenter og arbeidskraft som tilfredsstillende kravene. Dette vil over tid gi økt kunnskap, bedre teknologi og konkurranse. Samlet kan disse effektene gi lavere priser og derigjennom redusere merkostnaden knyttet til energieffektivisering.

Det er svært begrenset med erfaringstall knyttet til utvikling av prisene over tid. I Arnstadrapporten er det lagt til grunn en generell kostnadsreduksjon på rundt NOK 400-500 per m² fra perioden 2010-2015 til 2015-2020. For samme periode er det lagt til grunn at kostnadene til nybygg reduseres med NOK 400 per m² og rehabiliteringskostnaden reduseres med NOK 500 per m², tilsvarende en prisreduksjon på omlag 25 prosent. I samme rapport er det imidlertid også lagt til grunn at andelen som oppfyller de relevante kravene vil øke over tid. For eksempel er det lagt til grunn at i perioden 2015-2020 så vil 75 prosent av bygg som bygges nye, bygges som passivhus. Likeledes er det for samme periode anslått at 75 prosent av alle bygg som rehabiliteres, gjør dette til lavenergistandard. De resterende 25 prosentene vil bygge og rehabiliterer til dagens forskrift. Det vil si at når utbredelsen er 75 prosent så er prisen redusert 25 prosent i 2025, og at prisen er endret med 1/3 av utbredelsen. Dette er over en 10 års periode. Ettersom vi i analysen må gjøre forutsetninger for en lengre periode, frem til 2040, kan det tenkes at prisene endres noe mer. Samtidig er det nok mest realistisk at den største prisendringen vil skje tidlig i perioden, når veksten i markedet er størst. Som en forenkling har vi lagt til grunn at prisendringen i 0-alternativet endres med en tredjedel av endringen i markedet. Vår forutsetning om at 25 prosent andel av nybygg er passivhus i 2040 i 0-alternativet, innebærer således en prisreduksjon på ca. 8,5 prosent i byggekostnaden for passivhusboliger.

For prosjektalternativene vil teoretisk 100 prosent av alle byggeprosjekter og rehabiliteringsprosjekter gjennomføres med energieffektiviseringstiltak slik at markedsutbredelsen er 100 prosent for hvert år.

For prosjekteralternativene er det derfor mer sannsynlig at prisene endres tilsvarende som i Arnstadrapporten. I vår analyse legger vi til grunn at for tiltakene som skal gjennomføres fra 2016-2020, reduseres prisen med 25 prosent. For tiltakene som iverksettes fra 2020, har vi lagt til grunn en prisreduksjon på 50 prosent frem til 2040.

8 Energibruk

Energieffektivisering vil redusere energibruk i bygg. Konsekvensene av tiltakene i de to alternativene sammenlignet med 0-alternativet, avhenger av dagens og fremtidig energibruk i bygg.

Tabellen nedenfor viser spesifikk levert energi fordelt på yrkesbygg og boliger.

Tabell 8-1 Levert energi for yrkesbygg og boliger. kWh/m² år.

Beskrivelse	Yrkesbygg	Boliger
Energibruk for eksisterende bygningsmasse	283	201
Estimert energibruk etter totalrehabilitering	215	160
Energibruk nybygg, TEK10	165	115
Lavenerginivå ihht. NS 3700 og NS 3701	100	90
Passivbyggnivå ihht. NS 3700 og NS 3701	75	70
Nesten nullenergibygg	70	60

Energinivåene i tabellen viser energibruk for eksisterende bygningsmasse, estimert energibruk etter totalrehabilitering og forventet levert energi ved å bygge etter Teknisk forskrift 2010 (TEK10), lavenerginivå, passivbyggnivå og nesten nullenerginivå.

Spesifikk energibruk for eksisterende bygningsmasse og totalrehabiliterte bygg viser faktisk energibruk. For nybygg må det gjennomføres en kontrollberegning som viser at samlet *netto* energibehov ikke overskrider fastsatt energiramme for aktuell bygningskategori, angitt i kWh/m² oppvarmet BRA per år.

For å kunne sammenlikne energinivået for nybygg (TEK10), lavenergibygg eller passivbygg med energinivået for eksisterende og totalrehabiliterte bygg, må netto energibehov omgjøres til levert energibehov. Dette gjøres ved å anta en sammensetning av oppvarmingsteknologier for nybygg frem mot 2040 slik at oppvarmingsbehovet multipliseres med en gjennomsnittlig systemvirkningsgrad. Dette er forklart nærmere i kapittel 9.

Det er viktig å bemerke at selv om netto energibehov er omgjort til levert energibehov, vil man likevel ikke ha helt riktig sammenlikningsgrunnlag med eksisterende og rehabiliterte bygg. Dette fordi det må benyttes standardiserte verdier for bruksavhengige data (ihht NS 3031) når det gjennomføres kontrollberegning mot offentlige krav.

Reell energibruk vil høyst sannsynlig være høyere enn det som beregnes etter NS 3031. En grundig forklaring av hvordan vi har kommet frem til de ulike energinivåene er presentert i vedlegg A.

9 Energimiks

Energieffektivisering vil bidra til en endret energimiks knyttet til energibruk i bygg. Alternativ 1 og 2 vil både redusere byggs energibruk men også endre på fordelingen av kildene som benyttes til oppvarming av bygg. Endret energimiks vil igjen påvirke utslippsnivået da mer energieffektivisering både vil redusere energibruk og i tillegg øke bruk av fornybare energikilder. I dette kapittelet vil vi redegjøre for hvilken energimiks som er knyttet til ulike nivåer av energieffektivisering.

Oppvarmingsteknologienes andel benyttes for å omgjøre netto energibehov til levert energibehov for nybygg. Hver oppvarmingsteknologi har en systemvirkningsgrad eller systemeffektfaktor, og ved å multiplisere disse med oppvarmingsteknologiens andel finner vi en gjennomsnittlig systemvirkningsgrad. Denne systemvirkningsgraden benyttes i beregningene for å omgjøre netto energibehov til levert energibehov. Hvilken energimiks Norge har frem mot 2040 påvirker hvor store CO₂-reduksjonene blir ved innføring av nye krav for energieffektivisering.

Med den nye plan-og bygningsloven (TEK10) er det ikke tillatt å installere oljekjel for fossilt brensel til grunnlast. Det er i dag krav for nye eller totalrehabiliterede næringsbygg over 500 m² at 60 prosent av netto oppvarmingsbehov skal dekkes med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker. Nybygg eller totalrehabiliterede bygg under 500 m² skal dekke 40 prosent av netto oppvarmingsbehov med annen energiforsyning enn direktevirkende elektrisitet eller fossile brensler hos sluttbruker. Energimiksen i Norge vil derfor uansett endres som følge av dette i årene fremover (alternativ 0). Kravene ovenfor gjelder ikke dersom det dokumenteres at naturforhold gjør det praktisk umulig å tilfredsstille kravet. For boligbygging gjelder kravet til energiforsyning heller ikke dersom netto varmebehov beregnes til mindre enn 15 000 kWh/år eller kravet fører til merkostnader over boligbygningens livsløp (hentet fra veiledning til TEK10).

I tillegg vil noen eksisterende bygg på eget initiativ konvertere til andre energikilder. Næringsbygg kan eksempelvis konvertere fra fyringsolje til fjernvarme eller biokjel og boliger kan installere pelletskamin eller rentbrennende vedovn som et tillegg til panelovn.

Klimakur2020 fremskrev energibruk og utslipp frem til 2030 basert på en bottom-up tilnærming. For å komme fra energibehov til energibruk, ble det gjort antagelse av oppvarmingsløsninger for boliger og næringsbygg. Se tabellen nedenfor.

Tabell 9-1: Fordeling av teknologier for oppvarming (basert på levert energi), hentet fra Klimakur2020.

Klimakur2020: Andel oppvarmingsteknologier						
	Boliger			Næringsbygg		
	Eksisterende	Rehab	Nybygg	Eksisterende	Rehab	Nybygg
Oljekjel	3 %	2 %	0 %	11 %	8 %	2 %
Gasskjel	1 %	0 %	0 %	3 %	1 %	1 %
Parafinkamin	2 %	2 %	0 %			
Elkjel	1 %	8 %	10 %	17 %	16 %	30 %
Panelovn	67 %	55 %	51 %	44 %	39 %	22 %
Fjernvarme	2 %	2 %	10 %	9 %	15 %	25 %
Vedovn	13 %	10 %	13 %			
Pellets-kamin	0 %	2 %	2 %			
Pellets/fliskjel				1 %	5 %	5 %
VP vann-vann	3 %	5 %	5 %	16 %	16 %	16 %
Vp luft-luft	5 %	15 %	9 %			

Fordelingen for nybygg og rehabilitert areal er vurdert av referansegruppen i Klimakur2020 basert på kunnskap om hva som investeres i nybygg og rehabilitert areal i dag.

Vi har tatt utgangspunkt i inndelingen som ble gjort i Klimakur2020, men har redigert tabellen noe ut fra våre antakelser om hvordan energiforsyningen vil være frem til 2040 for eksisterende, totalrehabiliterede og nye bygg (TEK10).

Tabell 9-2 Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi). Kilde: Multiconsult

Multiconsult: Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi)						
	Boliger			Næringsbygg		
	Eksisterende	Rehab	Nybygg (TEK10)	Eksisterende	Rehab	Nybygg (TEK10)
Oljekjel	3 %	2 %	0 %	11 %	8 %	2 %
Gasskjel	1 %	0 %	0 %	3 %	1 %	3 %
Parafinkamin	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Elkjel	1 %	8 %	10 %	17 %	16 %	30 %
Panelovn	69 %	54 %	44 %	44 %	35 %	12 %
Fjernvarme	2 %	2 %	10 %	9 %	15 %	25 %
Vedovn	13 %	10 %	13 %	0 %	0 %	0 %
Pellets-kamin	0 %	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %
Pellets/fliskjel	0 %	0 %	0 %	1 %	5 %	5 %
VP vann/luft-vann	3 %	5 %	12 %	16 %	18 %	23 %
VP luft-luft	5 %	15 %	9 %	0 %	0 %	0 %
SUM	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

De røde og grønne tallene skiller seg ut fra tallene som ble presentert i Klimakur2020. De røde tallene indikerer en nedgang av oppvarmingsteknologiens andel sammenliknet med Klimakur2020 og de grønne en økning. Endringene vi har foretatt er hovedsakelig for panelovner og varmepumper, vi er mer optimistiske i forhold til varmepumpens andel frem mot 2040. Merk at tabellen viser levert energi.

Våre vurderinger baserer seg på dagens regelverk og erfaring og kjennskap til hvordan markedet har utviklet seg og antakelser om videre utvikling av energiforsyningen frem til 2040 for totalrehabiliterte og nye bygg. Det er for eksempel nærliggende å anta at nye bygg sikter på å få oppvarmingskarakteren lysegrønn eller bedre i energimerket. Det er viktig å påpeke at andelen oppvarmingsteknologier er basert på antakelser og vurderinger. En nærmere forklaring av våre resultater er presentert i vedlegg B.

Energimiks for lavenergi- og passivbygg og nesten nullenergibygg

Det er nødvendig å gjøre en betraktning av hvordan energiforsyningen vil være for lavenergi- og passivbygg og nesten nullenergibygg med høy andel av fornybar energi. Kravene til oppvarmingssystem i TEK10 vil videreføres i lavenergi- og passivbyggstandard. Det er i tillegg forventet at de som bygger lavenergi- og passivbygg vil være flinkere i klassen og i større grad velge fornybare energikilder. Steget videre fra passivhuskonseptet er nullenergibygg, der lokal fornybar energi generert i eller nær bygget over året balanserer byggets energibehov. Hvis det blir krav til ”nesten nullenergibygg” vil det bli større fokus på solvarme, varmepumpe og liknende.

Tabell 9-3 Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi). Kilde: Multiconsult.

	Multiconsult: Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi)					
	Boliger			Næringsbygg		
	Lavenergi- bygg	Passiv- bygg	Nesten nullenergibygg	Lavenergi- bygg	Passiv- bygg	Nesten nullenergibygg
Oljekjel	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gasskjel	0 %	0 %	0 %	3 %	3 %	2 %
Parafinkamin	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Elkjel	10 %	8 %	10 %	11 %	12 %	7 %
Panelovn	18 %	22 %	9 %	9 %	14 %	7 %
Fjernvarme	18 %	19 %	6 %	40 %	27 %	11 %
Vedovn	13 %	4 %	5 %	0 %	0 %	0 %
Pellets-kamin/ annen punktvarme fra biomasse	8 %	2 %	5 %	0 %	0 %	0 %

Pellets/flis kjel/ Annen biomasse	8 %	22 %	19 %	13 %	21 %	31 %
VP vann/luft- vann	13 %	11 %	28 %	24 %	20 %	36 %
VP luft-luft	11 %	9 %	13 %	0 %	0 %	4 %
Solfanger	0 %	3 %	5 %	0 %	2 %	3 %
SUM	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

En nærmere forklaring av våre antakelser og resultater er presentert i vedlegg B.

9.1 CO₂-utslipp

Et byggs CO₂-utslipp avhenger av energibruk og type energivare som benyttes til oppvarming.

Innføring av strengere krav til energieffektivisering vil medføre at vi i Norge har et lavere energiforbruk og en endret sammensetning av energibærere. Dette vil gi en miljøgevinst ved redusert CO₂ utslipp som følge av lavere bruk av både fossile og ikke-fossile energikilder. Fastsetting av vektingsfaktorer og CO₂-faktorer kan være vanskelig og ofte politisk betent, og det er en utfordrende oppgave å beregne klimagevinstene ved innføringen av kravene i de ulike alternativene. Det er for eksempel ingen enighet i Norge om hvilken CO₂-faktor som bør benyttes for elektrisitet.

Det er imidlertid viktig i denne rapporten å angi CO₂-reduksjoner og vi må bestemme hvilke CO₂-faktorer som knyttes til hver energikilde/energibærer

Elektrisitet

NVE har utgitt en temaartikkel som heter ”vil lavere kraftforbruk i Norge gi lavere CO₂-utslipp fra europeisk kraftproduksjon?” Innledningsvis står det følgende: ”Norsk kraftproduksjon er i hovedsak vannkraft uten store utslipp av CO₂, men redusert kraftforbruk i Norge vil kunne gi mer krafteksport og dermed redusert produksjon av kull-, gass- eller oljebasert kraft i utlandet”.

I denne artikkelen fokuseres det på hvordan utslippene fra den europeiske kraftsektoren påvirkes av endringer i norsk kraftforbruk. NVE havner på en utslippsreduksjon på 290-850 g CO₂ per kWh som spares i Norge. Artikkelforfatterne mener 600 g CO₂/kWh er en rimelig størrelse å benytte i beregninger.

I Klimakur2020 anså man elektrisitet som CO₂-nøytralt, og det ble ikke knyttet noen CO₂-faktor til elektrisitet i dette arbeidet.

Prosjektrapport 42: Kriterier for passivhus- og lavenergibygge - Yrkesbygg (SINTEF Byggforsk) opererer med CO₂-faktor på 395 g CO₂/kWh. Denne størrelsesorden er ofte benyttet av diverse aktører i energibransjen og vi vil benytte CO₂-faktoren foreslått i Prosjektrapport 42 i vårt videre arbeid.

Fjernvarme

Grønn Byggallianse har utarbeidet rapporten ”Klimapåvirkning fra våre eiendommer hva kan vi gjøre?” i 2007. Der opererer de med CO₂-faktor på fjernvarme på 176 (g/kWh). Faktoren på 176 (g/kWh) skal være en gjennomsnittsverdi for fjernvarmeanlegg i Norge.

Norsk Energi har gjort en studie på hvor klimavennlig fjernvarmen i Norge er. Foreløpige resultater viser at utslippet har vært jevnt på ca 200 (g/kWh) fra 2000-2007 med en nedgang i 2008.

Det er altså uenigheter rundt nivået på nasjonale CO₂-utslipp for fjernvarme. Vi velger å legge oss på et midtpunkt, og vil benytte CO₂-faktor på 200 (g/kWh) for fjernvarme. Tallene vi vil benytte i beregningene er vist i tabellen nedenfor. Det er kun tall for fjernvarme som ikke er hentet fra Prosjektrapport 42.

Tabell 9-4: CO₂-utslipp som benyttes i videre vurderinger i denne rapporten

Energivare	CO ₂ -faktor (g/kWh)
Biobrensel	14
Fjernvarme	200
Gass (fossil)	211
Olje	284
El fra kraftnettet	395

Andel oppvarming

Et byggs oppvarmingsbehov er vesentlig høyere for bygg som ble oppført etter tek 97 og eldre forskrifter enn de som bygges etter dagens krav. Ved innføring av kravene i Alternativ 1 vil oppvarmingsbehovet reduseres betraktelig for boligbygg og næringsbygg. Andelen av et byggs behov for levert energi til oppvarming og direkte elektrisitet er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 9-5 Andel energibruk til oppvarming og direkte elektrisitet. Kilde. Multiconsult.

	Rehab		Nybygg (TEK10)		Lavenergibbygg		Passivbygg		Nesten nullenergibbygg	
	Bolig	Næring	Bolig	Næring	Bolig	Næring	Bolig	Næring	Bolig	Næring
Andel til oppvarming	0,8	0,5	0,7	0,4	0,6	0,40	0,5	0,3	0,45	0,25
Andel til direkte elektrisitet	0,2	0,5	0,3	0,6	0,4	0,6	0,5	0,7	0,55	0,75

For nybygg (TEK10) er andelen energibruk til oppvarming beregnet ved å benytte energirammekravene i TEK10. For lavenergi-, passiv- og nesten nullenergibbygg er det benyttet egendefinerte energirammer som utgangspunkt. Som beskrevet i vedlegg B har Multiconsult gjort

beregninger for netto energibehov for bygningskategorier som benytter lavenergi- eller passivbyggkomponenter og som tilfredsstiller kravene etter NS 3700 og kommende NS 3701. Andelen energi som går til oppvarming er dividert med total energibruk. Det er også for disse beregningene benyttet levert energi, og for øvrig samme fremgangsmåte som beskrevet i vedlegg A.

9.2 Kvotepriser

For å kunne beregne verdien av redusert CO₂-utslipp må vi gjøre forutsetninger om prisen på utslipp. Kvoter er betegnelsen på fritt omsettelige tillatelser til utslipp av klimagasser. Én kvote tilsvarer utslipp av ett tonn karbondioksid (CO₂). Prisen på en klimakvote blir avgjort av markedet og bestemmes av tilbud og etterspørsel. Prisen vil blant annet avhenge av hvor mange kvoter som deles ut, størrelsen på de kvotepliktige bedriftenes utslipp og bedriftenes kostnad av å redusere utslippene¹¹.

Vi har basert våre vurderinger av fremtidig kvotepris på rapport utarbeidet fra etatsgruppen KlimaKur 2020.

Utgangspunktet for etatsgruppens vurderinger er den kunnskap vi per i dag har om hvordan kvotemarkedet vil se ut i fremtiden. Dette er basert på den informasjon som er tilgjengelig nå om utformingen av EU ETS og andre regionale kvotemarkeder, samt utviklingen i forhandlingene om en ny internasjonal klimaavtale, da disse forholdene synes å ha størst påvirkning på prognosene for fremtidige kvotepriser.

Etatsgruppen har utarbeidet estimer for lav, middels og høy kvotepris frem mot 2020. Dette er vist i tabellen nedenfor.

Tabell 9-6 Estimer på fremtidig kvotepris (Euro/tonn)

	2012	2015	2020
Lav	16	17	20
Middels	18	26	40
Høy	25	38	60

Kilde: Etatsgruppen Klimakur 2020, november 2009

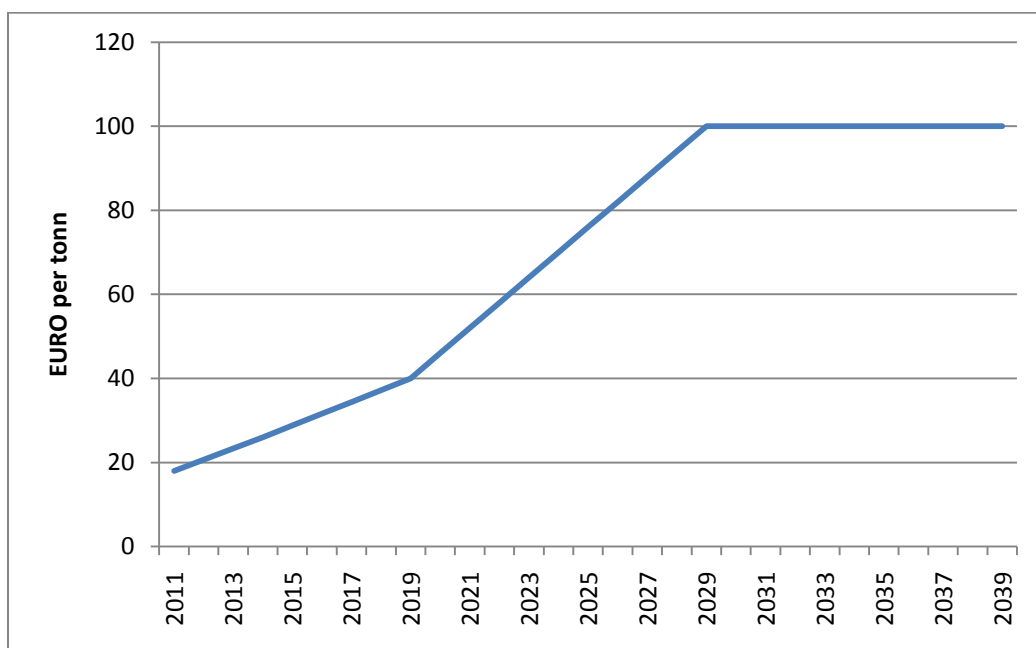
Fram mot 2030 og videre framover er det betydelig større usikkerhet om kvotepris. Den langsiktige kvoteprisen vil først og fremst være avhengig av hvor ambisiøs en global klimaavtale blir. Etatsgruppen har derfor valgt å legge til grunn ambisjonsnivået for en internasjonal klimaavtale på lang sikt, nemlig at temperaturøkningen skal stabiliseres på 2 °C over førindustrielnivå. Dette er

¹¹ <http://www.klif.no/publikasjoner/2688/ta2688.pdf>

konsistent med Norges ambisjonsnivå i klimapolitikken og som nå de fleste land synes å være enige i. Etatsgruppen vurderer at kvoteprisen i 2030 vil være 100 Euro/tonn

Etter 2030 er usikkerheten om framtidig kvotepris er så at etatsgruppen ikke finner grunnlag for å gi noen anslag. Som en forenkling har man i Klimakurs analyser forutsatt å holde prisen flatt på 2030-nivå, dvs. 100 Euro/tonn, etter 2030.

Basert på etatsgruppens arbeid legger vi til grunn følgende forutsetninger om utviklingen i kvoteprisen i vår analyse:



9-1 CO₂ kvotepris. Kilde: Analyse & Strategi og Klimakur 2020

I våre beregninger har vi beregnet en valutakurs 1 € = 7,8 NOK slik at kvoteprisen i 2011 blir ca. NOK 125 og kvoteprisen i 2040 er NOK 780 per tonn.

9.3 Energi priser

De foreslåtte kravene medfører både redusert energibruk og en endret sammensetning av energibruken. Forutsetningene om endret energimiks er gjort i kapittel 9 For å beregne konsekvensene må det gjøres forutsetninger om fremtidig energipris. De ulike energikildene har forskjellige sluttbrukerpris. I dette kapitlet redegjøres det kort for markedene for de ulike energikildene og historisk prisutvikling. For en mer detaljert beskrivelse av de ulike energimarkedene og de relevante prisene, viser vi til vedlegg C. Dette vil danne grunnlag for en vurdering av hvilke energipriser som er

relevant å legge til grunn i analysen. For å analysere fremtiden må det gjøres forutsetninger om sannsynlig utvikling i fremtiden. Når det gjelder utvikling i ulike energimarkeder, er det gjort en omfattende vurdering av dette i *Perspektivmeldingen 2009*¹². Vi har i all hovedsak valgt å basere oss på de samme energiprisene som i KlimaKur2020¹³ som også baserer seg på estimater fra Perspektivmeldingen.

Priser som brukes i analysen

Ved vurdering av pris som skal legges til grunn i den samfunnsøkonomiske analysen, er det prinsipielle utgangspunktet at "rene priser" fratrukket skatt og avgift skal anvendes. Dette skyldes at det er netto samfunnsøkonomiske kostnader som skal beregnes. Skatter og avgifter har kun en omfordelende effekt og skal derfor ikke tas med i beregningene. Basert på vurderinger over er følgende energipriser er da relevante for analysen videre.

Tabell 9-7 Energipriser NOK/kWh i 2010 NOK uten avgift og mva. Kilde. Analyse & Strategi og Klimakur 2020

	Bolig, NOK/kWh			Næringsbygg NOK/kWh		
	I dag	2020	2040	I dag	2020	2040
Elektrisitet (inkl. nettleie)	0,70	0,88	1,05	0,70	0,88	1,05
Fyringsolje	0,54	0,54	0,54	0,50	0,50	0,50
Gass	0,55	0,55	0,55	0,46	0,46	0,46
Fjernvarme	0,55	0,54	0,54	0,55	0,54	0,54
Ved	0,27	0,27	0,27			
Pellets	0,37	0,37	0,37			
Briketter/pellets	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37	0,37

Vektet oppvarmingspris

Vi har beregnet en vektet oppvarmingspris for ulike bygg. Den vektete prisen er basert på fordelingen mellom de ulike energikildene for oppvarming.

¹² <http://www.regjeringen.no/pages/2142458/PDFS/STM200820090009000DDDPDFS.pdf>

¹³ http://www.klimakur2020.no/Global/metodedokument_290409.pdf

Når vi beregner energikostnadene for et bygg vil det bestå av både kostnader til oppvarming og kostnader til direkte elektrisitet. Under er et eksempel som viser hvordan energikostnaden er beregnet for næringsbygg som er passivhus. 30 prosent av energibruken til et yrkesbygg som bygges etter passivbyggstandard går til oppvarming:

{ Andel energibruk til oppvarming (0,3x75) } x (vektet oppvarmingspris) + { Andel energibruk til direkte elektrisitet (0,7 x75) } x (elektrisitetspris) = energikostnad for næringsbygg passivhus

Vi har beregnet vektete oppvarmingspriser for alle relevante bygningskategorier og for alle år frem til 2040. Tallene for 2011 fremgår i Tabell 9-8.

Tabell 9-8 Vektet oppvarmingspris for 2011 og 2040. NOK/ kWh.

	Boligbygg		Yrkesbygg	
	2011	2040	2011	2040
Rehabilitering TEK10	0,64	0,93	0,64	0,89
Nybygg TEK10	0,65	0,93	0,63	0,86
Lavenergibyg	0,56	0,74	0,59	0,74
Passivbygg	0,57	0,75	0,58	0,75
Nesten nullenergibyg	0,59	0,82	0,58	0,77

10 Analyse av konsekvenser

I dette kapitlet vil vi gå gjennom konsekvenser av å implementere alternativ 1 og 2. Vi vil så langt det er mulig forsøke å verdsette konsekvensene i NOK. Vi vil beregne alle verdsette størrelser i neddiskonterte nåverdier med utgangspunkt i relevant kalkulasjonsrente.

Vi skal vurdere samfunnsøkonomiske konsekvenser, energimessige konsekvenser, konsekvenser for bransjen og andre konsekvenser.

10.1 Samfunnsøkonomiske konsekvenser

Formålet med den samfunnsøkonomiske analysen er å beregne netto mernytte av de to prosjekialternativene målt opp mot 0-alternativet. Dette innebærer å sammenligne kostnader og gevinster ved de to alternativene opp mot 0-alternativet i perioden 2011-40. Dersom netto mernytte er positiv vil det være samfunnsøkonomisk lønnsomt å iverksette tiltakene.

Vi beregner merkostnadene og mernytte i nåverdier. Nåverdi er verdien av et fremtidig beløp eller en fremtidig betalingsstrøm målt i dag. Sammenligning av nåverdiene for fremtidige inntekter og utgifter brukes som ett mål på lønnsomheten ved investeringer, gjerne referert til som nåverdimetoden.

Forutsetninger om valg av kalkulasjonsrente er et viktig element for beregning av nåverdi. Kalkulasjonsrenten er den samfunnsøkonomiske alternativkostnaden ved å binde kapital til et tiltak og skal være et uttrykk for kapitalens avkastning i beste alternative anvendelse.

Finansdepartementet(2005a) veileder og rundskriv (Finansdepartementet (2005b)) angir sentrale prinsipper for håndtering av risiko og valg av kalkulasjonsrente. For tiltak med betydelig systematisk risiko, skal det benyttes en høyere risikojustert kalkulasjonsrente enn 4 prosent. I slike tilfeller kan det benyttes en kalkulasjonsrente på 6 prosent eller den tiltaksansvarlige kan etter egne analyser selv fastsette en kalkulasjonsrente som er høyere enn 4 prosent.

Denne analysen omfatter tiltak for næringsbygg og boligbygg, og det må derfor anvendes en kalkulasjonsrente som reflekterer risiko for investeringer i boligmarkedet. I Sektorrapport for bygg i KlimaKur 2020 fremgår det (side 33) at kalkulasjonsrenten for næringsbygg og boligbygg er satt til 7 prosent. Renten for boligbygg ble besluttet av KlimaKur2020 prosjektet sentralt v/NVE. Videre fremgår det at når det gjelder renten for næringsbygg så vil denne variere fra bransje til bransje avhengig av bedriftens avkastningskrav. Offentlige byggeiere opererer dessuten med en lavere rente i sine beregninger enn bedrifter generelt. Enkelte bedrifter kan ha meget høye avkastningskrav for sine investeringer, for eksempel er ikke 14 prosent unormalt. Imidlertid er det for flere og flere bedrifter i økende grad også viktig med en miljøprofil utad, og da er det naturlig å ha lavere avkastningskrav for energieffektiviseringstiltak. I Oslo kommunes klima- og energifondsordning har det vært vanlig å bruke en kalkulasjonsrente på 7 prosent. I KlimaKur 2020 ble det derfor lagt til grunn en kalkulasjonsrente på 7 prosent for næringsbygg.

I denne analysen legger vi til grunn tilsvarende kalkulasjonsrente som i KlimaKur 2020, 7 prosent for både næringsbygg og boligbygg.

10.2 Kostnader

Tabellen viser nåverdien av tiltakskostnadene ved de ulike alternativene og merkostnadene i forhold til 0-alternativet

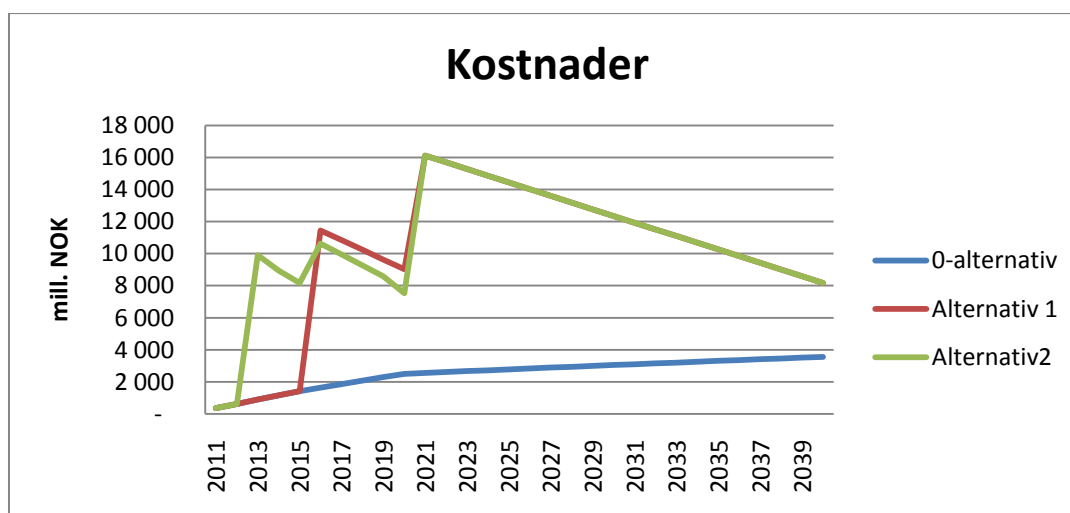
Tabell 10-1 Tiltakskostnader og merkostnader, nåverdi mrd. NOK.

	Kostnad, totalrehabilitering og nybygg 2011-2040.	Merkostnad i forhold til 0-alternativ
0-alternativ	25	-
Alternativ 1	104	79
Alternativ 2	119	94

For 0-alternativet har vi ikke beregnet de totale kostnadene inkludert hva det vil koste å rehabilitere og bygge nytt i henhold til dagens krav, men har beregnet kostnadene til de som frivillig totalrehabiliterer og bygger nytt i henhold til lavenergi- og passivhusstandard. Tabellen viser at det vil bli gjennomført investeringer knyttet til rehabilitering og nybygg selv i fravær av krav. Vi har beregnet nåverdien av tiltakskostnadene i 0-alternativet til å utgjøre ca NOK 25 mrd i perioden 2011-40. Tiltakskostnader i alternativ 1 er beregnet til omlag NOK 104 mrd, mens merkostnadene i forhold til 0-alternativet er på ca NOK 79 mrd. Tiltakskostnader i alternativ 2 er beregnet til ca NOK 119 mrd kroner, der merkostnadene i forhold til 0-alternativet utgjør omlag NOK 94 mrd kr.

Merkostnadene knyttet til prosjekialternativene representerer hhv NOK 79 mrd og NOK 94 mrd for alternativ 1 og 2.

Figuren nedenfor viser utvikling i tiltakskostnadene i de ulike alternativene i analyseperioden.



10-1 Årlige kostnader til energieffektivisering i de ulike alternativene, mill. NOK.

Som det fremgår av figuren, vil de årlige kostnadene i 0-alternativet ligge på i overkant av NOK 2 mrd mill i 2011 stigende til NOK 4 mrd kr i 2040.

Kostnadene i alternativ 1 vil frem til 2015 følge banen til 0-alternativet, det vil si at det frem til 2015 ikke er merkostnader. Innføring av krav i 2016 innebærer at kostnaden dette året vil ligge på NOK 11 000 millioner. Ettersom vi har forutsatt en prisreduksjon vil merkostnaden reduseres over tid. I 2021 innføres et nytt sett med krav, og merkostnaden vil i 2021 blir høyere. Merkostnaden vil reduseres over tid som følge av forutsetningen om reduserte priser.

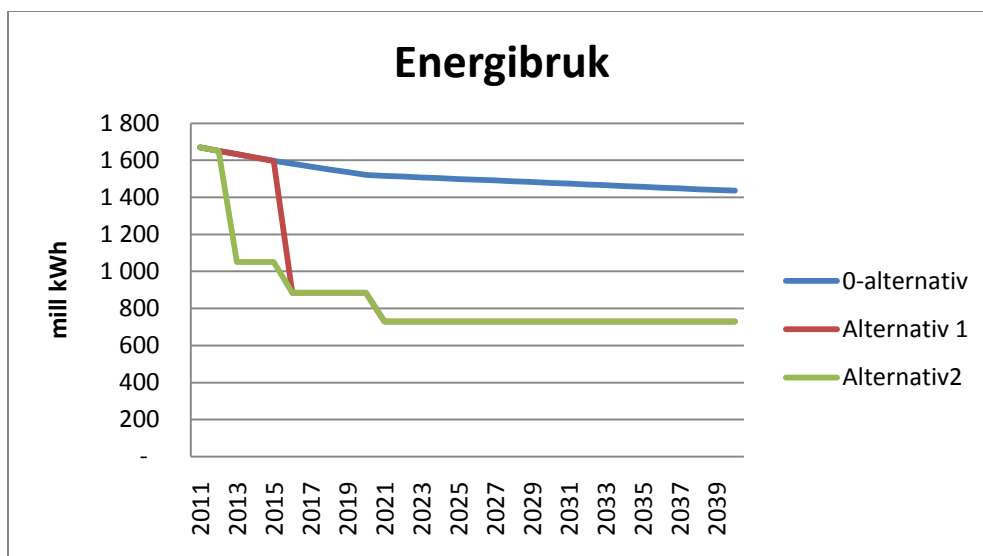
I alternativ 2 vil tiltak implementeres allerede i 2013 med rehabilitering og nybygg til lavenergi standard. I 2016 implementeres krav om passivhus for nybygg. Ettersom lavenergi fortsatt er kravet for rehabiliterte bygg, vil økt kunnskap, konkurranse og bedre teknologi bidra til at kostnadene knyttet til rehabilitering reduseres. Dette innebærer at totalkostnadene i alternativ 2 ligger under kostnadene i alternativ 1 fra og med 2016 til og med 2020. Fra og med 2021 vil merkostnadene i alternativ 2 følge banen til alternativ 1. Til tross for at tidligere implementering bidrar til noe reduksjon av tiltaksprisene, vil kostnadene totalt ligge høyere i alternativ 2 sammenlignet med alternativ 1.

10.3 Gevinster

De samfunnsøkonomiske gevinstene av tiltaket er knyttet opp mot redusert energibruk i rehabiliterte bygg og nybygg. Dette bidrar til reduserte energikostnader og redusert CO₂-utslipp. Nedenfor presenteres våre beregninger av de samfunnsøkonomiske gevinster.

10.3.1 Redusert energibruk

Basert på forutsetninger om energibruk slik det fremgår i kapittel 8 har vi beregnet energibruk for rehabiliterte og nybygg. I 0-alternativet har vi beregnet energibruk for bygg som følger TEK 10 og for bygg som energieffektiviserer. I prosjektalternativene har vi forutsatt at alle følger nye krav. Figuren under illustrerer energibruk for rehabiliterte bygg og nybygg i analysen. Dette er energibruk for byggene som hvert år enten totalrehabiliterer eller nybygges.



10-2 Energibruk rehabiliterte bygg og nybygg, mill. kWh.

I 0-alternativet vil det være noe frivillig energieffektivisering, men det aller meste vil følge dagens krav I 2011 vil ha totalrehabiliterte og nybygg ha et energiforbruk på litt over 1600 millioner kWh. Ettersom vi i 0-alternativet antar en viss utbredelse av energieffektivisering vil energiforbruket i 2040 være redusert til 1400 millioner kWh for byggene som totalrehabiliterer og bygger nytt. Til sammenligning vil totalrehabiliterte og nybygg i alternativ 1 og 2 ha et forbruk på litt under 800 millioner kWh i 2040. Figuren illustrerer at den årlige energibruken kan reduseres kraftig som følge av implementeringen av krav om energieffektivisering, og i 2040 vil årlig energibruk for totalrehabiliterede bygg og nybygg være på nesten halvparten av nivået i 0-alternativet.

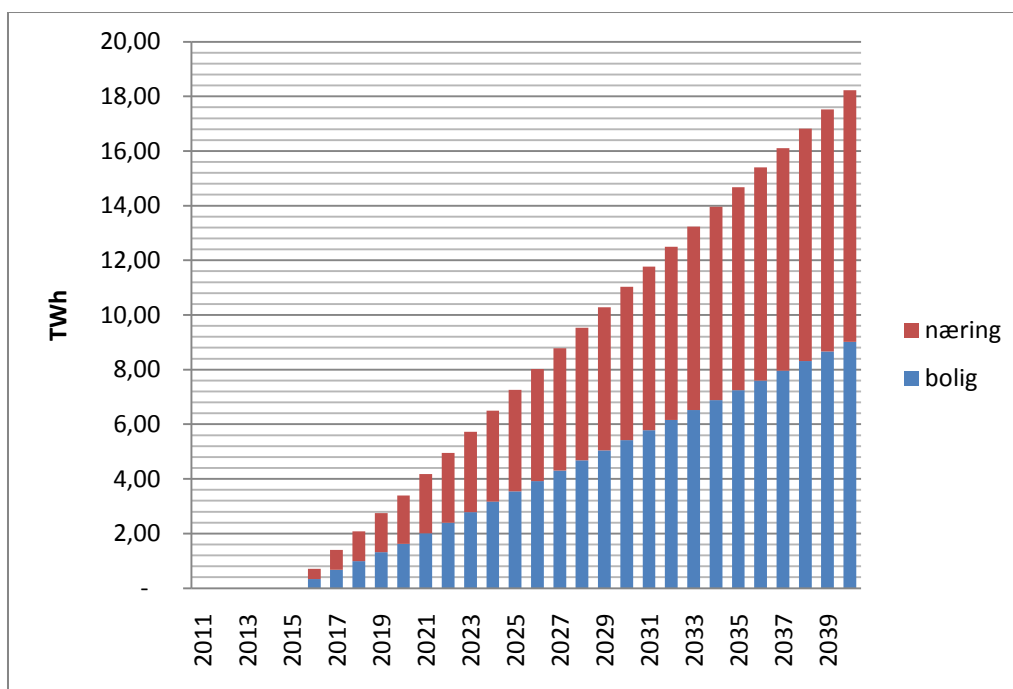
Innføring av tiltak for å energieffektivisere byggene vil innebære redusert energibruk, og for hvert år vil det være flere og flere bygg som er energieffektive og som bidrar til lavere energibruk. Derfor vil avstanden mellom nullalternativet og prosjekteralternativene øke. Totalt vil alternativ 2 redusere energibruket noe mer enn alternativ 1 ettersom tiltak innføres allerede i 2013.

Tabellen under viser totalt energibruk for alle byggene som totalrehabiliterer eller bygger nytt i hele analyseperioden. Tabellen viser også total besparelse sammenlignet med 0-alternativet. Innføring av tiltakene i alternativ 1 vil gi en total energibesparelse på ca. 237 000 millioner kWh, tilsvarende 237 TWh. Energibesparelsene i alternativ 2 vil ligge noe høyere på grunn av tidligere implementering, og vil totalt gi en besparelse på ca. 285 TWh.

Tabell 10-2 Energiforbruk og besparelse, mill. kWh.

	Total energiforbruk for totalrehabiliterede bygg og nybygg (2011-2040).	Besparelse
0-alternativ	1 320 449	-
Alternativ 1	1 083 651	-236 798
Alternativ 2	1 035 517	-284 932

Arnstadrapporten legger til grunn at det er mulig å redusere energibruk til drift av bygg med netto 10 TWh per år innen 2020, fra 80 TWh til 70 TWh. Innen 2040 fremgår det i rapporten at det er mulig å halvere dagens energibruk til drift av bygg til netto 40 TWh per år. Figuren under viser resultatet av våre beregninger av energisparepotensial for implementering av alternativ 1 frem til 2040.



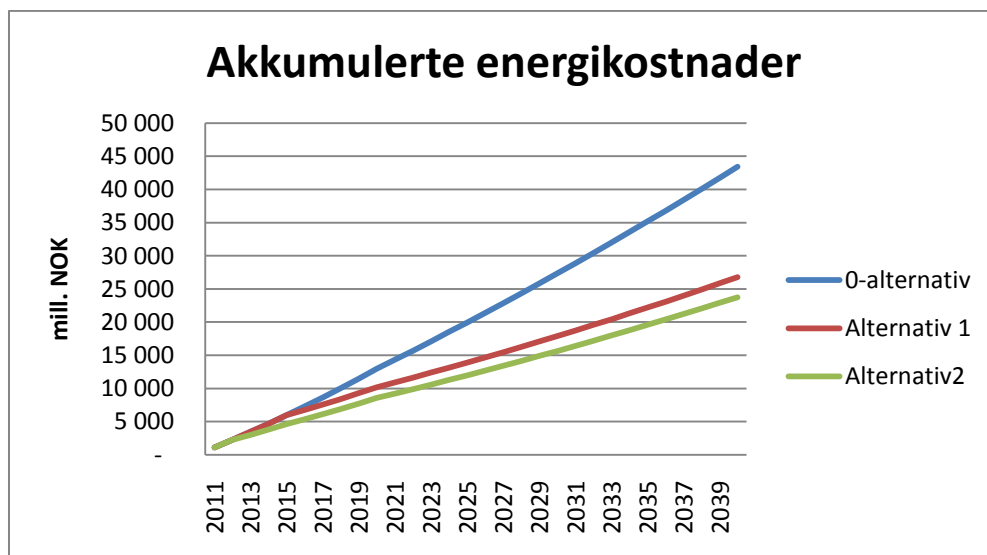
10-3 Beregnet energisparepotensial for alternativ 1, TWh per år for de berørte byggene.

Ettersom beregningene i Arnstadrapporten er basert på et betydelig høyere ambisjonsnivå sammenlignet med tiltakene i denne analysen, vil ikke tallene være direkte sammenlignbare. For eksempel legges det til grunn i Arnstadrapporten at alle nybygg fra og med 2025 vil bygges til et nivå som er bedre enn nesten nullenerginivå, og fra 2030 forutsettes det at alle nybygg bygges til nullenerginivå. Som det fremgår i figuren over, vil imidlertid implementering av alternativ 1 kunne gi en besparelse på litt over 18 TWh i 2040, med omtrent samme sparepotensial for bolig og yrkesbygg

sammenlignet med energibruken i 0-alternativet. Sparepotensialet ligger på ca. 20 TWh i 2040 for alternativ 2.

Lavere energibruk vil i utgangspunktet gi reduserte energikostnader for husholdninger og næringsliv. Dette vil imidlertid avhenge av forholdet mellom hvor mye energiforbruket reduseres og hvordan energiprisen endres over tid. Lavere energibruk vil på den ene siden innebære en gevinst hos forbrukeren, men for produsenten vil det bety et tap. I utgangspunktet er det derfor ingen effekt for samfunnet. Vi vet imidlertid at når det gjelder elektrisitet så kan Norge selge overskuddslektristet til landene vi har nettforbinding med. Vi antar derfor at produsentene kan selge overskuddsenergi til andre markeder og at produsentene derfor kan opprettholde sine inntekter. I vår analyse beregner vi derfor sparte energikostnader for husholdninger og næringsliv som en samfunnsøkonomisk gevinst.

Med utgangspunkt i fremskrevet årlig vektet energipris som vi har redegjort for i kapittel 9.3 har vi beregnet årlig energikostnader knyttet til rehabiliterte bygg og nybygg. Årlige akkumulerte energikostnader for byggene berørt av tiltakene fremgår av figur i 10-4 under.



10-4 Årlige akkumulerte energikostnader rehabiliterte bygg og nybygg, mill. NOK.

I 2011 vil energikostnaden for totalrehabiliterte bygg og nybygg være NOK 1108 millioner, og vil være lik for alle alternativene. Som figuren viser vil avviket mellom akkumulerte kostnader i 0-alternativet og prosjektalternativene øke for hvert år. Årsaken til dette er at de årlige energikostnadene i 0-alternativet alltid vil ligge på et høyere nivå enn i prosjektalternativene og vil dermed bidra til høyere vekst. I alternativ 2 vil tiltakene inntreffe allerede i 2013, og de akkumulerte kostnadene for dette alternativet vil ligge under de to andre kurvene fordi det vil være flere bygg som blir berørt av tiltaket.

Tabellen under viser nåverdien av totale energikostnader for de ulike alternativet samt besparelser i mrd. NOK sammenlignet med 0-alternativet.

Tabell 10-3 Energikostnad og besparelse, nåverdi. mrd. NOK

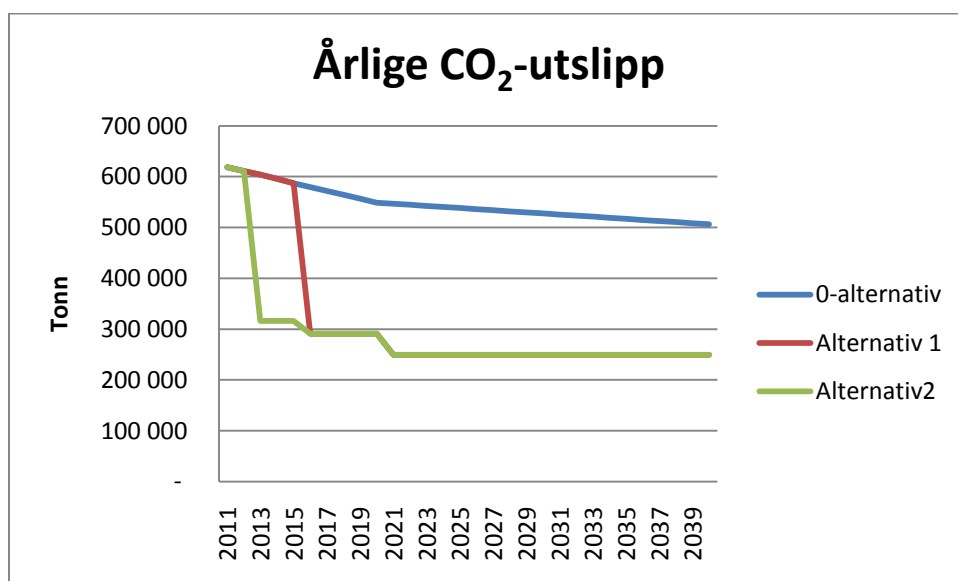
	Total energikostnad for rehabilitering og nybygg 2011-2040	Besparelse mrd NOK
0-alternativ	178	
Alternativ 1	127	-51
Alternativ 2	110	-68

Totalt vil energibesparelser som følge av implementering av alternativ 1 kunne gi reduserte energiutgifter for husholdninger og næringsliv på ca. NOK 51 milliarder. Alternativ 2 vil gi en noe høyere besparelse ettersom krav innføres allerede i 2013. Totalt vil energikostnadsbesparelsen for alternativ 2 ligge på ca. NOK 68 milliarder.

10.3.2 Redusert CO₂-utslipp

Redusert energibruk i bygg vil gi redusert CO₂-utslipp. Det er to effekter som bidrar til dette. For det første vil redusert energibruk (alt annet likt) bidra til en utslippsreduksjon, men i tillegg vil energibruk i mer energieffektive bygg ha mindre bruk av energikilder som forurensere og dette vil bidra til ytterligere utslippsreduksjoner. Vi har beregnet CO₂-utslipp og reduksjonen i utslipp som følge av krav om energieffektivisering. Dette er beregnet med utgangspunkt i forutsetning om energibruk og CO₂-utslipp i kapittel 8 og 8.

Figuren under viser CO₂-utslipp for totalrehabiliterede bygg og nybygg gjennom hele analyseperioden.



10-5 CO₂-utslipp for bygg i de ulike alternativene, tonn.

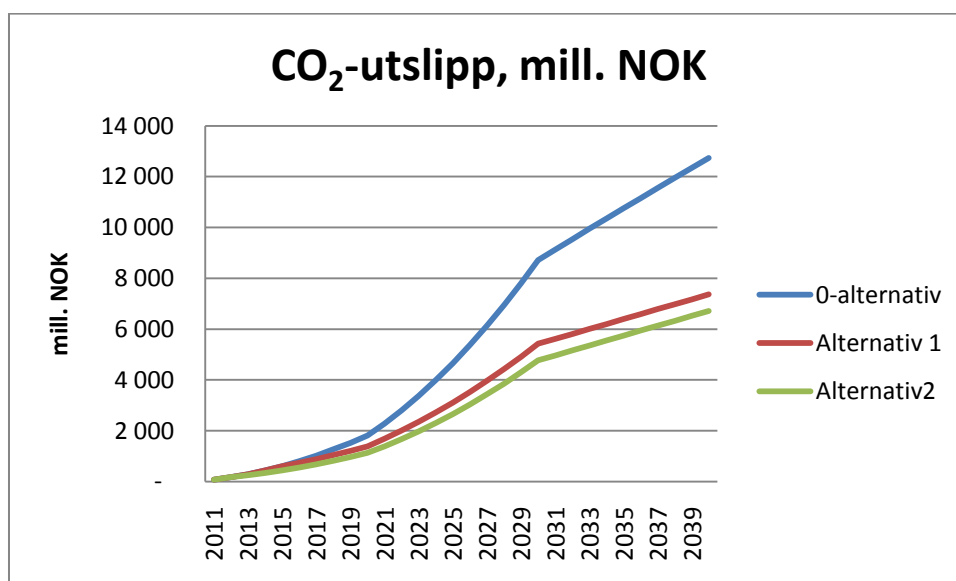
I 2011 vil totalrehabiliterte bygg og nybygg slippe ut litt over 600 000 tonn CO₂. I 2040 er dette redusert til ca. 500 000 tonn i 0-alternativet. Til sammenligning er utslippene i prosjekialternativene i 2040 på ca. 250 000 tonn i samme år. Innføring av krav om energieffektivisering kan derfor innebære nesten en halvering av utslipp av bygg som totalrehabiliterer og bygger nytt i 2040.

Tabellen under viser totale utslipp i de ulike alternativene og besparelser sammenlignet med 0-alternativet. Totalt vil alternativ 1 og 2 gi besparelser på henholdsvis 92 og 115 millioner tonn CO₂. I 2040 vil den årlige besparelsen være på totalt ca. 7 og 8 millioner tonn for henholdsvis alternativ 1 og 2. Til sammenligning var det totale utslippet fra norsk økonomi (inkludert husholdninger) i 2009 på 65 millioner tonn CO₂.

Tabell 10-4 CO₂-utslipp og besparelse. Tonn.

	Totalt CO ₂ -utslipp fra rehabiliterte bygg og nybygg, 2011-2040, tonn	Besparelse, tonn
0-alternativ	263 876 267	-
Alternativ 1	171 349 210	-92 527 057
Alternativ 2	148 038 645	-115 837 622

Med utgangspunkt i anslått CO₂-kvotepris frem til 2040, jf. kapittel 9.2, har vi verdsatt utslippet i NOK. Utviklingen i akkumulert verdsatt CO₂-utslipp for de ulike alternativene kan ses i figuren under.



10-6 Akkumulert CO₂-utslipp i de ulike alternativene, målt i mill. NOK (kvotepris).

Totalt vil alternativ 1 og 2 gi utslippsreduksjoner som tilsvarer en verdi på ca. NOK 14 og 18 mrd. sammenlignet med 0-alternativet.

Tabell 10-5 CO₂-utslipp målt i mrd. NOK

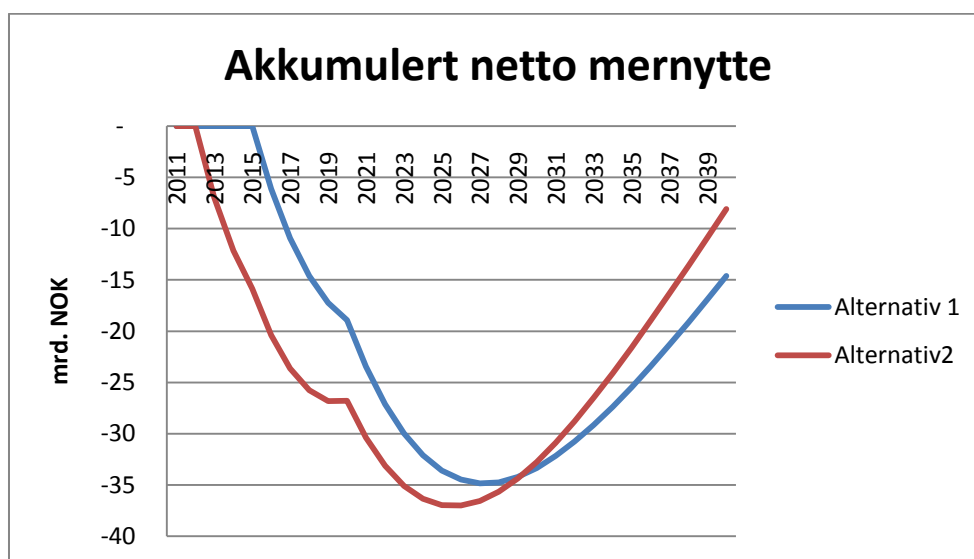
	Totalt CO ₂ -utslipp fra rehabiliterte bygg og nybygg, 2011-2040, mrd. NOK	Besparelse, mrd. NOK
0-alternativ	41	-
Alternativ 1	27	-14
Alternativ 2	23	-18

10.4 Netto mernytte av tiltakene

Merkostnaden er de ekstra kostnadene alternativene genererer sammenlignet med 0-alternativet.

Mernytten er de ekstra gevinstene som alternativene genererer sammenlignet med 0-alternativet. Netto mernytte er neddiskonterte merknader fratrukket neddiskonterte mernytte.

Figuren under viser akkumulert netto mernytte per år gjennom analyseperioden.



Figur 10-7 Akkumulert netto mernytte per år, nåverdi. mrd. NOK.

Figuren viser at prosjektalternativene ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomme med en netto mernytte på NOK -14 og NOK-8 mrd kr for alternativ 1 og 2. Figuren viser imidlertid at jo lenger tid som går, og jo flere bygg som er energieffektive, jo høyere netto mernytte. Omtrent i 2030 kan vi se at kurven får en positiv helning som betyr at vi har nådd et punkt hvor de energieffektive byggene i analysen genererer mer nytte enn kostnader.

Tiltakene i prosjektalternativene vil imidlertid ha en levetid utover analyseperioden som strekker seg til 2040. Vi har på den bakgrunn beregnet gevinster av tiltaket ved å utvide analyseperioden frem mot 2050 og 2060, ved å legge til en restverdi på hhv 10 og 20 år. Resultatene viser at mernytten blir positiv med hhv NOK 3 mrd og NOK 13 mrd for alternativ 1 og 2 ved en forutsetning om 20 års restverdi. Med en restverdi på 20 år vil altså tiltaket være samfunnsøkonomisk lønnsomt. Videre ser vi at alternativ 2 også vil gi en positiv mernytte ved en forutsetning om 10 års restverdi.

Tabell 10-6 Netto mernytte i de to alternativene, nåverdi Mrd. NOK

	Alternativ 1, mrd. NOK	Alternativ 2, mrd. NOK
Merkostnader		
Byggkostnader	79	94
Sum merkostnader	79	94
Mernytte		
Reduserte energikostnader	51	68
Reduserte CO₂-utslipp	14	18
Sum mernytte	65	86
Netto mernytte	-14	-8
Netto mernytte inkl. restverdi 10 år	-4	4
Netto mernytte inkl. restverdi 20 år	3	13

10.5 Konsekvenser for bransjen

Innføring av passivhus som forskriftskrav medfører at byggenæringen vil måtte tilpasse seg nye krav og byggemetoder. Dette vil medføre kostnader, og det forventes at de største kostnadene vil knytte seg til:

- Kompetanseheving
- Tilpasning / endring av systemer
- Innkjøp av utstyr

Kompetanseheving forventes å medføre den klart største kostnaden. Det antas at svært mye av kunnskapsspredningen vil være konkurransedrevet, og at dette ikke vil kreve spesielle tiltak fra myndighetenes side. Det forventes at media vil øke sin kompetanse om Passivbygg ettersom temaet blir mer og mer aktuelt, og dette vil føre til en økning av kompetansen i samfunnet generelt. Mye av

etterutdanningen for de utførende i byggenæringen foretas i dag av produktleverandører som kjører egne kurs og av opplæring fra nøkkelpersoner i bedriften. Rådgivere og arkitekter vil også øke sin kompetanse etter hvert som de ser at dette er nødvendig for å tilpasse seg fremtidens krav. En stor andel av de prosjekterende er opptatt av FoU og av å ligge foran markedet, og har allerede interessert seg for temaet i lang tid. Det samme gjelder for de store produktleverandørene som er tidlig ut med å utvikle og levere produkter til fremtidens marked.

Som nevnt for kompetanseheving, forventes det at alle kostnader forbundet med tilpasning til passivhusnivå vil være konkurransedrevet. Aktører vil investere i kompetanse, systemer eller utstyr for å kunne møte et endret marked på best mulig måte. Utgiftene til dette vil igjen måtte legges inn i den totale byggekostnaden og dermed komme til syne i høyere priser i anbud over tid. Dermed videreføres kostnadene til utbygger eller forbruker, som på sin side vil oppleve en besparelse i energiutgifter per år. Utgiftene for bransjen antas å være medtatt i den beregnede merkostnaden for passiv- og lavenergibygg i denne rapporten.

Strengere byggekrav vil alltid medføre økt behov for kursing og kompetanseheving. I Arnstadrapporten fremheves det fra BNL at mange av deres medlemsbedrifter vil kunne levere passivhus i dag eller i de nærmeste årene. BNL mener imidlertid at dette ikke gjelder hovedgruppen av utførende bedrifter i Norge, og estimerer at over 100 000 mennesker i utførende del av næringen må gjennom kortere eller lengre opplæringsprogrammer. Dersom bransjen innen 2016 skal være ”ferdig opplært”, vil det bety at det hvert år frem til 2016 er 20 000 mennesker som gjennomgår en form for opplæring. BNL mener det hvert år er omtrent 3000 som gjennomfører kompetansekurs, og mener det verken er realistisk eller forsvarlig å gjennomføre en slik omfattende kursing på 5 år. Dersom det allerede er 3 000 som årlig gjennomfører kurs, og det totalt må kurses 20 000 årlig frem til 2016 for å kurse hele bransjen vil det si at ytterligere ca. 17 000 mennesker årlig må gjennomgå kursing i forkant av implementering av alternativ 1. Det vil innebære at både bransjen og myndighetene sammen må ta et krafttak for å få dette på plass. Innføring av kravene for alternativ 2 allerede i 2013 kan derfor virke noe prematurt med tanke på at det er under 2 år til dette da eventuelt trer i kraft. En implementering i 2013 vil bety at litt over 45 000 mennesker årlig må gjennom kursing.

Enova har tatt initiativ til rapporten ”Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard” som gir en oversikt over det tekniske underlaget som er nødvendig for å innføre passivbygnivå som standard. I følge rapporten er det behov for nye anvisninger, verktøy og publikasjoner på robuste standardløsninger, og det er estimert et behov for 200 byggedetaljblader på dette emnet i løpet av en 7 års periode. Det er i tillegg viktig å evaluere forbildeprosjekter for å lære av allerede gjennomførte prosjekt. I tillegg til evaluering av forbildeprosjekter er det vel så viktig å utvikle ny kunnskap for å kunne bygge mer miljøvennlig og kostnadseffektivt. Dette medfører et FoU-behov på 12 forskningsprosjekt på aktuelle emner i løpet av en 7 års periode. Tabellen nedenfor er hentet fra Enovas rapport og oppsummerer kostnader og finansieringsbehov per år, og for en syvårsperiode.

Tabell 10-7 Estimerte kostnader for standardløsninger, evaluering av forbildprosjekter og nye FoU-prosjekter.

	Per år	Totalt
Standardløsninger 200 anvisninger à 400 000 kr.	Ca. 12 mill. kr	Ca. 85 mill.kr
Evaluering av pilotbygg, ca. 1 mill. kr per prosjekt, 15 prosjekt i året.	Ca. 15 mill. kr	Ca. 105 mill. kr
Ny FoU-prosjekter, ca. 12 prosjekter à 1,5 mill. fra det offentlige	Ca. 18 mill. kr	Ca. 125 mill. kr
SUM	Ca. 45 mill. kr	Ca. 315 mill. kr

Kostnader til pilotprosjekter, forbildeprosjekter og evalueringer vil også medføre økt FoU-kostnader. Denne analysen skal ikke beregne slike kostnader direkte, og det er uklart hvordan slike ordninger vil finansieres, men det er i andre utredninger beregnet at totale kostnader vil kunne ligge på ca. NOK 315 millioner. Dersom dette skal gjennomføres før eventuell implementering vil det gi en årlig merkostnad på ca. NOK 60 og 150 millioner for henholdsvis alternativ 1 og 2.

10.6 Energimessige konsekvenser

Når strengere krav til isolering og tetting innføres gjennom lavenergi, - passivhus – og ”nesten nullenergi” standard, vil bygg få lavere oppvarmingsbehov. Samtidig får bygg større behov for å transportere bort overskuddsvarme på sommerstid gjennom kjølesystemer. Dette er mest aktuelt for næringsbygg da de har stort behov for energikrevende utstyr som avgir mye varme. Krav om lavenergi- og passivhusnivå må også ses i sammenheng med økt fokus på arealeffektivitet. Økt arealeffektivitet bidrar til større persontetthet og høyere internlaster. Dette er også spesielt aktuelt for næringsbygg. Det kan stilles spørsmålstegn ved om det er hensiktsmessig å innføre passivbyggnivå for alle typer næringsbygg hvis det medfører at kjølebehovet øker drastisk. I verste fall kan kjølebehovet øke tilsvarende redusert oppvarmingsbehov. En faktor som kan redusere kjølebehovet er om det stilles strengere krav til tekniske komponenter som belysning i teknisk forskrift.

Når det blir krav om nesten nullenergibygg der en stor andel av varmebehovet skal dekkes av fornybare energikilder, vil energimiksen i Norge endres. Som vist i Tabell 0-3 vil blant annet behovet for biobrensel øke og fjernvarme reduseres. Dette får naturligvis innvirkning på energibransjen. I dag

er for eksempel ikke markedet for trepellets og flis stort i Norge. Vi har antatt at 5 prosent av nybygg, yrkesbygg som bygges etter TEK10, vil benytte trepellets eller flis til oppvarming via en biokjel. Til sammenlikning antar vi at ca 30 prosent av nesten nullenergibygg, yrkesbygg vil benytte trepellets eller flis til oppvarming.

Drift av bygg bidrar til ca. 40 prosent av den samlede energibruken i Norge. Bygninger er derfor trukket frem som et viktig fokusområde i håndteringen av energi- og klimagassutfordringene, og det er faktisk energibruk myndighetene ønsker å redusere. Teknisk forskrift stiller krav til et byggs netto energibehov der en rekke standardverdier benyttes i beregningene og der et byggs varmesystem ikke hensyntas. Det er levert energi som gir det mest riktige bildet av hvor mye energi et bygg kommer til å bruke per år. Det bør derfor vurderes om kravene til energibehov bør baseres på levert energi fremfor netto energi i teknisk forskrift.

Redusert bruk av energi, herunder elektrisk kraft kan på sikt redusere behovet for nett- og kraftutbygging i Norge. Mindre press på eksisterende nett kan gi mer stabilitet og økt sikkerhet for strømforsyningen i Norge. Dette vil derfor kunne gi lavere investeringskostnader, mindre landskapsforringelse, og eventuell mindre forringelse av biomangfold. Disse forhold er ikke hensyntatt i de samfunnsøkonomiske beregningene.

10.7 Andre konsekvenser: konsekvenser for helse - inneklima

Vi oppholder oss i gjennomsnitt ca 90 prosent av tiden innendørs. Derfor er det av stor betydning for helsetilstanden til den norske befolkning at inneklima i boliger og yrkesbygg er tilfredsstillende. Samtidig ser det ut til at kompetansen om inneklima og bygningsdrift hos den generelle forbruker er på et svært lavt nivå. Dette medfører at mange bygninger, og særlig boliger driftes på en måte som gir dårlig inneklima for brukeren.

Inneklima er av WHO definert til å omfatte følgende faktorer:

- Termisk miljø
- Atmosfærisk miljø
- Aktinisk miljø (belysning / stråling)
- Akustisk miljø
- Mekanisk miljø

Begrepet innemiljø omfatter estetiske og psykososiale miljø i tillegg til det som omfattes av begrepet inneklima. I dagens samfunnsdebatt fokuseres det primært på de tre øverste faktorene i forbindelse med utfordringer knyttet til passivbygg.

De aller fleste boliger bygget før 2009 har ventilasjonssystem basert på naturlig ventilasjon eller mekanisk avtrekk der tilluften slippes inn igjennom ventiler eller spalter i ytterkonstruksjonen. Yrkesbygg av nyere dato har balansert ventilasjon med varmegjenvinning. Mange eksisterende bygg, og særlig boliger, har også betydelige luftlekkasjer i ytterkonstruksjonen som fører til en vesentlig del utilsiktet infiltrasjon av luft. Denne infiltrasjonen kan ikke reguleres av brukeren, men bidrar til bedret innemiljø i bygg der tilgangen på frisk luft igjennom ventilasjonsanlegget ikke er tilstrekkelig. På den

andre siden kan utilsiktede luftlekkasjer under visse forhold føre til fuktskader i ytterkonstruksjonen, ubehagelig trekk eller kaldras - noe som igjen kan føre til vesentlig dårligere termisk og atmosfærisk innemiljø samt fare for helseplager.

I TEK'07 ble det innført krav om balansert ventilasjonsanlegg i alle boliger. Dette markerte et paradigmeskifte ved at alle nye boliger skal ventileres igjennom et mekanisk kontrollert ventilasjonssystem, og nye boliger vil ikke ha behov for lufteventiler i ytterkonstruksjonen. Samtidig åpner dette for gjenvinning av varmen i ventilasjonsluften som gir mulighet for store energibesparelser over året. I forbindelse med myndighetenes varslede skjerping av energikravene frem mot passivhus standard forventes det at tetthetskravet til ytterkonstruksjonen vil bli mye strengere, og tilskuddet av frisk luft fra infiltrasjon nærmest elimineres.

Balanserte ventilasjonsanlegg er avhengige av mekaniske vifter etc. og krever vedlikehold. For eksempel må det skiftes filter 1-2 ganger i året og gjennomføres service med jevne mellomrom. I tillegg er levetiden til enkelte komponenter i et balansert ventilasjonsanlegg vesentlig lavere enn levetiden for en bygning, kanskje 12-15 år. Dersom det slurves med vedlikeholdet, eller at anlegget får driftsstans, vil dette medføre at frisklufttilførselen stanses midlertidig. Det er da essensielt at det er installert åpningsbare vinduer og andre luftemuligheter slik at man kan opprettholde tilstrekkelig ventilasjon frem til anlegget kan settes i gang igjen.

Endringene i måten vi ventilerer våre bygninger på, og særlig boliger, vil få konsekvenser for hvordan vi drifter våre bygg. På den ene siden sikrer balanserte ventilasjonsanlegg oss en tilstrekkelig luftmengde ved alle forhold, uten at det forutsetter at brukeren holder friskluftventilene åpne. På den andre siden må anleggene vedlikeholdes og deres mekaniske natur representerer en usikkerhet i forhold til å opprettholde kontinuerlig drift til enhver tid.

Alt i alt forventes det at den generelle kvaliteten på inneluften vil være bedre i fremtidens bygg enn den har vært i bygninger bygget frem til i dag. Bruk av balanserte ventilasjonsanlegg eller "tette bygg" forventes ikke i seg selv å medføre noen forringelse av innemiljøet.

I tillegg til ventilasjonsmengde og luftkvalitet vil også isolasjonsmengden i ytterkonstruksjonen ha betydning for innemiljøet. I en godt isolert konstruksjon vil temperaturen på de innvendige overflatene være tilnærmet lik innelufttemperaturen, mens i en dårlig isolert konstruksjon vil innvendig overflatetemperatur påvirkes i stor grad av utetemperaturen. Bruk av moderne konstruksjoner og elementer (for eksempel yttervegger med god u-verdi, passivhus-vinduer etc.) kan derfor føre til at mange konvensjonelle inneklimateproblemer som kald stråling, kaldras, kalde gulv etc. unngås.

Utviklingen mot passivhus i Norge går for tiden svært fort, og drivkraften for dette er hovedsakelig et politisk ønske om å spare energi og redusere CO₂-utslipp fra bygninger. Samtidig vet vi at det utføres byggefeil for om lag 12 milliarder kr årlig, og at feil drift av bygninger fører til betydelig redusert inneklimate. Det er viktig at aspekter som miljø, helse, inneklimate og kvalitet også tas med og utvikles videre for å sikre at det bygges gode bygg i fremtiden, også de med lavt energiforbruk.

God kontroll og kvalitetssikring av prosjektering og utførelse ligger som en forutsetning for å sikre godt innemiljø i alle bygg. Det er alltid mulig å bygge dårlige bygg, uansett teknologi og byggeår. Krav og rutiner for å sikre dette må derfor vektlegges også i fremtiden.

Det presiseres at denne rapporten kun har vurdert de helsemessige konsekvenser på et overfladisk nivå da dette er et stort felt. Det anbefales at konsekvenser for innemiljø og helse i passiv- og lavenergihus utredes nærmere i separate studier

10.8 Fordelingsvirkninger

Tiltak for å energieffektivisere bygg i Norge vil i prinsippet berøre hele befolkningen, både husholdninger, næringsliv og offentlige virksomheter. Det er videre slik at det ikke nødvendigvis er de samme gruppene som vil bli berørt av kostnadene som vil bli berørt av gevinstene tiltaket fører med seg. For eksempel vil det i mange tilfeller være byggeier som må bære investeringskostnaden, mens det er de som leier bygget som kan dra nytte av at bygget bruker lite energi.

Som beskrevet tidligere består de 260 millioner m² boligene i Norge av om lag 168 millioner m² eneboliger, 49 millioner m² rekkehus og 43 millioner m² blokker og annet. De totale merkostnadene for boliger for alternativ 1 ligger på ca. NOK 52 mrd. Disse kostnadene vil måtte fordeles mellom husholdningene i ulike boliger.

Av 129 millioner m² næringsbygg er 80 millioner m² privateide og 49 millioner m² er offentlige eide. Grovt sett kan man derfor anslå at av total merkostnad for alternativ 1 for næringsbygg pålydende ca. NOK 27 mrd. så vil om lag 60 prosent av dette være kostnader for private byggeiere som tilsvarer NOK 16 mrd. Ca. 40 prosent vil være kostnader til offentlige byggeiere, ca. NOK 11 mrd.

Dersom kravene iverksettes uten noen form for støtteordninger som kompenserer byggeier for de økte kostnadene, er det nærliggende å tro at de økte kostnadene vil lempes over i boligmarkedet i form av økte boligpriser og leiepriser. Økte boligpriser vil ramme hele befolkningen, men kan ramme noen grupper mer. Boligprisvekst vil innebære en omfordeling i favør av dem som allerede er godt posisjonert i markedet. Mange unge kan derfor oppleve at inngangsbilletten til boligmarkedet blir for dyr. Økte boligpriser og leiepriser vil bidra til å redusere husholdningers disponible inntekt og øke kostnadene for næringsliv. Samtidig vil lavere energibruk bidra til å redusere kostnadene og dermed øke disponibel inntekt. Dersom reduserte energikostnader kan oppveie eventuell boligprisvekst, vil ikke forbrukerne komme dårligere ut enn i dag. Vi har ikke innenfor rammen av dette prosjektet kunnet gjøre forutsetninger og beregninger av hvordan tiltakene eventuelt kan påvirke boligprisene. I tillegg er det også andre momenter som er avgjørende for hvordan boligmarkedet fungerer, herunder tilbud og etterspørsel, rentenivå og press i økonomien.

11 Samlet vurdering av konsekvenser

Vår analyse viser at tiltakene i de to alternativene ikke er samfunnsøkonomisk lønnsomme. Selv om tiltakene medfører redusert energibruk som igjen vil gi kostnadsbesparelser i form av reduserte

energikostnader og redusert CO₂-utslipp, vil ikke gevinstene kunne oppveie de totale kostnadene av tiltakene. Vi understreker at våre resultater er basert på forutsetninger om utvikling fremover i tid som alltid vil være beheftet med usikkerhet. Implementering av alternativ 2 i 2013 vil gi økt energibesparelse, men gevinsten vil ikke tilstrekkelig kompensere for kostnadsøkningen. Vi finner derfor at implementering av alternativ 2 er mindre lønnsomt for samfunnet, sammenlignet med implementering av alternativ 1.

Energieffektiviseringstiltak vil medføre nye skjerpede krav for bransjen. Mange mennesker må gjennomføre kurs for kompetanseheving for at markedet skal kunne forberede seg på nye krav. Vi tror derfor at implementering av krav allerede i 2013 kan være noe tidlig for bransjen.

For alternativ 1 og 2 vil årlig energibesparelse i 2040 være på henholdsvis ca. 18 og 20 TWh basert på våre beregninger. Tatt i betraktning at årlig energibruk til drift av bygg er på 80 TWh i dag, vil besparelsen være av betydning. Det er usikkerhet knyttet til de energimessige konsekvensene. Når strengere krav til isolering og tetting innføres gjennom lavenergi, - passivhus – og ”nesten nullenergi” standard, vil bygg få lavere oppvarmingsbehov. Samtidig får bygg større behov for å transportere bort overskuddsvarme på sommerstid gjennom kjølesystemer. Krav om lavenergi- og passivhusnivå må også ses i sammenheng med økt fokus på arealeffektivitet. Økt arealeffektivitet bidrar til større persontetthet og høyere internlaster. Dette er mest aktuelt for næringsbygg da de har stort behov for energikrevende utstyr som avgir mye varme. Det kan stilles spørsmålsteget ved om det er hensiktsmessig å innføre passivbyggnivå for alle typer næringsbygg hvis det medfører at kjølebehovet øker drastisk. Hvis det er tilfellet kan besparelsene bli mindre enn antatt. Når det blir krav om nesten nullenergibygg der en stor andel av varmebehovet skal dekkes av fornybare energikilder, vil energimiksen i Norge endres. Dette får naturligvis innvirkning på energibransjen.

Tabellen under viser en samlet fremstilling av konsekvensene i de to alternativene sammenlignet med 0-alternativet.

Tabell 11-1 Oppsummering av alle konsekvensene for de to alternativene.

	Samfunnsøkonomiske	Bransjemessige	Energimessige
Alternativ 1	Netto mernytte: - NOK 14 milliarder	Må kurse over 15 000 mennesker hvert år frem til 2016. FoU, forbildeprosjekter	Ca. 18 TWh besparelse i 2040 Kjølebehov øker for næringsbygg Endret energimiks
Alternativ 2	Netto mernytte: - NOK 8 milliarder	Må kurse over 45 000 mennesker hvert år frem til 2013. FoU, forbildeprosjekter	Ca. 20 TWh besparelse i 2040 Kjølebehov øker for næringsbygg Endret energimiks

12 Usikkerhet

De samfunnsøkonomiske beregningene er beheftet med flere usikkerhetsmomenter. I dette kapittelet vil vi ta for oss forutsetninger som ligger til grunn for analysen som er særlig usikre. Vi har gjennomført en sensitivitetsanalyse for å se på hvordan endringer i verdien på disse usikre forutsetningene påvirker nåverdien.

Av forutsetningene som vi vil gjøre sensitivitetsberegninger på er:

- Realismen i andelen av bygningsmassen som kan rehabiliteres
- Utviklingen i 0-alternativet
- Endret CO₂-faktor
- Utvidet analyseperiode

12.1 Om bygningsmassen og realismen i kravene

Det er rimelig å anta at hovedandelen av bygninger som er aktuelle for hovedombygging vil ha en alder på 20 år eller mer. Samtidig antas det at de fleste bygninger fra før krigen er omfattet av vernebestemmelser. Nedenfor vises en oversikt over utviklingen av kravet til U-verdi i vegger de siste

100 år, og sannsynlig mengde isolasjon som skal til for å oppnå mistekrav til U-verdi for vegg i Passivbygg. Aldersklassene som vil være mest aktuelle for hovedombygging i 2020 er markert med rødt. Aldersklasser som sannsynlig er omfattet av vernebestemmelser er markert med mørkere rødt.

Tabell 5.2: Oversikt over historiske krav til U-verdi i vegger og antatt nødvendig etterisolering for å tilfredsstille krav til minste komponentkrav for Passivbygg

Årstall	Veggtype	Forskriftskrav U-verdi vegg	Antatt isolasjonstykkelse	Mengde etterisolering
2007-	Alle	0,18	Ca. 250 mm	Ca. 50 mm
1997-2007	Alle	0,22	Ca. 200 mm	Ca. 100 mm
1987-1997	Alle	0,3	Ca. 150 mm	Ca. 150 mm
1983-1987	Alle	0,45	Ca. 100 mm	Ca. 220 mm
1969-1983	Betongvegg	0,7 W/m ² K	Ca.50 mm	Ca.250 mm
	Trevegg	0,5 W/m ² K	Ca. 70 mm	Ca. 220 mm
Ca. 1950	Betongvegg	1,0 W/m ² K	Ca. 75 mm treull	Ca. 250 mm
	Bindingsverk	1,3 W/m ² K	Ca. 0 mm	Ca. 300 mm
Ca. 1900	Teglvegg	1,3 W/m ² K	Ca. 0 mm	Ca. 300 mm
	Laftevegg	0,7 W/m ² K	Ca. 0 mm	Ca. 250 mm

Mengde etterisolering angir her nødvendig isolasjonstykkelse for etterisolering for å nå minstekrav til U-verdi for yttervegg i Passivbygg. I de fleste tilfeller vil det være nødvendig med ytterligere 50-100 mm isolasjon for å nå typisk U-verdi som er nødvendig for å nå energikravet for Passivbygg. Man kan dermed anta at det i de fleste hovedombyggingsprosjekter vil være nødvendig å etterisolere med 200-400 mm isolasjon med dagens isolasjonsprodukter for å nå Passivbyggstandard.

På bakgrunn av det overnevnte kan vi sette opp følgende konkrete krav ved ombygging av eksisterende bygg til Passivbygg:

- Bygningen må i de fleste tilfeller isoleres på utsiden med min. 200 mm og maks. 400 mm isolasjon på vegger. Tak og eventuelt gulv må isoleres med i størrelsesorden samme mengde.
- Hoveddelen av isolasjonen må ligge på utsiden av eksisterende konstruksjon, og medfører dermed store fasadeendringer.
- Det må utføres omfattende tetttiltak for å sørge for tilstrekkelig lavt lekkasjetall.
- Vinduer og dører må skiftes til Passivbyggstandard.
- Ventilasjonsanlegg må skiftes til Passivbyggstandard.

Som vi ser krever ombygging til passivbyggstandard store og permanente inngrep i den eksisterende konstruksjonen. I tillegg til dette kreves installasjon av og utskiftninger med komponenter som vinduer

(må ha U-verdi 0,8 W/m²K eller lavere), ventilasjonsanlegg (balansert med høyeffektiv varmegjenvinner) og oppvarmingssystem.

Det finnes en del begrensninger for ombygging til Passivbygg, som nevnt ovenfor. Det er dermed kun en viss andel av hovedombygginger som kan forventes å kunne tilfredsstillende Passivbygg krav.

Det har vært en gjennomført praksis i byggeforskriftene siden tidlig på 1900-tallet at hovedombygginger skal tilfredsstillende de samme krav som stilles for nybygg. Det ser imidlertid nå ut til at man har nådd et punkt hvor dette ikke kan videreføres som en generell regel. Den store utviklingen i energikravene har ført til at steget fra opprinnelig byggestandard til Passivbygg krav i mange tilfeller blir for stort til å kunne gjennomføres innenfor rimelige rammer.

I tilfellet for hovedombygginger vurderer vi det ikke som like avgjørende at bygningene oppnår Passivbygg standard. Bygningene som gjennomgår hovedombygging er individuelt forskjellige og det må vurderes i hvert enkelt tilfelle hvilke energiltak som er mulige og bør prioriteres.

Det vil i flere tilfeller være økonomisk og miljømessig lønnsomt å foreta energisparende tiltak på andre plan fremfor å gjennomføre ombygging til Passivbygg. Dette bør avgjøres i hvert enkelt tilfelle for å kunne treffe de økonomisk og miljømessig beste valgene.

Det flere ulike årsaker som kan hindre ombygging til Passivbygg.

- Bevaringsverdig fasade / ikke etterisolerbar
Fredede, vernede og bevaringsverdige bygg har en vernet fasade. I tillegg finnes det svært mange andre bygg hvor man ikke ønsker fasaden ødelagt, selv om disse ikke står på noen offisiell liste.
- Ikke muligheter for tekniske føringer
Etasjehøyde, verneverdig interiør etc. kan medføre at det ikke er mulig å installere de nødvendige komponenter som er nødvendige i et Passivbygg.
- Planmessige utfordringer
Økt tykkelse på yttervegger krever at det finnes fritt areal rundt bygget. Dette er ofte ikke tilfelle, og ombyggingen kan gjøres vanskelig.
- Økonomisk konsekvenser
Kostbar ombygging til Passivbygg kan være u hensiktsmessig i forhold til bygningens verdi eller bruk. Små bygninger, bygninger med kort brukstid etc. vil ofte ikke være økonomisk eller miljømessig lønnsomme å bygge om til Passivbygg.

Dersom dagens ordning med dispensasjonsmulighet fra energikrav opprettholdes kan man få en situasjon der et fåtall bygninger ombygges til Passivbygg, mens bygg som mottar dispensasjon faller mellom stolene og unntas fra alle krav om energieffektivisering.

På bakgrunn av dette er det ikke realistisk å regne med at alle eksisterende bygg kan oppgraderes til passiv- eller lavenergibygg standard i forbindelse med hovedombygginger. Etter vår mening vil det kun være realistisk å anta at ca. 40 prosent kan nå disse kravene. Samtidig vil det være mulig å utføre energisparende tiltak på nær sagt alle bygg som vesentlig reduserer energibruken i forhold til eksisterende nivå, selv om de ikke når passiv- eller lavenergi krav. Dette gjelder også for vernede / fredede bygg og ikke minst for bygg som ikke gjennomgår full hovedombygging, forutsatt at fremtidens krav ved ombygginger formuleres på en hensiktsmessig måte.

I analysen har vi i 0-alternativet forutsatt at ingen av byggene fra før krigen kan totalrehabiliteres til passivhus eller lavenergi nivå. Øvrige bygg rehabiliteres med en antatt rate som er skjønnsmessig vurdert å være betydelig lavere enn nybyggraten for passiv- og lavenergibygg.

I beregningene i analysen av alternativene 1 og 2 er det ikke gjort forutsetning om byggene fra før krigen. Vi har i dette kapittelet gjort en beregning under forutsetning at kun 40 prosent av eksisterende bygningsmasse vil kunne rehabiliteres til lavenergi eller passivhusnivå i de to alternativene. Vi forutsetter at de resterende 60 prosentene vil rehabiliteres til dagens krav i TEK10. Måten vi har beregnet dette på er at vi har lagt inn et lavere ”rehabiliteringsareal” i prosjektalternativene.

Beregningen gir resultatene slik som det fremgår i tabellen under.

Tabell 12-1 Netto mernytte dersom det tas høyde for at bygg fra før krigen ikke kan inkluderes. Mrd. NOK

	Alternativ 1, mrd. NOK	Alternativ 2, mrd. NOK
Merkostnader		
Byggkostnader	47	56
Sum merkostnader	47	56
Mernytte		
Reduserte energikostnader	7	10
Reduserte CO₂-utslipp	5	7
Sum mernytte	12	17
Netto mernytte	-35	-39

Dersom vi legger forutsetningen om at kun 40 prosent av bygningsmassen som er aktuell for rehabilitering hvert år, kan følge kravene om energieffektivitet ser vi at tiltakene vil generere langt færre gevinster enn kostnader og netto mernytte vil bli lavere enn de opprinnelige beregningene. Vi finner at netto mernytte vil ligge rundt NOK 35 - 39 mrd. for de to alternativene.

I beregningene i analysen av alternativ 1 og 2 er det ikke tatt høyde for at man ved innføring av krav til passivbyggstandard på nybygg også kan implementere energikrav til mindre ombygginger som ikke klassifiseres som hovedombygginger. Eksempler på slike krav kan være innføring av krav om passivhus komponenter ved alle ombyggingsarbeider (for eksempel krav om passivhus vinduer ved vindusutskiftning). Dette vil føre til en betydelig energibesparelse som ikke er medregnet i analysen.

12.2 Usikkerhet i forutsetninger for 0-alternativet

Flere av forutsetningene i analysen er beheftet med usikkerhet. Spesielt gjelder dette forutsetninger som ligger til grunn for 0-alternativet. Vi har gjennomført en enkel sensitivitetsberegning for å vurdere hvordan resultatet endres ved endrede forutsetninger.

I dette scenario har vi beregnet netto mernytte av de ulike alternativene målt opp mot et 0-alternativ hvor vi ikke legger til grunn en videre utvikling i utbredelse av passivhus og lavenergibygg. Tiltaksprisene forblir da også uendret.

Hovedresultatet kan leses i tabellen under.

Tabell 12-2 Ingen utvikling i 0-alternativ. Nåverdi av netto mernytte. Mrd. NOK

	Alternativ 1, mrd. NOK	Alternativ 2, mrd. NOK
Merkostnader		
Byggkostnader	99	117
Sum merkostnader	99	117
Mernytte		
Reduserte energikostnader	66	82
Reduserte CO₂-utslipp	18	22
Sum mernytte	84	104
Netto mernytte	-15	-13

Som vi ser av tabellen vil en forutsetning om at det ikke skjer en videre utbredelse i 0-alternativet medføre at både kostnader og gevinster ligger på et høyere nivå enn basisberegningen. Netto mernytte vil være ca. NOK -15 og -13 mrd. for henholdsvis alternativ 1 og 2. Tatt i betraktning utvikling i andre europeiske land, og økt fokus på energieffektivisering i Norge de siste årene, mener vi det er svært lite sannsynlig at det ikke vil bli en videre utvikling av lavenergi- og passivhus i Norge, også i fravær av krav i forskrift.

12.3 CO₂-faktor

Som nevnt tidligere, er det noe usikkerhet knyttet til CO₂-faktor for elektrisitet. Våre beregninger så langt har lagt til grunn en faktor på 395 g CO₂/kWh, men det finnes argumenter for å benytte faktor lik null og faktor lik 600 g CO₂/kWh. Vi har gjort alternative beregninger for å vurdere hvor sensitiv resultatene er for endringer i denne parameteren. Hovedresultatet kan leses i tabellen under.

	Alternativ 1	Alternativ 2
0 g CO ₂ /kWh	-27 mrd	-25 mrd.
600 g CO ₂ /kWh	-7 mrd.	-1mrd.

Desto høyere CO₂-faktor for bruk av elektrisitet, jo større blir besparelsene og jo høyere blir netto nåverdi av å innføre tiltakene.

12.4 Utvidet analyseperiode

Vi har i vår analyse lagt til grunn en analyseperiode frem til og med 2040. Årsaken er todelt. For det første er dette analyseperioden som ligger til grunn i Arnstadrapporten. Vårt mandat går ut på å ta utgangspunkt i forutsetningene som ligger i Arnstadrapporten. For det andre er det svært vanskelig å utforme forutsetninger for analysen som ligger så langt fremme som 2060. Forutsetningen om analyseperiode frem til 2040 er imidlertid hypotetisk og vil påvirke resultatene ettersom det fremgår at ikke hele bygningsmassen vil være berørt av tiltak for rehabilitering og nybygging i 2040. Så langt i våre beregninger har vi inkludert en restverdi av nytten for å synliggjøre gevinster som inntreffer utenfor vår analyseperiode. Dersom vi utvider analyseperioden, vil vi kunne beregne gevinstene av at flere bygg blir omfattet av kravene. Utvidet analyseperiode vil innebære at både gevinstene og de totale kostnadene blir høyere.

For å få et bilde av hvordan resultatene kan endres ved å utvide analyseperioden har vi gjort en forenklet beregning. Vi har ikke endret på forutsetningene i 0-alternativet. Vi har implementert tallene i 2040 videre i analysen frem til 2060. Det betyr at det ikke skjer videre utvikling etter 2040. Dette er ikke sannsynlig, men det er allikevel usikkert og vanskelig å anta utvikling fra 2040 og frem til 2060.

Vi har lagt til grunn følgende forutsetninger:

- Vi forutsetter ikke videre utbredelse etter 2040 for 0-alternativet. Det vil si at prisene heller ikke endres for perioden 2040-2060.
- For prosjektalternativet legger vi ikke til grunn videre prisreduksjon slik at prisene i 2040 forblir uendret ut til 2060.
- For beregningene etter 2040 legger vi til grunn samme energipris og kvotepris som i 2040.

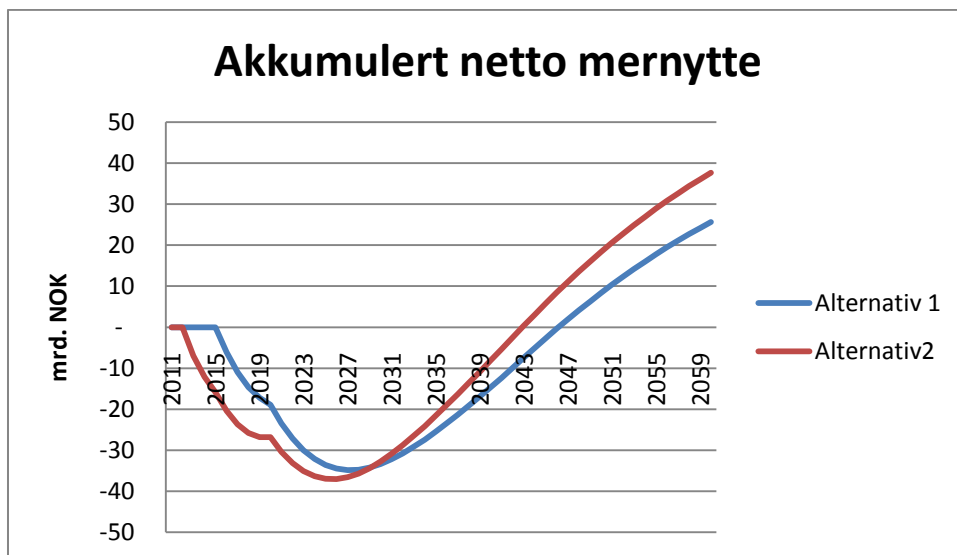
Resultatene fra beregningen for alternativ 1 fremgår i tabellen under.

Tabell 12-3 Utvidet analyseperiode frem til 2060, NOK mrd.

	Alternativ 1, mrd. NOK	Alternativ 2, mrd. NOK
Merkostnader		
Byggkostnader	82	97
Sum merkostnader	82	97
Mernytte		
Reduserte energikostnader	85	106
Reduserte CO₂-utslipp	24	29
Sum mernytte	109	135
Netto mernytte	27	38

Ved å utvide analyseperioden med 20 år, vil tiltakene gi positiv mernytte for samfunnet. Vi understreker at forutsetningene bak beregningen er usikre og noe stiliserte. Såpass langt inn i fremtiden vil det nødvendigvis være mye usikkerhet. Eksempelet illustrerer imidlertid at ved å se tiltak for energieffektivisering i et større tidsperspektiv så vil også tiltakene bli lønnsomme fordi langt flere bygg vil være berørt av tiltakene og dermed gir høyere gevinst for hvert år mens de årlige kostnadene forblir uendret. Det er viktig å understreke at en forutsetning om videre utvikling og utbredelse i 0-alternativet både ville gitt noe lavere merkostnader og lavere mernytte. En slik forutsetning har vi altså ikke lagt til grunn.

Figuren under viser at neddiskontert netto mernytte vil bli positiv i henholdsvis ca. 2050 og 2045 for alternativ 1 og 2.



Figur 12-1 Akkumulert netto mernytte, nåverdi, i utvidet analyseperiode. Mrd. NOK

12.5 Elektrisitetspris

Det siste året har strømprisen vært historisk høy i Norge. Høye strømpriser vil øke incentivene til å gjennomføre energieffektiviseringstiltak ettersom besparelsen blir høyere. I følge SSB var elektrisitetsprisen inkludert nettleie (uten mva og avgifter) på 85 øre/kWh. Vi har lagt til grunn at prisen i dag ligger på ca. 70 øre/kWh i dag, stigende til ca. 90 øre/kWh i 2020 og på ca. 1,05 kr/kWh i 2040. Dagens pris ligger allerede nært vårt anslag for 2020. Det er usikkert hva som vil skje med strømprisen fremover, da mange ulike faktorer kan bidra til endringer i prisen.

I analysen har vi lagt til grunn KlimaKur2020 sine forutsetninger om strømpris, omregnet til 2011 kroner. Forutsetninger om energipris vil alltid være usikker, og for å synliggjøre usikkerheten har vi gjort alternative beregninger hvor vi har beregnet hvor høy strømprisen må ligge på for at tiltakene skal være lønnsomme å gjennomføre. Vi har antatt at nettleien forblir uforandret på 25 øre/kWh. Vi

har beregnet at spotprisen (eksklusiv mva og avgifter) må ligge på litt under ca. 1 NOK/kWh for at netto mernytte skal bli positiv i analyseperioden frem til 2040. Strømprisen inkludert nettleie vil da være på totalt ca. 1,25 kr/kWh.

Vedlegg A. Energibruk

Energibruk for eksisterende bygg

Spesifikk energibruk i eksisterende bygningsmasse varierer avhengig av byggår, bygningskategori og hvordan eier og leietaker bruker bygget. Den gjennomsnittlige energibruken for hhv boliger og yrkesbygg som benyttes i våre beregninger, er hentet fra Lavenergiutvalgets rapport om energieffektivisering (Lavenergiutvalget, 2009). Arnstadrapporten har også hentet tall fra denne rapporten.

Boliger

Spesifikk energibruk er basert på Enovas energistatistikk og er samstemt med SSBs undersøkelser på energibruk. Estimert spesifikk energibruk per oppvarmet bruksareal er $201 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for boliger.

Yrkesbygg

Spesifikk energibruk er basert på SSBs energistatistikk og er $283 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for yrkesbygg. Dette er noe høyere enn Enovas energistatistikk (ca $270 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$). Dette kan forklares med at Enovas utvalg av bygg har gjennomført energieffektiviseringstiltak, og Enovas snitt vil derfor være noe bedre sammenliknet med snittet for hele bygningsmassen.

Det forventes at energibruken i eksisterende bygningsmasse vil ligge på samme nivå i årene fremover ettersom det ikke er grunnlag for å tro at forbruksmønsteret vil endres.

Energibruk etter totalrehabilitering

Eksisterende bygningsmasse som gjennomgår totalrehabilitering vil få et vesentlig lavere energibehov. I Arnstadrapporten, vedlegg B, er det oppgitt at energinivået etter totalrehabilitering i gjennomsnitt vil være $215 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for yrkesbygg og $160 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for boliger. Vi har vært i kontakt med arbeidsgruppen ved Tor Helge Dokka, for å få klarhet i bakgrunnen for tallene. Tallene baserer seg på erfaring fra prosjekter i Tyskland og Østerrike samt flere EU og IEA prosjekter som viser hvor langt det er mulig å redusere energiforbruket etter totalrehabilitering. I tillegg er det gjennomført omfattende analyser i forbindelse med rehabiliteringen av Myhrerenga Borettslag der SINTEF Byggforsk var rådgiver.

Energibruk nybygg, TEK10

Energirammekravene i TEK10 er fordelt på totalt 13 bygningskategorier og for yrkesbygg spenner energirammekravene fra $120 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for skolebygg til $335 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for sykehjem. Det er nødvendig å finne et gjennomsnittlig energibehov for henholdsvis boliger og yrkesbygg, og dette kan gjøres ved å se på arealfordelingen for de ulike bygningskategoriene. Det er nødvendig med en overordnet inndeling av areal fordelt på bygningskategorier. Multiconsult har god oversikt over eksisterende bygningsmasse etter omfattende kartlegginger, bla. gjennom rapporten "Vedlikehold i kommunesektoren". Yrkesbygg kan deles inn i flere bygningsgrupper, og basert på resultater fra flere

rapporter Multiconsult har utarbeidet, har vi kommet frem til følgende bygningsgrupper med tilhørende arealandel av bygningsmassen: Industri 20 prosent, Handel 20 prosent, Skole 20 prosent, Helse 10 prosent og Kontor 40 prosent. Erfaringene fra rapportene kan igjen benyttes for å få en overordnet oversikt over arealfordelingen mellom ulike bygningskategorier. Arealfordelingen for småhus og boligblokker er hentet fra Arnstadrapporten. Det er forventet samme arealfordeling for bygningskategoriene også i fremtiden.

Energirammekravene i TEK10 viser netto energibehov. For å kunne sammenlikne energinivået på nybygg med eksisterende og rehabilitert bygningsmasse, må energibehovet for nybygg oppgis i levert energi. Levert energi avhenger av type oppvarmingssystem i bygget. Fordelingen av oppvarmingssystemer i nye bygg bestemmer hvilken faktor man skal gange netto energibehov med for å finne levert energi. Se Tabell 0-2 og Tabell 0-3 i kapittel 9 for inndeling av energimiks. Resultatene blir følgende:

Estimert spesifikk energibruk per oppvarmet bruksareal er $115 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for boliger

Estimert spesifikk energibruk per oppvarmet bruksareal er $167 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$ for yrkesbygg.

Nybygg som bygger bedre enn dagens krav

En overvekt av lavenergi- og passivbyggprosjektene som Enova støttet i 2010 var kontorbygg, barnehager, skolebygg, småhus og boligblokker. Det er derfor størst erfaring med å bygge lavenergi- og passivhusbygg innenfor disse bygningskategoriene i dag. Det er forventet at det i fremtiden vil være større påtrykk innenfor alle bygningskategorier når byggebransjen får mer erfaring, det blir flere innarbeidete løsninger og større aksept for passivbygg i markedet.

Multiconsult har gjort beregninger for netto energibehov for bygningskategorier som benytter lavenergi- eller passivbyggkomponenter og som tilfredsstiller kravene etter NS 3700 og SINTEF Prosjektrapport 42 som legger føringer for kommende NS 3701. Beregningene er gjort i SIMIEN med bygningsmodellene som ligger til grunn for fastsettelse av energirammekravene. Internlaster og luftmengder iht. NS 3700/NS3701 tabell A1 og A2 er benyttet, og vi har prøvd oss frem med U-verdier, varmegjenvinningsgrad etc. for å kontrollere at beregningene tilfredsstiller kriteriene for lavenergibygg og passivhus. Resultatene oppgis i netto energibehov. Hvis et bygg skal oppføres i dag, må man i tillegg gjøre en energiberegning med standardverdier etter NS 3031. Standardverdier for luftmengder og interne laster er høyere i NS 3031 enn i lavenergi- og passivbyggstandarden. Vi ser det som mest sannsynlig at det er standardverdiene i NS 3700 og kommende NS 3701 som vil bli gjeldende hvis det blir forskriftskrav om lavenergi- og passivbygg nivå, og har derfor brukt disse verdiene i våre beregninger for å finne energirammenivå for lavenergi- og passivbygg for alle bygningskategorier.

For å omgjøre netto energibehov til levert energi, er det gjort samme omregning som for nybygg, TEK10. Det er antatt samme arealfordeling, og egen energimiks for lavenergi- og passivbygg. Se **Tabell 0-3** i kapittel 9.

Lavenerginivå: Gjennomsnittlig energibehov for boliger er beregnet å være ca $90 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$. For yrkesbygg er det beregnet gjennomsnittlig energibehov på $100 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$.

Passivhusnivå: Gjennomsnittlig energibehov for boliger er beregnet å være $70 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$. For yrkesbygg er levert energibehov beregnet å være ca 75 kWh/m^2 .

Nesten nullenergibygg

Nesten nullenergibygg tilsvarer passivbygg der en betydelig andel av varmebehovet er dekket med lokal energiforsyning.

For å omgjøre netto energibehov til levert energi, er det gjort samme omregning som for passivbygg, og det er antatt egen energimiks for nesten nullenergibygg. Se **Tabell 0-3** i kapittel 9.

Gjennomsnittlig energibehov for boliger er beregnet å være ca $60 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$. For yrkesbygg er det beregnet gjennomsnittlig energibehov på $70 \text{ kWh/m}^2 \text{ år}$.

Vedlegg B. Energimiks

Klimakur2020 fremskrev energibruk og utslipp frem til 2030 basert på en bottom-up tilnærming. For å komme fra energibehov til energibruk, ble det gjort antagelse av oppvarmingsløsninger for boliger og næringsbygg. Se tabellen nedenfor.

Tabell 0-1: Fordeling av teknologier for oppvarming (basert på levert energi), hentet fra Klimakur2020.

	Klimakur2020: Andel oppvarmingsteknologier					
	Boliger			Næringsbygg		
	Eksisterende	Rehab	Nybygg	Eksisterende	Rehab	Nybygg
Oljekjel	3 %	2 %	0 %	11 %	8 %	2 %
Gasskjel	1 %	0 %	0 %	3 %	1 %	1 %
Parafinkamin	2 %	2 %	0 %			
Elkjel	1 %	8 %	10 %	17 %	16 %	30 %
Panelovn	67 %	55 %	51 %	44 %	39 %	22 %
Fjernvarme	2 %	2 %	10 %	9 %	15 %	25 %
Vedovn	13 %	10 %	13 %			
Pellets-kamin	0 %	2 %	2 %			
Pellets/fliskjel				1 %	5 %	5 %
VP vann-vann	3 %	5 %	5 %	16 %	16 %	16 %
Vp luft-luft	5 %	15 %	9 %			

Fordelingen for eksisterende bygg er kalibrert mot faktisk bruk av ulike energibærere fra startåret 2008. Det er tatt utgangspunkt i at det i Klimaforliket ble foreslått å fase ut gamle oljekjeler i eksisterende bygg. KRD har per januar 2001 sagt følgende om forbud om oljekjel: "Nye krav til energiforsyning i byggt teknisk forskrift gjelder således ikke der det kun er kjelen som skiftes ut, med mindre det er snakk om hovedombygging." Ved hovedombygging, eller ved utskifting av hele, eller en vesentlig del av, varmesystemet, dvs. tank, brenner, kjel og opplegg for distribusjon, gjelder forbud kravet. Vi antar at oljekjeler vil reduseres selv om det ikke blir et direkte forbud og har valgt å benytte energimiksen for eksisterende og rehabiliterte bygg foreslått av Klimakur2020.

Vi har tatt utgangspunkt i inndelingen som ble gjort i Klimakur2020, men har redigert tabellen noe ut fra våre antakelser om hvordan energiforsyningen vil være frem til 2040 for nye bygg (TEK10), lavenergibygge, passivbygg og nesten nullenergibygge. Vi har valgt å beholde antakelsene for energimiks for eksisterende og rehabiliterte bygg. Vi registrerer at bioolje ikke er representert i tabellen. Enkelte næringsbygg og boligblokker konverterer fra fyringsolje til bioolje. Overgang til 100 prosent bioolje i vanlige oljekjeler er fullt mulig, men krever utskifting av visse komponenter og deler. Det har ikke vært stor utbredelse av konvertering hittil, og det er vanskelig å anslå om det vil være større andel i tiden fremover. Vi har derfor valgt å beholde Klimakur2020 sine antakelser om energimiks for rehabiliterte bygg og har ikke tatt med bioolje i tabellen ovenfor.

Tabell tre viser hvordan vi har redigert energimiksen for nybygg (TEK10) i forhold til antakelsene gjort i Klimakur2020.

Tabell 0-2 Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi). Kilde: Multiconsult

	Multiconsult: Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi)					
	Boliger			Næringsbygg		
	Eksisterende	Rehab	Nybygg (TEK10)	Eksisterende	Rehab	Nybygg (TEK10)
Oljekjel	3 %	2 %	0 %	11 %	8 %	2 %
Gasskjel	1 %	0 %	0 %	3 %	1 %	3 %
Parafinkamin	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Elkjel	1 %	8 %	10 %	17 %	16 %	30 %
Panelovn	69 %	54 %	44 %	44 %	35 %	12 %
Fjernvarme	2 %	2 %	10 %	9 %	15 %	25 %
Vedovn	13 %	10 %	13 %	0 %	0 %	0 %
Pellets-kamin	0 %	2 %	2 %	0 %	0 %	0 %
Pellets/fliskjel	0 %	0 %	0 %	1 %	5 %	5 %
VP vann/luft-vann	3 %	5 %	12 %	16 %	18 %	23 %
VP luft-luft	5 %	15 %	9 %	0 %	0 %	0 %
SUM	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

De røde og grønne tallene skiller seg ut fra tallene som ble presentert i Klimakur2020. De røde tallene indikerer en nedgang av oppvarmingsteknologiens andel sammenliknet med Klimakur2020 og de grønne en økning. Endringene vi har foretatt er hovedsakelig for panelovner og varmepumper, vi er mer optimistiske i forhold til varmepumpens andel frem mot 2040. Merk at tabellen viser levert energi.

Boliger:

Erfaringsvis bygges 45 prosent av nye boliger med vannbåren varme og denne andelen mener vi vil holde seg frem mot 2040 ved fravær av innføring av nye krav. Det er stor sannsynlighet for at vannvann og luft-vann varmepumpe vil dominere som oppvarmingsteknologi. Øvrige boliger som installerer vannbåren varme vil dekke oppvarmingsbehovet med fjernvarme og elektrokjel. Det vil fortsatt installeres en del panelovner i eneboliger med vannbåren varme fordi det ikke er uvanlig å installere vannbåren varme kun i 1. etasje. De øvrige 55 prosent av nye boliger vil bygges uten vannbåren varme. Vi antar at så mye som 50 prosent av disse boligene vil dekke oppvarmingsbehovet med panelovner og 30 prosent vil dekke oppvarmingsbehovet med luft-luft varmepumpe. De øvrige boligene vil dekke oppvarmingsbehovet med vedovn og pellets-kamin. Pellets-kamin har ikke hatt den forventede utbredelsen, og det er derfor antatt at andelen ikke vil øke mer enn til 2 prosent for nybygg.

Næringsbygg:

For næringsbygg som skal totalrehabiliteres, forventes det at det er en del søknadspliktige arbeider hvor krav om 40 prosent eller 60 prosent fornybar energi vil gjelde. El-andel til panelovner vil derfor bli mindre og muligens enda lavere enn 39 prosent som foreslås i Klimakur2020. Tilsvarende vil vannvann varmepumpe øke til å dekke ca 35 prosent av oppvarmingsbehovet og 18 prosent av levert energi.

For nye næringsbygg har vi disse antakelsene:

- Både olje- og gasskjeler vil kunne benyttes som spisslastkjeler i kombinasjon med varmepumpe. Vi antar at gasskjeler vil dekke 3 prosent av energiforsyningen.
- Oppvarming med bare panelovner vil ikke kunne benyttes i nye næringsbygg. Et alternativt vannbårent oppvarmingssystem må velges. For mindre næringsbygg og deler av bygg vil det være mulig med bruk av panelovner. Vi antar at dette totalt vil utgjøre 12 prosent av energileveransen.
- Pellets- og fliskjel er mer krevende mht driftssikkerhet. Vi mener dette vil redusere bruk av slike kjeler i nybygg som i tillegg har mindre varmebehov, dvs. kun 5 prosent av energien vil dekkes. Dersom energiprisen på denne energivaren blir lavere relativt sett, kan dette endres.
- Varmepumpe i kombinasjon med utnyttelse av overskuddsvarme fra kjøling blir mer aktuelt pga data- og serverrom med mye overskuddsvarme. Vi antar derfor at denne løsningen vil dekke ca 23 prosent av energileveransen.

Solfangere er relativt lite utbredt i Norge i dag, og i følge Enova kan det være vanskelig å få tak i ekspertise til installasjon og reparasjon. Investeringskostnaden er relativt høy i forhold til andre oppvarmingsteknologier. Det er antatt at det ikke vil være økning i bruk av solfangere for nybygg som bygger etter TEK10.

Det er nødvendig å gjøre en betraktning av hvordan energiforsyningen vil være for lavenergi- og passivbygg og nesten nullenergibygg med høy andel av fornybar energi. Kravene til oppvarmingssystem i TEK10 vil videreføres i lavenergi- og passivbyggstandard, men siden disse byggene bruker mindre energi enn forskriftskravet kan den ikke-fornybare andelen av oppvarmingsbehovet gjøres større i forhold til totalt energiforbruk (kravet til andel fornybar energi til oppvarming gjelder som prosent av energirammekravet). Det er på den andre siden forventet at de som bygger lavenergi- og passivbygg vil være flinkere i klassen og i større grad velge fornybare energikilder. Hvis det blir krav til "nesten nullenergibygg" vil det bli større fokus på solvarme, varmepumpe og liknende.

Tabell 0-3 Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi). Kilde: Multiconsult.

	Multiconsult: Andel oppvarmingsteknologier (basert på levert energi)					
	Boliger			Næringsbygg		
	Lavenergibygg	Passivbygg	Nesten nullenergibygg	Lavenergibygg	Passivbygg	Nesten nullenergibygg
Oljekjel	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gasskjel	0 %	0 %	0 %	3 %	3 %	2 %
Parafinkamin	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Elkjel	10 %	8 %	10 %	11 %	12 %	7 %
Panelovn	18 %	22 %	9 %	9 %	14 %	7 %
Fjernvarme	18 %	19 %	6 %	40 %	27 %	11 %
Vedovn	13 %	4 %	5 %	0 %	0 %	0 %
Pellets-kamin/annen punktvarme fra biomasse	8 %	2 %	5 %	0 %	0 %	0 %
Pellets/fliskjel/annen biomasse	8 %	22 %	19 %	13 %	21 %	31 %
VP vann/luft-vann	13 %	11 %	28 %	24 %	20 %	36 %
VP luft-luft	11 %	9 %	13 %	0 %	0 %	4 %
Solfanger	0 %	3 %	5 %	0 %	2 %	3 %
SUM	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %	100 %

Lavenergi- og passivbygg

Energimiksen er basert på antatt energimiks for oppvarming av nybygg (TEK10) fra 2012. Deretter har det blitt gjort endringer for andel energikilder basert på antakelsen om at lavenergi- og passivbygg vil ha større andel fornybar energi enn bygg som bygges etter TEK10, samt at enkelte varmekilder ikke egner seg i passivbygg der behovet for oppvarming er svært lavt (for eksempel vedovn).

Bolig:

Det er forventet at fossile energikilder ikke vil bli valgt for verken lavenergi- eller passivbygg. Vi tror at det i større grad vil fokuseres på bruk av fornybare energikilder og at bruk av panelovner vil reduseres. Energikilder som det forventes vil bli mer av er spesielt bioenergi som trepellets og flis. Bruk av solfangere for å dekke 50 % av tappevannsbehovet regnes som meget normalt i passivhus. Andel solfangere har derfor blitt satt basert på en antagelse om at solfangere i gjennomsnitt vil stå for 50 % av tappevannsoppvarmingen i passivbygg, og 10 % i lavenergibygg. Pellets/fliskjel/annen biomasse er antatt at kan stå for en betydelig del av oppvarmingen i større passivbygg og mindre leilighetsbygg. Igjennom begrepet "annen biomasse" har man tatt høyde for at det kan komme hittil ukjente nytteutviklinger på markedet som muliggjør bruk av norsk biomasse til helautomatisert fyring, og dermed erstatter pellets og flis.

Yrkesbygg:

Det er forventet at fossile energikilder som olje og parafin ikke vil bli valgt for verken lavenergi- eller passivbygg. Det er for øvrig forventet at gasskjeler vil kunne benyttes som spisslastkjeler i kombinasjon med varmepumpe. Vi tror det blir noe økt bruk av vannbåren varme og da er det spesielt solvarme, varmepumpe og bio som dominerer. Andel solfangere har blitt satt basert på en antagelse om at solfangere i gjennomsnitt vil stå for 50 prosent av tappevannsoppvarmingen i passivbygg, og 10 prosent i lavenergibygg, men andelen varme til oppvarming av tappevann er langt lavere for yrkesbygg enn for boliger.

Nesten nullenergibygg

Steget videre fra passivhuskonseptet er nullenergibygg, der lokal fornybar energi generert i eller nær bygget over året balanserer byggets energibehov. Typiske løsninger er bygg med passivhusstandard, der energibehovet dekkes med fornybare energiløsninger som solfangere (varme), solceller(elektrisitet), varmepumper og biomasse-løsninger. Det er allerede bygget nullenergihus i Sverige, Danmark, Tyskland, Sveits og Østerrike, hvor klimaet til en viss grad er sammenlignbart med vårt eget. Teknologien finnes allerede, men den må forbedres og kostnadseffektiviseres før den blir kommersielt tilgjengelig.

Bolig:

For fremtidige nesten nullenergi-boliger der en betydelig andel av varmebehovet skal dekkes av fornybare energikilder, vil mesteparten av oppvarmingsbehovet sannsynligvis hentes gjennom varmepumpe-løsninger (50 prosent), sol (25 prosent) og bio (ca 10 prosent). Vann-vann varmepumper

vil trolig bli mest utbredt, mens luft-luft varmepumper vil nok være sterkt bidragsytende i varmere områder av landet.

For å ta toppplastene vil nok elkjel fortsatt bli brukt samtidig med at noen av byggene er tilknyttet fjernvarme. Panelovner vil sannsynligvis gå drastisk ned dersom fokuset på el-reduksjon fortsatt blir gjeldende de neste tiårene. For å oppnå nullenergibygg som er det neste steget, må det produseres lokal elektrisitet, mest sannsynlig gjennom solcelleanlegg og vindmøller.

Næringsbygg:

For fremtidige nesten nullenergi næringsbygg vil varmepumper (55 prosent) også måtte dekke hoveddelen av oppvarmingsbehovet. Her vil vann-vann varmepumper utgjøre majoriteten, mens enkelte små næringsbygg vil velge luft-luft. Solfangere vil måtte dekke store deler av varmtvannsbehovet. Bio blir også en forholdsvis stor bidragsyter. Fortsatt vil enkelte næringsbygg være tilknyttet fjernvarme og det er sannsynlig at noen få mindre næringsbygg vil installere panelovner eller ta topplasten med elkjel eller gasskjel.

For å kompensere for elektrisitetsbehovet til varmepumper, elkjel, panelovner, teknisk utstyr etc. må det produseres energi ved hjelp av solceller og vindmøller hvis man skal nå nullenerginivå.

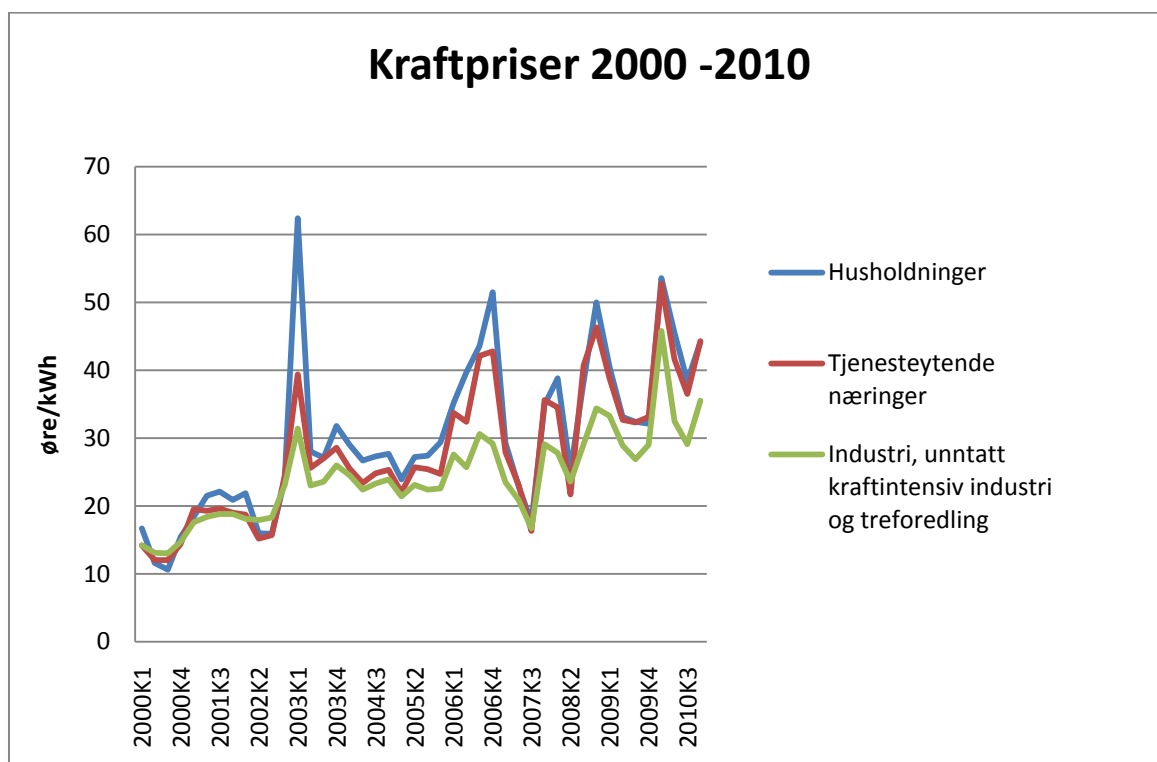
Vedlegg C. Energipriser

Elektrisitet

Strømprisen til sluttbruker består av tre deler:

- Kraftpris - bestemmes i markedet av tilbud og etterspørsel etter elektrisitet
- Nettleie - nettselskapene har makspris fastsatt av NVE
- El-avgift - fastsettes av Stortinget i forbindelse med årlig budsjettbehandling
- Moms

Alle sluttbrukere i Norge kan fritt velge strømleverandør. Det er ikke tillatt å ta betalt ved bytte av strømleverandør. Det lokale nettselskap har monopol på overføring av strøm, men har plikt til å slippe alle strømleverandører inn på nettet sitt.



Figur 0-1 Kraftpriser 200-2010 for ulike sluttbrukere, eks. avgifter. Kilde SSB

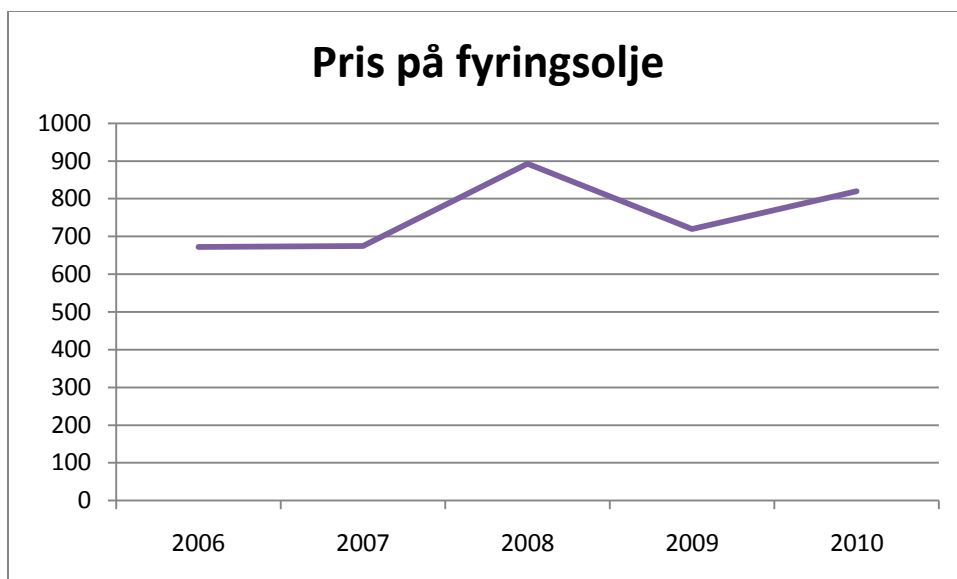
Kraftsystemene i Norden er knyttet sammen, og landenes kraftsystemer er gjensidig avhengig av hverandre. Kraftprisen dannes i markedet og er basert på produksjons-, overførings- og forbruksforholdene i Norden. Kraftprisene vil av den grunn variere over tid. Kraftprisen vil være lik i hele Norden dersom man ikke har noen begrensninger i overføringskapasiteten ("flaskehalser") mellom områdene i Norden. Tilsiget til vannkraftverkene er viktig for kraftprisen siden vannkraften utgjør så stor del av kraftforsyning i Norge og i Norden.

I Norge er forbruket noe større enn produksjonen av kraft i år med normale nedbør- og temperaturforhold, det vil si at vi er avhengig av import fra utlandet. I år med lite tilsig, er behovet for import av kraft større. Temperatur og værforhold påvirker etterspørselen i Norden og Europa på kort sikt, og bidrar også til å påvirke kraftprisene. Spesielt vil perioder med kulde og høyt forbruk kunne gi økte kraftpriser.

Figur 0-1 viser hvordan kraftprisen har utviklet seg over tid for ulike sluttbrukere i Norge. Dette er pris fratrukket avgifter. Prisen for husholdninger har generelt ligget noe høyere enn prisen for tjenesteytende næringer og industri. De siste ti årene har kraftprisene steget fra et nivå på rundt 13 øre/kWh i 2000 til et nivå på rundt 40 øre/kWh i 2010. Snittprisen denne perioden har vært på om lag 30 øre/kWh for husholdninger, og noe lavere for industri og tjenesteytende næringer. Ettersom kraftprisen i Norge påvirkes av tilbud og etterspørsel i utlandet, er det vanskelig å gjøre forutsetninger om fremtidig pris på kraft. Ett alternativ er å legge til grunn prisen i dag og anta at prisen vil være den samme også fremover. Et annet alternativ er å legge inn en årlig vekst i prisen, basert på historisk prisvekst. Basert på statistikken fra SSB, har det i snitt vært en årlig vekst på ca. 20 prosent de siste ti årene. I Klimakur2020 er det lagt til grunn et prisnivå på 35 øre per kWh i 2015, 48 øre per kWh i 2020 og 67 øre per kWh i 2030, før samfunnsøkonomisk tillegg for overføringskostnader. Det er lagt til grunn at samfunnsøkonomisk tillegg ligger på 0,02 kr/kWh. I tillegg er det lagt på en samfunnsøkonomisk nettkostnad på 0,08 kr/kWh. I 2020 ligger det derfor inne en forutsatt kraftpris på 0,60 kr/kWh. Vi legger tilsvarende forutsetninger til grunn for vår analyse, omregnet i 2010-priser. I tillegg må nettleie legges til. I Klimakur er denne forutsatt å ligge på ca. 25 øre per kWh.

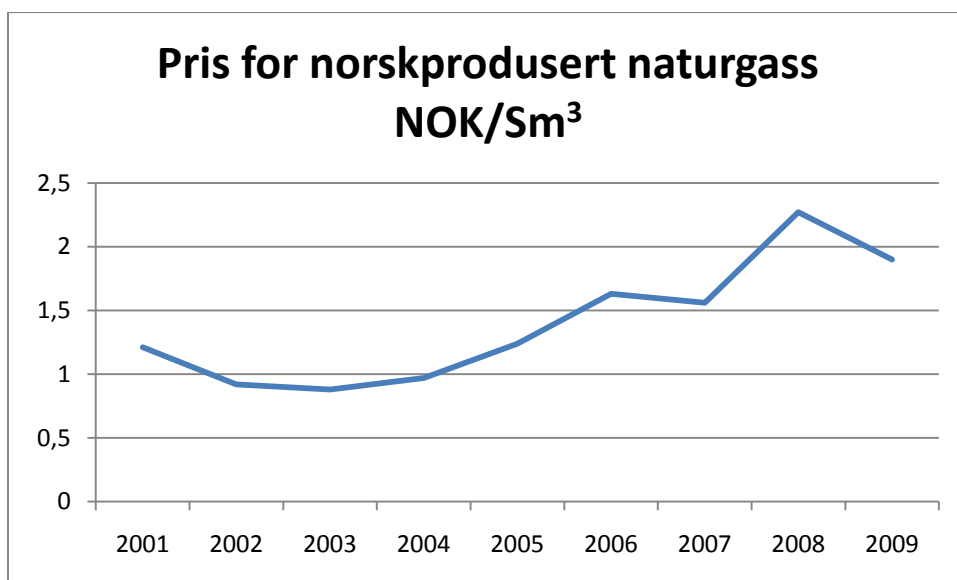
Oljederivater (fyringsolje, parafin, naturgass, LPG og propan)

Fyringsoljer er raffineringsprodukter fra råolje, og prisen på fyringsoljer vil derfor avhenge av prisutvikling på råolje. Figur 0-2 viser utvikling av pris per liter for fyringsolje de siste fire årene, og viser at fyringsoljeprisen har ligget i spennet mellom 7 og 9 kroner per liter.



0-2 Pris på fyringsolje. øre/liter, inkludert mva. Kilde: Norsk petroleumsinstitutt

Norge er en stor leverandør av naturgass gjennom rør til flere europeiske land. Salg av norsk naturgass foregår gjennom forhandlinger, og selges nesten utelukkende på langsiktige kontrakter. I Norge er det i liten grad utbygd distribusjonsnett for naturgass og det er kun et fåtall kunder som er tilkoblet rørrnett for naturgass. Naturgass kan også fraktes i spesialbygde tanker på bil, båt og jernbane. Også i disse tilfeller kreves det betydelige investeringer hos brukere av naturgassen. Det er derfor vanlig at det inngås langsiktige avtaler. Figur 0-3 viser pris for norskprodusert naturgass mellom 2001 og 2009.



0-3 Pris for norskprodusert naturgass NOK/Sm³. Snittpriser 2001-2009. Kilde: SSB

I dag er prisen for fyringsolje på ca. 8 kr/liter og prisen for gass ligger på 1,9 kr/ Sm³. Både fyringsolje og gass er oljederivater og priset relativt til oljepris, og vil derfor prises i forhold til oljeprisen. I

perspektivmeldingen er oljeprisen er antatt å ligge på ca. 400 kr/fat i 2009-kroner. I perspektivmeldingen gjøres det også antagelser om prisutviklingen for naturgass. I meldingen legges det til grunn at prisen på naturgass vi ligge på rundt 1,75 kroner per Sm³ fra og med 2010 målt i faste 2009-kroner¹⁴. KlimaKur 2020 tar utgangspunkt i fremskrivningene i perspektivmeldingen, og antar en oljepris på 0,52 og 0,48 kr/kWh for henholdsvis boliger og yrkesbygg i 2020. Det er forutsatt en gasspris på 0,53 og 0,44 kr/kWh for henholdsvis boliger og yrkesbygg i 2020. Begge disse prisene er uten skatter og avgifter, men inkludert et tillegg på 5 øre/kWh for drift og vedlikehold av kjelen. I denne analysen legger vi tilsvarende forutsetninger til grunn som KlimaKur 2020 og perspektivmeldingen.

Biobrensel/ved

Markedet for ved består av mange tilbydere og etterspørere. Det er også lave barrierer for aktører som vil inn og ut av markedet. Markedet for andre typer biobrensel er lite utviklet i Norge. I de tilfeller hvor biobrensel brukes i større anlegg er det mest vanlig at det inngås avtaler direkte mellom kjøper og selger. De mest standardiserte produktene i sluttbrukermarkedet for biobrensel er ved, pellets og briketter.

Prisen på ved og pellets varierer betydelig ved forskjellige volum og dette gjør det vanskelig å finne en sammenlignbar pris. Prisen for ved målt pr. kWh vil i tillegg være svært avhengig av forbrenningsteknologi. Nye ovner er for eksempel mye mer effektive enn gamle ovner eller peiser.

Norsk bioenergiforening¹⁵ fører statistikk over prisen for biooppvarmingsprodukter i Norge. Salg av pellets skjer hovedsakelig i småsekk og bulk. Prisen varierer mellom ca. 0,30 kr/kWh og ca. 0,45 øre/kWh for henholdsvis bulk og småsekk (eks. mva). Prisene har steget en del siden 2005, men ser ut til å stabiliseres noe nå. I KlimaKur antas det en vedpris på 0,26 kr/kWh og en pelletspris på 0,35 kr/kWh i 2020. Dette er i 2008 priser. I følge Enova¹⁶ er den effektive prisen for en favn¹⁷ ved på ca. normalt ligger rundt 50–55 øre/kWh i en rentbrennende vedovn. Den effektive vedprisen kan som nevnt over variere en del. Vi legger til grunn tilsvarende tall som KlimaKur 2020, omregnet i 2010-priser, for anslagene for 2011, 2020 og 2040.

Fjernvarme

Fjernvarme er egentlig ikke en "energikilde", men et distribusjonssystem for varme. Kunden kjøper imidlertid varme, gjerne målt i kilowattimer, på samme måte som for elektrisitet. De kundene som er pålagt å tilknytte seg til fjernvarmenettet, har prisbeskyttelse i energiloven, som bestemmer at

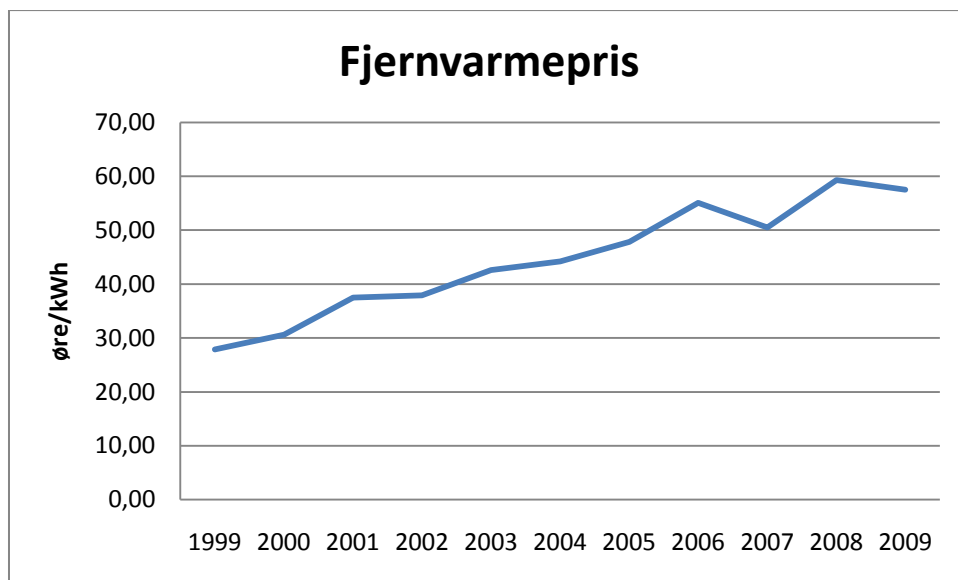
¹⁴ Sm³ er volumenhet som brukes ved angivelse av olje- og gassmengder. 1 Sm³ er lik 1 m³ under ISO-standardbetingelser, som er definert ved trykket 1,01325 bar og temperaturen 15 °C

¹⁵ http://www.nobio.no/images/stories/PDF/pris_og_salgsstatistikk_for_bioenergi_i_norge_2009.pdf

¹⁶ <http://hjemme.enova.no/sitepageview.aspx?articleID=3252>

¹⁷ 1 favn ved = 1000 liter fast masse

fjernvarme ikke skal koste mer enn oppvarming med elektrisitet. Prisene i figuren under er ikke inkludert mva men inkludert avgift. Fjernvarme betaler lavere avgift enn annen kraft¹⁸. Det skal betales 0,45 øre/kWh i avgift for fjernvarme.



0-4 Pris på fjernvarme, øre/kWh uten moms. Kilde: SSB

I KlimaKur 2020 legges det til grunn en fjernvarmepris på 0,52 kr/kWh. Vi legger til grunn tilsvarende anslag som KlimaKur i 2020, vi har ikke anslått fjernvarmepris i 2040, men legger til grunn tilsvarende pris som i 2020 (alle priser omregnet i 2010-priser). Frem til 2020 legger vi til grunn samme tilsvarende snittprisen de siste fem årene, om lag 0,55 kr/kWh.

¹⁸ <http://www.toll.no/upload/aarsrundskriv/2011%20EI-avgift.pdf>