A vertical blue banner on the left side of the page. It features a collage of images: at the top, a staircase with a railing; in the middle, a circular pattern of small circles; and at the bottom, a white wind turbine. The banner has a subtle grid pattern.

Potensial for fornybar varme og kjøling i 2020 og 2030

Utarbeidet for Enova SF

Februar 2011



Xrgia AS

Rådmann Halmrasts vei 16

Postboks 329

1301 Sandvika

Telefon: (+47) 93 24 56 23

E-post: post[at]xrgia.no

Internettadresse: www.xrgia.no

Foretaksregisteret: NO 987 747 218 MVA

<p>TITTEL</p> <p>Potensial for fornybar varme og kjøling 2020 og 2030 <i>(Renewable heating and cooling in Norway. Potential in 2020 and 2030)</i></p>
<p>FORFATTER(E)</p> <p>Monica Havskjold Ole Lislebø Benedicte Langseth Kjetil Ingeberg</p>
<p>OPPDRAGSGIVER (E)</p> <p>Enova SF ved Helle Grønli</p>

Report nr.	Dato	Rev.dato	Ant. sider	Ant.	Gradering	ISBN
	28.3.11	21.03.11	50 + 33		Åpen	978-82-93010-08-1
Prosjektleder						
Monica Havskjold						

Brief summary

This study projects the potential for renewable heat and cooling in Norway in different scenarios. The modeling approach is threefold. First, with a panel data analysis approach we forecast the agglomeration of different types of buildings. Second, we combine this with projected energy efficiency codes in buildings to estimate the total demand for heating and cooling, i.e. the technical potential for renewable heating and cooling. Third, we apply detailed cost data for available heating technologies to calculate the market potential for renewable heat in Norway in 2020 and 2030.

Our results indicate a declining market for heating and cooling from 45 TWh in 2020 to 40 TWh in 2030. However, consumer behavior and development in the building mass are both significant uncertainties in these estimates. Both factors could separately contribute to increase the heat demand by 5 TWh.

The market potential for renewable heat is estimated to increase from 22 in 2020 to 23 TWh in 2030. The uncertainty in the estimates of the bio energy market potential is substantial. However, the base estimate is 11 TWh in 2020 as well as in 2030. It is worth nothing that the market potentials in households are particularly sensitive to changes in investment costs, fuel prices and the actual time of usage.

Innholdsfortegnelse

1	HOVEDFUNN	4
2	INNLEDNING	9
3	RELEVANT MARKED OG KONKURRANSEFLATER	11
3.1	ENERGIBÆRERE	11
3.2	ENERGILØSNINGER.....	11
4	FREMSKREVET BEHOV FOR VARME OG KJØLING	13
4.1	TRINN 1: FREMSKRIVING AV BYGGAREAL	13
4.2	TRINN 2A: FREMSKRIVING AV BEHOV FOR VARME OG KJØLING	17
4.3	TRINN 2B: BEREGNET ENERGIBEHOV INDUSTRI (PROSESSVARME)	22
5	KONKURRANSEANALYSE	24
5.1	METODIKK	24
5.2	USIKKERHET	26
6	SCENARIOER FOR FORNYBAR VARME	30
6.1	BASIS: INGEN STØTTEORDNINGER	31
6.2	FJERNVARMESCENARIO: INVESTERINGSSTØTTE TIL FJERNVARME.....	38
6.3	BIOSTØTTESCENARIO: INVESTERINGSSTØTTE TIL FJERNVARME OG BIOBASERTE LOKALE ENERGISENTRALER.....	39
6.4	PASSIVHUSSCENARIO: RASKERE INTRODUKSJON AV PASSIVHUS	41
6.5	BRENSELPRISSCENARIO: EFFEKT AV ENDREDE BRENSELPRISER	44
7	DRØFTING OG ANBEFALINGER	46
8	TERMINOLOGIOVERSIKT	48
9	STIKKORDSREGISTER	49
10	BIBLIOGRAFI	50
11	VEDLEGG	51
VEDLEGG I	ENDREDE FORUTSETNINGER I FORHOLD TIL FORRIGE POTENSIALSTUDIE	52
VEDLEGG II	KOSTNADER	54
II.1	LOKALE ENERGISENTRALER	54
II.2	NY FJERNVARME.....	59
II.3	LITEN FJERNVARME	60
II.4	INDUSTRI	60
II.5	INNSATSFAKTORER	61
VEDLEGG III	METODISK TILNÆRMING	62
III.1	SAMSPILL MELLOM MODELLENE	62
III.2	AREALFREMSKRIVINGER	62
III.3	FREMSKRIVNING AV ENERGIBEHOV.....	64
III.4	LOKALE ENERGISENTRALER	67
III.5	KJØLING	68
III.6	VERDI AV SAMTIDIG LEVERANSE AV VARME OG KJØLING	70
VEDLEGG IV	OPPBYGGINGEN AV ENERGIRAMMENE	72
VEDLEGG V	TABELLER OG RESULTATER	83



1 Hovedfunn

Energieffektivisering av bygg er på den politiske dagsorden både i Norge og Europa, noe som blant annet medfører innskjerping av forskrifter for energibruk. Dette vil kunne påvirke både hva som er optimal virkemiddelutforming og hva som er effektene av de ulike virkemidlene. Formålet med denne rapporten er å vise hvordan potensialet for fornybar varme og kjøling kan utvikle seg frem mot 2030 som følge av et høyere fokus på energieffektivisering. Det etableres scenarier og det drøftes overordnet hvilke virkninger dette har for virkemiddelbruken.

For å beregne effektene av nye byggforskrifter er det valgt en bottom up-tilnærming, og modelleringen er tredelt. Først fremskrives byggarealet fordelt på byggtypen og byggstatus. Deretter kombineres dette med fremskrevne energirammer for å estimere totalt energibehov, varmebehov og kjølebehov i bygg. Dette varme- og kjølebehovet sammen med prosessvarme til industrien representerer det tekniske potensialet for fornybar varme og kjøling. Videre benyttes detaljerte kostnadsdata for relevante teknologier for å kalkulere markedspotensialet for fornybar varme i bygg og fjernvarme. Studien gir i tillegg sideberegninger av markedspotensialet for fornybar varme og kjøling i prosessindustrien og i spisslast, samt markedspotensial for kjøling i bygg.

Fremskrivingene omfatter alt areal som er antatt å ha oppvarmingsbehov og gjøres per kommune. Det er tatt utgangspunkt i Matrikkelen, som er Norges mest komplette bygningsregister. Byggarealet med oppvarmingsbehov øker i basiscase med 30 % på nasjonalt nivå, fra om lag 370 mill m² i 2008, til om lag 470 mill m² i 2030. I basiscase i 2020 vil 46 % av bygningsmassen fremdeles være eksisterende bygg som ikke er rehabilitert i fremskrivingsperioden. I 2030 er det kun 12 % av dagens bygningsmasse som ikke har blitt rehabilitert eller revet. Den største usikkerheten i resultatene er kvaliteten på data fra Matrikkelen som utgjør startpunktet for fremskrivingene. Det er også usikkerhet knyttet til utviklingen i ratene for nybygging, rehabilitering og riving.

Energibehovet er et produkt av totalt areal og spesifikt energibehov. Det spesifikke energibehovet er igjen et resultat av kvaliteten på, og bruken av byggene. På tross av befolkningsvekst og økning i arealet som trenger oppvarming er det sannsynlig at varmebehovet i bygg vil reduseres i 2020 og 2030. Hovedårsaken til dette er nye byggforskrifter som vil pålegge utbyggere å bygge langt mer energieffektive bygg i fremtiden. Energirammene antas å strammes inn, slik at både det spesifikke (kWh/m²) og totale energibehovet (TWh/år) synker. Spesifikt gjennomsnittlig oppvarmingsbehov for boliger i 2008 er 109 kWh/m², mens det er beregnet til 75 kWh/m² i 2030 i basiscase. For næringsbygg reduseres oppvarmingsbehovet fra 183 i 2008 til 84 kWh/m² i 2030. I samme periode halveres oppvarmingsbehovet i industribygg fra 144 til 77 kWh/m². Dette medfører at det totale oppvarmingsbehovet for bygninger i basiscase synker med 8 % i 2020 og 22 % i 2030 i forhold til 2008, gitt at de definerte energirammene følges. Forbrukernes adferds er i denne sammenhengen en svært viktig faktor for hvordan energibehovet faktisk vil utvikle seg i forhold til de forutsatte energirammene. Med et adferdsavvik i nye og rehabiliterte bygg på henholdsvis 20 % og 30 % i 2020 og 2030, vil varmebehovet være på nivå med behovet i 2008. Anslaget i basiscase er derfor forventet å være et relativt lavt estimat på energibehov. En halvering av riving- og rehabiliteringsratene vil øke varmebehovet med om lag 5 TWh i 2020 og 9 TWh i 2030, alt annet holdt konstant.



For det varmebehovet som dekkes av grunnlastforsyning i bygg kjøres en konkurranseanalyse. Behovet som dekkes av spisslast, samt prosessvarme i industri behandles separat. Konkurranseanalysemodellen velger den økonomisk mest attraktive varmeløsningen i hver enkelt geografisk analyseenhet. Aktuelle energiløsninger og energibærere konkurrerer mot hverandre med sin fulle gjennomsnittskostnad. En andel av varmepotensialet i kommuner med allerede etablert fjernvarme tas ut av analysen ut fra en antakelse om at eksisterende fjernvarme er svært konkurransedyktig. Kostnadene som benyttes i analysen er hentet fra Enovas kostnadsdatabase og er bearbeidet av Xrgia. Potensialet for fortetting av eksisterende fjernvarme anslås å være om lag 6,8 TWh i 2020 og 5,3 TWh i 2030. Dette inkluderer nåværende fjernvarmeleveranse (2008) på 3,2 TWh. Anslaget antas å være relativt robust, ut fra konkurransefordelene til en etablert aktør med stort innslag av "sunk cost". Ny fjernvarme konkurrerer på lik linje med liten fjernvarme (nærvarme) og lokale varmesentraler. Det er i analysen forutsatt at panelovn ikke er tillatt som oppvarmingsløsning. Dette er sannsynligvis en for streng forutsetning, spesielt i 2020, slik at det anslåtte potensialet for fornybar varme (gitt energibehovet) sannsynligvis er for høyt. På den annen side er det anslåtte energibehovet antakelig et lavt estimat, da det er gjort strenge forutsetninger i forhold til både spesifikt energibehov og til oppføring og bruk av bygget. Disse to effektene vil virke i hver sin retning når det gjelder anslag for potensial for fornybar varme.

Det er foreløpig uklart hva som er de beste varmeløsningene i fremtidens bygg. Dagens varmeløsninger er bygget for andre brukstider og -mønster, og vil antakelig måtte videreutvikles for å fortsatt være optimale i fremtiden. Varmeløsninger i nye bygg vil sannsynligvis ha en kortere brukstid enn i dag. Dette vil favorisere teknologier med lave investeringskostnader og representerer en betydelig utfordring for teknologier basert på vannbårne systemer. Kostnader til varmedistribusjon internt i bygg er holdt utenfor analysen ettersom kvalitetssikrede data ikke var tilgjengelig på analysetidspunktet. Dette betyr at varmeløsninger basert på vannbåren varme vil ha en ytterligere utfordring kostnadmessig enn hva som er synliggjort i disse analysene. Det er etablert fem scenarier for konkurranseanalysen i bygg, og analysen tar utgangspunkt i energibehovsfremskrivningene i basiscase. I ny fjernvarme og liten fjernvarme er all ny grunnlast bioenergi. Ved fortetting av eksisterende fjernvarme er det antatt at grunnlasten dekkes av 40 % bio, 40 % avfall og 20 % varmepumper. Varmepumper anses her som 2/3-dels fornybare, avfall 52 % fornybart.

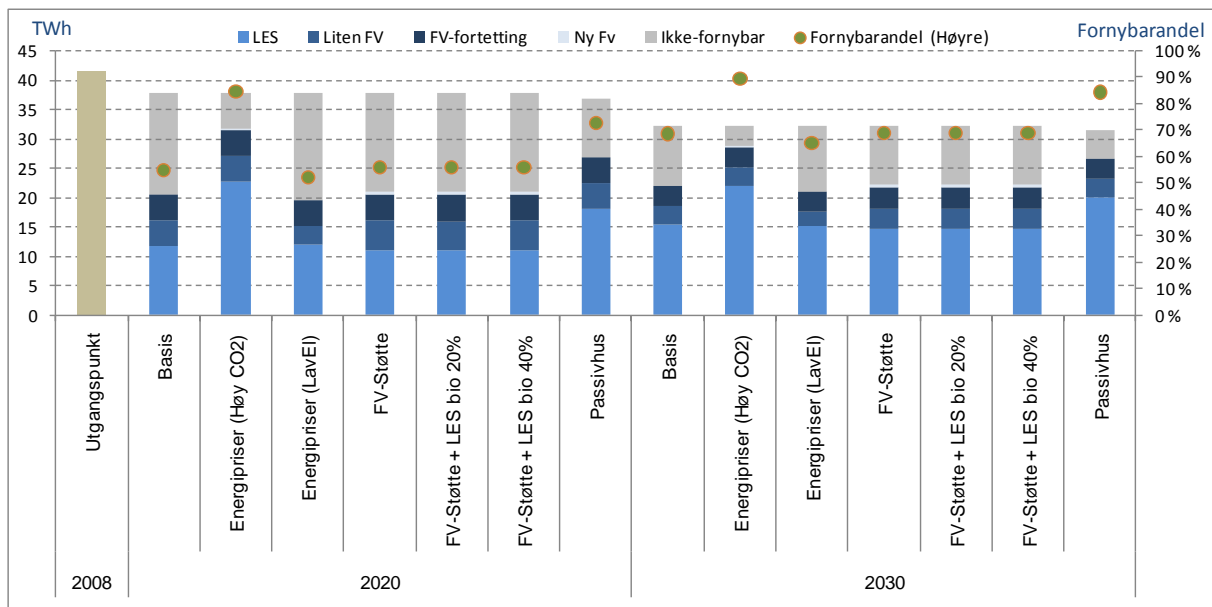
På tross av et krypende varmemarked i basiscase øker markedspotensialet for fornybar varme fra 23 TWh i 2020 til 25 TWh i 2030. Dette er i første rekke på grunn av at fossile brensel ikke tillates i nye og rehabiliterte bygg. Fornybare løsninger vinner da markedsandeler på bekostning av de ikke-fornybare. Det er i segmentet "lokale energisentraler" i boliger den største omleggingen skjer. Markedspotensialet for bioenergi øker nesten 1 TWh fra 2020 og representerer i overkant av 11 TWh i 2030. I markedspotensial for fornybar energi inngår bioenergiløsninger, og varmepumper korrigert for bruk av elektrisitet. Av ikke-fornybare teknologier kommer både elkjel, gasskjel, oljekjel og avfall inn som vinnende teknologier i enkelte segmenter. Det understrekes at markedspotensialene er svært sensitive for valg av forutsetninger og at panelovner er utelatt fra analysen.

Boliger er den byggtypen som har det klart største varmebehovet, men som kanskje også er vanskeligst å håndtere ettersom det er svært mange, små aktører. Oppvarmingen av disse byggene foregår i dag i stor grad med panelovner, ved og oljekjeler. I analysene er det også dette

byggsegmentet som har størst innslag av ikke-fornybare energikilder i eksisterende bygningsmasse i 2020, om lag 10 TWh. I 2030 er forbruket av ikke-fornybare energikilder redusert med 60 % til om lag 4 TWh ettersom en større andel av byggene er nye og rehabiliterte, og at kjeler basert på fossile brensel ikke er tillatt for leveranse av grunnlast. Overgangen fra fossilt til fornybart vil altså uansett komme (som følge av direkte reguleringer), men den vil komme sent. Ytterligere reguleringer og støtteordninger må derfor ha som formål å bidra til konvertering til fornybare løsninger raskere enn hva markedet ville gitt.

Fornyelsen av nærings- og industribygg skjer raskere enn for boliger. Videre er nybyggingen av boliger større enn for øvrige bygg. De kollektive varmeløsningene (fjernvarme og liten fjernvarme) er med våre kostnadsdata mest konkurransedyktige i nærings- og industribygg, og er derfor de varmeløsningene som vil få de største utfordringene knyttet til denne etterspørselsutviklingen. Når det gjelder eksisterende fjernvarme vil selskapene oppleve en redusert etterspørsel per kunde, og er derfor avhengig av å tilknytte seg flere kunder. For selskapene vil det derfor være viktig med en fortsatt økt fortetting og utvidelse av eksisterende fjernvarme. Liten fjernvarme (også omtalt som nærvarme) vil delvis være konkurransedyktig uten støtte, men markedspotensialet vil øke med støtte. Ny fjernvarme, altså noe større anlegg med et mer omfattende distribusjonssystem, vil imidlertid være avhengig av investeringsstøtte for å realiseres.

Figur 1 viser hvordan markedspotensialet for fornybar varme i grunnlast varierer i de ulike scenarioene¹. Det er energibehovet fra basiscase som ligger til grunn for kjøringene i konkurranseanalysen.

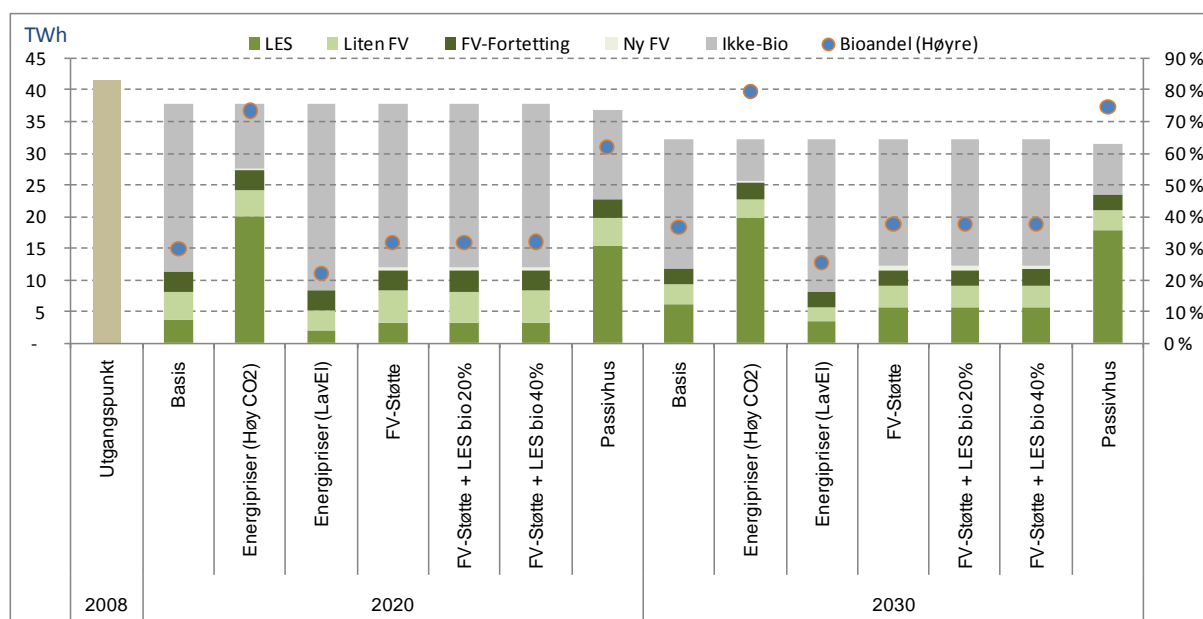


Figur 1 Potensial for fornybar varme til grunnlast i ulike scenarioer.

¹ I scenarioene FV-Støtte er det antatt en investeringsstøtte til ny fjernvarme og liten fjernvarme på 0,75 kr/kWh. I scenarioene FV-Støtte + LES, er det i tillegg antatt investeringsstøtte til bioenergi i lokale energisentraler på hhv 20 % og 40 %. I Passivhusscenarioet innføres passivhus som bygningsstandard allerede i 2015, mot 2020 i øvrige scenarioer. Energiprisscenarioet Høy CO₂ innebærer en 30 % økning i brenselprisene på gass, olje og elektrisitet. I scenarioet lav el er prisen på elektrisitet redusert 30 % i forhold til basisscenarioet.

Det er energiprisscenarioet Høy CO₂ og passivhusscenarioet som gir de største utslagene i fornybarandel. Dette fordi disse scenarioene i større grad enn de øvrige påvirker konkurranseflaten i boliger, som er det klart største markedsegmentet. Det er her i all hovedsak vedovn og varmepumpe luft-luft er de vinnende teknologiene. Det bør også understrekes at det er i dette segmentet det er betraktelig størst usikkerhet.

Figur 2 viser markedspotensialet for bioenergi i de ulike scenarioene. Med samme begrunnelse som over er det også her energiprisscenarioet Høy CO₂ og passivhusscenarioet som gir de største utslagene i bioenergiandel. Igjen er det energibehovet fra basiscase som ligger til grunn for kjøringene i konkurranseanalysen.



Figur 2 Markedspotensial for bioenergi til grunnlast i ulike scenarioer.

Det er i stor grad vedovner i boliger som gjør at bioandelen blir svært høy i scenarioene Høy CO₂ og passivhus. Resultatene i boligsegmentet (en stor andel av LES) er svært sensitive. Flis og pellets viser seg å være mest konkurransedyktige i de kollektive energiløsningene, og øker sin markedsandel ved støtte til fjernvarme og liten fjernvarme. Når kollektive løsninger øker sin markedsandel er det delvis på bekostning av fossile energibærere, men også bioenergi i lokale energisentraler substitueres.

Forbruk av lettolje i de 250 bedriftene med størst energibruk var ca 500 GWh i 2009, og er ansett som markedspotensialet for fornybar varme i industrien. Dersom varmepumper og biobaserte løsninger substituerer dette, vil fornybarpotensialet variere mellom 0,3 og 0,5 TWh avhengig av markedsandelene for teknologiene i 2020 og 2030. Dette vil være et forsiktig anslag, ettersom en rekke mindre bedrifter ikke er tatt med i betraktningen i denne analysen.

Det tekniske potensialet i spisslast er anslått til 5,1 TWh i 2020 og 4,3 TWh i 2030.

Markedspotensialet er imidlertid anslått til å være null både for bioenergi og annen fornybar varme grunnet høye kostnader. Skulle det derimot komme forbud mot bruk av oljekjeler, eller krav til økt fornybarandel i fjernvarme, vil dette kunne øke, men det forutsetter altså administrative eller økonomiske virkemidler.



Teknisk potensial for fornybar kjøling er beregnet til 1,7 TWh i 2020 og 1,9 TWh i 2030, mot om lag 1,1 TWh i dag. Fornybarpotensialet for kjøling anslås til om lag 1,4 TWh i 2020 og 1,5 TWh i 2030.

Resultatene og konklusjonene i denne analysen er basert på en lang rekke forutsetninger. En fremskrivingsmodell vil aldri klare å speile virkeligheten, og resultatene må derfor tolkes i lys av dette. Usikkerheten i de ulike estimatene er forsøkt belyst i de ulike kapitlene.

2 Innledning

Markedet for fornybar varme og kjøling er i stadig endring. Energieffektivisering av bygg er på den politiske dagsorden både i Norge og Europa, noe som blant annet medfører innskjerping av forskrifter for energibruk. Fokus på reduksjon av klimagassutslipp gjør at en del oppvarmingsløsninger som tidligere hadde stor utbredelse, sannsynligvis vil fases ut. I tillegg skjer det en betydelig teknologiutvikling. Dette vil kunne påvirke både hva som er optimal virkemiddelutforming og hva som er effektene av de ulike virkemidlene, i Norge så vel som andre vestlige land.

Energibruk i bygg står for om lag 40 % av energibruken i Europa og utgjør det klart største markedspotensialet for fornybar varme og kjøling, samtidig som det også er et potensial innen industriell prosessvarme. Formålet med denne rapporten er å vise hvordan potentialet for fornybar varme og kjøling i Norge kan utvikle seg frem mot 2030 som følge av et høyere fokus på energieffektivisering. Det etableres scenarier og det drøftes kort hvilke virkninger disse endringene vil ha i forhold til effekten av dagens virkemidler.

Det er de siste årene kommet betydelige innskjerpelser av tekniske forskrifter for bygg. Energimerking av boliger og bygninger er nå obligatorisk ved salg og utleie, og vil i fremtiden kunne gjøre energieffektive bygg mer attraktive. Samtidig må man huske at nybygg utgjør kun en liten andel av bygningsmassen. Usikkerheten rundt hvordan kravene til energieffektivisering vil utvikle seg og når de vil tre i kraft er fremdeles betydelig.

Befolkningsutvikling er antatt å være en annen viktig etterspørselsdriver. SSBs befolkningsfremskrivninger viser en forventet økning i befolkningen fra 2008 til 2030 på mellom 22 % og 37 %. Enda viktigere enn økningen på landsbasis er de regionale trendene i bosettingsmønster. De siste tiårene har det skjedd en betydelig sentralisering, og dette ser også ut til å være en sterk trend fremover. Eksempelvis anslår SSB i sine fremskrivninger en befolkningsvekst for Oslo kommune mellom 40 % og 62 %. Demografiske endringer er godt beskrevet gjennom omfattende statistikk fra SSB, både i form av historisk statistikk og i form av detaljerte og langsiktige prognoser. De kvantitative modellene som benyttes i denne analysen er gjort med kommunenivået som utgangspunkt.

De siste årene er det gjennomført store analyser i forbindelse med blant annet Lavenergiutvalget (2009), KlimaKur2020 (2010) og Arnstad-utvalget (2010). Både i utvalgenes rapporter og andre relevante analyser har det blitt satt stor fokus på passivbyggstandard, og hva dette kan komme til å bety for energibehovet og energisystemet fremover. Ingen av disse analysene har imidlertid fokusert på hvordan dette påvirker potentialet for fornybar varme.

I 2007 gjennomførte Xrgia en potensialstudie for fornybar varme på oppdrag for Enova (Xrgia, 2007a). For å kunne implementere effekter av nye tekniske forskrifter, inkludert eventuell innføring av passivbyggstandard, er det nødvendig å modellere etterspørselen bottom up og ikke top down slik det ble gjort i Xrgia (2007a). Dette har medført en gjennomgripende forandring av modellsettet som er benyttet for fremskriving av energibehov. For å fange opp demografiske endringer gjøres alle kvantitative analyser per kommune. Dette er viktig med tanke på konkurransen mellom kollektive og individuelle varmeløsninger. Fremskriving av nybygging baseres på regresjonsanalyser koblet mot



blant annet SSBs befolkningsprognoser. Arealfremskrivingene kobles så mot et sett med energirammer² for å kunne beregne energibehovet. Til slutt benyttes en konkurranseanalysemodell for å bestemme vinnende varmeløsning og energibærer, hvor alle relevante teknologier modelleres. I analysen inngår de kollektive løsningene ny fjernvarme, fortetting av eksisterende fjernvarme, samt liten fjernvarme (nærvarme). I tillegg inkluderes lokale energiløsninger, inkludert punktvarmekilder for småhus. Potensialet for leveranse av prosessdamp til industrien gjøres i enklere analyser basert på historisk statistikk.

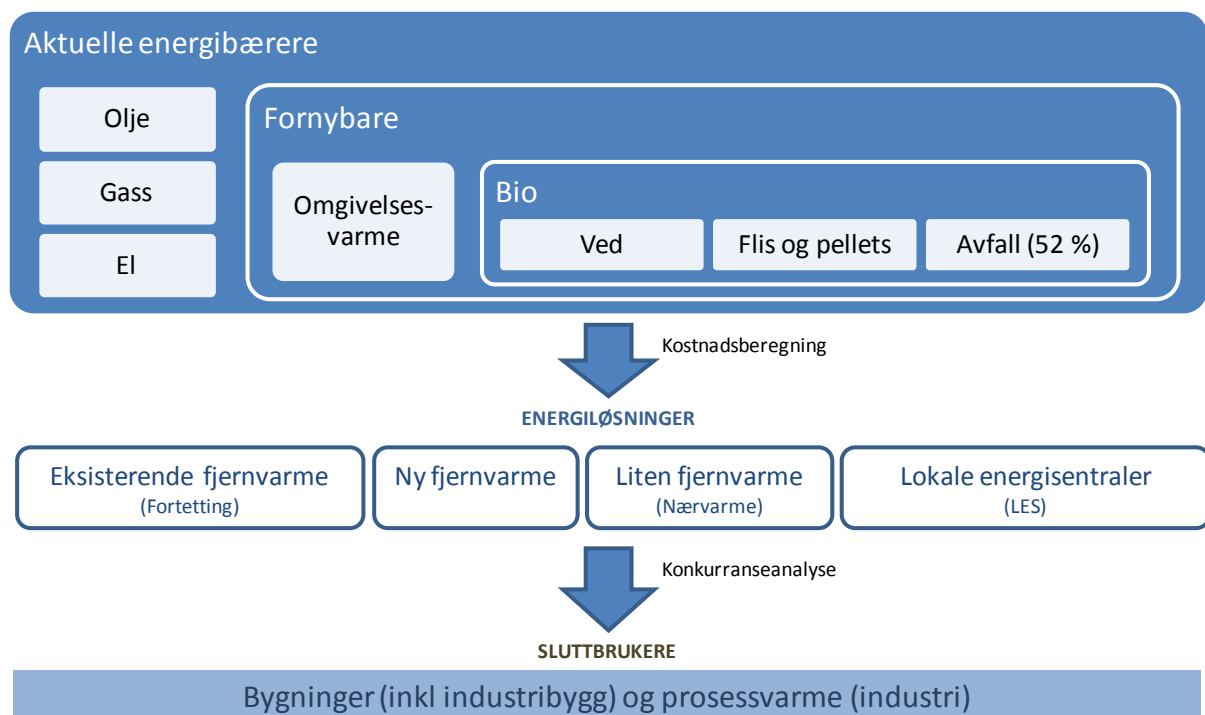
Bottom Up modeller er svært detaljerte, og for at datasettene skal være håndterbare er det nødvendig med generaliseringer. Resultatene drøftes i lys av de forenklingene som har vært nødvendige, og usikkerheten rundt de mest sentrale forutsetninger i analysene er forsøkt belyst. I kapittel 3 defineres det relevante markedet og konkurranseflatene for fornybar varme. Kapittel 4 beskriver metode, resultater og usikkerhet i fremskrivingene av bygningsarealer og energibehov, mens kapittel 5 beskriver metodikken benyttet i konkurranseanalysen. Resultatene fra de ulike scenarioene presenteres i kapittel 6, før kapittel 7 drøfter konsekvensene for virkemiddelutforming.

² Energirammer kan forstås som et forventet energibruk i bygg og er spesifisert for ulike byggtyper. Energirammene fordeler også forventet energibehov på formålene: romoppvarming, oppvarming ventilasjonsluft, oppvarming tappevann og kjøling.

3 Relevant marked og konkurranseflater

Som det relevante markedet for fornybar varme og kjøling, forstår her leveranse av varme og kjøling til bygg, samt leveranse av prosessdamp til industrien. I varmeløseleveranse inngår romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og tappevann.

Som Figur 3.1 illustrerer, kan alle typer energibærere benyttes som energiløsninger. Hvilke energibærere og energiløsninger som velges, vil være resultat av en konkurranseanalyse mellom de energiløsningene som er aktuelle for de ulike sluttbrukergruppene.



Figur 3.1 Sammenheng mellom energibærere, energiløsninger og sluttbruk av energi.

3.1 Energibærere

I dagens energisystem benyttes både fornybare og ikke-fornybare energiresurser. Dette er tilfelle både i bygningsmassen, og i de kollektive varmeløsningene. Det finnes ulike typer biomasse som kan være aktuell som energibærer, fra pellets i små kaminer til forbrenning av rå flis i store fjernvarmeanlegg. Varmepumper vil gjøre det mulig å utnytte omgivelsesvarme fra fornybare ressurser som uteluft, grunnvarme og sjøvann.

Enkelte energiløsninger krever bruk av både fornybare og ikke-fornybare ressurser/energibærere. Dette er tilfelle for varmpumper, der vi i denne analysen anser energi tilført i form av elektrisitet som ikke-fornybart. For avfall har vi forutsatt at 52 % er å anse som fornybart (Mepex, 2010).

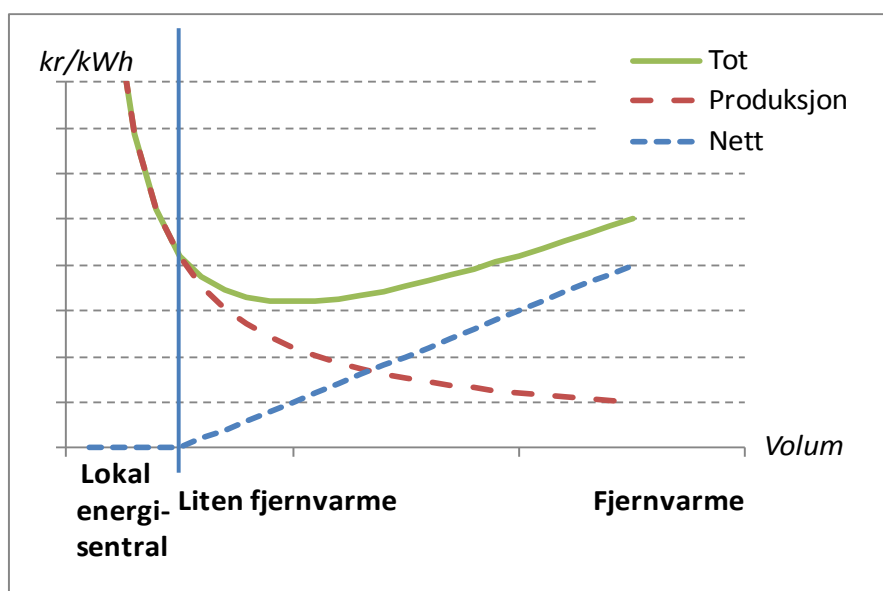
3.2 Energiløsninger

Etablert fjernvarme vil ha betydelige konkurransefortrinn i forhold til nye løsninger. Fortetting og utvidelse av et eksisterende nett vil for det første representere en liten investering sammenlignet med et helt nytt anlegg. For det andre vil økt varmeløseleveranse i mange tilfeller bety en bedre

utnyttelse av varmeproduksjonsutstyret. Eksisterende fjernvarmeanlegg har ofte lav eller svært lav marginalkostnad. Der det foreligger fjernvarmekonsesjon er det ofte også et kommunalt vedtak om tilknytningsplikt for nye bygg.

Med "Ny fjernvarme" mener vi her fjernvarmeutbygging i kommuner der det pr i dag ikke er etablert eller konsesjonssøkt fjernvarme. Det beregnes kostnad for ny fjernvarme for alle typer aktuelle grunnlastløsninger.

Liten fjernvarme er definert som et varmeanlegg med begrenset distribusjonsnett, hvor en energisentral i ett bygg forsyner ett eller flere andre bygg med varme. Eksempler på dette kan være en gruppe kommunale bygg og campusområder som skoler, sykehus og universiteter. Figur 3.2 illustrerer hvordan liten fjernvarme skiller seg fra lokale energisentraler ved at det også inngår distribusjonsnett- og kundesentralkostnader.



Figur 3.2 Prinsipielt om kostnader for lokale energisentraler og fjernvarme.

I praksis er det en glidende overgang mellom lokale energisentraler, liten fjernvarme og fjernvarme. Som vist i Figur 3.2 er lokale energisentraler karakterisert ved ikke å ha investering i et eksternt distribusjonsnett mellom bygninger. Straks det investeres i et slikt nett, går vi i modelleringen over til å definere prosjektet som liten fjernvarme. Overgangen fra liten fjernvarme til fjernvarme er enda mer utydelig, her er det snakk om total kapasitet og utstrekning av nett.

Lokale energisentraler er et begrep som i vår analyse dekker et stort spekter både i forhold til teknologivalg og størrelse. Denne løsningen skiller seg fra de kollektive løsningene som er beskrevet foran, ved at det ikke investeres i et distribusjonsnett for varmeforsyning til flere bygninger. I denne gruppen finner vi løsninger som små vedovner og luft-luft varmepumper i boliger, til flisfyrte anlegg som forsyner store bygg.

4 Fremskrevet behov for varme og kjøling

4.1 Trinn 1: Fremskrivning av byggareal

Kort oppsummert: *Fremskrivningene omfatter alt areal som er antatt å ha oppvarmingsbehov og gjøres per kommune. Det er tatt utgangspunkt i Matrikkelen, som er Norges mest komplette bygningsregister. Fremskrivningene av nybyggingsrater er basert på regresjonsanalyser koblet mot SSBs kommunevise befolkningsfremskrivinger og renteprognoser. Rater for rehabilitering og nybygging baseres på arbeid gjort av Xrgia i Klimakur 2020 og Lavenergiutvalget. Hovedtrekkene er som følger:*

- 1) *Byggarealet med oppvarmingsbehov øker i basiscase med 30 % på nasjonalt nivå, fra om lag 370 mill m² i 2008, til om lag 470 mill m² i 2030.*
- 2) *I basiscase i 2020 er 46 % av bygningsmassen eksisterende bygg som ikke er rehabilitert i fremskrivingsperioden. I 2030 er det kun 12 % av dagens bygningsmasse som ikke har blitt rehabilitert eller revet. Dette har konsekvenser for hva som er effektiv virkemiddelutforming.*
- 3) *Den største usikkerheten i resultatene er kvaliteten på data fra Matrikkelen som utgjør startpunktet for fremskrivningene. Dataene er relativt gode for boliger, men for industribygg og næringsbygg er det betydelige mangler i registeret og korreksjoner av eksisterende areal er foretatt. Det er også usikkerhet knyttet til utviklingen i ratene for nybygging, rehabilitering og riving.*

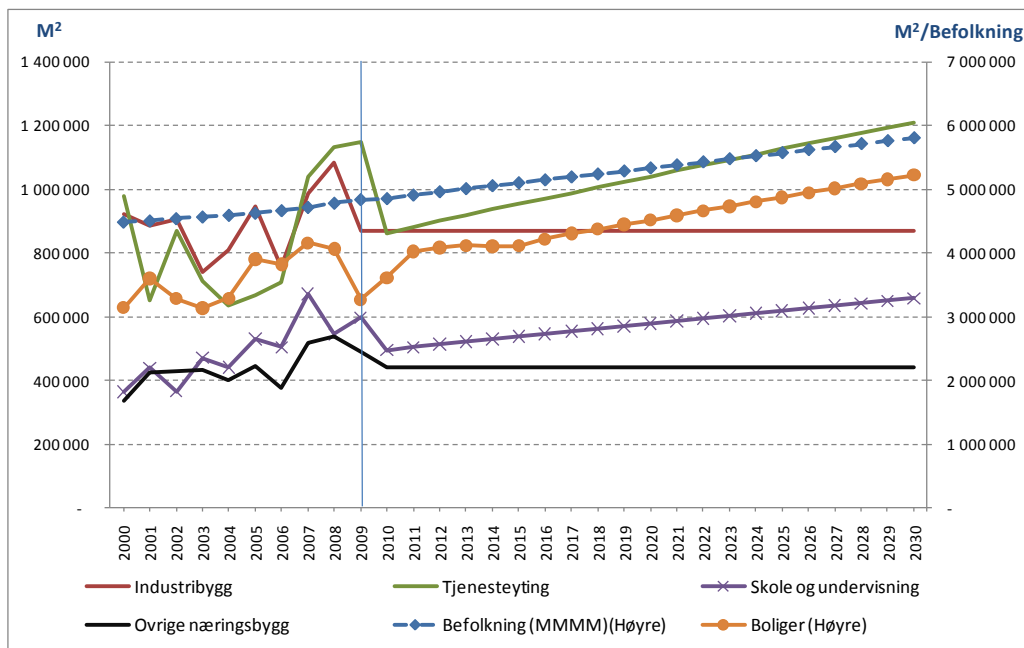
4.1.1 Resultater

Fremskrivning av byggareal gjøres per kommune og næringssektor frem til 2030. Befolkningsutvikling er en svært viktig driver for nybygging, spesielt for boliger og næringsbygg. Koblingen mot befolkningsutvikling gir oss muligheten til å gjøre mer realistiske fremskrivinger som tar høyde for ulik vekst i kommunene. For boliger er rente også inkludert som en forklaringsvariabel for nybygging. Nybygging i industrien³ er antatt å være konstant lik gjennomsnittlig nybygging i perioden 2000 – 2009, ettersom dataene ikke gir grunnlag for å si noe annet. Mer om metodikk for fremskrivning av areal finnes i vedlegg (kapittel III.2).

Nærings sammensetningen i kommunene endres over tid. Følgelig må fremskrivningene av byggareal differensiere på bygg innenfor ulike sektorer. Etter grundige analyser av utviklingen i nybyggingsareal har vi valgt fem ulike sektorer for fremskrivinger. Figur 4.1 viser at den årlige nybyggingen for de fleste byggsektorene øker over i tid. For industribygg og øvrige næringsbygg⁴ er det forutsatt en nybyggingsrate på samme nivå som gjennomsnittet de siste ti årene.

³ Kontorbygg/administrasjonsbygg definert under sektoren industri i Matrikkelen.

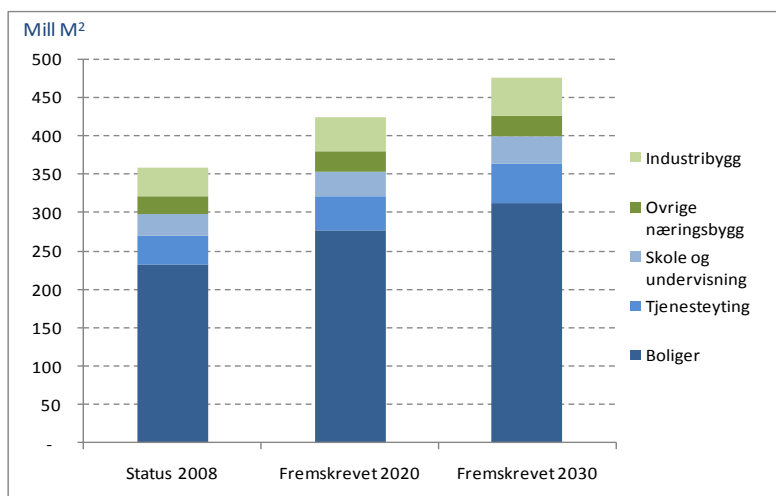
⁴ Sykehus, sykehjem, kulturbygg og hoteller



Figur 4.1 Historisk og fremskrevet årlig nybygging per sektor. Befolkning og Husholdningsareal på høyre akse. Kilde: SSB 2010 og Xrgia beregninger.

Sektorene boliger, tjenesteyting samt skole- og undervisningsbygg har alle en betydelig vekst i nybyggingen i perioden drevet av en forventet økning i befolkningen. For boliger påvirker også forventningene om rentenivå noe de første årene i perioden.

Rivnings- og rehabiliteringsratene defineres som en konstant prosent av beholdningen av bygningsmassen, i tråd med i Xrgias arbeid med Klimakur2020 (Xrgia, 2009) og Lavenergiutvalget (Lavenergiutvalget, 2009). For husholdningsbygg er det benyttet en årlig rehabiliteringsrate på 2,8 % og en årlig rivingsrate på 0,6 %. For øvrige bygg benyttes en årlig rehabiliteringsrate på 3,33 % og en årlig rivingsrate på 1,2 %. Figur 4.2 viser fremskrevet totalt byggareal fordelt på sektorer i 2020 og 2030 sammenlignet med utgangspunktet i 2008.



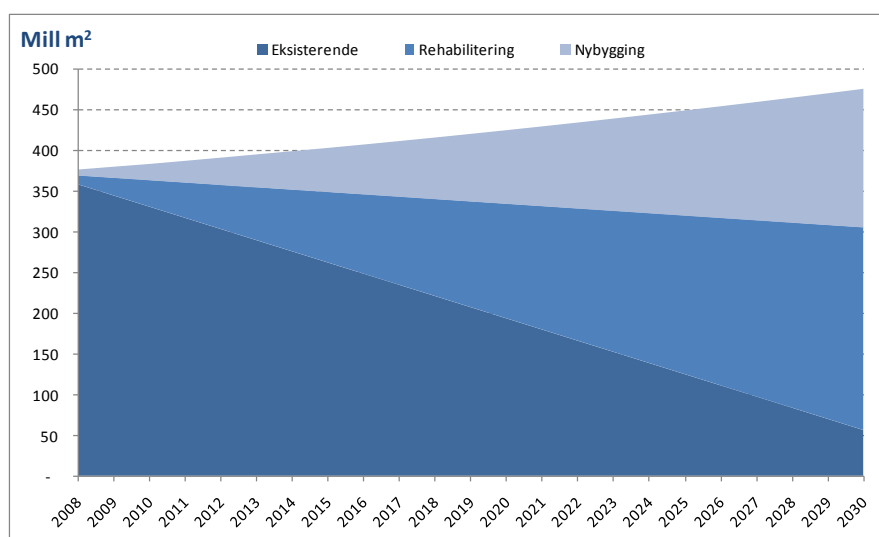
Figur 4.2 Areal fordelt på sektor i 2008, 2020 og 2030. Basisbase.

Det aggregerte arealet totalt for alle sektorer er beregnet til å øke med 30% i perioden 2008 til 2030 i basiccase⁵. Denne økningen i bygningsmassen trekker i retning av et økt energibehov og et økt potensial for fornybar varme. Den relative andelen pr byggtipe er tilnærmet lik gjennom perioden og boliger utgjør om lag 65 % av bygningsmassen. Tjenesteyting og industri utgjør begge om lag 10 % av total bygningsmasse, mens skole- og undervisningsbygg og øvrige næringsbygg begge utgjør om lag 7 %. Tabell 4.1 viser at arealet per innbygger stiger for de fleste byggekategoriene, og absolutt mest for boliger.

Tabell 4.1 Boareal per innbygger i 2008 og 2030.

	Industri- bygg	Tjeneste- yting	Skole og undervisning	Øvrige næringsbygg	Boliger
m ² per capita 2008	7,8	7,5	6,0	4,9	48,7
m ² per Capita 2030	8,4	8,9	6,1	4,8	53,7

En svært viktig faktor for å bestemme energibehovet i bygg, er alderen på bygget. Dette vil også være en viktig faktor for å forutse effekten av ulike virkemidler som implementeres i byggsektoren. Figur 4.3 viser at eksisterende bygningsmasse (ikke rehabilitert etter 2008) vil utgjøre 46 % av bygningsmassen i 2020 og 12 % i 2030.



Figur 4.3 Fremskrevet byggareal for alle byggsektorer til 2030. Basiccase.

I 2020 vil 33 % av den totale bygningsmassen vil være rehabilitert, mot 52 % i 2030. Andelen nybygg (bygget etter 2010) øker fra 21 % i 2020 til 36 % i 2030. Konsekvensen av dette er at virkemidler som retter seg mot nye og rehabiliterte bygg, for eksempel løsninger som krever vannbåren varme, vil ha et begrenset marked de første årene men et stort marked på lang sikt.

⁵ Dette er en noe større økning i totalt areal enn det Lavenergiutvalget legger til grunn, og det er to hovedgrunner til dette. Den viktigste er at vi har inkludert hytter og fritidshus i våre fremskrivninger, da vi mener dette også, og i stadig økende grad, er bygg som krever oppvarming⁵. Den andre årsaken er vår kobling mot befolkningsutviklingen som bidrar til et økt arealbehov. I tillegg har vi benyttet en noe lavere rehabiliteringsrate, noe som gjør at vår andel av eksisterende bygg i 2030 er høyere enn Lavenergiutvalgets.



4.1.2 Usikkerhet

Utgangspunktet for fremskrivingene (2008) er data om eksisterende bygningsmasse fra Matrikkelen, som er Norges mest komplette bygningsregister. For boliger skal datakvaliteten være god. Det er imidlertid et gjennomgående problem at datakvaliteten i Matrikkelen er variabel, og at en god del bygg ikke er rapportert inn spesielt for nærings- og industribygg. Grunnlagsdataene er derfor sammenlignet og kalibrert mot Prognosecenterets statistikk på fylkesnivå, energibruksstatistikken til SSB og elektrisitetsstatistikken til NVE, for å få et best mulig grunnlag å gjøre fremskrivingene på. Dette utgjør et betydelig usikkerhetsmoment i nivået på fremskrivingene, spesielt på kommunenivå. Feilen på fylkes- og nasjonalt nivå vil være langt mindre på grunn av kalibreringene som er gjort.

Størrelsesfordeling av bygg er en viktig faktor for hvilke teknologier som fremkommer som kostnadseffektive. Vi har antatt at dagens størrelsesfordeling av bygg holdes konstant frem i tid, og dagens størrelsesfordeling er beregnet per kommune og sektor ut fra data i Matrikkelen. Ettersom det er usikkerhet rundt datakvaliteten i Matrikkelen, vil også størrelsesfordelingen bli usikker. Hvis det ikke er noen systematikker i rapporteringsfeilene (annet enn sektor) vil imidlertid feilen bli mindre, men vi har ikke tilgang til studier eller annen informasjon som kan bekrefte dette. En annen usikkerhet er knyttet til de demografiske endringene. Når folk flytter fra en landkommune til en bykommune reduseres gjerne boligarealet. Slike endringer blir fanget opp av modellen. Hvis det imidlertid skjer en sentralisering internt i en kommune fra utkantstrøk til tettsted, med en reduksjon i boareal som konsekvens, vil ikke dette fanges opp av modellen. Denne feilkilden vil dra i retning av et mindre markedspotensial i nye bygg.

Nybyggingsrater basert på historiske data fra 2002-2008 og vil reflektere de statistiske sammenhengene i perioden. Perioden 2002 – 2007 var preget av svært høy byggeaktivitet, mens finanskrisen i 2008 og 2009 førte til en kraftig nedgang i nybyggingen. Hvis vi hadde tatt utgangspunkt i perioden frem til 2007, ville vi fått betraktelig høyere nybyggingsrater enn vi benytter i analysene. Vi valgte også å holde 2009 utenfor, ettersom vi ikke tror to slike kriseår på rad er representative for utviklingen frem mot 2030. Det vil selvfølgelig være usikkerhet knyttet til om disse sammenhengene vil forholde seg på samme måte i fremtiden. Videre vil det også være usikkerhet rundt SSB sine befolkningsprognoser. Vi har benyttet det antatt mest sannsynlige middelsscenarioet med 5,8 millioner innbyggere i 2030.

For boliger er det i basisscenarioet benyttet en rehabiliteringsrate på 2,8 % og en rivingsrate på 0,6 %. For øvrige bygg benyttes en rehabiliteringsrate på 3,33 % og en rivingsrate på 1,2 %. Usikkerheten rundt disse ratene er betydelig, og det finnes lite data på dette området. I scenarioet "Lav riving" er alle disse satsene halvert, på linje med hva som også er benyttet i Klimakur2020 (KLIF, 2009). Tabell 4.2 viser prosentvis endring i bygningsmassen fra basisåret 2008 for byggsektorene i to scenarioer for rivings- og rehabiliteringsrater.

Tabell 4.2 Prosentvis endring i byggsammensetning fra 2008 til 2020 og 2030.

	2008 - 2020		2008 - 2030	
	Basis	Lav riv/rehab	Basis	Lav riv/rehab
Industribygg	20 %	25 %	31 %	43 %
Tjenesteyting [1]	25 %	30 %	45 %	56 %
Skole og undervisning	13 %	19 %	23 %	34 %
Øvrige næringsbygg [2]	14 %	20 %	21 %	32 %
Boliger	19 %	21 %	34 %	39 %

[1] Forretningsbygg og kontorbygg

[2] Sykehus, sykehjem, kulturbygg og hoteller

Rivings- og rehabiliteringsratene er altså viktige inputfaktorer for både utviklingen i totalt areal og bygningssammensetningen. Boliger er den byggtypen som er minst sensitiv for en prosentvis reduksjon i rivnings- og rehabiliteringsratene ettersom denne byggtypen i utgangspunktet har lavere rater enn de øvrige byggtypene.

4.2 Trinn 2a: Fremskrivning av behov for varme og kjøling

Kort oppsummert: *Energibehovet er et produkt av totalt areal og spesifikt energibehov. Det spesifikke energibehovet er igjen et resultat av kvaliteten på, og bruken av byggene. I modellene er dette operasjonalisert i form av utvikling i eksisterende og fremtidige forventede energirammer. Det er energi til romoppvarming, oppvarming av ventilasjonsluft og tappevann og kjøling som er det relevante markedet for fornybar varme. Hovedtrekkene er som følger:*

- 1) *Energirammene strammes inn og både det spesifikke og totale energibehovet synker. Spesifikt gjennomsnittlig oppvarmingsbehov for boliger i 2008 er 109 kWh/m², mens det er beregnet til 75 kWh/m² i 2030 i basiscase. For næringsbygg reduseres oppvarmingsbehovet fra 183 i 2008 til 84 kWh/m² i 2030. I samme periode halveres oppvarmingsbehovet i industribygg fra 144 til 77 kWh/m².*
- 2) *Det totale oppvarmingsbehovet for bygninger synker i basiscase med 8 % i 2020 og 22 % i 2030 i forhold til 2008, gitt at de definerte energirammene følges.*
- 3) *Hvis rivings- og rehabiliteringsratene halveres for alle bygg, vil det medføre et økt varmebehov på nesten 5 TWh i 2020 og om lag 9 TWh i 2030.*
- 4) *Forbrukernes adferds er en svært viktig faktor for hvordan energibehovet faktisk vil utvikle seg i forhold til de forutsatte energirammene. Med et adferdsavvik i nye og rehabiliterte bygg på henholdsvis 20 % og 30 % i 2020 og 2030, vil varmebehovet være på nivå med behovet i 2008. Anslaget i punkt 2 bør derfor forventes å kunne være et lavt estimat for oppvarmingsbehov i bygg.*

4.2.1 Resultater basisscenario

Energibehovet baseres på fremskrevet bygningsareal og definerte energirammer for aktuelle bygningstyper. Energirammer er et uttrykk for ulike bygningstypers forventede energibehov til ulike formål, og oppgis i kWh/m².

Standard Norge har kun utarbeidet energirammer for lavenergi- og passivboliger, ikke for yrkesbygg. Xrgia har derfor utarbeidet egne energirammer som er brukt i dette arbeidet i påvente av standarden for yrkesbygg fra Standard Norge. Alle energirammene tar utgangspunkt i energirammene i TEK 07

(Forskrift om tekniske krav til byggverk som trådte i kraft i 2007) og klimakorrigeres per kommune, da energirammene er gitt under forutsetning av Oslo-klima.

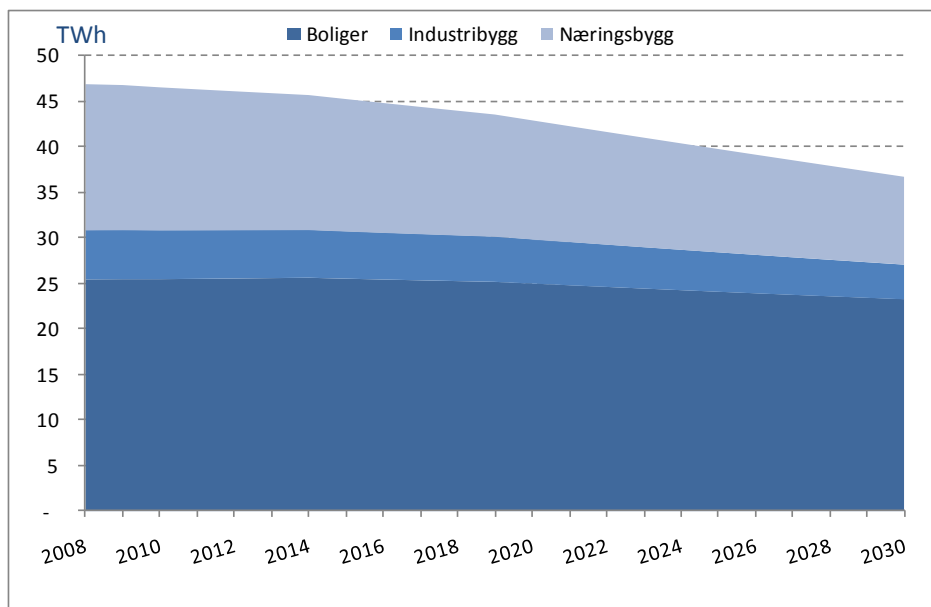
Tabell 4.3 viser reduksjonen i energibehovet til ulike formål i forhold til ER-07. Energibruken til vannoppvarming er antatt uendret i perioden. Når det gjelder energibruken til oppvarming av ventilasjonsluft og romoppvarming er denne basert på en antatt utvikling i total energibruk til oppvarming (summen av de to postene), som er skjønsmessig fordelt mellom de to postene.

Tabell 4.3 Reduksjon i energirammer i forhold til ER-07

Energiramme	Kjøling	Oppvarming vent.luft	Romoppvarming	Vannoppvarming
ER-07	-	-	-	-
ER-10	-	0 % – 29 % ^[1]	7 % – 42 %	-
ER-15	20 %	17 % – 61 %	17 % – 62 %	-
ER-20	50 %	50 % – 89 %	60 % – 82 %	-
ER-R10	-	Snitt av ER-07 og ER-10	Snitt av ER-07 og ER-10	-
ER-R15	20 %	Snitt av ER-07 og ER-15	Snitt av ER-07 og ER-15	-
ER-R20	50 %	Snitt av ER-07 og ER-20	Snitt av ER-07 og ER-20	-

^[1] Energirammene for Oppvarming av ventilasjonsluft og Romoppvarming er laget med utgangspunkt i foreslåtte energirammer for oppvarming for den relevante byggestandarden. Det vil si at energirammen for Oppvarming av ventilasjonsluft og Romoppvarming for ER-10 bygger på TEK 10, for ER-15 bygger på forlag til standard for lavenergibyg, og ER-20 bygger på forslag til standard for passivbygg.

Figur 4.4 viser utviklingen i varmebehovet i bygg fordelt på bygningstyper. Det totale varmebehovet reduseres med om lag 10 TWh fra 2008 til 2030. På tross av større bygningsmasse, vil vi altså kunne få et lavere energibehov til drift av denne, i forhold til i dag. Det bør her presiseres at vi forutsetter at energirammene følges, altså at byggene bygges og brukes i henhold til de antatte energirammene.



Figur 4.4 Utvikling i varmebehov fordelt på sektor i basiscase.

Totalt sett synker oppvarmingsbehovet med 8 %, eller om lag 4 TWh, frem mot 2020. I perioden 2008 til 2030 reduseres oppvarmingsbehovet med 22 %. Det er næringsbygg som har den største relative nedgangen fra 2009 til 2030 med en reduksjon på 40 %, eller om lag 6.5 TWh. Industribyggene har



også en nedgang på 30 % i samme periode, tilsvarende 1,5 TWh. Boliger er det segmentet med klart høyest varmebehov. Boliger har en mye mindre markant prosentvis nedgang på om lag 9 %, som likevel betyr en reduksjon i varmebehovet på om lag 2,1 TWh.

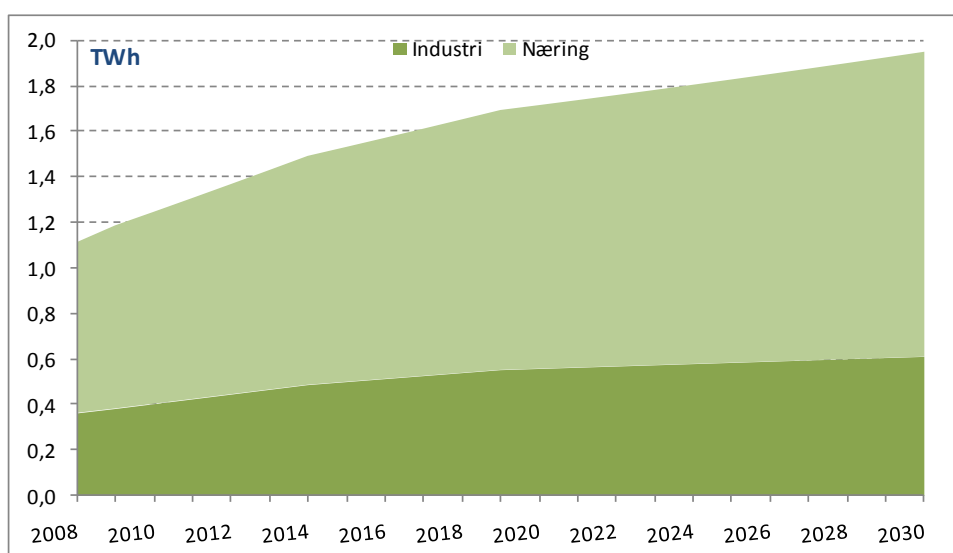
Knekkpunktene i år 2015 og 2020 kommer på grunn av at nye energirammer er introdusert i disse årene. Forskjellene i utvikling mellom sektorene har to hovedforklaringer. For det første er energirammene som ligger til grunn spesifisert på type bygg og sektor. Videre utvikler andelen eksisterende og nye bygg seg ulikt i de ulike sektorene. Boliger har for eksempel en større andel eksisterende bygg i 2030 enn industribygg og næringsbygg, noe som gjør at nye energirammer får mindre utslag i denne sektoren. I tillegg utgjør oppvarming av tappevann og ventilasjonsluft, som har mindre strenge energirammer enn romoppvarming, en betydelig større andel av totalt varmebehov i husholdningene enn i nærings- og industribygg. Metodikken for behovsfremskrivningene er nærmere beskrevet i kapittel Vedlegg III.

Tabell 4.4 viser nedgangen i gjennomsnittlig spesifikt oppvarmingsbehov per sektor, gitt at energirammene i nye og eksisterende bygg følges og at eksisterende bygg i fremtiden brukes på samme måte som i dag.

Tabell 4.4 Gjennomsnittlig spesifikt oppvarmingsbehov per sektor og år i basiscase.

kWh/m ²	2008	2020	2030
Boliger	109	90	75
Industribygg	144	108	77
Næringsbygg	183	126	84

I motsetning til hva tilfellet er for oppvarming, forventes en viss økning i kjølebehovet. Som vist i Figur 4.5, vil kjølebehovet i industribygg og næringsbygg øke med om lag 75 % (0,85 TWh) fra 2008 til 2030.



Figur 4.5 Estimert utvikling i kjølebehov frem mot 2030 per sektor i basiscase.

Kjølebehovet i næringsbygg øker med 79 % (0,6 TWh) og industribygg øker sitt kjølebehov med 69 % (0,25 TWh). Boliger er antatt ikke å ha kjølebehov, ettersom boliger i følge energiramme skal bygges uten kjølebehov.

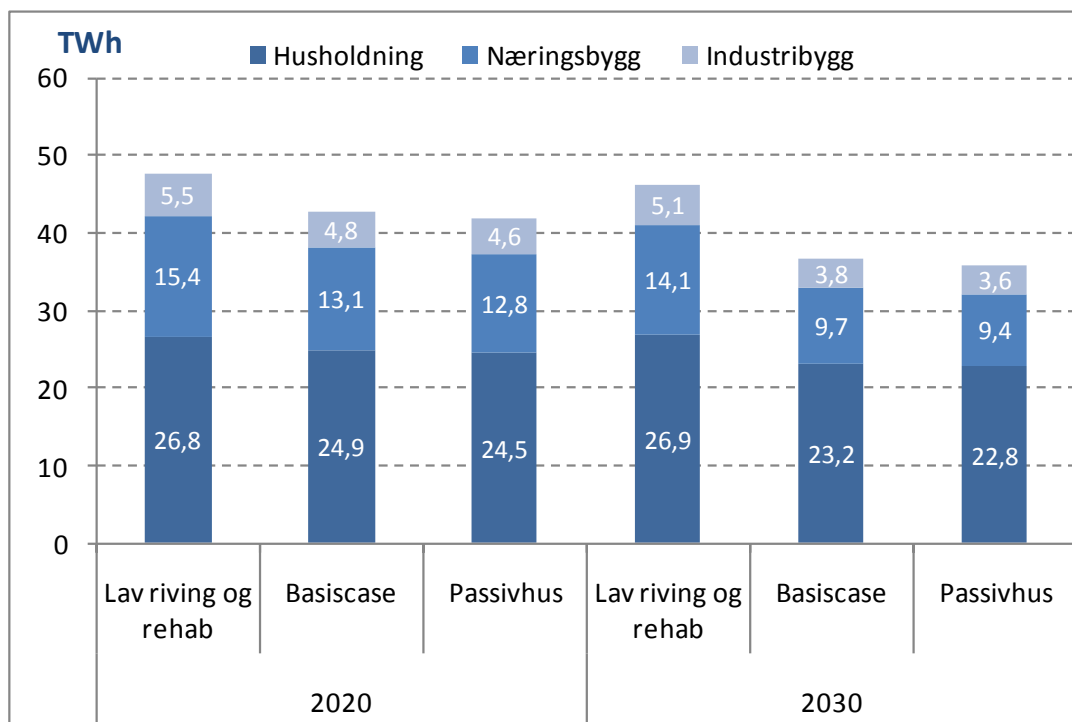
4.2.2 Usikkerhet

Energirammer og rater for rehabilitering og nybygging

Vi har tatt utgangspunkt i byggeforskriftene der slike foreligger, og ellers gjort forutsetninger etter beste skjønn og i henhold til publisert materiale. Når det gjelder utforming og innhold av fremtidige byggeforskrifter, har vi forutsatt lavenergistandard for nye bygg fra 2015 og passivhusstandard fra 2020. Det er ikke i detalj spesifisert hva som vil ligge i disse, slik at vi har måttet gjøre forutsetninger for en del bygningstyper og formål. Dette er en viktig kilde til usikkerhet.

Som tidligere nevnt vil også rivings- og rehabiliteringsrater være et usikkerhetsmoment som påvirker energibehovet.

Figur 4.6 presenterer utviklingen i estimert varmebehov i 2020 og 2030 knyttet til behovsutvikling. Ved "Lav riving og rehabilitering" antas samme energirammer som basiscase, men rivings- og rehabiliteringsratene er halvert (kapittel 4.1). I passivhusscenarioet antas samme rivings- og rehabiliteringsrater som for basiscase, men passivhusstandarden fases inn allerede i 2015, mot 2020 i basiscase.



Figur 4.6 Estimert varmebehov i 2020 og 2030 fordelt på sektor.

I scenarioet Lav riving og rehabilitering øker faktisk varmebehovet marginalt i boliger fra 2020 til 2030, mens behovet faller om lag 8 % for industri- og næringsbygg i samme periode. Eksisterende bygg har mindre strenge energirammer enn nye og rehabiliterte bygg. Dette gir derfor det høyeste varmebehovet fordi en større andel av bygningsmassen i 2020 og 2030 vil bestå av eksisterende bygg

(bygget før 2008) i forhold til de andre alternative utviklingsbanene. Den minimale forskjellen mellom basiccase og passivhus har en lignende forklaring. Passivhusstandarden introduseres kun for nye bygg, som i seg selv utgjør en liten andel av det totale byggarealet. Tabell 4.5 viser den prosentvise endringen i oppvarmingsbehov i forhold til basiccase i de to scenarioene.

Tabell 4.5 Endring i oppvarmingsbehov i forhold til basiccase for ulike scenarioer og sektorer.

År	Scenario	Boliger	Næringsbygg	Industribygg	Totalt
2020	Lav riv/rehab	7 %	18 %	14 %	11 %
	Passivhus	-2 %	-2 %	-4 %	-2 %
2030	Lav riv/rehab	16 %	46 %	37 %	26 %
	Passivhus	-2 %	-3 %	-5 %	-2 %

Den prosentvise endringen i oppvarmingsbehov for både industribygg og spesielt næringsbygg er større enn den totale prosentvise endringen. Det er boliger som trekker i andre retning, med en prosentvis endring lavere enn den totale prosentvise endringen. Det fremskrevne energibehovet er derfor mer sensitivt for endringer i inputdata for næringsbygg og industribygg enn for boliger.

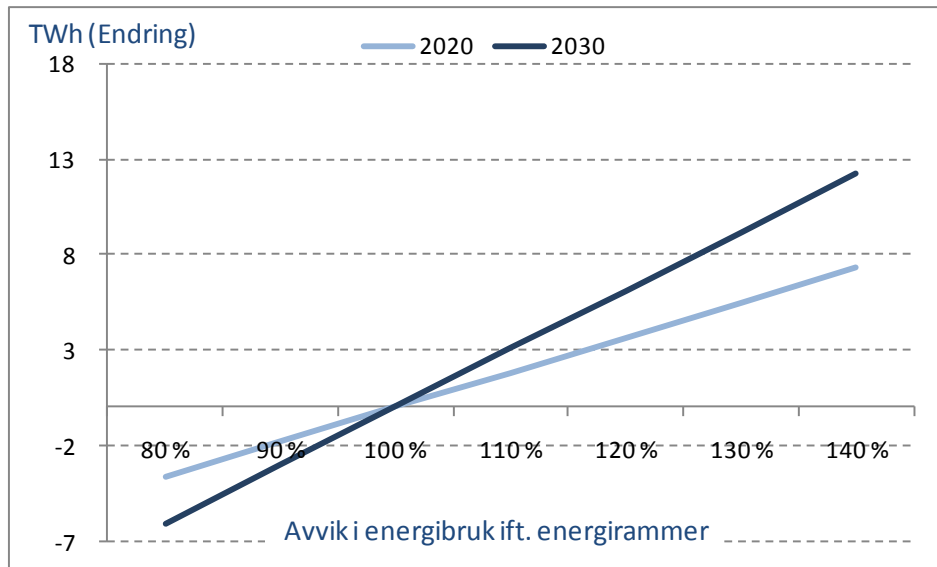
Adferd

En annen svært viktig usikkerhetsfaktor er om energirammene holdes. Det er i denne sammenhengen viktig både hvordan byggene planlegges, bygges og brukes. I basisfremskrivningene våre har vi antatt at det ikke er noen adferdsavvik. Hovedgrunnen til dette er at dette er en faktor det er vanskelig å anslå, da det foreligger svært lite publisert kunnskap om disse forholdene. Vi kan imidlertid anta at det beregnede energibehovet representerer et minimumsresultat, da forutsetningen slik sett er meget strenge.

I følge Xrgia (2011) skyldes avvik mellom planlagt og reelt energibruk i driftsfasen til et bygg brukeradferd, dvs at bygget brukes på en annen måte enn det som var forventet i planleggingen. Avvik i *driftstid* er en viktig kilde til avvik i energibruk. Bygg som brukes i flere timer i løpet av et år enn forventet vil få høyere energibruk enn det som er planlagt. Dette kan for eksempel være en skole som brukes til fritidsaktiviteter på kveldstid, der dette ikke var kjent under prosjekteringen av bygget. Et annet eksempel kan være at man ønsker en høyere innetemperatur enn hva som er forutsatt i energirammene (Xrgia, 2011).

Avvik i oppføring av bygg vil si at det ikke bygges etter gjeldende byggeforskrifter. En annen årsak til avvik i oppføring av bygg er at entreprenøren ikke har god nok kunnskap eller ikke utfører godt nok arbeid.

Figur 4.7 viser hvordan varmebehovet i 2020 og 2030 i basiccase endres ved ulike adferdsavvik i nye og rehabiliterte bygg.



Figur 4.7 Endring i varmebehov ved ulike avvik fra energirammer i nye og rehabiliterte bygg i basiscase.

For eksisterende bygg er det ikke lagt til noe ekstra avvik ettersom dagens adferdsavvik⁶ ligger inne i basisfremskrivningene for eksisterende bygg. I 2030 vil en langt høyere andel av bygningsmassen være enten rehabilitert eller nybygget. Dette er hovedårsaken til at resultatene i 2030 er mer sensitive for adferdsavvik enn resultatene i 2020. Med et avvik på i overkant av 20 % i nye og rehabiliterte bygg i 2020 vil varmebehovet være på nivå med varmebehovet i 2008. Tilsvarende vil varmebehovet i 2030 være på nivå med behovet i 2008 ved et adferdsavvik på i overkant av 30 %.

I rapporten Xrgia utarbeidet i forbindelse med KlimaKur2020 ble varmebehovet i 2030 anslått til 45 TWh (Xrgia, 2009). Det foreliggende resultatet indikerer altså et betydelig lavere varmebehov enn den tidligere studien. Som nevnt foran er ikke tallene direkte sammenlignbare av flere grunner, men det er spesielt effekten av de strengere energirammene som gir den estimerte nedgangen.

Videre er det grunn til å tro at analysen undervurderer kjølebehovet. Det er flere viktige grunner til dette. For det første er det forutsatt at byggene utformes slik at de følger forskriftene. Dette kan være en betydelig utfordring spesielt i forhold til kjøling. For det andre vil bruken av byggene kunne avvike vesentlig fra det som er lagt til grunn i bygningsstandardene. For det tredje vil stadig økende komfortkrav kunne medføre at kjølebehovet blir større enn antatt, dersom brukerne av byggene ikke aksepterer de innetemperaturene som er forutsatt i tekniske forskrifter. Vår vurdering er derfor at disse beregningene representerer en nedre grense for kjølebehovet.

4.3 Trinn 2b: Beregnet energibehov industri (prosessvarme)

4.3.1 Resultater

Vi har valgt å forutsette at energiforbruket til produksjonsprosesser i industrien forblir konstant i perioden 2010 til 2030. Dette betyr at effektivitetsgevinster tas ut i form av økt produksjon. Det er notorisk vanskelig å fremskrive forbruk i industrien, og vårt modellapparat er ikke egnet til dette. Sammensetning av industri er også forutsatt konstant. Energibruk i industri kan være knyttet til

⁶ Faktisk observert ut fra data i 2008



prosessvarme og mekanisk energi til prosess. Det er kun forbruk av lettolje som her er analysert, og dette utgjorde 0,5 TWh i 2008 for de 250 største bedriftene i Norge.

4.3.2 Usikkerhet

Vi har valgt å forholde oss til energibruk i industrien utover romoppvarming på tilsvarende måte som i Markedsrapporten for pellets i Midt-Norge, som Xrgia har utarbeidet for Enova (Xrgia, 2010c). Dette betyr at vi ser bort fra energibruk i små bedrifter, og forutsetter at dette er energibruk til bygningsoppvarming og derved fanges opp i bygningsanalysen. I industrianalysen fokuserer vi på innkjøpt energi til de 250 største bedriftene i Norge. Her foreligger det relativt god statistikk. Vi har ikke hatt tilgang til statistikk som gjør det mulig å skille ut energibruk til bygninger fra energibruk til prosess i disse bedriftene. Vi mener energibruk til prosess utgjør en betydelig større andel enn energibruk i bygg, og forutsetter for videre beregninger at all innkjøpt energi i de store bedriftene går til prosess. Dette vil medføre at vi overestimerer potensialet noe, men forventer ikke dette vil få store effekter.

5 Konkurransanalyse

Kort oppsummert: *Konkurransanalysemodellen velger den økonomisk mest attraktive varmeløsningen i hver enkelt geografisk analyseenhet. Alle aktuelle energiløsninger og energibærere konkurrerer mot hverandre med sin fulle gjennomsnittskostnad. En andel av varmepotensialet i kommuner med allerede etablert fjernvarme tas ut av analysen med en antakelse om at eksisterende fjernvarme er svært konkurransedyktig. Kostnadene som benyttes i analysen er hentet fra Enovas kostnadsdatabase og er bearbeidet av Xrgia.*

- 1) *Potensialet for fortetting av eksisterende fjernvarme anslås å være om lag 6,8 TWh i 2020 og 5,3 TWh i 2030. Dette inkluderer nåværende fjernvarmeleveranse (2008) på 3,2 TWh. Anslaget antas å være relativt robust, ut fra konkurransefordelene til en etablert aktør med stort innslag av "sunk cost"*
- 2) *Ny fjernvarme konkurrerer på lik linje med liten fjernvarme og lokale varmesentraler*
- 4) *Det er i analysen forutsatt at panelovn ikke er tillatt som oppvarmingsløsning. Dette er sannsynligvis en for streng forutsetning, slik at det anslåtte potensialet for fornybar varme (gitt energibehovet) sannsynligvis er for høyt. På den annen side er det anslåtte energibehovet antakelig et lavt estimat, da det er gjort strenge forutsetninger i forhold til både spesifikt energibehov og til oppføring og bruk av bygget. Disse to effektene vil virke i hver sin retning når det gjelder anslag for potensial for fornybar varme.*
- 5) *Kostnader til varmedistribusjon internt i bygg er holdt utenfor analysen*
- 6) *Olje-, gass- og elkjeler er ikke tillatt i nye nærings- og industribygg som grunnlast*

5.1 Metodikk

Konkurransen

Etter å ha beregnet varme- og kjølebehovet i ulike sektorer, kjøres en konkurranseanalyse for å bestemme hvilken teknologi som er vinnende energiløsning for ulike bygnings- og forbrukskategorier. Her vil varmepumper konkurrere mot brenselfyrte kjeler i både lokal oppvarming, lokale varmesentraler og fjernvarme. Denne analysen gjøres i to steg. Først modelleres kostnaden ved utbygging av fjernvarme i modellen X-Fjernvarme. Deretter kjøres selve konkurranseanalysen hvor den rimeligste løsningen velges for hver enkelt geografisk analyseenhet. Analysen skjer på et svært detaljert nivå. Hver kommune er delt inn etter tre sektorer, 6 soner, 4 byggstørrelser og 3 byggstater. Det gjøres her simuleringer på alle relevante varmeløsninger og energibærere.

Kostnadsdatabasen som er benyttet i denne analysen er basert på deler av Enovas prosjektportefølje. Den er bygget opp dels i dette prosjektet og dels i prosjektet Fungerende pelletsmarked (Xrgia, 2010b). Nærmere om kostnader for ulike løsninger finnes i kapittel Vedlegg II.

Ny fjernvarme møter konkurranse fra flere alternative løsninger. For det første vil fortetting av fjernvarme allerede ha tatt mye potensial. For det andre vil kostnaden for utbygging av gjenværende fjernvarmepotensial (kommuner som i dag ikke har fjernvarme) sannsynligvis være relativt høy sammenlignet med fjernvarme som allerede er etablert. For det tredje vil Liten fjernvarme (Nærvvarme) og lokale energisentraler være løsninger som konkurrerer om samme potensial som ny fjernvarme. Markedspotensialet for ny fjernvarme er derfor et resultat av konkurranseanalysen.



Kostnad for ny fjernvarme beregnes for ulike aktuelle teknologiløsninger for hver enkelt kommune, og den billigste løsningen (både i forhold til volum og valg av grunnlast/spisslast), velges. Deretter må denne konkurrere med aktuelle alternativer som liten fjernvarme (nærvarme) og lokale energisentraler. For hver kommune beregnes altså en spesifikk pris for ny fjernvarme, og denne benyttes i konkurranseanalysen for å identifisere områder der dette er det beste alternativet⁷. Modellen skiller liten fjernvarme fra fjernvarme blant annet ved å tillate bygging kun i enkeltsoner (tettsted eller sentrum), og ved å inkludere kun tjenesteytende sektor i kundegrunnlaget. Dette er en forenklet tilnærming, men tar hensyn til lokale forhold som varmetetthet og potensial i de aktuelle områdene. Liten fjernvarme konkurrerer på linje med andre lokale løsninger, på samme måte som ny fjernvarme.

El-, olje-, og gasskjeler tillates brukt som både grunnlast og spisslast i eksisterende bygg, men kun som spisslast i nye og rehabiliterte bygg. Energieffektivisering er ikke tatt med som en egen teknologi i konkurranseanalysen, da det i denne analysen er forutsatt at energirammene ivaretar dette. Dette vil i praksis si at energieffektivisering reguleres inn fremfor å konkurreres inn.

Varmedistribusjonskostnader internt i bygninger er ikke tatt med i analysene. Panelovner ikke er modellert som en egen teknologi i konkurranseanalysen, og begrunnelsen er todelt. For det første er det ikke tillatt kun med panelovner i fremtidige byggeforskrifter. Videre, og viktigst, er det at panelovner er svært rimelige i innkjøp. Panelovner ville da vunnet større markedsandeler enn hva vi observerer at bygges i nye bygg i dag, og vi ville fort fått en 1:0-løsning. Det er liten tvil om at panelovner kommer til å bli installert i betydelig omfang også i nye bygg, gjerne i kombinasjon med andre løsninger, men da fortrinnsvis for utnyttelse som "spisslast".

Eksisterende fjernvarme

Etablert fjernvarme vil ha betydelige konkurransefortrinn i forhold til nye løsninger. Fortetting og utvidelse av et eksisterende nett vil for det første representere en relativt sett liten investering sammenlignet med et helt nytt anlegg. For det andre vil økt varmeleveranse i mange tilfeller bety en bedre utnyttelse av varmeproduksjonsutstyret. Eksisterende fjernvarmeanlegg har ofte lav eller svært lav marginalkostnad. Der det foreligger fjernvarmekonsesjon er det ofte også et kommunalt vedtak om tilknytningsplikt for nye bygg. Fjernvarmeselskapene har også lov til å prisdiskriminere kunder, slik at nye kunder kan få en svært lav variabel kostnad for fjernvarmeleveransen⁸. I konkurranse med alternative oppvarmingsteknologier vil altså fjernvarmeprodusenten kunne velge en marginalkostnads-prisstrategi. Marginalkostnaden for fjernvarme vil nesten alltid være lavere enn gjennomsnittskostnaden for alternative teknologier med tanke på argumentene ovenfor.

⁷ For en mer detaljert modellbeskrivelse, se (Xrgia, 2007b).

⁸ Dette kan også sees på som konsekvens av fjernvarmebransjens reguleringer som sier at fjernvarmekostnaden ikke skal overstige kundens alternativkostnad, definert som elektrisitet til oppvarming. Ettersom for eksempel industrikunder vil stå ovenfor en annen pris på elektrisitet enn boliger, vil dermed også prisen på fjernvarme variere mellom disse.



Teoretisk sett skal eksisterende fjernvarme konkurrere på lik linje med alternative teknologier i konkurranseanalysemodellen. Med utgangspunkt i diskusjonen ovenfor velger vi å anta følgende statistiske forutsetninger om markedsandel for eksisterende fjernvarme⁹:

- 80 % i boliger unntatt for sonene utkant, småhus og rekkehus
- 80 % i tjenesteytende sektor
- 50 % i industribygg

Markedsandel er her definert som andel av teknisk potensial for fornybar varme. Disse forutsetningene gir et beregnet markeds potensial for fortetting av fjernvarme (grunnlast) på 6,0 TWh i 2020 og 4,7 TWh i 2030. I disse tallene er fjernvarmeleveransen i 2008 på 3,2 TWh inkludert. Dette volumet tas derfor ut av den videre konkurranseanalysen. Grunnen til at fjernvarmepotensialet reduseres etter 2020 er i første rekke at oppvarmingsbehovet i næringsbygg synker på grunn av strengere energirammer.

Det er både et teknisk og et økonomisk spørsmål i hvilken grad fornybar varme kan erstatte fossile energibærere i industrien. Statistikken fra SSB gir ikke grunnlag for å fange opp helt bedriftsspesifikke forhold. Vår vurdering av substitusjonsmulighetene er at lettolje både teknisk og økonomisk sett er relativt enkelt å substituere med fornybare energikilder. Egenprodusert energi, som for eksempel gass, er det rimeligste for bedriften å bruke, fordi den vanligvis er stedsbundet og ikke egnet for transport til andre kunder. Det er neppe aktuelt med substitusjon av denne delen av forbruket. Kjøpt gass kan sannsynligvis substitueres i et visst omfang. Det tekniske anvendelsesområdet for gass er bredere enn het- og dampvannsproduksjon, samtidig som gassinstallasjonene sannsynligvis er relativt nye anlegg og derved økonomisk lite attraktivt å skifte ut. Vi tar derfor ikke med dette potensialet videre i analysen.

5.2 Usikkerhet

Modellering og kostnader

Modellen som benyttes for konkurranseanalyse forutsetter at den økonomisk mest attraktive løsningen foretrekkes, og at "vinneren tar alt" for det segmentet som velges. Dette er selvsagt ikke en speiling av virkeligheten. Et eksempel er at modellene ikke er i stand til å fange opp elementer knyttet til ønske om økt forsyningssikkerhet og miljøhensyn dersom dette er forhold som ikke er reflektert i prising av innsatsfaktorene¹⁰.

Videre blir teknologiene sammenlignet på gjennomsnittskostnad i konkurranseanalysen. En slik tilnærming vil være riktig i nye og rehabiliterte bygg, der man installerer ny oppvarmingsteknologi. For eksisterende bygg derimot ville det vært ønskelig å sammenligne mot marginalkostnaden av eksisterende oppvarmingsteknologi. For tolkningen av resultatene i 2030 vil denne forenklingen ha lite å si da en svært stor andel av byggene vil være rehabiliterte eller nye. I 2020 er imidlertid feilkilden her noe større og resultatene bør tolkes i lys av dette.

⁹ Beregnet volum for fortetting er sjekket ut mot gitte konsesjoner for å sikre konsistens.

¹⁰ Xrgia (2010b) drøfter hvordan penetrasjonsrater påvirker etterspørselen etter trepellets.



Kostnadstallene benyttet i analysen er basert på den beste informasjonen som er tilgjengelig på analysetidspunktet. Det er imidlertid alltid usikkerhet rundt kostnadstall, og det vil alltid være individuelle tilpasninger som må gjøres i bygninger. Kostnadstallene for boliger er basert på et mindre datagrunnlag enn kostnadene for større nærings- og industribygg. Det er derfor beheftet ekstra usikkerhet knyttet til resultatene fra konkurranseanalysen i boliger, og resultatene bør derfor tolkes med stor forsiktighet.

Vi har i analysen ikke inkludert investeringer i distribusjonssystem for oppvarming internt i byggene. Dette er selvsagt en forenkling. Introduksjon av dette ville imidlertid bety en langt mer omfattende analyse, samt behov for tilgang til reelle kostnader for nytt og rehabilitert oppvarmingssystem med ulike kombinasjoner av direkte el, punktvarme og vannbåren varme for ulike aktuelle oppvarmingsløsninger. Dette kan eventuelt gjøres ved en videreføring av studien, gitt at informasjon om kostnader er tilgjengelig.

Fjernvarme

Informasjon om eksisterende fjernvarmeanlegg, samt anlegg under bygging/prosjektering er hentet fra konsesjonsdatabasen til NVE. Dette gir oss kommunefordelte data med informasjon om hvor det kan være aktuelt med fortetting eller utvidelse. Beregnet volum for fortetting er sjekket ut mot gitte konsesjoner for å sikre konsistens. Det er gjort mange forenklinger i beregnet volum for fortetting av fjernvarme, men vi mener hovedforutsetningen om at etablerte fjernvarmeanlegg er meget konkurransedyktige, er relativt robust. I tillegg til å være økonomisk attraktivt, vil fjernvarme være en driftsmessig langt enklere løsning for sluttbrukeren enn en brenselfyrt egen sentral. En utfordrer her vil være lokale energisentraler med varmpumper, med samtidig leveranse av varme og kjøling. Stadig flere installerer slike løsninger, og de vil bli mer driftssikre og velkjente. Dette vil sannsynligvis først og fremst utfordre økonomien i fjernvarmeanleggene (de må tilby denne type kunder lavere varmepris), og det kan bli lagt press på fjernvarmeleverandørene om leveranse av kjøling. Bruk av fjernvarme som spisslast er et fenomen som observeres i Sverige, og som også kan være aktuelt i Norge. Dette er effekter det ikke har vært mulig å modellere, men som det er viktig å ta med i vurdering av faktisk realiserbart potensial for fortetting.

Potensielle fjernvarmekunder, og spesielt de med kjølebehov, kan finne det mer økonomisk fordelaktig å installere egen varmpumpe enn å koble seg til fjernvarme. Dette kan også gjelde bygg som allerede har fjernvarme. Energimerkeordningen favoriserer varmpumper fremfor fjernvarme, da det er kjøpt energi som benyttes for beregning av karakter. For byggeiere som velger å installere en lokal løsning kan fjernvarme være en aktuell og gunstig spisslast. Selv om dette er fordelaktig for kunden, er det særdeles uheldig for fjernvarmeselskapet som i de samme periodene gjerne selv må benytte kostbar spisslast. Dersom prisen er en gjennomsnittspris over året vil det kunne medføre direkte tap. Disse forholdene er nærmere diskutert i (Ryden, 2010), og er elementer som kan trekke det beregnede fjernvarmevolumet i 2020 og 2030 ned.

En mulig fremvekst av passivhus og lavenergibyg, kombinert med økonomisk attraktive lokale alternativer vil kunne utfordre den beregnede fortettingen av fjernvarme. Kundetilknypning krever forholdsvis store investeringer, derfor er det gunstig å ha et relativt stort energivolum å fordele denne kostnaden på. Småhus, og særlig passivhus, har et lite varmebehov. Dette betyr at det er vanskelig å finne det økonomisk forsvarlig å utforme kundesentraler på tradisjonelt vis. Det skjer

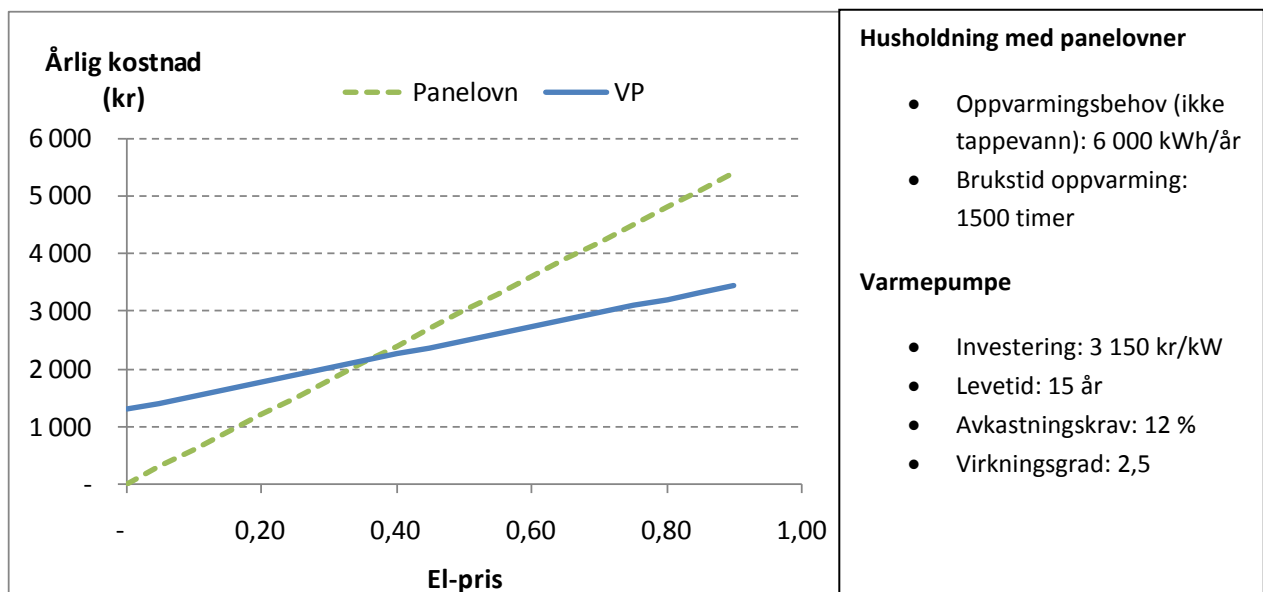
imidlertid en betydelig utvikling av nye løsninger på dette området, også i øvrige nordiske land, for å gjøre fjernvarme økonomisk interessant også for forbrukere med lavt årlig forbruk. Tappevann er et eksempel på et formål der fjernvarme er spesielt velegnet, da dette er forbruk med lang brukstid. Samlet er dettemomenter som kan bidra til å styrke fjernvarmens konkurransekraft, og kan bidra til å trekke anslaget for fjernvarme i 2020 og 2030 opp.

Punktvarmeteknologier og panelovner

Punktvarmeteknologier som vedovn, luft-luft varmepumpe og pelletskamin kan ikke levere oppvarming av tappevann. Disse teknologiene er derfor straffet kostnadsmessig i forhold til teknologier som kan levere dette (se Kapittel II.1). Konkurransenalysen er utformet slik at den billigste teknologien i hvert geografiske analyseområde vinner hele varmebehovet i dette området. Vi kan dermed ikke skille ut den andelen av behovet som går til oppvarming av tappevann.

Markedspotensialet for punktvarmeteknologiene, som kun er tillatt i ekstra små bygg, er følgelig noe overestimert. Verken konkurranseflatene mellom teknologiene, eller de tekniske potensialene som presenteres blir imidlertid påvirket av denne forenklingen.

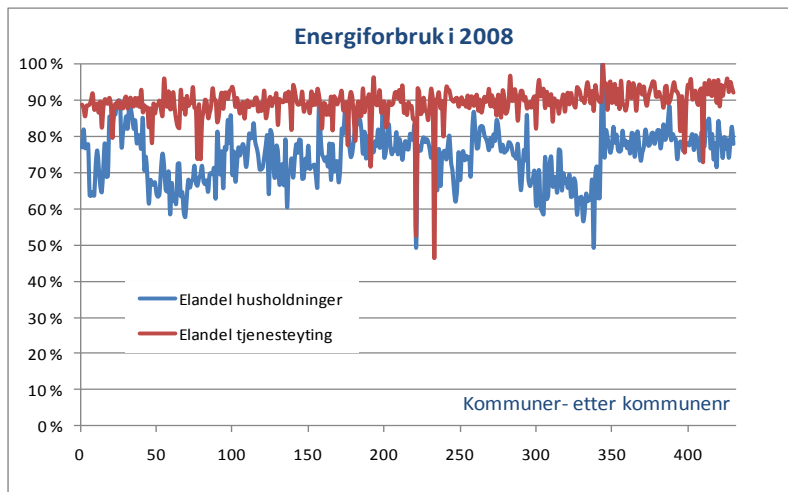
Vi har derfor sett nærmere på utfordringen knyttet til panelovner og i hvilken grad fornybare oppvarmingsløsninger kan konkurrere. Figur 5.1 viser at luft-luft varmepumpe med de gitte forutsetningene er konkurransedyktig med eksisterende panelovner allerede ved el-pris på rundt 40 øre/kWh.



Figur 5.1 Presentasjon av kostnadsforhold, regneeksempel.

Markedets store interesse for nettopp denne type varmepumper tyder på at forbrukerne også oppfatter dette som lønnsomt. Vi tror derfor at varmepumper i fremtiden vil komme inn i store deler av segmentet som i dag har panelovner, og at det for rehabiliterte bygg vil komme inn kombinasjoner av panelovn og varmepumper.

Som vi ser av Figur 5.2 er andelen el til oppvarming i 2008 svært høy både i boliger og tjenesteyting.



Figur 5.2 Andel el av total energibruk i husholdninger og tjenesteyting per kommune. (Kommunene er sortert etter kommunenummer, og er gitt løpenummer på x-aksen.

Det er svært vanskelig å anslå hvordan denne faktoren vil utvikle seg fremover i tid. Tabell 5.1 viser hvordan det tekniske potensialet for fornybar varme reduseres når markedsandelen for panelovner øker i basisscenarioet.

Tabell 5.1 Gjenværende teknisk potensial for fornybar varme per sektor ved ulik markedspenetrasjon av panelovner.

Markedsandel panelovn	Husholdning (TWh)		Næring (TWh)		Industri (TWh)	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
0 %	24,9	23,2	13,1	9,6	4,8	3,8
10 %	22,4	20,9	11,8	8,7	4,3	3,4
20 %	20,0	18,6	10,5	7,7	3,8	3,0
30 %	17,5	16,3	9,2	6,8	3,4	2,6
40 %	15,0	13,9	7,9	5,8	2,9	2,3
50 %	12,5	11,6	6,5	4,8	2,4	1,9
60 %	10,0	9,3	5,2	3,9	1,9	1,5
70 %	7,5	7,0	3,9	2,9	1,4	1,1
80 %	5,0	4,6	2,6	1,9	1,0	0,8
90 %	2,5	2,3	1,3	1,0	0,5	0,4
100 %	-	-	-	-	-	-

Pellets-kaminer og rentbrennende vedovner er også gode alternativer og supplementer til direkte el-oppvarming. En omfattende analyse av pellets-markedet i Midt-Norge er dokumentert i (Xrgia, 2010c). Konklusjonen fra denne analysen er at det er viktig med andre tiltak enn kun investeringsstøtte for å realisere volumer innenfor pellets, og at eventuelle kjøpere av pellets-kaminer krever en viss risikopremie før de investerer i en forholdsvis ukjent teknologi.

6 Scenarier for fornybar varme

I dette kapitlet presenteres resultatene fra konkurranseanalysen i ulike scenarier. Resultatene som presenteres i dette kapitlet er et resultat av mange forutsetninger, og bør tolkes i lys av dette. Usikkerhetene rundt inputdata og metode er beskrevet tidligere i rapporten. I det følgende gjøres analyser av basiscase for energibehovet, og det fokuseres her på å belyse usikkerheten i konkurranseflatene mellom de ulike varmeløsningene.

I alle løsninger som er skissert for fornybare energiløsninger for bygningsoppvarming, vil det inngå en kombinasjon av grunnlast og spisslast. For å gjøre nøyaktige kostnadsanalyser er det viktig å skille mellom energibehovet som kan dekkes av grunnlast, og hva som må dekkes av spisslast. Optimal fordeling vil avhenge av kostnadsforhold og brukstider, vi har her antatt at grunnlast dekker 88 % av oppvarmingsbehovet. Tabell 6.1 viser det tekniske potensialet for fornybar varme i bygg fordelt på grunnlast og spisslast. Teknisk potensial for fornybar varme er definert som det varmebehovet som teknisk sett kan dekkes med fornybar varme, kostnadene ikke tatt med i betraktning.

Tabell 6.1 Teknisk potensial for fornybar varme i bygg i basiscase fordelt på grunnlast og spisslast i hhv. 2020 og 2030.

TWh	2020	2030
Grunnlast	37,7	32,3
Spisslast	5,1	4,8
Totalt	42,8	37,1

Teknisk potensial for fornybar varme i bygg¹¹ faller med 13 %, fra 42,8 TWh i 2020 til 37,1 TWh i 2030. Dette skyldes redusert spesifikt energibehov som følge av en økende andel nybygg og rehabiliterte bygg i bygningsmassen. Grunnlastvolumet tas med inn i konkurranseanalysen. Potensialet for fornybar varme i spisslast diskuteres i kapittel 6.1.3.

For konkurranseanalysen er det etablert et basisscenario uten noen former for offentlig støtte. I tillegg er det etablert fire scenarier:

1. Fjernvarmescenario: investeringsstøtte kun til ny fjernvarme
2. Bioenergi scenario: investeringsstøtte til bioenergi både fjernvarme og lokale energisentraler
3. Passivhusscenario: passivhus introduseres allerede i 2015 (mot 2020 i basis), nye byggstandarder påvirker brukstiden på oppvarmingsløsningene.
4. Brenselprisscenario: scenarier med høy CO₂-pris og lav strømpris analyseres

For samtlige scenarier presenteres markedspotensialet for fornybar varme. Markedspotensial for fornybar varme er det volumet hvor fornybar varme faktisk er den billigste løsningen, gitt de forutsetninger som ligger til grunn i konkurranseanalysen. Merk at våre tall alltid er energibehov, for å beregne faktisk energibruk må man korrigere for virkningsgrader.

Markedspotensialet deles i hhv grunnlast og spisslast, da det ofte vil være en kombinasjon av to løsninger som gir den økonomisk sett beste løsningen. Dette gjelder både for kollektive og individuelle varmeløsninger.

¹¹ Totalt potensial unntatt prosessvarme i industrien

6.1 Basis: Ingen støtteordninger

Kort oppsummering basisscenario: På tross av et krympende varmemarked øker *markedspotensialet for fornybar varme fra 23 TWh i 2020 til 25 TWh i 2030. Dette er i første rekke på grunn av at fossile brensel ikke tillates i nye og rehabiliterte bygg. Fornybare løsninger vinner da markedsandeler på bekostning av de ikke-fornybare. Det er i segmentet "lokale energisentraler" i boliger den største omleggingen skjer. Markedspotensialet for bioenergi øker nesten 1 TWh fra 2020 og representerer i overkant av 11 TWh i 2030. Videre ser det ut til at individuelle varmeløsninger tar markedsandeler fra de kollektive løsningene. En årsak til dette er at varmebehovet reduseres mest i næringsbygg og industribygg, som er de viktigste markedssegmentene for de kollektive varmeløsningene. En viktig observasjon er at ny fjernvarme ikke er konkurransedyktig uten støtte. Fjernvarme øker imidlertid mye som konsekvens av fortetting av eksisterende anlegg. Tabell 6.2 viser teknisk potensial og markeds potensial for fornybar varme og kjøling og bioenergi i basisscenarioet.*

Tabell 6.2 Teknisk potensial og markeds potensial. Basisscenario.

	Teknisk potensial		Markeds potensial fornybart		Markeds potensial bioenergi	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Boliger (LES)	20,8	19,4	8,2	12,0	2,9	5,0
LES (Øvrige)	5,9	4,5	3,5	3,3	0,7	1,1
Liten FV	5,0	3,7	4,3	3,1	4,3	3,1
FV(Ny)	-	-	-	-	-	-
FV(Fortetting) [1]	6,0	4,7	4,4	2,8	2,4	1,9
Spisslast [2]	5,1	4,8	-	-	-	-
Industri (prosess)	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3
Kjøling	1,7	1,9	1,4	1,5	-	-
Totalt	45,0	39,5	22,3	23,3	10,6	11,4

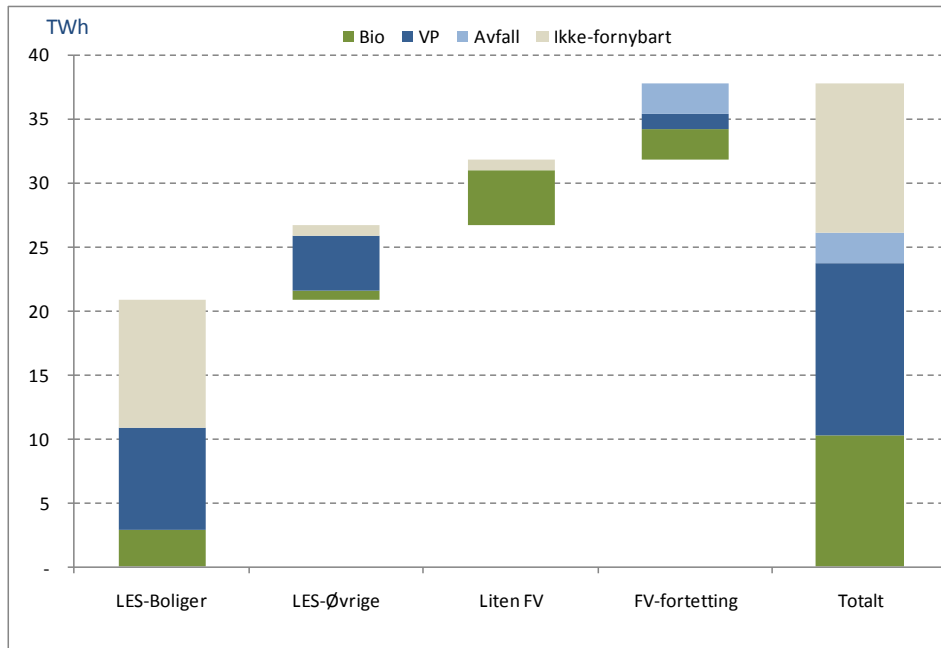
[1] FV(fortetting) omfatter grunnlast i alle fjernvarmeanlegg med konsesjon pr 1.7.2010. FV(Ny) er anlegg utover disse. Avfall er her definert som 52 % fornybar (ikke som bioenergi), og utgjør 2,3 TWh i 2020 og 1,9 TWh i 2030.

[2] Spisslast omfatter både LES, liten FV, fortetting av eksisterende og ny fjernvarme.

6.1.1 Bygg

Varme

Figur 6.1 viser markeds potensial for grunnlast i 2020 for ulike teknologier innenfor ulike varmeløsninger i basiscase. Det understrekes at resultatene i lokale energisentraler i boliger (LES-boliger) er spesielt sensitive for endringer i teknologikostnader og brenselpriser.

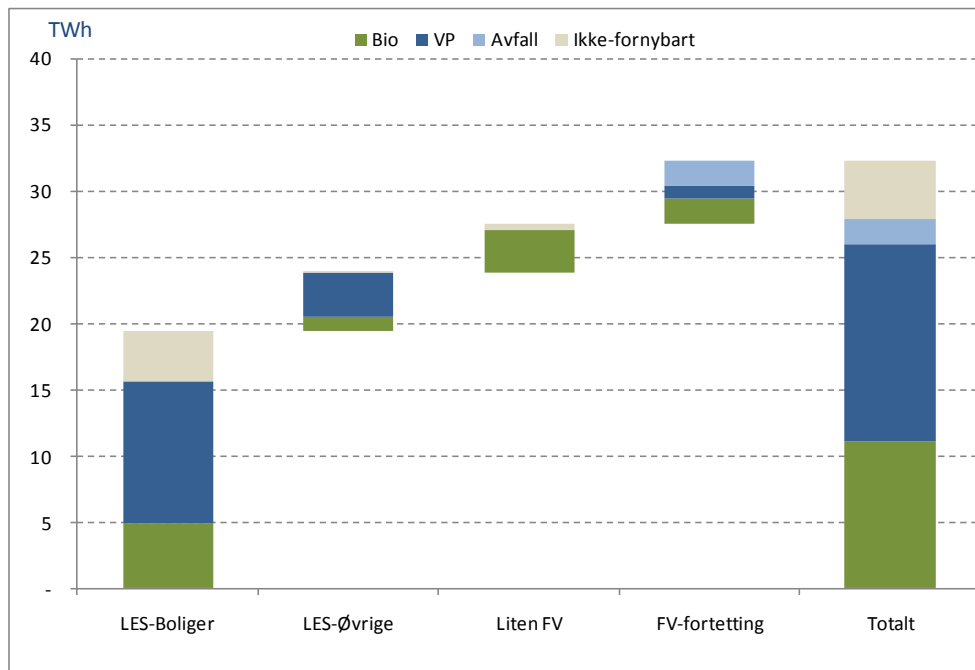


Figur 6.1 Markedspotensial for fornybar varme i ulike varmeløsninger. Aggregerte resultater grunnlast 2020¹².

Totalt markedspotensial for varmepumper er om lag 13 TWh, for biobrensel er det i overkant av 10 TWh og for avfall er potensialet i overkant av 2 TWh. Dersom varmepumper regnes som 2/3-dels fornybare og 52 % av avfallet blir da det totale markedspotensialet for fornybar varme i overkant av 22 TWh. Volumet fra varmepumper dekkes i hovedsak av luft-luft varmepumper. Bioenergien i lokale energisentraler er i hovedsak ved, men også noe flis og pellets. Det er også en betydelig andel ikke-fornybart i lokale energisentraler, og både elkjeler, oljekjeler og gasskjeler vil fortsatt finnes i eksisterende bygg. Lokale energisentraler i industribygg og næringsbygg utgjør henholdsvis 26 % og 74 % av gruppen LES-Øvrige. EI- og oljekjel finnes fremdeles med betydelige volumer i de eksisterende ekstra små byggene, mens gasskjel fremdeles er installert i større eksisterende bygg i alle segmenter. I Liten fjernvarme er all bioenergi som benyttes flis. Ny fjernvarme er i basisscenarioet ikke en konkurransedyktig varmeløsning. Grunnen til dette er antakelig at det nå er søkt og gitt konsesjon for de mest attraktive lokaliseringene, slik at de gjenværende lokasjonene er relativt kostbare. Det store potensialet for vekst i fjernvarme faller derfor inn under kategorien "fortetting". For FV-fortetting er om lag 40 % flis, 40 % avfall og 20 % ikke-fornybart.

Ved å sammenligne Figur 6.1 og Figur 6.2 ser en at markedspotensialene for grunnlast er redusert fra 2020 til 2030, spesielt i lokale energisentraler (LES-Boliger og LES-Øvrige). Når det gjelder fordeling mellom teknologier, må det igjen understrekes at markedsandelene i lokale energisentraler er spesielt sensitive for endringer i teknologikostnader og brenselpriser.

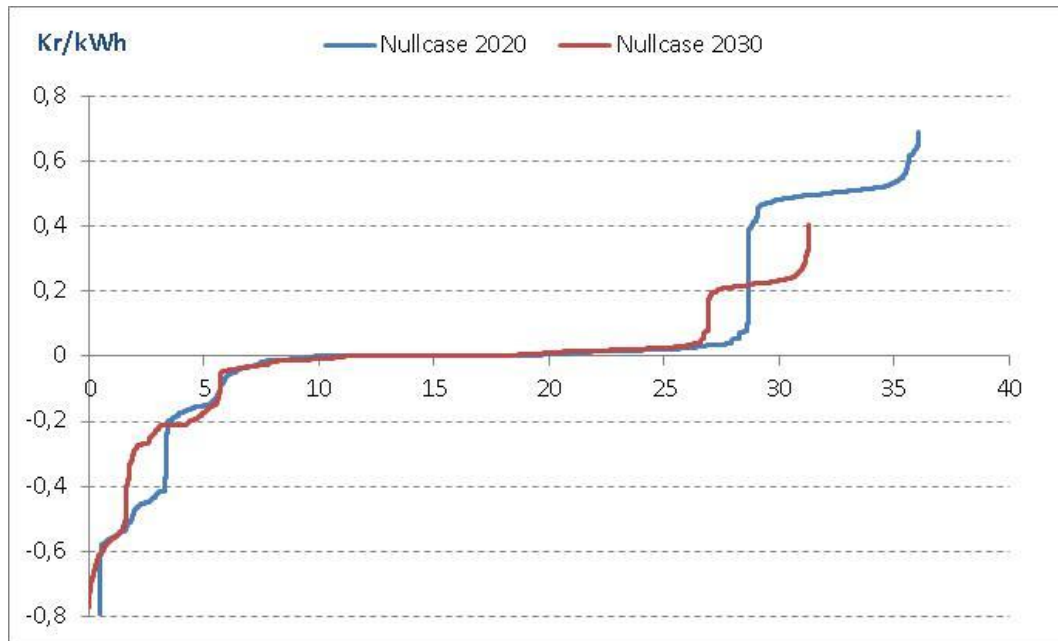
¹² Tabeller med tallgrunnlag finnes i vedlegg Vedlegg V. Industribygg og næringsbygg utgjør henholdsvis 28 % og 72 % av LES-Øvrige.



Figur 6.2 Markedspotensial for fornybar varme i ulike varmeløsninger. Aggregerte resultater grunnlast 2030.

Markedspotensialet for fornybar varme er i 2030 i overkant av 23 TWh, mens markedspotensialet for bioenergi er i overkant av 11 TWh. Ser vi på utviklingen fra 2020 til 2030, ser vi at varmepumper (luft-luft og noe luft-vann) og noe bioenergi har tatt betydelige markedsandeler fra fossile brensler. Forklaringen på dette er at i 2030 er en langt større andel av byggene enten rehabilitert eller nybygget. Teknologier basert på fossile brensler er dermed utestengt fra en større del av markedet. Denne endringen fordrer selvfølgelig at dagens byggforskrifter videreføres og følges opp.

For å understreke usikkerheten i markedspotensialet for bioenergi har vi i Figur 6.3 plottet kostnadsdifferansen mellom billigste bioenergiløsning i hver geografisk analyseenhet og vinnende teknologi mot aggregert volum (x-aksen). Negativ prisdifferanse betyr at bioenergi er billigste løsning. Grafen kan også tolkes som skyggepris for bioenergi, altså hvor mye ekstra man må betale for å få en enhet ekstra bioenergi. Basis 2030 stiger raskere og stopper tidligere på x-aksen enn basis 2020, dette fordi det tekniske potensialet faktisk er mindre i 2030 enn i 2020.



Figur 6.3 Skyggepris for bioenergi. Nullcase (Basiscase) 2020 og 2030.

Vi ser at i basiscase både i 2020 og 2030 er om lag 11 TWh bio lønnsomt med de forutsetninger som er lagt til grunn. Det flate partiet midt på kurvene gjør markedspotensialet for bioenergi (og dermed også øvrige teknologier) svært sensitivt. På den andre siden indikerer dette at man kan realisere opp mot 30 TWh bioenergi med relativt små endringer i kostnadene. For å konvertere de siste 5 – 10 TWh av det tekniske potensialet til bioenergi vil man imidlertid tvinge inn store endringer i de relative teknologikostnadene. Det aller meste av den flate delen av kurven domineres av ekstra små boliger. En endring av de relative kostnadene i dette segmentet kan derfor få store konsekvenser i forhold til andel for ulike teknologier. Både vedovn, varmepumpe luft-luft, oljekjel (i eksisterende bygg) og elkjel (i eksisterende bygg) er teknologier som kommer relativt likt ut kostnadsmessig i dette segmentet. Dette medfører at resultatene fra konkurranseanalysen blir svært sensitive. Resultatene i denne analysen samsvarer i stor grad med resultatene i Xrgia (2010c) som gjør en konkurranseanalyse av Midt-Norge spesielt. Vår analyse har imidlertid ikke gjort noen vurderinger rundt penetrasjonsrater for bioenergiteknologier.

I analysen utgjør ved en stor andel av det "lett realiserbare" markedspotensialet for bio. Det er knyttet stor usikkerhet til bruk av ved i husholdningene. I 2008 tilsvarte bruk av ved i boliger¹³ om lag 6,9 TWh (SSB, 2010a). I følge SSB (2010b) har om lag 540 000 husstander i Norge installert et lukket ildsted med ny teknologi, det vil si energieffektive og rentbrennende vedovner.

Våre modellresultater indikerer et betydelig markedspotensial for bioenergi både i lokale energisentraler, liten fjernvarme og fjernvarme. Fliskjeler ser ut til å være en robust vinner i både fjernvarme og nærvare (Liten fjernvarme). I boliger (lokale energisentraler) er vedovner klart størst av bioenergiteknologiene, men også fliskjeler og pelletskjeler kommer inn i større boliger. Markedsandelen for teknologiene i husholdningene, da spesielt i små bygg, er svært sensitive for endringer i forutsetninger.

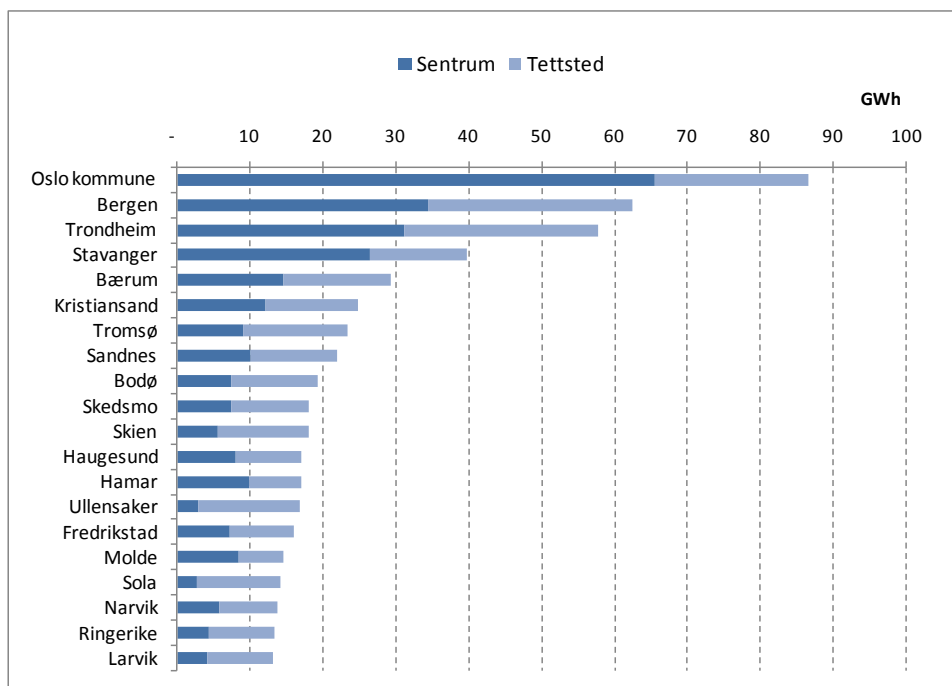
¹³ Boliger, hytter og fritidshus

Kjøling

Teknisk potensial for fornybar kjøling er beregnet til 1,7 TWh i 2020 og 1,9 TWh i 2030. Dagens bruk er anslått til om lag 1,1 TWh¹⁴.

Dersom vi forutsetter en systemkjølefaktor på 1,0 (se også kapittel III.5), er elektrisitetsbruk til kjøling identisk med kjølebehovet.

Fjernkjøling kan være et aktuelt alternativ til lokale kjøleløsninger, fortrinnsvis i sentrum og tettstedssoner. Lønnsomheten vil være svært avhengig av en konsentrert bebyggelse med høyt kjølebehov. For å vurdere det tekniske potensialet for fjernkjøling har vi derfor sett nærmere på kjølebehovet i næringsbygg som ligger i sentrums- og tettstedssoner. Resultatet på fylkesnivå er vist i Figur III.6. Det er sannsynligvis sentrumssonen som vil være mest aktuell for fjernkjøling, men her vil mye avhenge av lokale forhold, slik at også deler av potensialet i tettsted kan være aktuelt. Samlet identifisert teknisk potensial for fjernkjøling er om lag 1,2 TWh, hvorav 0,5 TWh finnes i de 20 kommunene med størst potensial (se Figur 6.4).



Figur 6.4 De 20 kommunene med størst teknisk potensial for fjernkjøling. Basiscase 2020.

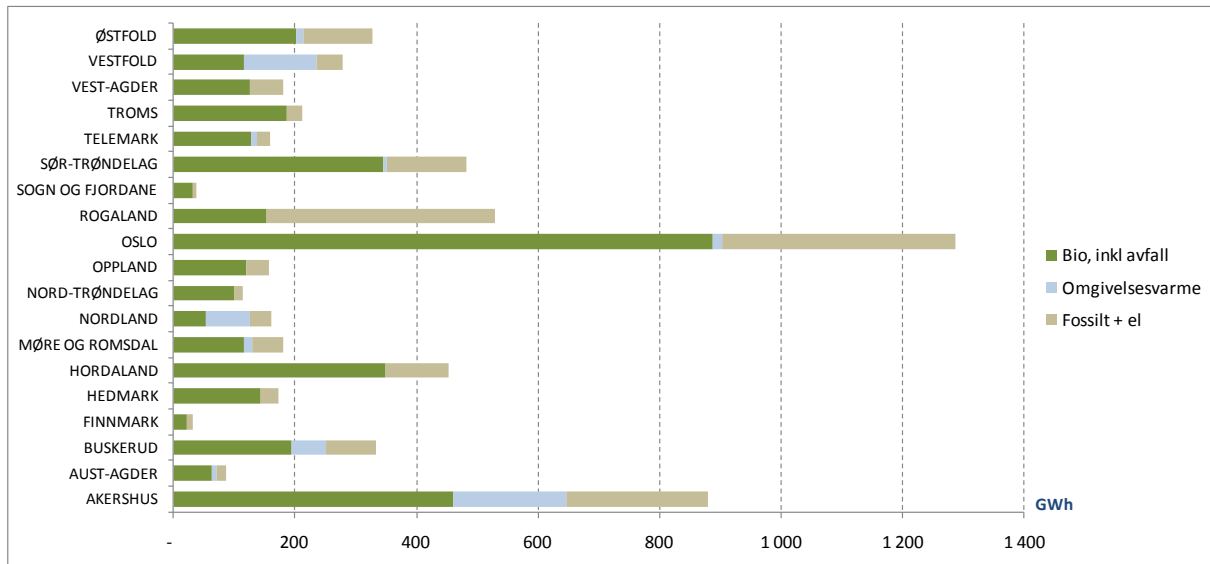
Dersom vi forutsetter at 25 % av kjølebehovet kan dekkes av frikjøling og vi oppnår en årsvirkningsgrad på 3 for varmepumper i kjøleproduksjon, vil fornybarpotensialet for kjøling være i størrelsesorden 1,4 TWh i 2020 og 1,5 TWh i 2030.

6.1.2 Fortetting av eksisterende fjernvarme

Som beskrevet i kapittel 5 er det beregnet et markedspotensial for fortetting av eksisterende fjernvarme på om lag 6,8 TWh i 2020 og 5,3 TWh i 2030. Dette inkluderer nåværende fjernvarmeleveranse (2008) på 3,2 TWh. Av dette utgjør grunnlast ca 6,0 TWh i 2020 og 4,7 TWh i

¹⁴ Basert på energigramme for eksisterende bygningsmasse (2008). Må ansees som et anslag med relativt stor usikkerhet da det foreligger svært lite statistikk for kjøling

2030. Det reduserte fjernvarmepotensialet frem mot 2030 skyldes i første rekke et redusert oppvarmingsbehov i bygg, og reduksjonen er sterkest i de markedssegmentene hvor fjernvarme i dag dominerer. Dersom en tar utgangspunkt i det enkelte fjernvarmeanleggs viktigste grunnlast¹⁵, blir teknologifordeling ved fortetting som vist i Figur 6.5.



Figur 6.5 Potensial for fortetting av eksisterende fjernvarme (2020), beregnet ut fra dominerende grunnlastteknologi

For enkelte fylker som Oslo og Sør-Trøndelag er bildet mer nyansert enn det fremstilles i denne figuren, da vi kun har presentert hovedgrunnlast (avfall), mens det jo er et betydelig omfang av andre ressurser for varmeproduksjon inn i disse anleggene. Det er under bygging betydelig forbrenningskapasitet for avfall, og disse er tatt inn i analysen. En vesentlig andel av fjernvarme i 2020 må forventes å være basert på avfall, spesielt i de store byene. I de mindre anleggene ser det ut til å komme mye biobrensel. Varmepumper ser i stor grad ut til å være aktuelt i Akershus.

Teknisk sett kan hele potensialet for fortetting av fjernvarme dekkes av fornybar varme, men i følge konsesjonene vil spisslast bli dekket av el-, olje- og gasskjeler. Dersom vi forutsetter at 12 % av energien er spisslast (vektet gjennomsnitt), vil grunnlast utgjøre 6,0 TWh i 2020 og 4,7 TWh i 2030. Basert på informasjon i konsesjonene gjør vi videre en forutsetning om 40 % avfall, 40 % bio og 20 % varmepumper som grunnlast. Vi må da trekke ut en andel på ca. 7 % av samlet grunnlast som elektrisitet til kompressorene i varmepumpene og 8 % for å ta hensyn til fossil andel i avfall. Dette gir et potensial for fornybar varme i fortetting av eksisterende fjernvarme på 5,1 TWh i 2020 og 4,0 TWh i 2030.

¹⁵ Det tas her ikke hensyn til at en del anlegg har flere typer grunnlast

6.1.3 Spisslast

Tradisjonelt har el-, olje- og gasskjeler blitt benyttet som spisslast, og har blitt regnet som ikke-fornybart¹⁶. Dette har betydd at løsninger med fornybar varme også inkluderer en andel ikke-fornybar energi.

Det finnes fornybare alternativer også for spisslast. Disse er kostbare i dag, men i et 10 – 20 års perspektiv kan de likevel utvikle seg til å bli økonomisk attraktive. Vi mener derfor det er relevant også å se på dette volumet som et potensial for fornybar varme. I følge (Econ Pöyry, 2010) vil det enkleste alternativet vil være en innfasing av inntil 20 % bioolje i mineralsk olje, som kan gjøres uten større ombygginger. Ved ombygging eller installasjon av nye oljekjeler kan inntil 100 % bioolje benyttes.

Aktuelle løsninger for spisslast i lokale energisentraler, fjernvarme og liten fjernvarme, og tilhørende volum er anslått i Tabell 6.3.

Tabell 6.3 Teknisk potensial for fornybar energi som spisslast.

	2020 (TWh)	2030 (TWh)	Aktuelle fornybare løsninger [1]
Lokale energisentraler, boliger	2,8	2,6	Vedovn, pellets-kamin
Lokale energisentraler, andre bygg	0,8	0,6	Bioolje, pellets-kjel, biogass
Liten fjernvarme	0,7	0,5	Bioolje, biogass
Fjernvarme (ny og eksisterende)	0,8	0,6	Bioolje, pellets-kjel, biogass
SUM SPISSLAST	5,1	4,3	

[1] Eksempler, ikke utfyllende liste.

Dersom dagens marked gjenspeiler konkurranseforholdet mellom ulike spisslastløsninger, er det få eller ingen fornybare løsninger som er tilstrekkelig økonomisk attraktive til å erstatte el-, olje- og gasskjeler. I enkelte fjernvarmeanlegg har vi imidlertid sett at politiske mål om høy fornybarandel likevel gjør at det investeres i fornybare energikilder som spisslast. I husholdningene forventer vi at panelovnen fortsatt vil være den mest økonomisk interessante spisslasten. Markedspotensialet i spisslast er derfor anslått til null både for fornybar varme og bioenergi. Skulle det derimot komme forbud mot bruk av oljekjeler, eller krav til økt fornybarandel i fjernvarme vil dette kunne øke, men det forutsetter altså administrative eller økonomiske virkemidler.

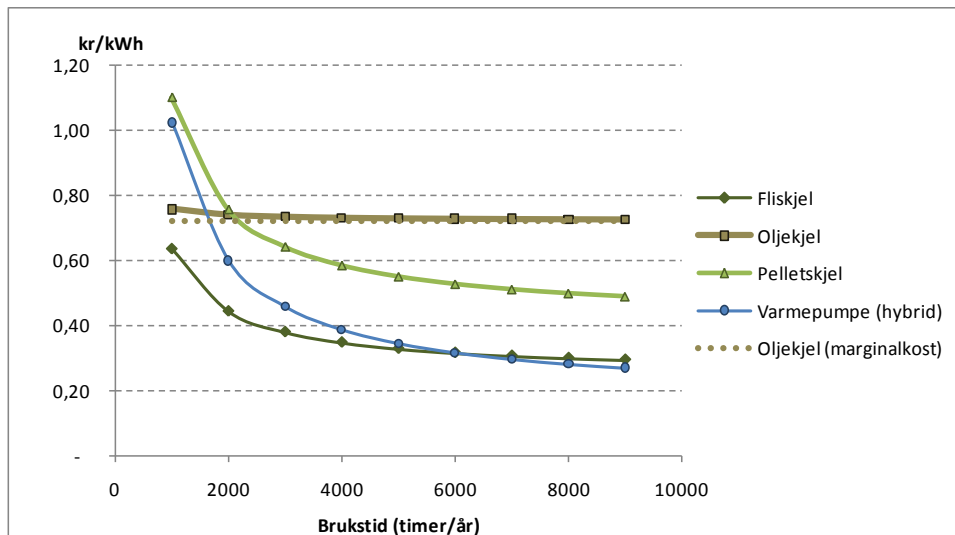
6.1.4 Industri

Forbruket av lettolje i de 250 bedriftene med størst energibruk¹⁷ i industrien i 2009 var om lag 0,5 TWh. Tungolje og tungdestillater utgjorde om lag 1,5 TWh i de samme bedriftene, og dette vil også kunne være et potensial for fornybare alternativer når vi ser frem mot 2020 og 2030. I følge (Econ Pöyry, 2010) kan bioolje erstatte tungolje i industrien uten tekniske tilpasninger, men det vil være et betydelig mer kostbart brensel gitt dagens priser og avgifter.

¹⁶ Vi forutsetter at for industri er ikke spisslast en aktuell problemstilling, der er etterspørselen relativt jevn hele året

¹⁷ I den videre analysen er det disse bedriftene som inngår.

Med basis i kostnadsdata som angitt i kapittel II.4 kan vi sammenligne full energikostnad for industrien ved ulike løsninger og brukstider. Dette er illustrert i Figur 6.6. For oljekjeler er det forutsatt en brenselpris på 0,65 kr/kWh.



Figur 6.6 Anslag for energikostnad pr teknologi ved ulike brukstider

Forbruk av lettolje i de 250 bedriftene med størst energibruk var ca 500 GWh i 2009. Konkurransedyktige løsninger er biobrenselfyrte løsninger og varmepumper. Det kan være aktuelt å substituere deler av lettoljevolumet med fjernvarme, avhengig av krav til trykk og temperatur. Dersom varmepumper og biobaserte løsninger substituerer dette, vil fornybarpotensialet variere mellom 0,3 og 0,5 TWh avhengig av markedsandelene for teknologiene i 2020 og 2030 i de angitte bedriftene¹⁸.

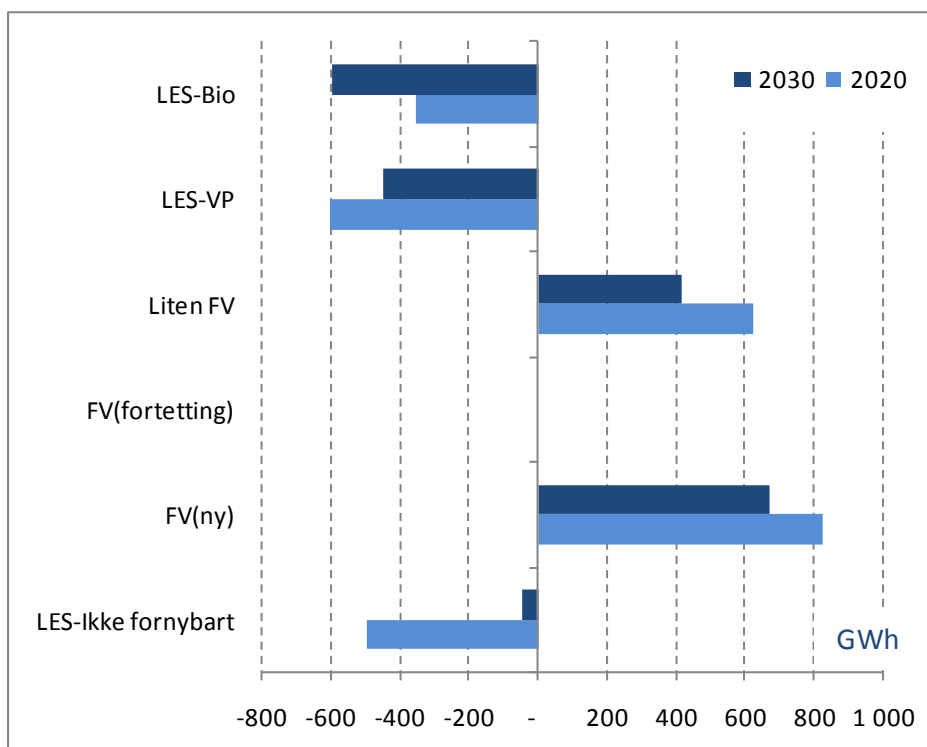
6.2 Fjernvarmescenario: Investeringsstøtte til fjernvarme

Dette scenarioet er identisk med basis-case, bortsett fra at det nå gis en investeringsstøtte til ny fjernvarme og liten fjernvarme på 0,75 kr/kWh¹⁹. Det gis ikke støtte til fortetting av fjernvarme. I og med at vi forutsetter en viss markedsandel til fortetting av fjernvarme som er uavhengig av øvrige konkurranseforhold, blir denne andelen ikke berørt ved innføring av støtte til fjernvarme.

Figur 6.7 viser hvordan markedspotensialet i bygg for de ulike varmeløsningene og energibærerne endrer seg når man innfører denne støtten.

¹⁸ Med en årsvirkningsgrad for varmepumper på 3 vil denne teknologien regnes som 2/3 fornybar.

¹⁹ Beregnet ut fra for ett års full produksjon



Figur 6.7 Endring i markedspotensial (ift basisscenario) for ulike varmeløsninger ved innføring av støtte til fjernvarme (FV) og liten fjernvarme (Liten FV) på 0,75 kr/kWh.

En støtte til fjernvarme vil bidra til et økt markedspotensial for ny fjernvarme og liten fjernvarme (nærvvarme) på totalt 1,45 TWh i 2020 og 1,1 TWh i 2030. Støtte til de kollektive løsningene vil redusere markedspotensialet i lokale energisentraler for varmepumper og bioenergi med om lag 0,95 TWh i 2020 og 1,05 TWh i 2030. Vinnende teknologi i ny fjernvarme og liten fjernvarme er fliskjel. Bioenergi får økt sin konkurransedyktighet ved at varmeproduksjon flyttes fra lokale energisentraler hvor varmepumper er en sterk konkurrent, over til fjernvarme hvor fliskjeler er svært konkurransedyktige. En vridning fra lokale til kollektive løsninger vil også kunne gi utslag i en vridning fra bruk av ved og pellets over mot flis.

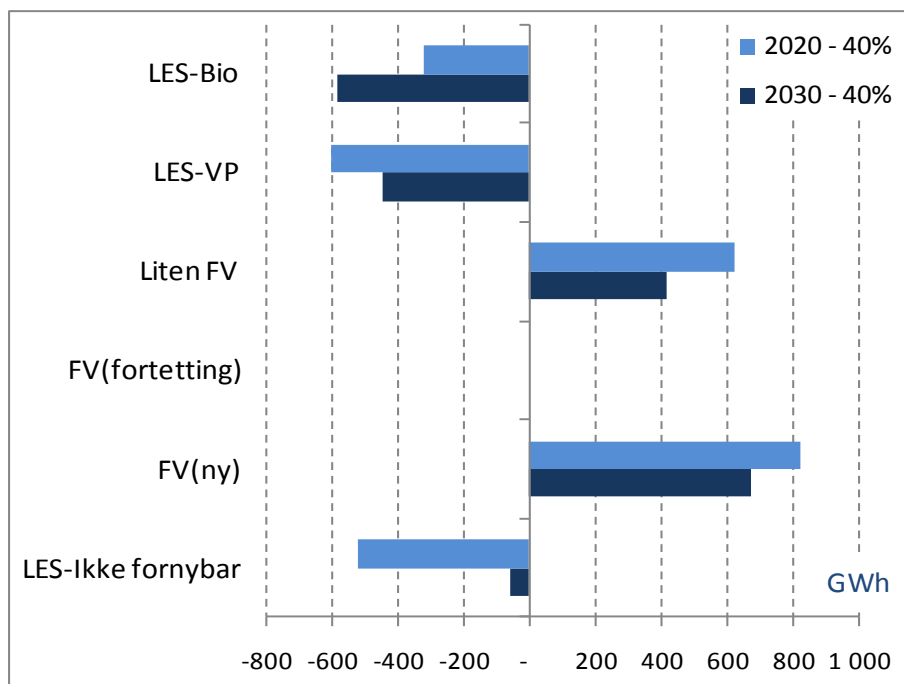
Med 2020 som tidsperspektiv vil en innføring av støtte til fjernvarme redusere bruk av ikke-fornybare energikilder med nesten 500 GWh. I 2030 vil denne reduksjonen være mye mindre ettersom det er færre bygg igjen med kjeler basert på fossile brensel. Hovedeffekten av en slik støtte vil derfor være at det fossile forbruket fases ut tidligere enn hva som ville vært tilfelle uten støtte.

6.3 Biostøttescenario: Investeringsstøtte til fjernvarme og biobaserte lokale energisentraler

Dette scenarionet bygger videre på scenarionet med støtte til fjernvarme. For fjernvarme og liten fjernvarme er det benyttet en investeringsstøtte på 0,75 kr/kWh. Det gis nå i tillegg 40 % investeringsstøtte til alle individuelle energiløsninger basert på bioenergi, unntatt vedovn²⁰.

²⁰ Det utgjør en ubetydelig forskjell i disse resultatene om vi reduserer støtten til bio i lokale energisentraler til 20 %.

Figur 6.8 viser hvordan markedspotensialet i bygg for de ulike varmeløsningene og energibærerne endrer seg når man innfører denne støtten.

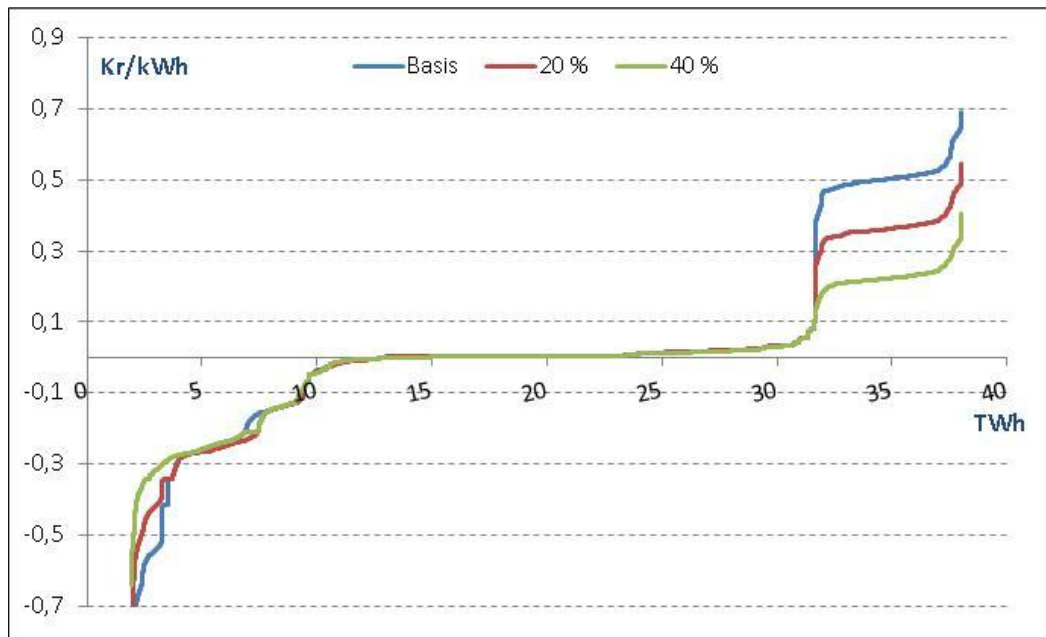


Figur 6.8 Endring i markedspotensial (ift basisscenario) for ulike varmeløsninger ved investeringsstøtte til både fjernvarme (0,75 kr/kWh) og lokale energisentraler (LES, 40 %) i 2020 og 2030.

Når det gjelder vinnende teknologiløsning i lokale varmesentraler er det liten effekt i 2020 av å støtte lokale biobaserte løsninger dersom fjernvarme får støtte, da fjernvarme vinner markedsandelene uansett. Dette gjelder for både 2020 og 2030. Det presiseres imidlertid at dette er modellresultater og at virkeligheten vil være mer nyansert. På generell basis bør virkemidler utformes på en måte som ikke diskriminerer enkelte teknologier eller varmeløsninger.

Figur 6.9 viser skyggeprisen for bioenergi i 2020 for henholdsvis basiscase (ingen støtte), 20 % investeringsstøtte til flis- og pelletskjeler samt grunnvarmepumper, og 40 % investeringsstøtte til kun flis- og pelletskjeler²¹. Liten fjernvarme og (ny) fjernvarme er her definert som bio ettersom flis er vinnende teknologi i disse kollektive varmeløsningene.

²¹ Merk at det her kun simuleres på endring i støtte for lokale energisentraler. For fjernvarme og liten fjernvarme ligger det inne en støtte på 0,75 kr/kWh, og alle andre faktorer er også holdt konstante. Figuren skiller ikke på spisslast og grunnlast.



Figur 6.9 Skyggepris for bioenergi 2020 for ulike nivå av investeringsstøtte til flis- og pelletsteknologier.

Skyggeprisene endres i praksis kun i hver ende av kurven, hvor bioenergi allerede er billigste teknologi eller hvor bioenergi er svært mye dyrere enn vinnende teknologi. Årsaken til at vi ikke får noe skift i kurven i midtpartiet er at ved er vinnende bioenergiløsning i hele dette segmentet som består av små boliger. Ved er ikke inkludert i Enovas støtteordning, og siden ved er billigste bioenergiløsning, selv med 20 og 40 % støtte til pellets, skifter ikke kurven. En annen tolkning av dette er at investeringsstøtte til pellets og flis ikke vil utløse mer bioenergi i boliger, som dominerer den flate delen av kurven, ettersom ved fremdeles er billigste bioenergiteknologi.

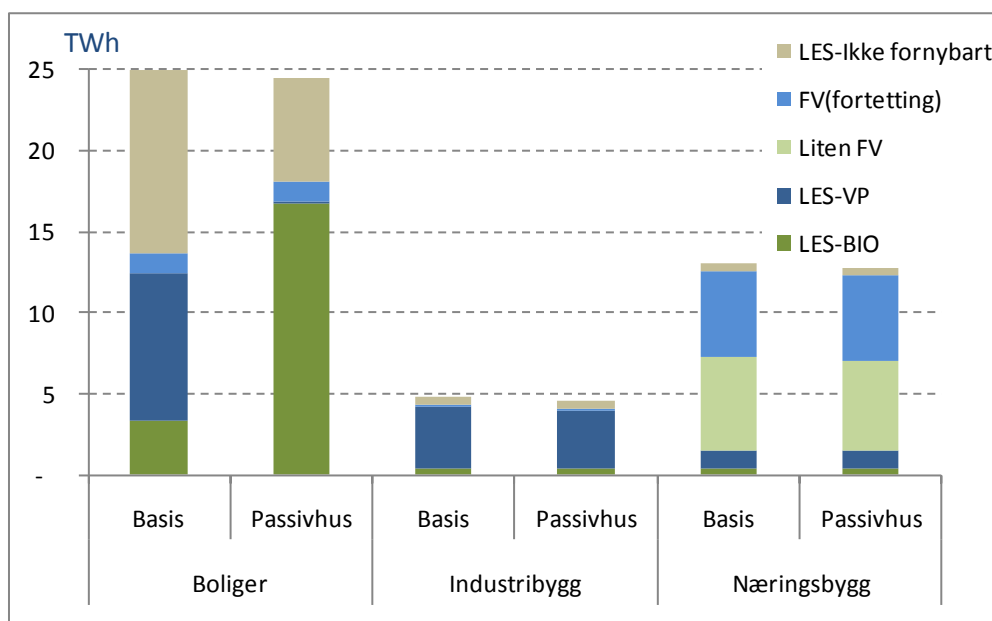
Det er også foretatt en analyse uten ved som aktuell teknologi, og dette gav to interessante resultater. Først, det flate partiet på kurven i Figur 6.9 får da et skift, siden det da er pellets som kommer inn som billigste bioenergiløsning i husholdningene. Pellets har imidlertid en høyere kostnadsdifferanse til vinnende alternativ enn ved, selv med 40 % støtte er ikke pellets kaminer konkurransedyktig i små boliger. Videre vinner luft-luft varmepumpe ytterligere markedsandeler der hvor ved tidligere var billigste alternativ, og totalt markedspotensial for bioenergi reduseres til om lag 8 TWh. Tilsvarende analyser for 2030 gir oss tilnærmet like resultater som for 2020.

6.4 Passivhusscenario: Raskere introduksjon av passivhus

I basisscenarioet introduseres passivhus i 2020. Dette sammenlignes her med et passivhusscenario hvor passivhus blir den nye byggestandarden allerede fra 2015.

Ved en introduksjon av passivhus skjer tre viktige endringer som påvirker analyseresultatene. Vi gjør her ingen vurdering om passivhus faktisk blir realisert, men scenarioene reflekterer effektene hvis og når passivhus blir introdusert. Først reduseres det tekniske potensialet noe på grunn av strengere energirammer i nye bygg (se kapittel III.3). Ettersom energibehovet i boligen endrer seg endres også forventet brukstid, og hvilken effektandel og energiandel grunnlastteknologien har (Tabell II.2). Dette vil i betydelig grad påvirke konkurranseflaten og favorisere lite kapitalintensive teknologier. Figur

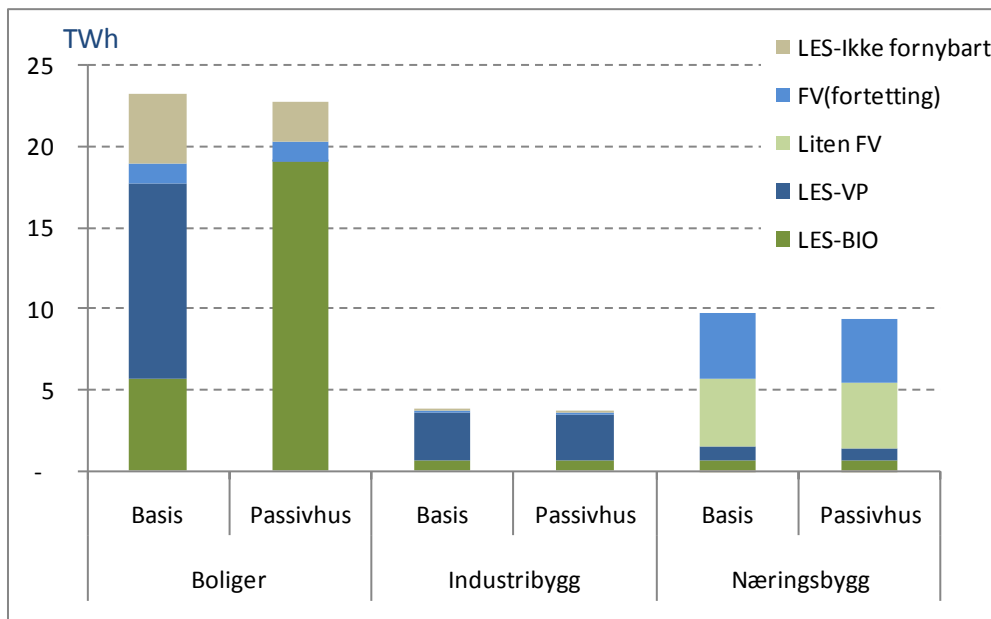
6.10 presenterer passivhusscenarioet i 2020 mot basiscase. Figuren skiller ikke på grunnlast og spisslast.



Figur 6.10 Basisscenario sammenlignet med passivhusscenario i 2020.

Den store forskjellen skjer i boliger, hvor bioenergi (i all hovedsak ved) tar markedsandeler fra luft-luft varmepumpe og ikke-fornybare brensler. Vi vil igjen presisere at resultatene i dette segmentet er svært sensitive for endrede forutsetninger. I vår modell er luft-luft varmepumpe modellert med en noe høyere investeringskostnad enn en vedovn. Det kan stilles spørsmål ved om det er realistisk med så stort omfang av vedovn i passivhus. Det vi vet imidlertid at det allerede finnes passivhus der vedovn er installert (Stene, 2010). Det vil være viktig at vedovnen er tilstrekkelig regulerbar for at varmeproduksjonen til enhver tid skal være tilpasset behovet. En annen utfordring kan være lufttilførsel, men dette kan løses blant annet via spesialtilpasset pipe som sikrer dette.

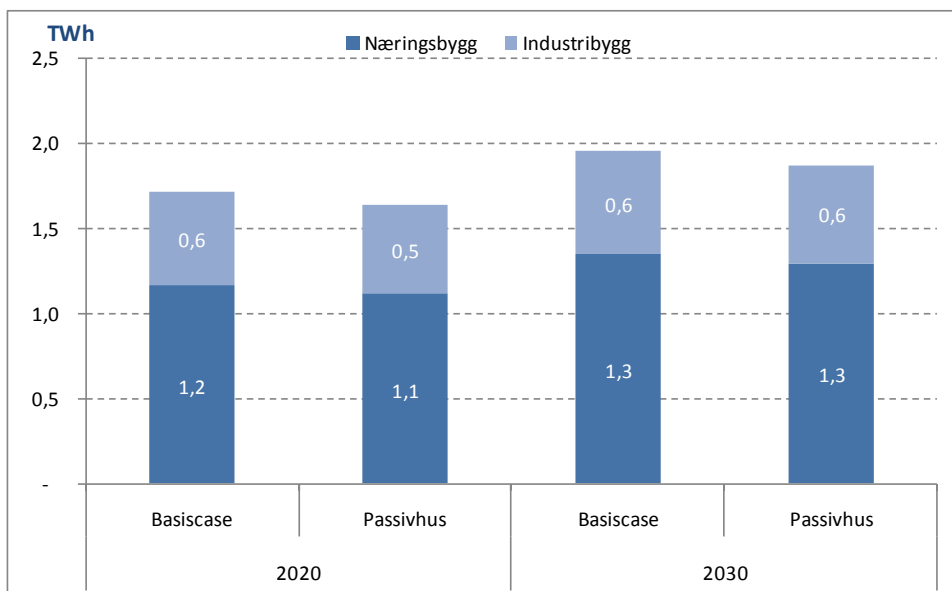
Figur 6.11 viser at markedspotensialet i boliger for både fornybar varme og bioenergi øker betydelig fra 2020 til 2030. Denne økningen kan forklares med en større andel nye og rehabiliterte bygg i 2030 enn i 2020. Figuren skiller ikke på grunnlast og spisslast.



Figur 6.11 Basisscenario sammenlignet med passivhusscenario i 2030.

Det er ikke bygget mange passivhus i Norge foreløpig, og det er valgt mange ulike oppvarmingsløsninger, ofte i kombinasjon med hverandre. Av fornybare løsninger kan nevnes vedovn og pellets, samt utnyttelse av solvarme. Fjernvarme er også benyttet i enkelte tilfeller. (Stene, 2010)

Introduksjon av passivhus vil også redusere behovet for kjøling. Figur 6.12 viser at det beregnede kjølebehovet i basiscase stiger fra om lag 1,8 TWh i 2020 til 1,9 TWh i 2030.



Figur 6.12 Estimert kjølebehov i 2020 og 2030 for basiscase og passivhusscenario.

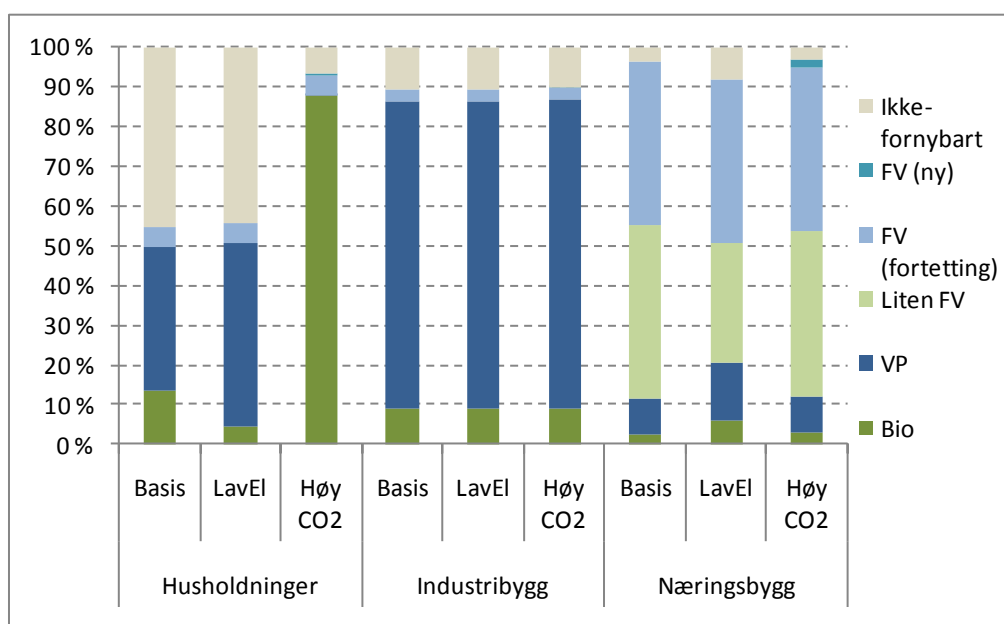
Dersom passivhusstandard innføres allerede i 2016 vil dette behovet synke til 1,6 TWh i 2020 og 1,9 TWh i 2030. Kjølebehovet synker som følge av strengere krav til kjøling i energirammen for passivhus. Det forutsettes altså at bygningene må etablere passive kjøleløsninger som ikke stiller krav til kjøpt

energi for å dekke eventuelt kjølebehov som går ut over energirammeens tillatte energibehov til ventilasjonskjøling. Om lag 65 – 70 % av kjølebehovet oppstår i næringsbygg, og det resterende kommer fra industribygg. I næringsbygg øker kjølebehovet 16 % fra 2020 til 2030, og i industribygg 10 %. Dette endres ikke ved forsering av passivhusstandard. Man kan se for seg at det vil bli en etterspørsel etter kjøling også fra boliger. Også i dag benytter enkelte boliger varmepumper til kjøling på sommerhalvåret. De nye byggforskriftene forbyr imidlertid kjøling i boliger, og følgelig er dette potensialet ikke tatt med i disse fremskrivingene.

6.5 Brenselprisscenario: Effekt av endrede brenselpriser

Brenselprisene som ligger til grunn for samtlige scenarier er beskrevet i Tabell II.5. For å undersøke hvor følsomt resultatene er for endringer i brenselpris, ble det gjort beregninger med hhv lav elpris og høye el- og oljepriser ("Høy CO₂").

I "lav el" er prisen på elektrisitet redusert med 30 %, alle andre priser er holdt konstante. I "høy CO₂" er prisen på olje, gass og elektrisitet økt med 30 %²². Figur 6.13 understreker igjen usikkerheten rundt resultatene for husholdningssegmentet i 2020. Resultatene for industri- og næringsbygg ser derimot ut til å være relativt robuste for endringer i relative brenselpriser.



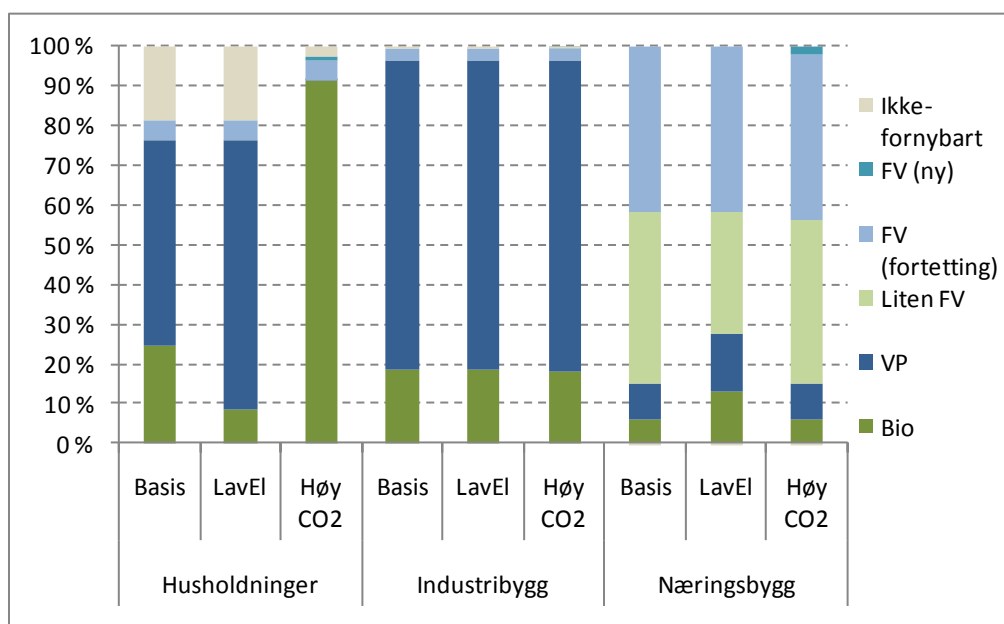
Figur 6.13 Endring i markedsandeler ved ulike brenselpriser i 2020.

Ved lav elpris vinner luft-luft varmepumpe markedsandeler både fra ved og "ikke-fornybart" som består av olje og gasskjeler. Ved høy CO₂-pris blir alle teknologier basert på fossile brenslere og el dyrere, noe som fører til at bioenergi øker sin markedsandel kraftig til over 85 %. En betydelig andel av denne bioenergien er ved. I de øvrige segmentene er markedsandelene for bioenergi betraktelig mindre sensitive i og med at ved kun er tillatt i boliger.

²² Man kan tenke seg at en prisøkning på el- og fossile energibærere også vil presse opp prisen på bioenergi gjennom økt etterspørsel. Dette vil imidlertid være en indirekte effekt. Videre er det ikke gitt hva som vil bli den langsiktige markedslikevekten i et slikt scenario, kanskje vil tilbudssiden respondere slik at prisene forholdes stabile. Vi har derfor valgt å ikke endre prisene på bioenergi i dette scenarioet.

I industrien er resultatene robuste. Her skjer ingen endring med lav elpris, som kan forklares med at varmepumper allerede var vinnende teknologi. En lavere elpris vil derfor ikke påvirke markedsandelen i disse byggene. Ved høy CO₂-pris beholder varmepumpen sin markedsposisjon i forhold til bioenergi, noe som tyder på at varmepumpene har en betydelig kostnadsfordel i forhold til bioenergi i dette segmentet. For næringsbyggene er det de kollektive varmeløsningene, fjernvarme og liten fjernvarme, som dominerer. Ved lav elpris blir liten fjernvarme mindre konkurransedyktig og taper markedsandeler til lokale energisentraler med både varmepumpe, bioenergi og ikke-fornybare energibærere. Det motsatte bildet ser vi ved høy CO₂, hvor også noe ny fjernvarme kommer inn.

Figur 6.14 viser at i alle segmenter har bruken av teknologier basert på ikke-fornybare brenseltyper blitt betydelig redusert i 2030. Denne trenden kan i hovedsak forklares med en økt andel nye og rehabiliterte bygg i forhold til 2020.



Figur 6.14 Endring i markedsandeler ved ulike scenarier for brenselpriser i 2030.

Den største endringen ser vi igjen i husholdningssegmentet, hvor bioenergi og varmepumper begge har økt sine markedsandeler betydelig. I både industri- og næringsbygg er det bioenergi som har økt sin markedsandel på bekostning av de utfasede ikke-fornybare teknologiene.

7 Drøfting og anbefalinger

Resultatene og konklusjonene i denne analysen er basert på en lang rekke forutsetninger. En fremskrivingsmodell vil aldri klare å speile virkeligheten, og resultatene må derfor tolkes i lys av dette. Vi vil her trekke frem de viktigste trendene i analysen, og overordnet drøfte hvilken effekt disse vil ha på optimal virkemiddelutforming i framtiden.

På tross av befolkningsvekst og økning i arealet som trenger oppvarming er det sannsynlig at varmebehovet i bygg vil reduseres i 2020 og 2030. Hovedårsaken til dette er nye byggforskrifter som vil pålegge utbyggere å bygge langt mer energieffektive bygg i fremtiden. Den viktigste utfordringen i forhold til at dette skal realiseres er adferdsavvik, både i hvordan byggene blir oppført og hvordan de faktisk brukes. Et passivhus er krevende å bygge riktig, og må kanskje også brukes på en annen måte enn hva vi er vant med i dagens bygningsmasse. En annen viktig driver er hvor raskt bygningsmassen fornyes ved rehabilitering og nybygging.

Videre er det foreløpig uklart om hva som er de beste varmeløsningene i fremtidens bygg. Dagens varmeløsninger er bygget for andre brukstider og –mønster, og vil antakelig måtte videreutvikles for å fortsatt være optimale i fremtiden. For utbyggersiden vil det derfor være viktig med en god forståelse av teknologiutviklingen på varmeløsninger i fremtidens bygg for at de mest effektive varmeløsningene velges. Videre vil det være viktig at forbrukerne lærer å bruke de nye byggene på en riktig måte.

Varmeløsninger i nye bygg vil sannsynligvis ha en kortere brukstid enn i dag. Dette vil favorisere teknologier med lave investeringskostnader, og representerer en betydelig utfordring for teknologier basert på vannbårne systemer. Både denne analysen og Xrgia (2010c) viser at teknologier for punktoppvarming har en kostnadsmessig fordel i små bygg, som utgjør en stor andel av det totale markedet. Kostnadene knyttet til vannbårne systemer internt i bygg i Norge er i dag høyere enn installasjon av direkte elektrisk oppvarming, noe som gir seg utslag i at kun en andel av nye bygg tilrettelegges for vannbåren varme. For at teknologier basert på vannbårne systemer i fremtiden skal bli mer konkurransedyktige bør kostnadene reduseres, både for infrastruktur for vannbåren varme og for de teknologiske løsningene.

Fornyelsen av nærings- og industribygg skjer raskere enn for boliger. Videre er nybyggingen av boliger større enn for øvrige bygg. De kollektive varmeløsningene (fjernvarme og liten fjernvarme) er med våre kostnadsdata mest konkurransedyktige i nærings- og industribygg, og er derfor de varmeløsningene som vil få de største utfordringene knyttet til denne etterspørselsutviklingen. Gitt at man ønsker mer fjernvarme i fremtiden betyr dette altså at støtte til fjernvarme blir enda viktigere. På den annen side kan man hevde at effekten av støtte til fjernvarme i dag vil avta over tid, da fossile brensler uansett vil fases ut på grunn av nye byggforskrifter. Det er også i de kollektive varmeløsningene bioenergiløsninger som flis og pellets ser ut til å være mest konkurransedyktig med dagens kostnadsstrukturer. Gitt et mål om å øke bruken av bioenergi i fremtiden vil det derfor kunne være viktig å tilrettelegge for kollektive varmeløsninger.

Når det gjelder eksisterende fjernvarme vil selskapene kunne oppleve en redusert etterspørsel per kunde, og er derfor avhengig av å tilknytte seg flere kunder. For selskapene vil det derfor være viktig med en fortsatt økt fortetting og utvidelse av eksisterende fjernvarme. Et annet tiltak vil være å



arbeide for at flere boliger enn i dag blir aktuelle for tilknytning til fjernvarme eksempelvis ved kostnadsreduksjoner som nevnt ovenfor. Potensialet for fortetting av eksisterende fjernvarme er anslått til å være om lag 5 TWh, og bioenergi og avfall virker å være de mest konkurransedyktige energibærerne.

Liten fjernvarme (også omtalt som nærvarme) vil delvis være konkurransedyktig uten støtte, men markedspotensialet vil øke med støtte. Ny fjernvarme, altså noe større anlegg med et mer omfattende distribusjonssystem, vil imidlertid være avhengig av investeringsstøtte for å realiseres. Varmebehovet per bygg fremover i tid reduseres. Gitt at man ønsker en fortsatt utbygging av ny fjernvarme øker derfor behovet for støtte over tid. Videre skal man være klar over at ny fjernvarme delvis vil bygges på bekostning av bioenergi og varmepumper i lokale energisentraler. Med 2020 som perspektiv vil om lag 50 % av fjernvarmevolumet kunne erstatte fossile energibærere i lokale energisentraler, mens de resterende 50 % vil erstatte bioenergi eller varmepumper. I 2030 vil denne effekten være langt mer synlig ettersom en større andel av bygningsmassen er ny eller rehabilitert, og kun om lag 20 % av fjernvarmeleveransen vil erstatte fossile energibærere. Det vil alltid være usikkerhet rundt de nøyaktige tallene, men effekten og trenden er klar. En videre utbygging og støtte til ny fjernvarme bør derfor vurderes i lys av hva den faktisk vil substituere, ikke bare i dag, men i hele levetiden. Videre vil en forsert utbygging av ny fjernvarme kunne erstatte langt mer fossile brensel enn om man venter 10 år. Skal det bygges ut ny fjernvarme bør det derfor gjøres så fort som mulig, både med tanke på å maksimere miljøeffekten av utbyggingen, men også fordi varmebehovet per kunde forventes å avta over tid.

Boliger er den byggtypen som har det klart største varmebehovet, men som kanskje også er vanskeligst å håndtere ettersom det er svært mange, små aktører. Oppvarmingen av disse byggene foregår i dag i stor grad med panelovner, ved og oljekjeler. I våre analyser er det også dette byggsegmentet som har størst innslag av ikke-fornybare brensel i eksisterende bygningsmasse i 2020, om lag 10 TWh. I 2030 er forbruket av fossile brensel redusert med 60 % til om lag 4 TWh ettersom en større andel av byggene er nye og rehabiliterte, og at kjeler basert på fossile brensel ikke er tillatt for leveranse av grunnlast. Overgangen fra fossilt til fornybart vil altså uansett komme (som følge av direkte reguleringer), men den vil komme sent. Ytterligere reguleringer og støtteordninger må derfor ha som formål å bidra til konvertering til fornybare løsninger raskere enn hva markedet ville gitt. Videre vil tiltak i dag ha langt større effekt enn tiltak om 5-10 år samlet sett. Xrgia (2010c) viser at pelletskaminer og små pelletskjeler ikke er konkurransedyktige løsninger i små bygg selv med betydelige støttenivåer. For bygg uten vannbåren varme er vedovner og luft-luft varmepumper de mest konkurransedyktige alternativene. For boliger er det vedovn som er den rimeligste varmeløsningen basert på bioenergi. Tiltak for å redusere miljøbelastningen fra vedfyring kan derfor være rimeligere enn å støtte andre småskala bioenergiløsninger som pelletskaminer.



8 Terminologioversikt

Teknisk potensial er definert som det volumet (netto energibehov) som teknisk sett kan forsynes med eller konverteres til fornybar varme og kjøling. Romoppvarming og -kjøling, oppvarming av tappevann, samt oppvarming og kjøling av ventilasjonsluft inngår i dette potensialet. Teknisk potensial i 2020 og 2030 omfatter også dagens fornybare løsninger.

Markedspotensial er den andelen av det tekniske potensialet hvor den gitte teknologien er det rimeligste alternativet, med de forutsetninger som er lagt til grunn. Markedspotensial i 2020 og 2030 omfatter også dagens fornybare løsninger.

Fornybar varme er i denne sammenheng definert som biomassebaserte løsninger, avfall (80 %) og varmepumper (den andelen som er omgivelsesvarme).

Omgivelsesvarme er den delen av varmepumpens varmeleveranse som hentes fra varmekilden. For en varmepumpe med virkningsgrad 3, vil 2/3 av varmeleveransen være definert som omgivelsesvarme mens 1/3 er elektrisitet.

Ikke-fornybare varme er i denne sammenheng definert som elkjeler, gaskjeler, oljekjeler og 20 % av avfall.

Prosjektportefølje henviser til prosjekter støttet via Enovas støtteordning for lokale energisentraler og fjernvarme.

Distribusjonskostnader refererer kun til rørlegging mellom bygninger, og er kun aktuelt til liten fjernvarme og fjernvarme. I analysen inngår ikke investeringer i distribusjonssystem for varme internt i bygningene.

Liten fjernvarme beskriver en lokal varmeløsning som forsyner flere bygg, og som derved har investering i et eksternt rørsystem. Vi har valgt å bruke dette begrepet i stedet for begrepet nærvarme.

Varmeløsninger omfatter lokale energisentraler (inkludert punktvarme), ny fjernvarme, fortetting av eksisterende fjernvarme og liten fjernvarme.

Lokale energisentraler (LES) omfatter i denne analysen også oppvarmingsløsninger for boliger. Det omfatter derfor også punktvarmeløsninger som vedovn og luft-luft varmepumpe. Det vil være en glidende overgang mellom lokale energisentraler og liten fjernvarme. I denne analysen har vi forutsatt at dersom det investeres i eksterne rør, er det liten fjernvarme, uavhengig av størrelse.

Energiramme er en beregnet størrelse for ulike bygningstyper og formål, som vil endres over tid. Beregning av energirammen baseres på forventet energibehov ut fra blant annet tekniske forskrifter. Der det foreløpig ikke foreligger tekniske forskrifter er det foretatt en vurdering av hvordan disse kan forventes å utvikle seg. I Vedlegg IV er oppbygging av energirammene nærmere beskrevet.

Kjøling er i denne sammenheng kjølebatterier (kjøling av ventilasjonsluft). I utarbeidelse av tekniske forskrifter er det lagt til grunn at byggene skal utformes slik at det ikke er behov for romkjøling, mens det tillates kjøling av ventilasjonsluft.

Kollektive varmeløsninger omfatter liten fjernvarme og fjernvarme (inkludert ny fjernvarme).

Potensialstudie 1 er rapporten "Fornybar varme 2020 - Potensialstudie og analyse av framtidig utbygging av fjernvarme og lokale varmesentraler", som Xrgia utarbeidet for Enova i 2007.



9 Stikkordsregister

Adferd.....	22	Liten fjernvarme	13; 49	Rehabiliteringsrate ...	15; 65; 66
Befolkningsutvikling	16	Lokal energisentral ...	6; 7; 8; 13; 25; 28; 31; 32; 33; 35; 38; 40; 41; 46; 48; 49; 54; 56; 57; 64; 69; 70; 71; 72	Relevant marked .	11; 12; 18
Bottom up.....	10	Markedspotensial.	8; 31; 32; 33; 34; 49; 86	Rivingsrate.....	15; 65; 66
Brukstid.....	56; 57	Ny fjernvarme...	6; 7; 13; 25; 33; 48; 61	Størrelsesfordeling	17
Distribusjonskostnader....	49	Nybyggingsrater	17	Systemkjølefaktoren	70
Effektandel	70	Nærvarme	54	Teknisk potensial.....	49
Energiramme	49	Omgivelsesvarme	49	Top Down	10
Fjernkjøling	36; 71	Panelovner	26; 29	Varmedistribusjonskostnad	
Fjernvarme	28	Potensialstudie 1	49; 54	er	26
Fornybar varme	49	Potensialstudie 2	54	Varmeløsninger	6; 47; 49
Fortetting.....	12	Prosjektportefølje.....	49	X-Areal	14; 64
Ikke-fornybare varme	49	Punktvarmeteknologier...	29	X-Behov	18; 66; 68
Kjøling.....	19; 32; 36; 49; 70			X-Fjernvarme	25
Kollektive varmeløsninger	49			X-Varme.....	64
Kostnadsdatabasen	25				
Kostnadssett	61				
LES	49				

10 Bibliografi

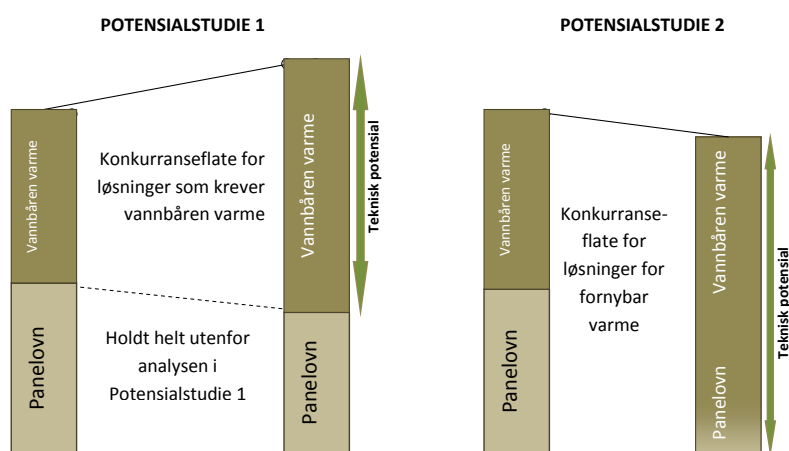
- Econ Pöyry. 2010.** *Potensialstudie for flytende biobrensel.* 2010. Econ-rapport nr. 2010-020.
- Holthe, Frode. 2010.** Startkurs passivhus. [Internett] 10 04 2010. [Sisert: 12 08 2010.]
<http://naring.enova.no/file.axd?fileDataID=59c57965-7a66-40e6-8a3e-2e3a92461c88>.
- KLIF. 2009.** *Klimakur 2020.* s.l. : Klima og Forurensingsdirektoratet, 2009.
- KRD. 2010.** *Nye og meir miljøvennlige krav til energiforsyning i bygg.* Oslo : s.n.,
URL:http://www.regjeringen.no/upload/KRD/Vedlegg/BOBY/forskrift_om_endring_i_forskrift.pdf 5 2010.
- Lavenergiutvalget. 2009.** *Energieffektivisering.* s.l. : OED/Sintef, 2009.
http://www.sintef.no/upload/OED_Energieffektivisering.pdf.
- Mepex. 2010.** *Fornybar andel i avfall til norske forbrenningsanlegg - en oppdatering.* 2010.
- Rosenberg, Mats. 2010 .** *Kostnader for fjernvarmeutbygging, Status våren 2010 (foreløpig ikke publisert).* s.l. : Norsk Fjernvarme, 2010 .
- Ryden, Bo (ed.). 2010.** *Towards a sustainable Nordic Energy System.* 2010. ISBN:978-91-978585-8-8.
- SSB. 2010a.** Energibruk. *SSB Tabell 06926: Energibruk, etter kilde og forbruksgruppe (K).* [Internett] 2010a.
- **2010b.** *Vedforbruk, fyringsvaner og svevestøv.* s.l. : Statistisk Sentralbyrå, 2010b. ISBN 978-82-537-7824-2.
- Statistisk sentralbyrå. 2010.** *Befolkningsframskrivninger. Nasjonale og regionale tall, 2010-2060.* 2010.
- Stene, Jørn. 2010.** *Oppvarmingssystemer i passivbygg - fornybar varme.* 2010.
- Thyholt, Marit og Dokka, Tor Helge. 2003.** *Nye forskriftskrav til bygningers energibehov.* s.l. : Sintef Energiforskning, 2003. ISBN 82-14-03073.
- Xrgia. 2011.** *Energibruk i lavenergi- og passivbygg. En sammenligning av forventet og målt energibruk.* s.l. : Energi norge, 2011. URL: www.xrgia.no/publikasjoner.
- **2010a.** *Fjernvarmepotensial og utbyggingstakt.* s.l. : Xrgia, 2010a. ISBN 978-82-93010-02-9.
- **2007b.** *Fornybar varme 2020 - Potensialstudie og analyse av framtidig utbygging av fjernvarme og lokale varmesentraler.* s.l. : Xrgia, 2007b. Utarbeidet for Enova SF.
- **2007a.** *Fornybar varme 2020 - Potensialstudie og analyse av framtidig utbygging av fjernvarme og lokale varmesentraler.* s.l. : Enova SF, 2007a.
- **2009.** *Klima- og energidata, fremtidig utvikling i byggsektoren.* s.l. : Xrgia AS, 2009.
- **2008.** *KOMPAS - komparativ analyse av forbruksmodelleringen i 8 nordiske energimodeller.* 2008.
- **2010c.** *Markedsrapport - Pelletsmarkedet i Midt-Norge.* 2010c.
- **2010b.** *Velfungerende pelletsmarked.* s.l. : Enova, 2010b.



11 VEDLEGG

Vedlegg I Endrede forutsetninger i forhold til forrige potensialstudie

Det er flere viktige forskjeller i modellverktøy og tilnærming mellom denne studien (her omtalt som Potensialstudie 2) og studien som ble foretatt i 2007 (Xrgia, 2007a) – senere omtalt som Potensialstudie 1. Vi presenterer her kort hovedforskjellene. Den viktigste forskjellen er selve definisjonen av begrepet ”potensial for fornybar varme. Mens vi i Potensialstudie 1 ekskluderte alt oppvarmingsbehov som ikke var forsynt med vannbåren varme, har vi i den nye studien valgt å ta utgangspunkt i hele oppvarmingsbehovet. Begrunnelsen for dette er at vi mener det er et potensial for introduksjon av fornybar varme også i bygg som i dag har panelovner. Aktuelle punktvarmekilder er pelletskamin, vedovn og luft-luft varmepumpe. Vi gjør imidlertid en enkel sensitivitetsanalyse på hvordan potensialet endres med ulike markedsandeler for panelovner.



Figur I.1 Illustrasjon av ulik tilnærming til teknisk potensial i Potensialstudie 1 og Potensialstudie 2

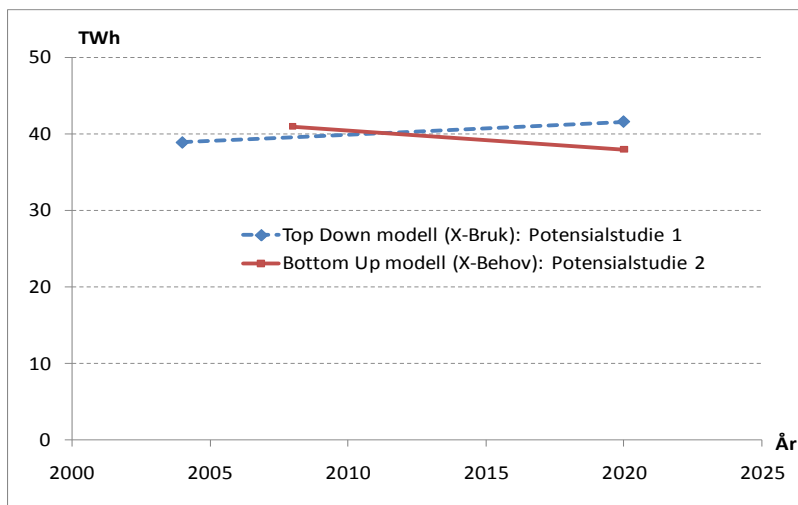
Til forskjell fra både Potensialstudie 1 og en analyse som ble gjennomført for Energi Norge (Xrgia, 2010a) med fokus på fjernvarmepotensial, inneholder den foreliggende rapporten en operasjonalisering av liten fjernvarme (nærvarme) i konkurranse med lokale energisentraler og ny fjernvarme. Dette mener vi bidrar til et bedre bilde av den faktiske konkurransesituasjonen.

I Potensialstudie 1 ble eksisterende fjernvarme holdt utenfor, mens all utvidelse av fjernvarme ble modellert som etablering av nyanlegg. Det er foretatt grep for bedre å kunne modellere eksisterende fjernvarme, da det er to ulike beslutningssituasjoner om en skal vurdere green field etablering, eller fortette eksisterende anlegg.

Det er også gjennomført en omfattende revisjon av kostnadene i modellene, både for produksjonsteknologier og for fjernvarmenett. Kostnadstallene er i stor grad basert på budsjettall fra prosjekter som har fått støtte fra Enovas ulike varmeprogrammer. Varmepumper er lagt inn i modelleringen av fjernvarmekostnader. Det er dessuten lagt til rette for å bruke elkjeler som spisslast som alternativ til oljekjeler.

På grunn av strengere byggforskrifter er energibehovet i bygg totalt redusert (spesielt varmebehovet). I Potensialstudie 1, som i stor grad var basert på fremskriving av dagens trend, var oppvarmingsbehovet forventet å øke. Den viktigste årsaken til denne forskjellen i forventet utvikling, er valget av type fremskrivingsmodell. I Potensialstudie 2 er det benyttet en bottom up modell, mens

det i Potensialstudie 1 ble benyttet en top down modell for fremskriving av energibehov. Figur I.2 illustrerer forskjellene i teknisk potensial mellom Potensialstudie 1 og Potensialstudie 2.



Figur I.2 Fremskriving av oppvarmingsbehov, Top Down modell (Potensialstudie 1 vs Bottom Up modell (Potensialstudie 2)).

Differansen mellom rød og blå linje i 2009 gjenspeiler blant annet at vi i denne analysen har inkludert hytter og fritidshus ved beregning av energibehov. I følge en analyse av åtte nordiske energimodeller (Xrgia, 2008) er det svært vanlig at top down modeller legger for mye fokus på historiske trender og ikke fanger opp strukturelle brudd som en endring i energirammene kan representere. Bottom up analyser modellerer disse strukturelle bruddene direkte, men vil typisk overestimere betydningen av endringer i rammebetingelser. Ut fra dette vil vi derfor vurdere fremskrivingen av energibehovet i denne rapporten som et lavt estimat snarere enn høyt. På samme måte vil vi nå vurdere fremskrivingen fra Potensialstudie 1 som et høyt estimat snarere enn lavt. Det vil alltid være forbundet stor usikkerhet til fremskrivinger av denne typen. Likevel har vi her, med to helt forskjellige modeller for fremskriving kommet frem til et energibehov som er i samme størrelsesorden.

Vedlegg II Kostnader

II.1 Lokale energisentraler

Kostnadene i analysen er basert på budsjetterte kostnader²³ i Enovas portefølje over prosjekter støttet via programmet Lokale energisentraler. Enova har foretatt en kvalitetssikring av data i sin prosjektportefølje, slik at de tall som benyttes forutsettes å være gode, med forbehold om at dette er basert på budsjetterte og ikke faktiske kostnader. Investeringskostnadene har fremkommet ved en kombinasjon av rene gjennomsnittsberegninger pr teknologi og størrelse, og en subjektiv vurdering av resultatene. Prosjektporteføljen viser stor spredning i spesifikke kostnader. Antall anlegg pr teknologi er relativt lavt (<20) for en del av teknologiene. Det er prosjekter fra perioden 2007 – 2010 som er inkludert i kostnadsanalysen. På grunn av for lite antall anlegg er ikke jordvarmebaserte varmpumper tatt med. Det samme gjelder vedfyrte kjeler og brikettkjeler. Prosjekter som har mer enn én type grunnlast er tatt ut av grunnlaget for å sikre konsistens. Det foreslåtte kostnadssettet må derfor anses som et beste estimat ut fra foreliggende informasjon. Kostnadssettet som er benyttet i analysene er presentert i Tabell II.1²⁴.

Tabell II.1 Investeringskostnader i millioner kroner per MW for lokale energisentraler.

MNOK/MW	Liten [< 0,5 MW]	Mellomstor [0,5-1 MW]	Stor [> 1 MW]
Flis	6,0	5,3	5,3
Pellets	5,8	4,9	2,2
Varmepumpe (berg)	15,0	14,0	9,0
Varmepumpe (luft-væske)	10,6	6,0	- [1]

[1] Det finnes ikke tallgrunnlag for store varmpumper i porteføljen.

En energisentral består av grunnlast og spisslast, og en optimal fordeling av disse avhenger av forhold knyttet til investeringskostnader, brenselkostnader og brukstid. Ideelt sett skulle dette vært betydelig mer detaljert og oppdelt, men både på grunn av manglende informasjon om faktiske forhold og av hensyn til gjennomførbarhet for modelleringen, har det vært nødvendig med en generalisering. Forutsetninger som er benyttet videre i analysen er angitt i Tabell II.2.

²³ Kostnader til distribusjonsanlegg internt i bygningene inngår ikke

²⁴ Dette er kostnadsdata slik de forelå da modelleringen ble gjennomført.

Tabell II.2 Effektandel (P) og energiandel (Q) for grunnlast i lokale energisentraler i dagens bygg og i fremtidens passivhus.

Teknologi, grunnlast	Normal brukstid		Passivhus		Marknad
	P	Q	P	Q	
Luft-luft varmepumpe ^[1]	35 %	50 %	25 %	50 %	Ikke tappevann + Redusert effekt vinterstid
Vedovn ^[2]	40 %	70 %	30 %	70 %	Leverer ikke tappevann
Pellets-kamin	40 %	70 %	30 %	70 %	Leverer ikke tappevann
Flis- og pelletskjel	50 %	90 %	40 %	90 %	
Berg- og sjøvarmepumpe	45 %	85 %	35 %	85 %	
Luft-vann varmepumpe	40 %	75 %	30 %	75 %	Redusert effekt vinterstid

[1] Ikke beregnet for tappevannsberedning. [2] Vedovn er i mange tilfeller mer å betrakte som spisslast/reservelast, men det vil avhenge av tilgang på rimelig brensel.

Forutsetningene i Tabell II.2 er å regne som anslag, og er skjønnsmessig vurdert, da det mangler empiri for passivhus. Når det gjelder antagelser om brukstid i passivhus er følgende vurdering foretatt: (1) Ut fra forutsetningene i energirammene vil tappevann få en noe større andel av samlet varmebehov. Tappevannsbehovet er relativt konstant over året og har derved høyere brukstid enn romoppvarming. (2) I et passivhus vil perioden med oppvarmingsbehov være kortere enn i hus bygget etter dagens standard, og vi antar at brukstid for romoppvarming går ned. (1) og (2) trekker altså i hver sin retning, og vi har derfor valgt å holde forventet brukstid uendret. Dette er gjort også for løsninger som kun har romoppvarming og ikke tappevann, selv om en her burde lagt inn en lavere brukstid. Grunnen til at dette ikke er gjort, er i første rekke mangel på empiri eller annet beslutningsgrunnlag for valg av forventet brukstid. Punktvarmeløsningene kommer derfor noe bedre ut enn om vi hadde lagt til grunn en kortere brukstid for oppvarming. På grunn av lavere brukstid for romoppvarming, har vi antatt at andelen spisslast går noe opp i passivhusstandarden i forhold til tradisjonelle bygg.

I presentasjonen av kostnader for konkurrerende teknologier, har vi valgt å presentere kostnadene for grunn- og spisslast samlet da dette er den faktiske totalkostnaden man vil stå ovenfor i en beslutningssituasjon. Kostnadene er også differensiert og gruppert i forhold til bygningsstørrelse. Kapitalkostnaden (KK) beregnes med annuitetsformelen. Ved å benytte nominell annuitet holdes kapitalkostnadene konstante over levetiden til teknologien, noe vi er avhengige av for å sammenlikne kostnadene på tvers av teknologier. Vi får da følgende relasjon:

$$KK_{ijl} = \frac{Inv_{ij}}{q_t} \times a_l$$

hvor Inv_{ij} er den spesifikke investeringskostnaden for teknologi i med skala j oppgitt i kr/MW. q_t er forventet årlig produksjon antatt konstant gjennom hele levetiden og a_l er den nominelle annuiteten beregnet som:

$$a_l = \frac{r_l}{((1 + r_l)^{T_i} - 1)} + r_l$$

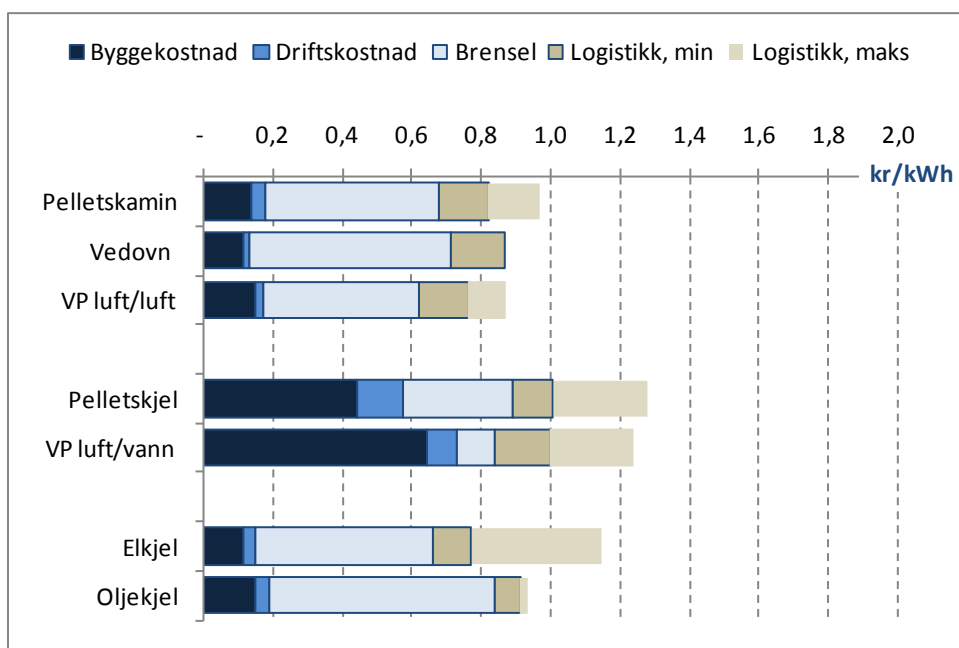
hvor r_l representerer avkastningskravet knyttet til investeringen i sektor l , hvor l er enten husholdning eller næring. T er forventet teknisk levetid for teknologi i . Et avkastningskrav på 12 % i

boliger og 10 % for nærings- og industribygg er benyttet. I figurene under er det benyttet 12 % avkastningskrav. Økonomisk levetid for teknologiene er antatt å være 15 år for varmepumpeteknologier og 20 år for øvrige teknologier.

Data for logistikkostnad er basert på analyser gjennomført i forbindelse med analyse av pelletsmarkedet i Midt-Norge (Xrgia, 2010c).

II.1.1 Ekstra små bygg

Figur II.1 illustrerer kostnadsforholdene for teknologier som er aktuelle i det vi har valgt å kalle ekstra små bygg (<550 m²). Denne kategorien omfatter i stor grad eneboliger.

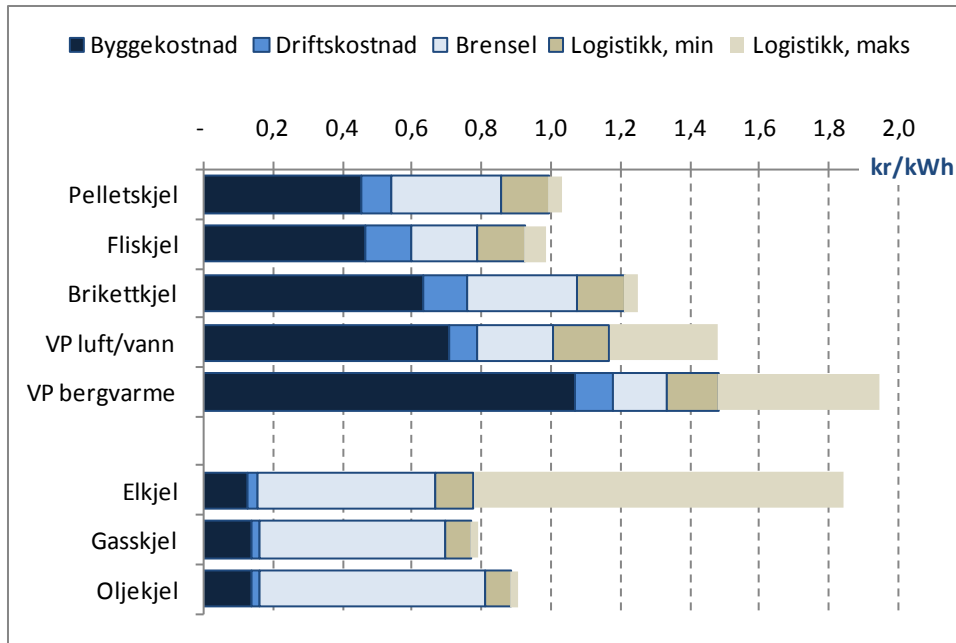


Figur II.1 Gjennomsnittlige teknologikostnader, ekstra små bygg. Spisslastkostnad inkludert.

En stor del av kostnaden er geografisk uavhengig, men på logistikkdelen vil det kunne være til dels betydelige forskjeller mellom kommunene. Nettleie er her definert som logistikkostnad, og det er denne som har størst variasjon mellom kommunene. Også pelletskostnader har en betydelig variasjon.

II.1.2 Små bygg

Figur II.2 illustrerer kostnadsforholdene for teknologier som er aktuelle i små bygg (mellom 550 og 1100 m²). I denne kategorien finner vi blant annet rekkehus og blokker og små nærings- og industribygg²⁵.



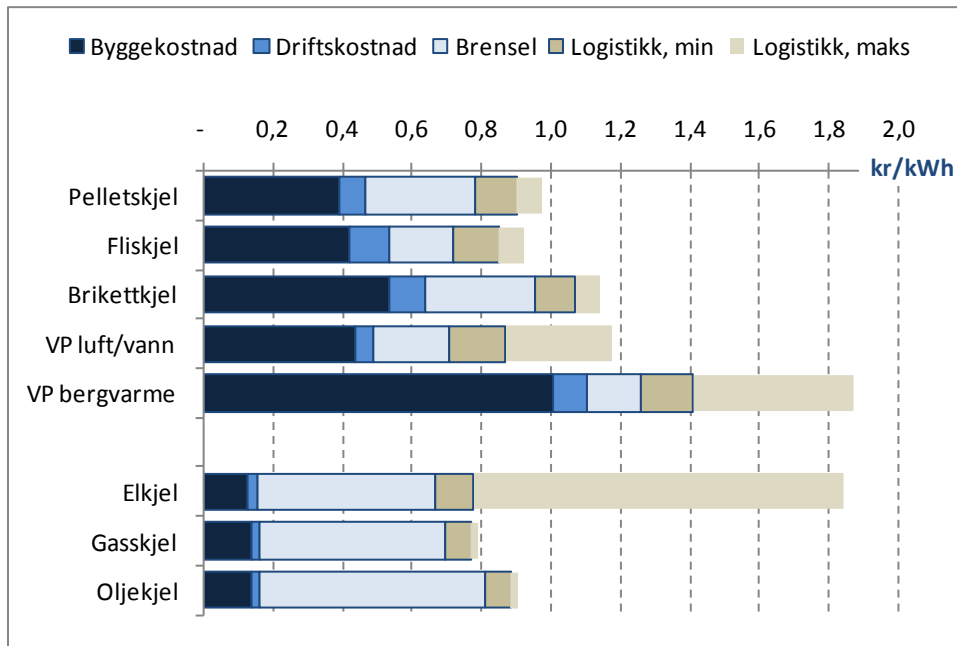
Figur II.2 Gjennomsnittlige teknologikostnader, små bygg. Spisslastkostnad inkludert.

Som for ekstra små bygg vil logistikkdelen variere mellom kommunene. Nettleie er her definert som logistikkostnad, og det er denne som har størst variasjon mellom kommunene. I og med at næringsbygg og industribygg kommer inn i denne kategorien, er spredningen større på nettleie enn den er for eneboligene. I denne kategorien forutsetter vi at punktvarmekilder som vedovn, pellets-kamin og luft-luft varmepumper ikke er aktuelle. Figur II.2 viser at pelletskjel og fliskjel kan være billigst, avhengig av hvilken kommune det er snakk om. Tilsvarende gjelder konkurranseforholdet mellom brikettkjel og luft-vann varmepumpe, mens bergvarmepumpe fremstår som for dyrt. I hvilken grad el-kjel er konkurransedyktig med gass- og oljekjel avhenger i stor grad av nettleien.

II.1.3 Mellomstore bygg

Figur II.3 illustrerer kostnadsforholdene for teknologier som er aktuelle i mellomstore bygg. I denne kategorien finner vi mellomstore nærings- og industribygg.

²⁵ Vi har i analysen forutsatt at det er vannbåren varmedistribusjon i denne størrelseskategorien av bygg. Dette er en forenkling, da det vil kunne være aktuelt med punktvarmeløsninger.

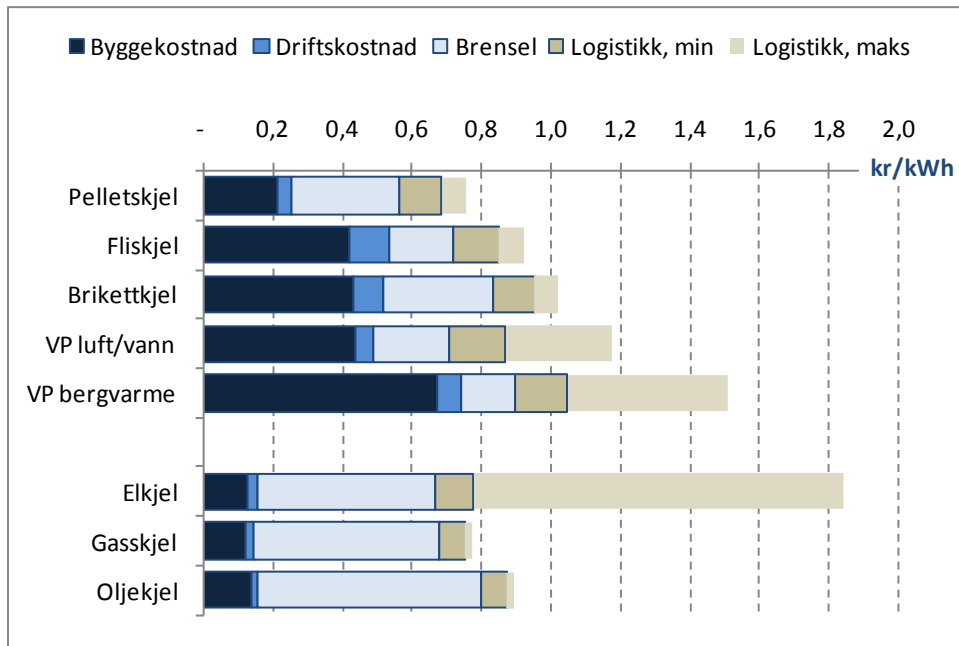


Figur II.3 Gjennomsnittlige teknologikostnader, mellomstore bygg. Spisslastkostnad inkludert.

Som for ekstra små og små bygg vil logistikkdelen variere mellom kommunene, ettersom nettleie her er definert som logistikkostnad og det er denne som har størst variasjon mellom kommunene. I denne kategorien forutsetter vi at punktvarmekilder som vedovn, pellets-kamin og luft-luft varmpumper ikke er aktuelle. Figur II.3 viser at pelletskjel, fliskjel og luft-vann varmpumpe kan være billigst, avhengig av hvilken kommune det er snakk om. Luft-vann varmpumpe har blitt mer konkurransedyktig i forhold til brikettkjel enn tilfellet var for små bygg. Bergvarmpumpe fremstår som for dyrt også for mellomstore bygg. I hvilken grad elkjel er konkurransedyktig med gass- og oljekjel avhenger i stor grad av nettleien.

II.1.4 Store bygg

Figur II.4 illustrerer kostnadsforholdene for teknologier som er aktuelle i store bygg. I denne kategorien finner vi store nærings- og industribygg.



Figur II.4 Gjennomsnittlige teknologikostnader, store bygg. Spisslastkostnad inkludert.

Som for de øvrige byggstørrelsene vil logistikkdelen variere mellom kommunene. Nettleie er som nevnt definert som logistikkostnad, og det er denne som har størst variasjon mellom kommunene. I denne kategorien forutsetter vi at punktvarmekilder som vedovn, pellets-kamin og luft-luft varmepumper ikke er aktuelle. Figur II.4 viser at pelletskjel fremstår som mest attraktivt. Bergvarmepumpe fremstår fremdeles som dyrt, men som vi ser vil den være konkurransedyktig med en del av de andre alternativene. I hvilken grad elkjel er konkurransedyktig med gass- og oljekjel avhenger i stor grad av nettleien.

II.2 Ny fjernvarme

For å få etablert et kvalitetssikret kostnadssett for aktuelle produksjonsteknologier, fjernvarmenett og kundesentraler, er det foretatt en sammenstilling og analyse av et utvalg prosjekter som inngår i Enovas portefølje av prosjekter innenfor programmene som dekker fjernvarme. Kostnadene i analysen er basert på budsjetterte kostnader. Det er gjort en avsjekk av reelle tall (ferdigstilte anlegg) i forhold til budsjettall. Antallet ferdigstilte anlegg er relativt lite, men gir en indikasjon på at budsjettallene er relativt robuste.

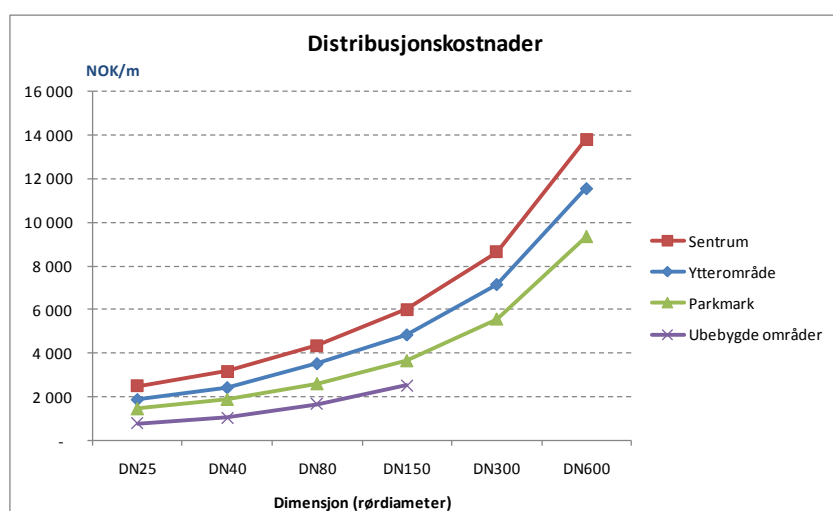
Enova har foretatt en kvalitetssikring av data i sin portefølje, slik at de tall som benyttes må forutsettes å være gode, med forbehold om at dette er basert på budsjetterte og ikke faktiske kostnader. For et utvalg prosjekter forelå tall for faktiske investeringer, og det viste seg å være en tendens til noe høyere kostnader enn budsjettert, men det var også eksempler på det motsatte. Vi har derfor valgt å benytte budsjettkostnadene videre i modelleringen.

Investeringskostnadene har fremkommet ved en kombinasjon av rene gjennomsnittsberegninger pr teknologi og størrelse og en subjektiv vurdering av resultatene. Prosjektporteføljen viser stor spredning i spesifikke kostnader. Som en ytterligere kvalitetssikring ble informasjon i rapporten (Rosenberg, 2010) benyttet, og enkelte av kostnadene spesielt for biofyrte sentraler ble noe justert. For fjernvarme (stor og liten) er avkastningskravet satt til 8 %.

Kostnadssettet som er benyttet i analysene er presentert i Tabell II.3 (fjernvarmesentraler) og i Figur II.5.

Tabell II.3 Investeringskostnader for fjernvarme i millioner kr per MW.

MNOK/MW	Liten [<0,5 MW]	Mellomstor [0,5-3 MW]	Stor [>3 MW]
Flis	11,2	5,0	2,8
Pellets	9,0	5,7	5,0
Varmepumpe (berg)	n.a.	11,2	n.a.
Varmepumpe (sjø)	n.a.	8,3	4,0
Spisslast (el- og oljekjel)	0,75	0,50	0,25



Figur II.5 Distribusjonskostnader, fjernvarme.

II.3 Liten fjernvarme

Kostnadene i analysen av liten fjernvarme er de samme som ble benyttet for fjernvarme. Det samme gjelder avkastningskravet (8 %). Kostnadssettet som er benyttet i analysene for øvrig er presentert i Tabell II.3 og i Figur II.5.

II.4 Industri

Vi har ikke hatt tilgang til kostnader for installasjon av oppvarmingsutstyr i industriprosesser, og har derfor valgt å bruke kostnadene for de største dimensjonene rapportert i forbindelse med fjernvarmeprosjekter (se også kapittel III.2). Dette er en betydelig forenkling, og gjør at resultatene kun må tolkes som en indikasjon på kostnadsforhold. Et unntak her er kostnader for industrielle varmepumper, som er basert på innspill fra Enova. Kostnadssettet som er benyttet i analysene er presentert i Tabell II.4..

Tabell II.4 Investeringskostnader for industri i millioner kr pr MW, store kjeler.

	MNOK/MW
Flis	2,8
Pellets	5,0
Varmepumpe	6,0
Oljekjel	0,3

II.5 Innsatsfaktorer

I tillegg til usikkerhet rundt kostnader og teknisk ytelse er det i første rekke brenselpriser som er det viktigste usikkerhetsmomentet for vurdering av teknologiens konkurransedyktighet. For de fleste brenslere kan man meningsfylt splitte prisen i to; selve brenselkostnaden og logistikkostnaden. Prisene som er benyttet er angitt i Tabell II.5, og for de teknologier vi har hatt tilstrekkelig informasjon om har vi splittet opp brensel- og logistikkostnad.

Tabell II.5 Brenselpriser (brutto innfyrt, ex logistikk), logistikkostnader og virkningsgrader benyttet. Kilde: (Xrgia, 2010c).

Brenseltype	Brensel (Øre/kWh)	Logistikk (Øre/kWh)	Virkningsgrad (%)
Flis	18	1-18	80 %
Pellets, småsekk	43	7-15	85 %
Pellets, bulk	31	1-15	85 %
Briketter	31	1-17	85 %
Gass	46	Inkl. i brenselpris	90 %
Lett fyringsolje	58	Inkl. i brenselpris	90 %
Elektrisitet [1]	48	8-42	97 %
Biolje	75	Inkl. i brenselpris	90 %
Ved	44	Inkl. i brenselpris	70 %

[1] Logistikkostnader for el er nettleie som varierer kraftig mellom kommuner.

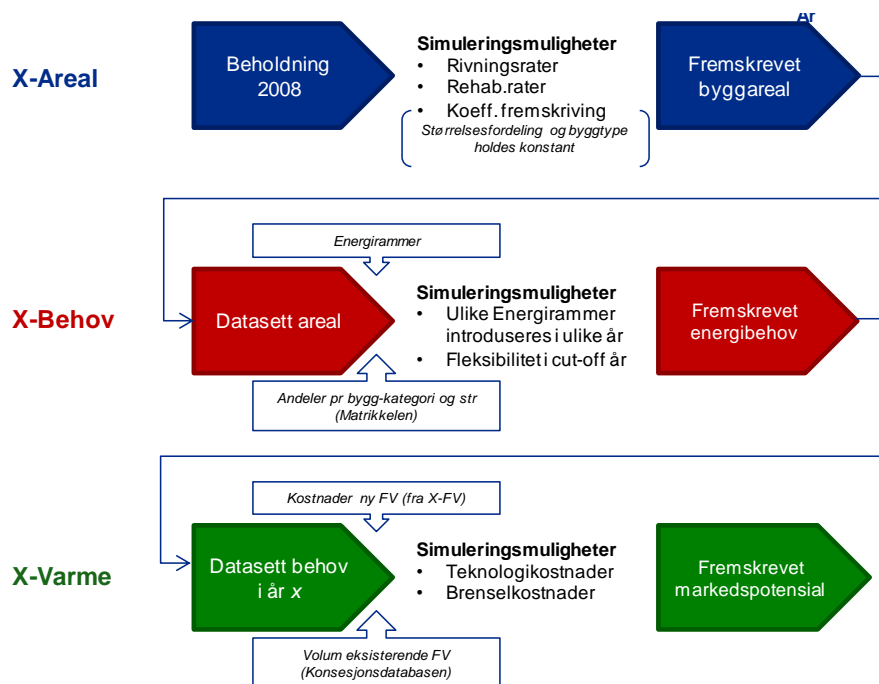
For alle brenslere, unntatt pellets, er det antatt en skalauavhengig brenselkostnad, men differensiert på logistikkostnader. For pellets er det antatt at for installasjoner med pelletskamin benyttes pellets i småsekk, mens installasjoner med pelletskjel benytter bulkleveranse.

Videre er logistikkostnadene for flis, pellets og briketter differensiert både for ulike skalaer av teknologi og for den estimerte avstanden brenselet må transporteres innenfor hver kommune. Her vil altså typisk en kunde med en stor kjel og kort avstand til nærmeste transportpunkt få svært lave logistikkostnader, og vise versa. For elektrisitet representerer logistikkostnaden nettleie som er differensiert per kommune.

Vedlegg III Metodisk tilnærming

III.1 Samspill mellom modellene

Figur III.1 viser dynamikken mellom modellene som benyttes for å etablere det fremskrevne varmebehovet, altså det tekniske potensialet for fornybar varme. Dette varmebehovet benyttes i tillegg som en input i konkurranseanalysemodellen X-Varme. I X-Varme konkurrerer ulike teknologiske løsninger for lokale energisentraler (LES) mot liten fjernvarme, og fjernvarme (ny og foretting av eksisterende), og det markedsmessige potensialet for fornybar varme beregnes.



Figur III.1 X-Areal fremskriver byggarealet. X-Behov gir oss fremskrevet varmebehov, som igjen også er input til konkurranseanalysemodellen X-Varme.

III.2 Arealfremskrivninger

Beregningene av fremskrevet bygningsareal gjøres i modellen, fordelt på kommune og næringssektor frem til 2030. X-Areal er en fremskrivningsmodell for arealer på kommunenivå, fordelt på ulike byggtyper og – stadier. Utgangspunktet er samlet byggareal fordelt på byggtyper i 2008.

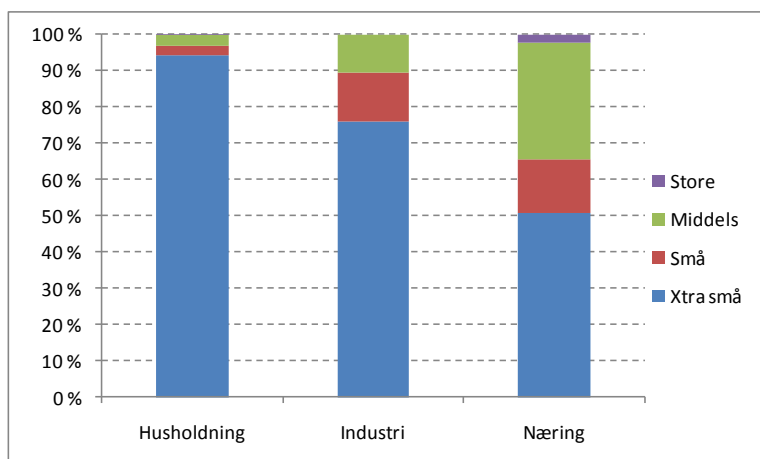
Fremskrivning av utviklingen i bygningsmasse er firedeelt: en andel som forblir uendret, en andel som rives, en andel som rehabiliteres og en andel nybygging.

Informasjon om eksisterende bygningsmasse i 2008 er hentet fra Matrikkelen som baseres på informasjon rapportert inn av hver enkelt kommune. Dette skal være den mest nøyaktige og detaljerte statistikken som finnes på dette området i Norge. Dataene fra Matrikkelen er kalibrert mot fylkesvis byggstatistikk fra Prognosesenteret og kommunefordelt energibruksstatistikk fra SSB.

Det finnes mange ulike typer bolighus. En fremskrivning på hver enkelt boligtype ville selvsagt vært det optimale. Datamengden er imidlertid begrenset slik at en ytterligere finfordeling vil øke usikkerheten i dataene u hensiktsmessig mye. Vi har valgt å gjøre separate fremskrivninger for

husholdningsbygg (inkludert fritidshus), industribygg, tjenesteyting, skole og undervisningsbygg, og øvrige næringsbygg.

Gjennom Matrikkelen har vi data om størrelsesfordelingen av hus. Vi antar at fordelingen av byggstørrelser og byggtyper holdes konstant over tid, og fremskriver kun det totale arealet nybygg i husholdningene. Figur III.2 viser fordelingen av byggstørrelser i de ulike sektorene.



Figur III.2 Fordeling av byggstørrelser per sektor.

For boliger er det befolkning og rente som har vist seg å være de variablene med forklaringskraft. Den lave sammenhengen med befolkningsendringer, samt den stabile historiske utviklingen gjør at vi velger en fremskriving av nybygg i industrien basert på gjennomsnittlige verdier for hver kommune i perioden 2000-2009. De øvrige byggtypene fremskrives med regresjonsanalyser basert på historiske sammenhenger mellom nybygging, befolkningsutvikling og rente.

Befolkningsutvikling er en svært viktig driver for nybygging, spesielt for husholdningsbygg og næringsbygg. Koblingen mot befolkningsutvikling gir oss muligheten til å gjøre mer realistiske fremskrivinger som tar høyde for veksten i ulike kommuner. For boliger er rente også inkludert som en forklaringsvariabel for nybygging. Nybygging i industrien er antatt å være konstant lik gjennomsnittlig nybygging i perioden 2000 – 2009.

Rivnings- og rehabiliteringsratene defineres som en konstant prosent av beholdningen av bygningsmassen, i tråd med i Xrgias arbeid med Klimakur2020 (Xrgia, 2009) og Lavenergiutvalgets rapport (Lavenergiutvalget, 2009). Tabell III.1 viser rehabiliterings- og rivningsratene som benyttes for de ulike byggkategoriene for både basiscase og eksempel med lavere rivings- og rehabiliteringsrater på linje med hva som også er benyttet i Klimakur2020 (KLIF, 2009).

Tabell III.1 Rehabiliterings- og rivningsrater per sektor for basisscenario og scenario med lav rivings-/og rehabiliteringsrate.

	Husholdninger		Industri		Næringsbygg	
	Basis	Lav	Basis	Lav	Basis	Lav
Rehabiliteringsrate	2,86 %	1,5 %	3,33 %	1,5 %	3,33 %	1,5 %
Rivingsrate	0,60 %	0,3 %	1,20 %	0,6 %	1,20 %	0,6 %

Rehabiliteringsratene i basiscase er identiske med ratene som ble benyttet i arbeidet med KlimaKur2020, dog noe lavere enn ratene Lavenergiutvalget har benyttet (3,5 %)²⁶. Rivingsratene benyttet i fremskrivingene er identiske med Lavenergiutvalgets rater, og noe lavere enn de som ble lagt til grunn i KlimaKur2020. Lavenergiutvalgets rivningsrater er benyttet for fremskrivingene da disse er resultater fra analyser basert på bredere informasjon enn hva som ble benyttet i Klimakur 2020.

En liknende tilnærming kunne vært benyttet for å fremskrive nybyggingsareal, og i et makroperspektiv ville dette muligens være tilstrekkelig. Imidlertid mener vi at man da vil miste mye informasjon om kommunale trender som er verdifull for å fremskrive energibehovet. Samtidig ville en slik modell bli lite fleksibel, og vi har derfor fremskrevet nybyggingsareal på kommunenivå. For husholdningsbygg er det benyttet paneldataanalyse med årlig befolkningsutvikling og rente som forklaringsvariabler. For industrien er det valgt en ren gjennomsnittsfremskriving. For næringsbygg er det valgt en enkel regresjonsanalyse basert på gjennomsnittlig nybygging og befolkningsutvikling. Data for nybygging i perioden 2000 – 2009 er benyttet for fremskrivingene.

III.3 Fremskriving av energibehov

Energibehovet baseres på fremskrevet bygningsareal og definerte energirammer for aktuelle bygningstyper, og gjøres i modellen *X-Behov*. Datagrunnlaget for X-Behov er hentet fra følgende kilder:

Tabell III.2 Hoveddatagrunnlag og datakilder for X-Behov.

Data	Formål	Kilde
Arealdata	Grunnlagsdata for energibehovsberegninger	X-Areal
Byggfordeling	Omgjøring av byggsektorer til byggtyper	Matrikkelen
Energirammer	Spesifikt energibehov pr formål og byggtipe	Klimakur (2009), Xrgia estimer
Klimakorreksjon	Klimakorreksjon av oppvarmingsbehovet i energirammer	Graddagstall 1997-2002, Enova SF / Meteo

Arealdata

Siden energirammene varierer til dels betydelig mellom ulike byggtyper innen hver byggsektor (eksempelvis er energibehovet i småhus om lag 30 % høyere enn i boligblokker) er det behov for å fordele arealene fra X-Areal fra byggsektor (5 kategorier) til byggtyper (13 kategorier). Grunnlaget for dette finner vi i Matrikkelen, hvor både byggsektor og byggtipe er registrert.

Modellmessig blir det altfor omfattende å inkludere både byggsektor og byggtipe i datasettet. Vi må derfor gjøre et estimat på sammensetningen av byggtyper innen hver sektor. Vår metodiske tilnærming er å fordele byggtypene til byggsektor som vist i Tabell III.3.

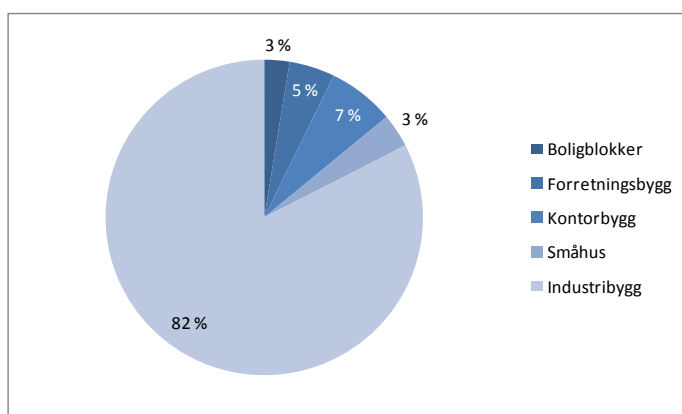
²⁶ Lavenergiutvalget opererte med en egen "totalrehabiliteringsrate" og en ENØK-rate. For vårt formål virker en slik todeling ikke hensiktsmessig, og vi velger derfor å benytte kun en rehabiliteringsrate.

Tabell III.3 Fordeling av byggtyper pr byggsektor.

Byggtype/Byggsektor	Husholdninger	Industri	Tjenesteyting	Skole	Næring Resten
10 Barnehager				•	
11 Boligblokker	•				
12 Forretningsbygg			•		
13 Hoteller					•
14 Idrettsbygg					
15 Kontorbygg			•		
16 Kulturbygg					•
17 Lett industri, verksteder		•			
18 Skolebygg				•	
19 Småhus	•				
20 Sykehjem					•
21 Sykehus					•
22 Universitets- og høyskolebygg				•	

Den relative fordelingen bestemmes pr kommune basert på tall fra matrikkelen. Fordelingen beregnes i to trinn; først beregnes den %-vise fordelingen mellom byggtyper innen hver byggsektor iht Tabell III.3, deretter fordeles areal pr byggsektor importert fra X-Areal med de samme %-vise fordelingene.

Denne metodikken gir en viss feil i sammensetningen av byggtyper. Årsaken til dette er at det i matrikkelen for eksempel er registrert kontorbygg under byggsektor industri, boliger under tjenesteyting mv. Problemet er størst for byggsektoren industri, hvor 18 % av byggarealet i Matrikkelen er rapportert på andre byggtyper enn "Lett industri, verksteder". Hoveddelen av andre byggtyper enn industribygg er boliger, forretningsbygg og kontorbygg.



Figur III.3 Fordeling av byggtyper innen byggsektor industri

I X-Behov er det ikke modellmessig mulig å inkludere både byggtipe og byggsektor samtidig, slik at alt areal fra byggsektor industri henføres til byggtypen "lett industri, verksteder".

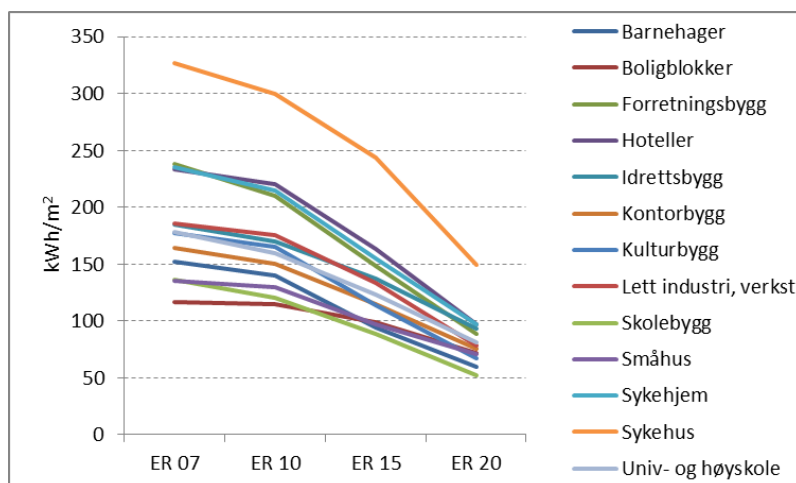
Vår vurdering er at dette gir en begrenset feil i beregningen av energibehov, ikke minst fordi selve datagrunnlaget fra Matrikkelen er sterkt mangelfullt og vi dermed har gjort en omfattende kalibrering i X-Areal for å justere for underrapporteringen. Også for byggsektor "Tjenesteyting" og "Næring, resten" er det et betydelig innslag av boliger i arealet. Vi mener imidlertid at det for en stor del er tale om bygg som reelt sett brukes som næringsareal ettersom det rapporteres som dette i Matrikkelen. Vi anser derfor ikke dette for å være noen signifikant feilkilde i beregningene.

Energirammene

Energirammer er et uttrykk for ulike bygningstypers forventede energibehov til ulike formål. Det er etablert et sett energirammer som omfatter ulike bygningstyper, samt om det gjelder eksisterende bygg, nybygg eller rehabilitering. Dette er nærmere beskrevet i Vedlegg IV.

Vi har i analysen forutsatt at det gjennomføres en generell innstramming av byggeforskriftene²⁷. Videre forutsettes det at nye bygg bygges i henhold til de tekniske forskrifter som gjelder på utbyggingstidspunktet, det samme gjelder rehabilitering av bygg. For eksisterende bygg skjer det ingen endring i spesifikt energibehov i fremskrivingsmetoden. Beholdningen av henholdsvis eksisterende, rehabiliterte og nye bygg endrer seg i løpet av fremskrivingsperioden.

I basisscenarioet forutsettes det at det innføres "Lavenergistandard" for alle nye bygg i 2015, og "Passivhusstandard" i 2020. Videre gjøres det en følsomhetsanalyse for å vurdere effekten av å fremskynde innføring av Passivhusstandard til 2015. I dette scenarioet beholdes ER 10 frem til 2015, og ER 20 innføres i 2015. Forutsetningene for energirammene for ulike energibehov baseres på fremskrevet bygningsareal, og definerte energirammer for aktuelle bygningstyper, og gjøres i modellen X-Behov. Som et eksempel er utvikling i energirammer for nybygg vist i Figur III.4.

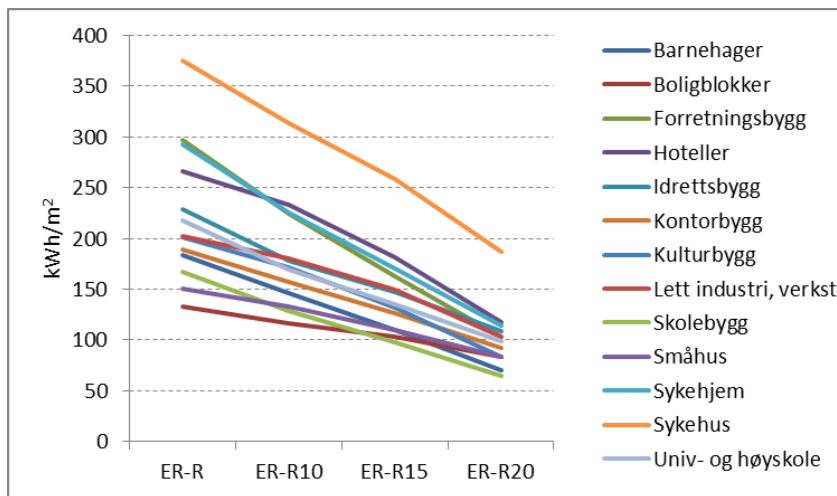


Figur III.4 Utvikling i energirammer over tid, nybygg. ER07 er dagens energiramme, ER 10, ER 15 og ER 20 er forutsatte innstramminger i energirammene i hhv 2010, 2015 og 2020²⁸.

²⁷ I rapporten Xrgia utarbeidet for KlimaKur2020 (Xrgia, 2009) var det ikke forutsatt ytterligere innstramming av energirammene, ut over det som var gitt i TEK07

²⁸ ER 10 tilsvarer TEK 10, ER 15 tilsvarer lavenergistandard og ER 20 tilsvarer passivbyggstandard

Figur III.4 illustrerer den relativt dramatiske nedgangen i energibehov som kan forventes i nybygg, spesielt de som bygges etter 2020. Tilsvarende utvikling i rehabiliterte bygg er vist i Figur III.5.



Figur III.5 Utvikling i energirammer over tid, rehabiliterte bygg. ER07 er dagens energiramme, ER 10, ER15 og ER20 er forutsatte innstramminger i energirammene i hhv 2010, 2015 og 2020.

I modellen gjøres en klimakorrigering av det beregnede behovet avhengig av kommune, da energirammene er gitt under forutsetning av Oslo-klima.

III.4 Lokale energisentraler

Begrepet lokale energisentraler (LES) omfatter i denne analysen oppvarmingsløsninger for enkeltbygg, det vil si både næringsbygg, industribygg og boliger. Se også Figur 3.2 for illustrasjon av forholdet mellom lokale energisentraler, liten fjernvarme og fjernvarme.

Fordelingen av teknisk potensial etter byggstørrelser gir oss mulighet til å si noe om hvilke teknologier som er tillatt å bruke på ulike byggstørrelser. Tabell III.4 gir en oversikt over størrelsesdefinisjonene som er benyttet på bygg og beregnet effektbehov.

Tabell III.4 Oversikt over tillatte teknologier fordelt etter byggstørrelse og kjelstørrelser.

Størrelses-definisjon	Byggstørrelse (m ²)	Effektbehov (kW)
Ekstra små	<550	10 – 50
Lite	550 – 1100	50 – 500
Middels	1100 – 10 100	500 – 1000
Stor	>10 100	>1000

Effektbehovet i et bygg mindre enn 550 m² er beregnet til mellom 10 og 50 kW. På samme måte ser vi at et lite bygg er mellom 550 og 1100 m², og trenger en effekt på 50 – 500 kW for å dekke oppvarmingsbehovet. Tabell III.5 gir en oversikt over hvilke teknologier som i modellen er tillatt i ulike byggstørrelser og byggtyper for lokale energisentraler.

Tabell III.5 Aktuelle teknologier for grunnlast i lokale energisentraler.

Teknologi	Ekstra små bygg	Øvrige bygg	Marknad
Vedovn	X		
Luft-luft varmepumpe	X		
Pellets-kamin	X		
Pellets-kjel	X	X	
Flis-kjel		X	
Luft-vann varmepumpe	X	X	
Bergvarme varmepumpe		X	
El-kjel	X	X	Kun i eksisterende og rehabiliterte bygg
Gass-kjel	X	X	Kun i eksisterende og rehabiliterte bygg
Olje-kjel	X	X	Kun i eksisterende og rehabiliterte bygg

Ved installasjon av ny oppvarmingsløsning i en lokal energisentral er det forutsatt en deling mellom grunnlast og spisslast, da dette i de fleste tilfeller er kostnadmessig gunstig. De mest aktuelle teknologiene for spisslast er olje-, gass- og elkjeler. Det finnes også spisslastalternativer som er basert på fornybar energi, som for eksempel bioolje, pellets og biogass. I følge blant annet (Xrgia, 2010c) er pellets foreløpig ikke konkurransedyktig. For bioolje og biogass er tilgang til brensel en utfordring. Vi har derfor valgt å se bort fra pellets, bioolje og biogass som spisslast i konkurranseanalysen. For boliger vil punktvarmekilder som for eksempel vedovn og panelovn kunne fungere som spisslast.

Ideelt sett skulle modellen regnet på alle typer kombinasjoner av grunnlast og spisslast. Vi har ut fra modelltekniske hensyn, samt at fossile brenslers ønskes faset ut, valgt å forutsette at elkjel velges som spisslast for alle lokale energisentraler med vannbåren varme. Også i bygg med punktvarmeløsninger har vi forutsatt at elektrisitet er spisslast (panelovner). Kostnadsforhold ved teknologier og brenslers, og forhold knyttet til det enkelte byggs energibruk, er med på å bestemme optimal effektandel for grunnlast. I en nasjonal modell vil det kreve enormt av både detaljkunnskap og datakapasitet for å gjøre denne type beregninger på bygningsnivå. Det er derfor nødvendig å forenkle, og samtidig forsøke å beholde de sentrale egenskapene ved teknologier og bygningsgrupper.

III.5 Kjøling

Kjøling er et eget formål i energirammene, på linje med oppvarming, og analysene tar med seg også denne delen av energibruken. Vi har forholdt oss til at i energirammen (TEK07) er systemkjølefactoren satt til 1,0 (Thyholt, et al., 2003). Energibruk (elektrisitet) til kjøling blir derved identisk med kjølebehovet.

Utvikling i energibehov til kjøling er på samme måte som for oppvarming basert på forventet utvikling i energirammer. Vi har forutsatt at det ikke er aktuelt å installere kjøling i boliger, på tross av at dette gjøres i dag i form av luft-luft varmepumper som også kan levere kjøling. Det er ikke foretatt noen analyse av prosesskjølebehov.

For å kunne vurdere om varmepumper med både leveranse av varme og kjøling skal tas inn som egen teknologi i konkurranseanalysen, ble det gjennomført en kost-nytte analyse (vedlegg III.6).

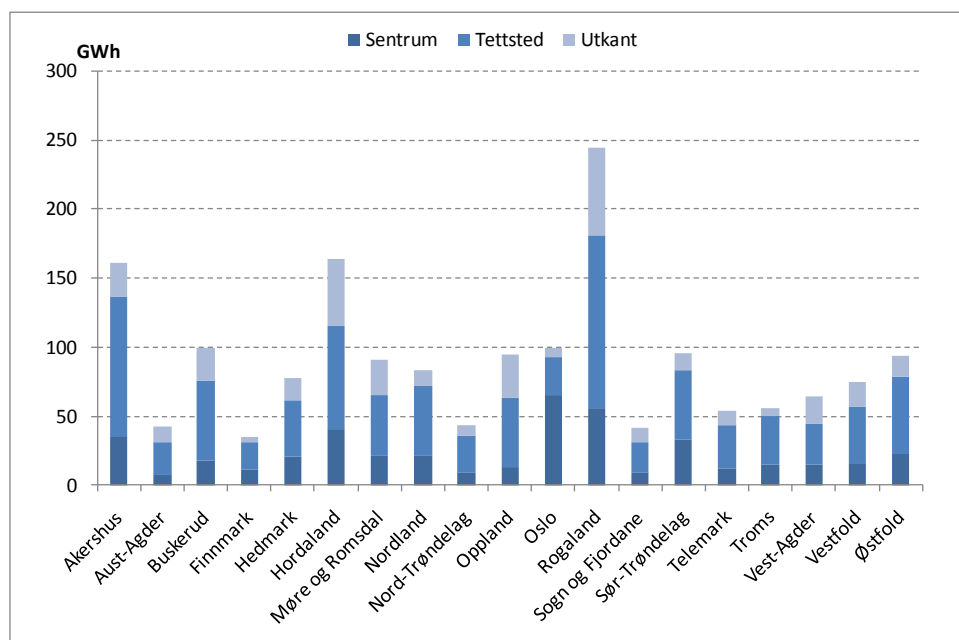
Konklusjonen var at med dagens kostnadsforhold, vil ikke merkostnaden kunne forsvares. Denne type løsning er derfor ikke med i konkurranseanalysene.

Kjølebehov kan løses på ulike måter. Fjernkjøling kan være et aktuelt alternativ til lokale kjøleløsninger, fortrinnsvis i sentrum og tettstedssoner og drøftes i kapittel 6.1.1. Den vanligste løsningen i dag er bruk av egne kjølemaskiner. Kjølemaskiner har god virkningsgrad på grunn av begrenset temperaturløft. Bruk av frikjøling er relativt begrenset for denne type løsninger.

En annen aktuell løsning vil være å benytte seg av muligheter for å kjøle mot omgivelsene, for eksempel ved direkte kjøling mot sjøvann eller mot grunnvann/berg, såkalt frikjøling. Bruk av frikjøling vil redusere systemkjøleffektoren, det vil si at bruk av elektrisitet vil være mindre enn samlet kjølebehov.

Dumping av overskuddsvarme i grunnvarmebrønner vil delvis kunne sesonglagres og gi varmepumpen økt effektivitet i vintersesongen. Dette er en løsning som vil være aktuell for lokale energisentraler med bergvarmepumpe. På grunn av høye kostnader er ikke denne type løsninger konkurransedyktige med våre forutsetninger, så uten tiltak vil dette ikke være en utbredt løsning for kjølebehovet i 2020 og 2030.

Teknisk potensial for fornybar kjøling er beregnet til 1,7 TWh i 2020 og 1,9 TWh i 2030. Dagens bruk er anslått til om lag 1,1 TWh²⁹. Dette behovet kan potensielt dekket med en større andel av frikjøling, men 100 % dekning med frikjøling er neppe realistisk. Figur III.6 viser teknisk potensial for kjøling fordelt på fylker.

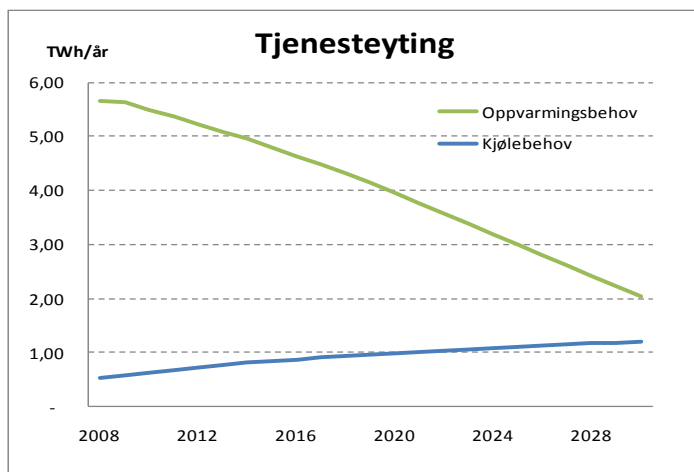


Figur III.6 Teknisk potensial for fornybar kjøling, fylkesnivå. Basisbase 2020

²⁹ Basert på energigramme for eksisterende bygningsmasse (2008). Må ansees som et anslag med relativt stor usikkerhet da det foreligger svært lite statistikk for kjøling

III.6 Verdi av samtidig leveranse av varme og kjøling

Ut fra de foreliggende energirammene og forventet arealutvikling er det grunn til å forvente at kjølebehovet øker i tjenesteyting og industribygg. Vi har her forutsatt at det ikke er aktuelt å installere kjøling i boliger, på tross av at dette gjøres i dag i form av luft-luft varmepumper som også kan levere kjøling. Det er ikke foretatt noen analyse av prosesskjølebehov.



Figur III.7 Utvikling av varme- og kjølebehov, tjenesteyting

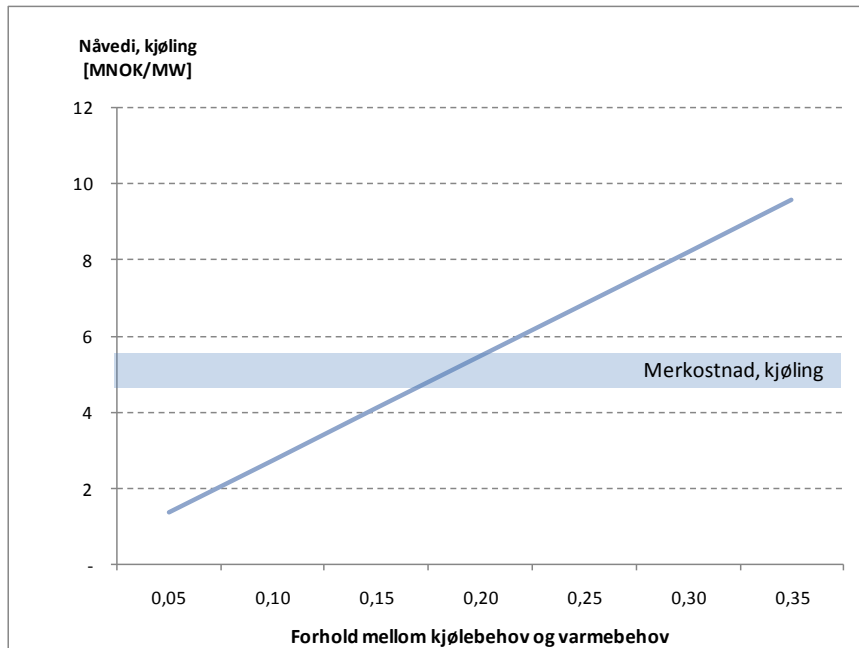
Som Figur III.7 viser, faller oppvarmingsbehovet i tjenesteyting kraftig fram mot 2030, samtidig som kjølebehovet stiger. Forholdstallene mellom varmebehov og kjølebehov er basert på arealfremskrivninger og energirammer (basis-forutsetninger). Forholdet mellom varme- og kjølebehovet er viktig når vi skal beregne merverdi for kjøling. Verdien av kjøleleveransen øker naturlig nok med økende kjølebehov, gitt at det ikke er nødvendig å øke effektinstallasjonen for varmepumpen.

For å dekke kjølebehovet, kan det enten installeres separat kjølemaskin, eller det kan installeres en varmepumpe som også kan dekke kjølebehovet. Denne type utstyr er gjerne en del dyrere enn tradisjonelle varmepumper, og det må dessuten gjøres investeringer på distribusjonssiden.

For lokale energisentraler foreligger det ikke kostnader for varmepumper med kjøling³⁰, så vi har tatt utgangspunkt i beregnede kostnader for varmepumper for fjernvarme. Kostnaden for en bergvarmepumpe er der estimert til om lag 11,2 MNOK/MW, mens en varmepumpe som også skal levere kjøling er estimert til 16,3 MNOK/MW. Dette gir en anslått merkostnad for kjøling på 5,1 MNOK/MW, der effekten er referert installert varmeeffekt.

Det foreligger i liten grad vurderinger av verdi av kjøling. Vi har derfor valg å ta utgangspunkt i det som er publisert av fjernkjølepriser. Ut fra det vi kan se, er fjernkjøleprisen i størrelsesorden den samme som for fjernvarme, selv om det er store variasjoner. I våre analyser har vi valgt å sette en verdi på kjøling på 0,8 NOK/kWh.

³⁰ Det er ikke oppgitt om installert varmepumpe også skal levere kjøling



Figur III.8 Nåverdi av kjøling ved ulike forholdstall kjøling/varme

Som vi ser av Figur III.8, vil en ut fra dagens forholdstall for kjøling og varme, som er ca 5% for tjenesteytende bygg, ha en nåverdi³¹ av kjølingen på ca 1,4 MNOK/MW referert installert effekt for varmepumpe.

Basert på kostnadene for bergvarmepumper, anslo vi foran en merkostnad for samtidig leveranse av kjøling på om lag 5,1 MNOK for kjøling. Ut fra Figur III.8, betyr dette at forholdstallet mellom kjøling og varme må være opp mot 20 % før nytten oppveier merkostnaden. Vi har her gjort en grov forenkling ved å forutsette at det ikke vil være ekstra bruk av kompressorenergi til kjøleproduksjon. Etter hvert som forholdet mellom kjølebehov og varmebehov øker, vil det også gå en del elektrisitet til drift av varmepumpen i ren kjøleproduksjon.

På bakgrunn i de meget forenklede betraktningene som her er foretatt, er vår vurdering at det for mange byggtypen foreløpig er slik at merkostnad ved å bygge varmepumpe med kjøling ikke kan forsvares i forhold til den verdien kjølingen har. Dette forholdet vil imidlertid raskt endre seg etter hvert som varmebehovet synker og kjølebehovet øker. Når dette skjer, vil varmepumper med varmeleveranse bli erstattet med varmepumper som kan levere både varme og kjøling.

Dersom vi rent modellteknisk hadde kunnet beregne i detalj hver enkelt bygningstype og deres forholdstall, og dette ble gjort for hvert år, ville vi kunne identifisert når dette skjer. Slik modellene er utformet i dag, og på grunn av de begrensninger datakapasitet setter, er ikke dette mulig. Vi har derfor valgt å gjøre analysene kun med utgangspunkt i varmebehov og varmeleveranse, og i stedet gjøre en egen for kjøling.

³¹ Forutsatt 15 års levetid, avkastningskrav 8%

Vedlegg IV Oppbyggingen av Energirammene

Dette vedlegget tar for seg metodikken ved utarbeidelsen av Energirammene ER-10, ER-15, ER-20, ER-R07, ER-R10 og ER-R15. Utgangspunktet for arbeidet er TEK-07 og dens oppbygging – heretter kalt ER-07. I tillegg er kursmateriale publisert på Enovas hjemmesider benyttet (Holthe, 2010) som kilde for oppvarmingsbehov beregnet for TEK-10.

IV.1.1 Eksisterende bygg

ER-E

Energirammer, eksisterende bygg (ER-E) gjelder for eksisterende bygg. Denne energirammen er utarbeidet i forbindelse med Klimakur 2020 (Xrgia, 2009). ER-E er vist i Tabell IV.1.

Tabell IV.1 Energiramme ER-E. kWh/m².

	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Romoppvarming	Teknisk utstyr	vannoppvarming	Vifter og pumper	
Barnehager	26,7	-	19,8	-	118,8	5,1	12,7	29,2	212,32
Boligblokker	14,6	-	3,6	-	67,0	15,8	25,7	8,6	135,11
Forretningsbygg	50,1	21,0	18,2	-	189,8	2,9	8,9	37,5	328,38
Hoteller	36,4	12,0	13,5	-	151,8	3,7	23,3	27,1	267,86
Idrettsbygg	19,6	-	22,4	-	140,8	2,2	46,7	21,5	253,29
Kontorbygg	19,3	9,3	9,7	-	111,1	21,0	3,9	17,0	191,13
Kulturbygg	23,7	13,4	16,1	-	127,1	2,5	10,3	24,8	217,80
Lett industri, verksteder	17,6	9,7	13,9	-	121,0	17,0	9,2	19,4	207,80
Skolebygg	21,3	-	15,7	-	103,4	10,1	9,7	24,2	184,41
Småhus	17,5	-	3,7	-	80,2	18,9	30,9	8,2	159,44
Sykehjem	40,1	-	19,4	-	174,4	15,7	25,6	40,9	315,98
Sykehus	34,0	18,1	18,2	-	215,1	27,2	21,7	39,1	373,48
Universitets- og høyskolebygg	21,2	12,7	12,2	-	135,3	23,1	4,2	22,9	231,72

IV.1.2 Nye bygg

ER-07

Energirammer, nye bygg (ER-07) er basert på TEK07, og forutsettes å gjelde for nye bygg inntil neste energiramme introduseres. Energibehov i henhold til ER-07 er vist i Tabell IV.2.

Tabell IV.2 Energiramme ER-07. kWh/m².

	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Romoppvarming	Teknisk utstyr	vannoppvarming	Vifter og pumper	
Byggtype	1	2	3	4	5	6	7	8	Sum
Barnehager	21	-	26	-	67	5	10	23	152
Boligblokker	17	-	7	-	30	23	30	10	117
Forretningsbygg	56	47	34	-	45	4	10	42	238
Hoteller	47	31	29	-	61	6	30	35	233
Idrettsbygg	21	-	40	-	48	3	50	23	185
Kontorbygg	25	24	21	-	33	34	5	22	164
Kulturbygg	23	26	26	-	65	3	10	24	177
Lett industri, verksteder	19	21	25	-	67	23	10	21	186
Skolebygg	22	-	27	-	39	13	10	25	136
Småhus	17	-	6	-	51	23	30	8	135
Sykehjem	47	-	38	-	49	23	30	48	235
Sykehus	47	50	42	-	57	47	30	54	327
Universitets- og høyskolebygg	25	30	24	-	33	34	5	27	178

ER-10

Denne energirammen bygger på TEK-10. Det er få kilder tilgjengelig som sier noe om energiforbruksrammene i TEK-10. Det er derfor tatt utgangspunkt i (Holthe, 2010), som angir samlet energiramme for romoppvarming og oppvarming av ventilasjonsluft i TEK 07, TEK 10, for lavenergibygge (LE) og passivbygg (PH) for de ulike byggtypene. Det samlede energibehovet er fordelt på romoppvarming og oppvarming av ventilasjonsluft i samme forhold som i TEK-07.

Kjølebehovet i ER-10 er likt som kjølebehovet i ER-07 (TEK 07). Det forventes en økning i kjølebehov på grunn av at man har flere varmegivende enheter. Samtidig trekker energirammer, med strengere krav til kjøling i retning av redusert kjølebehov. Vi antar at disse to aspektene veier opp hverandre og vi får samme kjølebehov som før.

Energibehovet for oppvarming av varmtvann i ER-10 er likt som i ER-07. Energirammen ER-10 er vist i Tabell IV.3.

Tabell IV.3 Energiramme ER-10. kWh/m².

	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Romoppvarming	Teknisk utstyr	vannoppvarming	Vifter og pumper	
Barnehager	21	-	23	-	58	5	10	23	140
Boligblokker	17	-	7	-	28	23	30	10	115
Forretningsbygg	56	40	30	-	28	4	10	42	210
Hoteller	47	31	25	-	52	6	30	35	220
Idrettsbygg	21	-	40	-	33	3	50	23	170
Kontorbygg	25	24	21	-	19	34	5	22	150
Kulturbygg	23	26	26	-	53	3	10	24	165
Lett industri, verksteder	19	21	20	-	61	23	10	21	175
Skolebygg	22	-	27	-	23	13	10	25	120
Småhus	17	-	6	-	46	23	30	8	130
Sykehjem	47	-	28	-	39	23	30	48	215
Sykehus	47	50	30	-	42	47	30	54	300
Universitets- og høyskolebygg	25	30	20	-	19	34	5	27	160

ER-15

Varmebehovet i lavenergihus er lagt til grunn for varmebehovet i ER-15. Varmebehovet er formålsfordelt etter samme fordeling som i ER-07 og ER-10.

Ettersom ER-15 tilsvarer forbruket i lavenergibygge, som setter høye krav til isolasjon, vil også behovet for kjøling reduseres i ER-15 i forhold til de tidligere energiramme. Energibruken til kjølebatterier er derfor redusert med 25 % i forhold til ER-10.

Energibruk til oppvarming av varmt tappevann i ER-15 er det samme som i ER-10 (og ER-07).

Energirammen er vist i Tabell IV.4.

Tabell IV.4 Energiramme ER-15. kWh/m².

Barnehager	13	-	15	-	35	5	10	17	94
Boligblokker	10	-	5	-	25	21	30	8	98
Forretningsbygg	34	30	20	-	20	4	10	32	149
Hoteller	28	23	15	-	35	5	30	26	163
Idrettsbygg	13	-	30	-	25	3	50	17	138
Kontorbygg	15	18	15	-	15	31	5	17	115
Kulturbygg	14	20	15	-	35	3	10	18	114
Lett industri, verksteder	11	16	15	-	45	21	10	16	134
Skolebygg	13	-	20	-	15	12	10	19	89
Småhus	10	-	5	-	25	21	30	6	97
Sykehjem	28	-	15	-	25	21	30	36	155
Sykehus	28	38	30	-	35	42	30	41	244
Universitets- og høyskolebygg	15	23	15	-	15	31	5	20	123

ER-20

Varmebehovet i passivhus er lagt til grunn i ER-20 og formålsfordelt med samme fordeling som tidligere.

Energibehovet til kjølebatterier er redusert med 50 % i forhold til ER-10 (og ER-07).

Energibruk til oppvarming av varmt tappevann i ER-20 er det samme som i ER-15 (og ER-10 og ER-07).

Energirammen er vist i Tabell IV.5.

Tabell IV.5 Energiramme ER-20. kWh/m².

Barnehager	4	-	10	-	20	4	10	12	60
Boligblokker	3	-	3	-	12	18	30	5	72
Forretningsbygg	11	24	10	-	10	3	10	21	89
Hoteller	9	16	5	-	15	5	30	18	97
Idrettsbygg	4	-	10	-	15	2	50	12	93
Kontorbygg	5	12	7	-	8	27	5	11	75
Kulturbygg	5	13	10	-	15	2	10	12	67
Lett industri, verksteder	4	11	10	-	15	18	10	11	78
Skolebygg	4	-	3	-	12	10	10	13	52
Småhus	3	-	3	-	12	18	30	4	71
Sykehjem	9	-	5	-	10	18	30	24	97
Sykehus	9	25	10	-	10	38	30	27	149
Universitets- og høyskolebygg	5	15	7	-	8	27	5	14	81

IV.1.3 Rehabiliterte bygg (ER-R)

ER-R brukes på bygg som rehabiliteres i årene 2007 – 2009 (og kan således også kalles ER-07). Denne energirammen ble laget til Klimakur-prosjektet og er ikke beskrevet her. Energirammen er vist i Tabell IV.6.

Tabell IV.6 Energiramme ER-R. kWh/m².

	Belysning	Kjølebatterier	Oppvarming av ventilasjonsluft	Romkjøling	Romoppvarming	Teknisk utstyr	vannoppvarming	Vifter og pumper	
Barnehager	22,4	-	22,3	-	98,1	5,0	10,7	24,6	183,05
Boligblokker	16,4	-	5,0	-	52,2	21,2	28,9	9,6	133,27
Forretningsbygg	54,5	31,4	24,5	-	131,9	3,7	9,7	40,9	296,64
Hoteller	44,4	19,6	19,7	-	115,5	5,4	28,3	33,0	265,92
Idrettsbygg	20,7	-	29,5	-	103,7	2,8	49,2	22,6	228,40
Kontorbygg	23,6	15,2	14,2	-	79,9	30,7	4,7	20,7	189,01
Kulturbygg	23,2	18,4	20,1	-	102,2	2,9	10,1	24,2	201,04
Lett industri, verksteder	18,6	14,2	18,3	-	99,4	21,5	9,8	20,6	202,50
Skolebygg	21,8	-	20,2	-	77,6	12,3	9,9	24,8	166,69
Småhus	17,1	-	4,6	-	68,5	22,0	30,2	8,1	150,51
Sykehjem	45,3	-	26,9	-	124,2	21,2	28,9	46,2	292,62
Sykehus	43,8	30,9	27,7	-	151,8	42,1	27,9	50,3	374,46
Universitets- og høyskolebygg	24,1	19,6	16,9	-	94,4	31,3	4,8	26,0	217,08

ER-R10

ER-R10 er energirammen som brukes for bygg som rehabiliteres i årene 2010 – 2014.

Energibehovet til romoppvarming og oppvarming av ventilasjonsluft er beregnet til å være gjennomsnittet av behovet i ER-E og ER-10. Vi forutsetter altså at byggene vil få lavere energibehov enn eksisterende bygg, men ikke like lavt som om det var bygget etter gjeldende energiramme. En annen måte å se det på er at halvparten av rehabiliterte bygg får nytt oppvarmingssystem, mens den andre halvparten beholder det gamle systemet. Energibehovet for kjøling er beregnet på samme måte som energibehovet for oppvarming. Energibehovet for varmtvann er det samme som i ER-07 og ER-10.

Energirammen er vist i Tabell IV.7.

Tabell IV.7 Energiramme ER-R10. kWh/m².

Barnehager	21	-	21	-	88	5	10	23	169
Boligblokker	17	-	5	-	47	23	30	10	133
Forretningsbygg	56	31	24	-	109	4	10	42	275
Hoteller	47	22	19	-	102	6	30	35	261
Idrettsbygg	21	-	31	-	87	3	50	23	215
Kontorbygg	25	17	15	-	65	34	5	22	183
Kulturbygg	23	20	21	-	90	3	10	24	191
Lett industri, verksteder	19	15	17	-	91	23	10	21	196
Skolebygg	22	-	21	-	63	13	10	25	155
Småhus	17	-	5	-	63	23	30	8	146
Sykehjem	47	-	24	-	107	23	30	48	278
Sykehus	47	34	24	-	129	47	30	54	365
Universitets- og høyskolebygg	25	21	16	-	77	34	5	27	206

ER-R15

ER-R15 er energirammen som brukes for bygg som rehabiliteres i årene 2015 – 2019.

Energibehovet til romoppvarming og oppvarming av ventilasjonsluft er beregnet til å være gjennomsnittet av behovet i ER-E og ER-15. Energibehovet for kjøling er beregnet på samme måte

som energibehovet for oppvarming. Energiforbruket for varmtvann er det samme som i ER-10 og ER-15.

Energirammen er vist i Tabell IV.8.

Tabell IV.8 Energiramme ER-R15. kWh/m².

Barnehager	13	-	17	-	77	5	10	17	139
Boligblokker	10	-	4	-	46	21	30	8	119
Forretningsbygg	34	26	19	-	105	4	10	32	228
Hoteller	28	18	14	-	93	5	30	26	215
Idrettsbygg	13	-	26	-	83	3	50	17	192
Kontorbygg	15	14	12	-	63	31	5	17	156
Kulturbygg	14	16	16	-	81	3	10	18	158
Lett industri, verksteder	11	13	14	-	83	21	10	16	168
Skolebygg	13	-	18	-	59	12	10	19	131
Småhus	10	-	4	-	53	21	30	6	124
Sykehjem	28	-	17	-	100	21	30	36	232
Sykehus	28	28	24	-	125	42	30	41	318
Universitets- og høyskolebygg	15	18	14	-	75	31	5	20	177

ER-R20

ER-R15 er energirammen som brukes for bygg som rehabiliteres etter 2020.

Energiforbruket til romoppvarming og oppvarming av ventilasjonsluft er beregnet til å være gjennomsnittet av behovet i ER-E og ER-20. Energiforbruket for kjøling er beregnet på samme måte som energibehovet for oppvarming. Energiforbruket for varmtvann er det samme som i ER-15 og ER-20.

Energirammen er vist i Tabell IV.9.

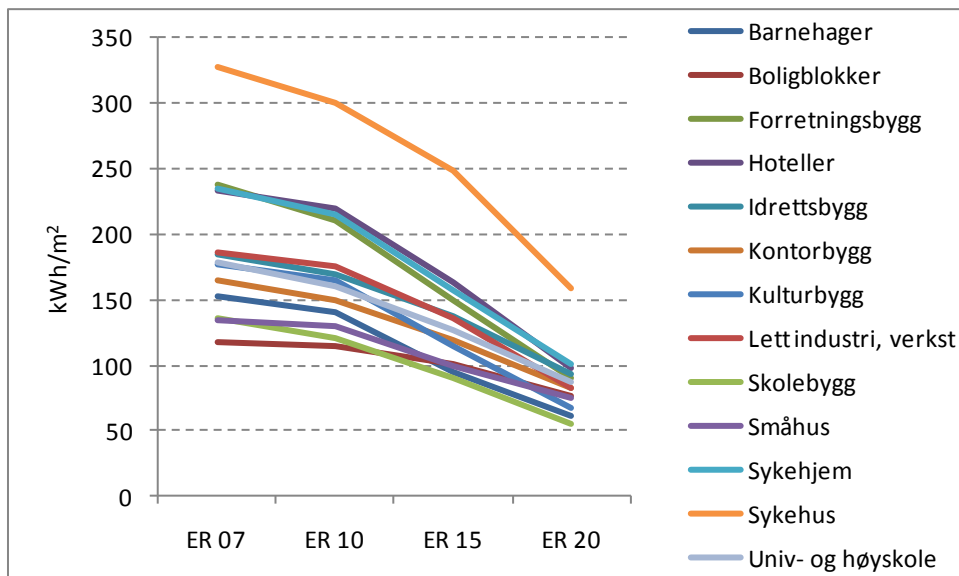
Tabell IV.9 Energiramme ER-R20. kWh/m².

Barnehager	4	-	15	-	69	4	10	12	114
Boligblokker	3	-	3	-	39	18	30	5	100
Forretningsbygg	11	22	14	-	100	3	10	21	182
Hoteller	9	14	9	-	83	5	30	18	168
Idrettsbygg	4	-	16	-	78	2	50	12	162
Kontorbygg	5	11	8	-	60	27	5	11	127
Kulturbygg	5	13	13	-	71	2	10	12	126
Lett industri, verksteder	4	10	12	-	68	18	10	11	133
Skolebygg	4	-	9	-	58	10	10	13	104
Småhus	3	-	3	-	46	18	30	4	105
Sykehjem	9	-	12	-	92	18	30	24	186
Sykehus	9	22	14	-	113	38	30	27	252
Universitets- og høyskolebygg	5	14	10	-	72	27	5	14	146

IV.1.4 Resulterende energirammer pr byggtipe

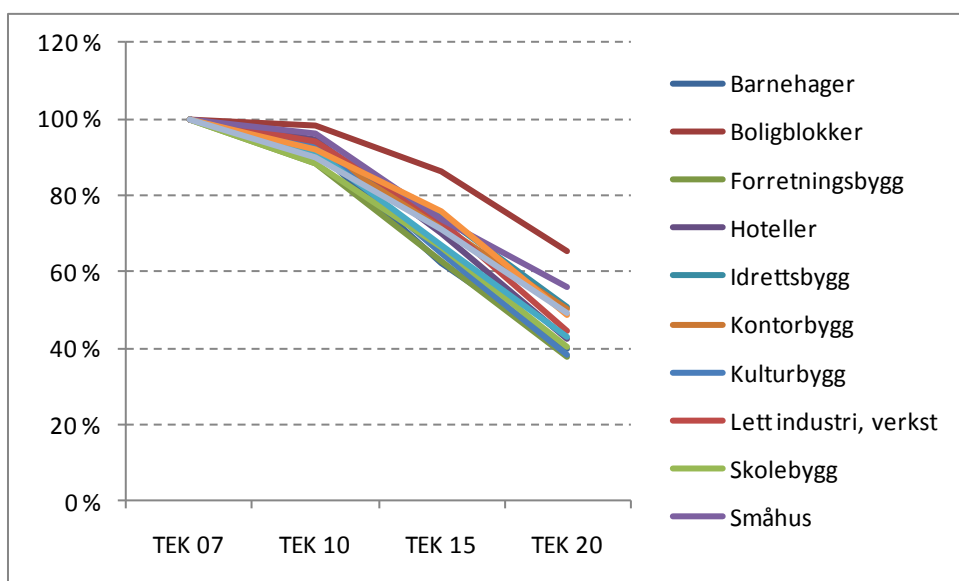
IV.1.4.1 Nybygg

Metodikken beskrevet i avsnittene 0 til 0 gir utviklingen i energirammer for nybygg som er gjengitt i Figur IV.1.



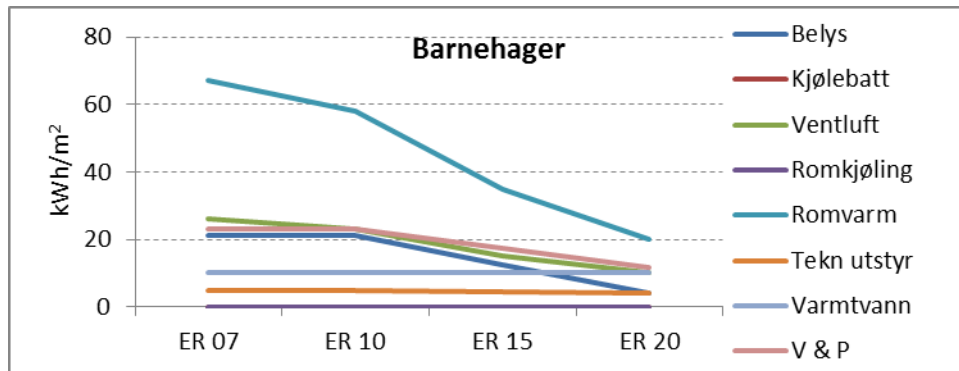
Figur IV.1 Utvikling i energirammer, nybygg

Figur IV.2 viser den samme utviklingen, i prosent av ER 07. Her ser vi at for en del byggtyper reduseres total energiramme helt ned i 40 % i forhold til ER 07. Figur IV.2 viser at byggtypen Boligblokker har lavest prosentvis reduksjon i energirammen, men Figur IV.1 viser at denne byggtypen er den som starter med lavest energiramme i ER 07.

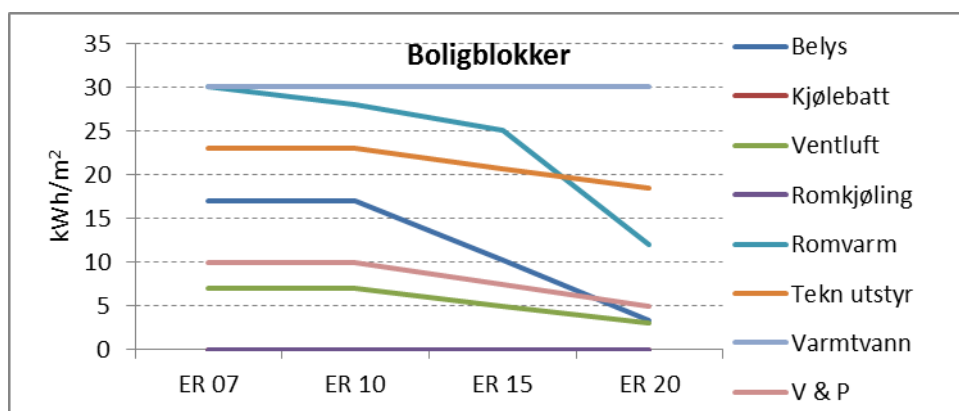


Figur IV.2 Utvikling i energirammer, prosent

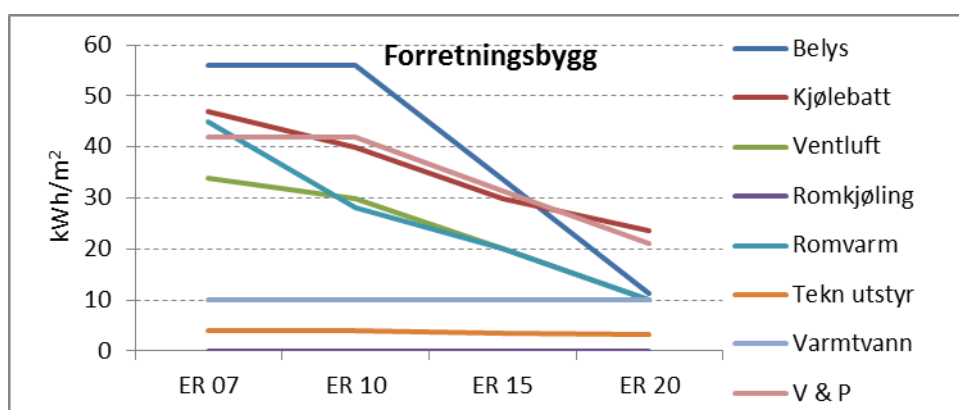
Figur IV.3 til Figur IV.15 viser utviklingen i energirammer for nybygg innenfor hver byggtyp. Energiramme for teknisk utstyr og varmtvann er holdt konstant i alle energiramme for alle byggtypene. Romkjøling er ikke i bruk i noen byggtyper på noe tidspunkt.



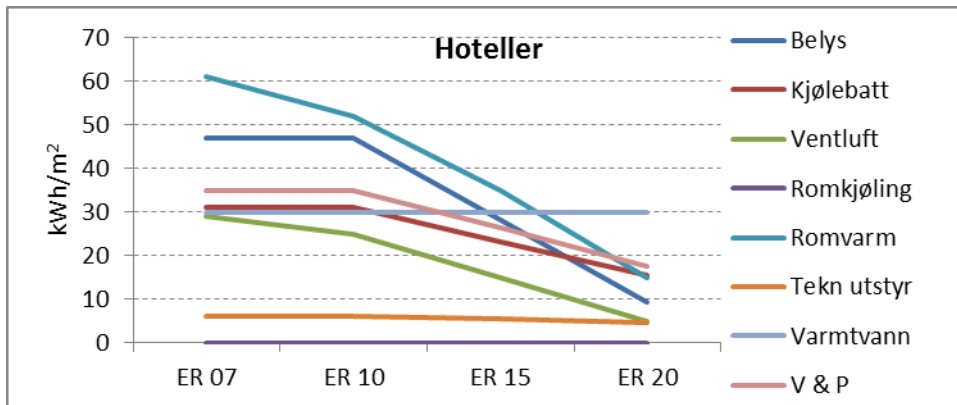
Figur IV.3 Utvikling i energirammer for barnehager



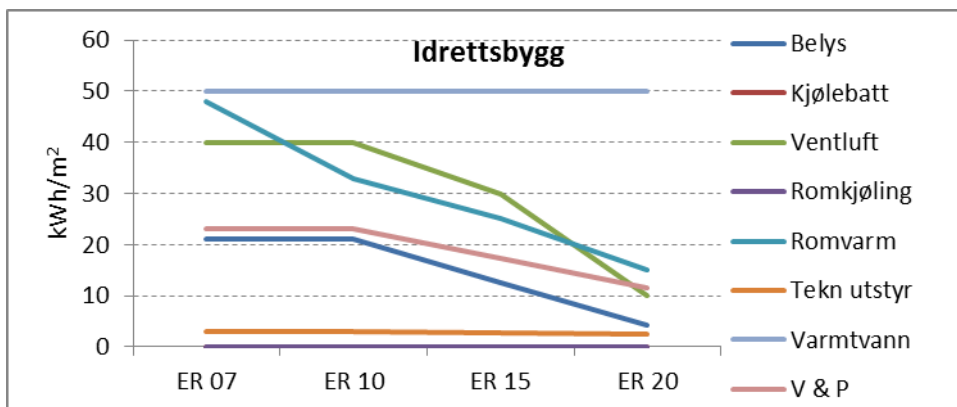
Figur IV.4 Utvikling i energirammer for boligblokker



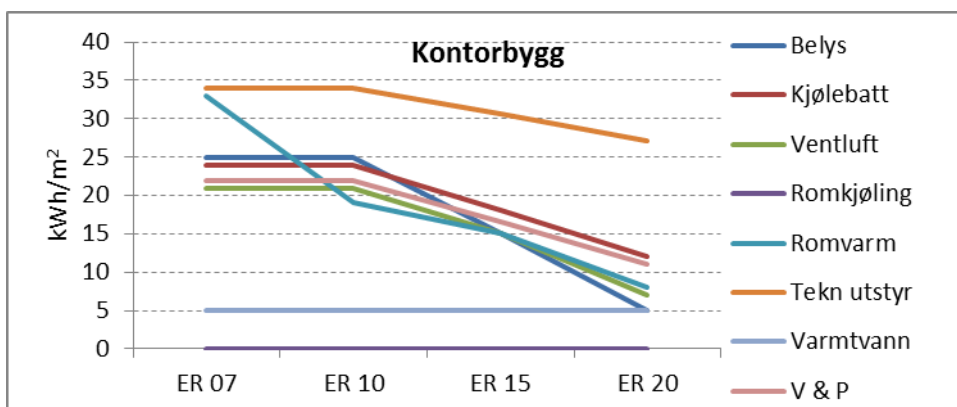
Figur IV.5 Utvikling i energirammer for forretningsbygg



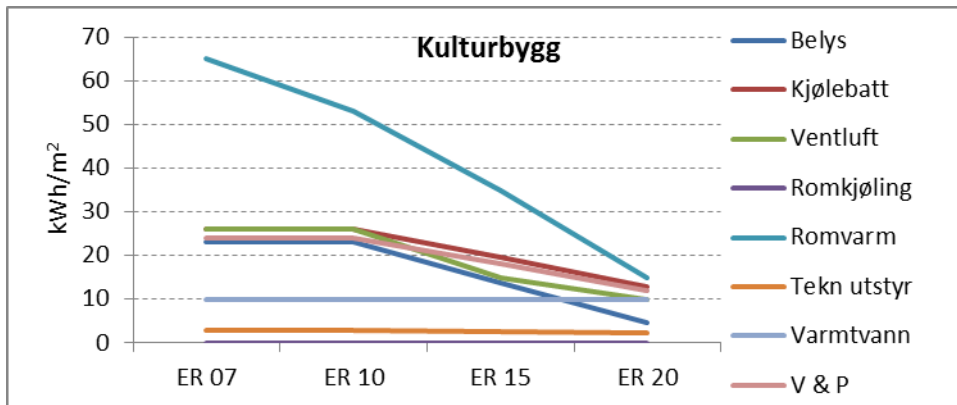
Figur IV.6 Utvikling i energirammer for hoteller



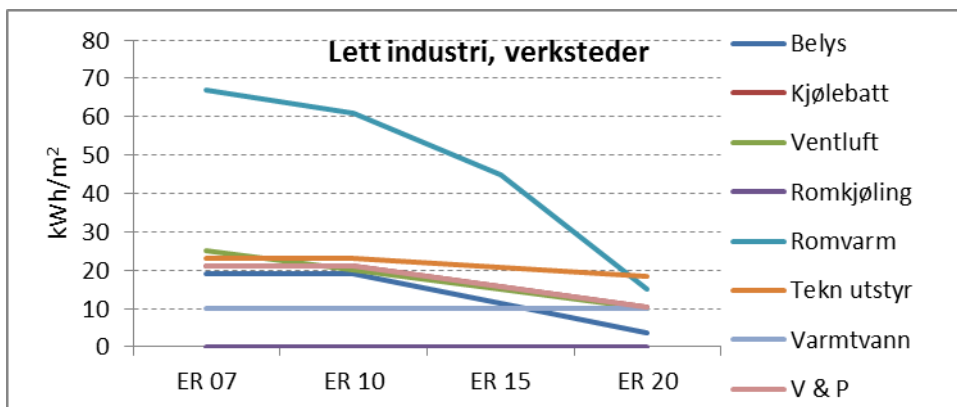
Figur IV.7 Utvikling i energirammer for idrettsbygg



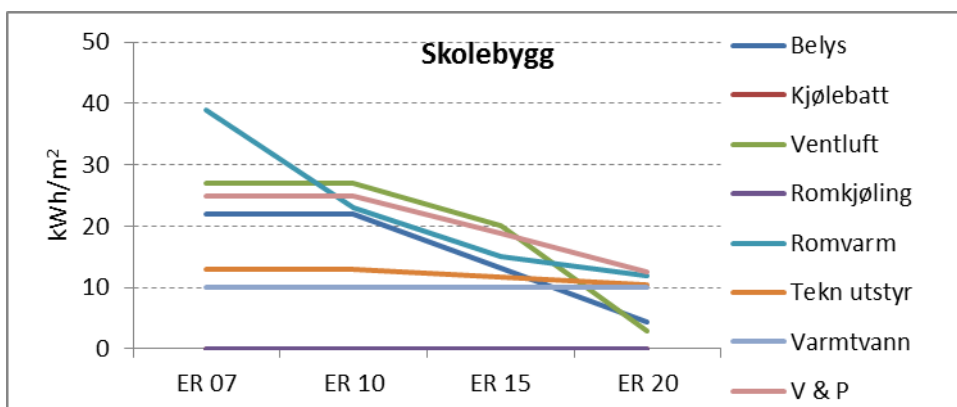
Figur IV.8 Utvikling i energirammer for kontorbygg



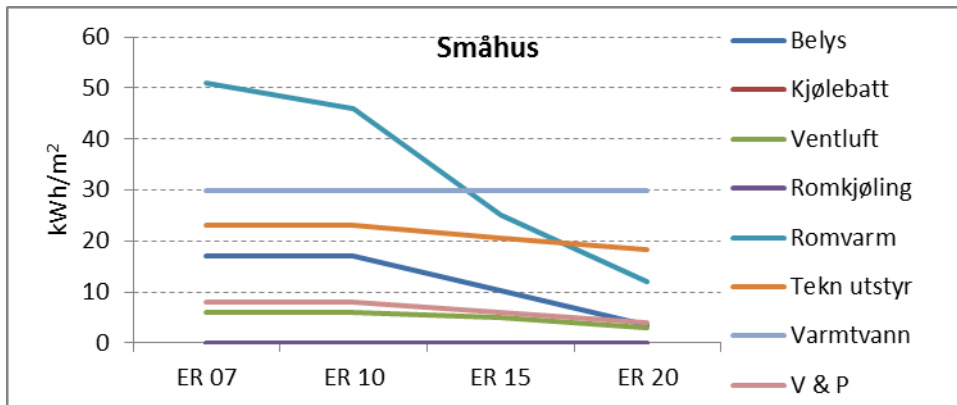
Figur IV.9 Utvikling i energigrammer for kulturbygg



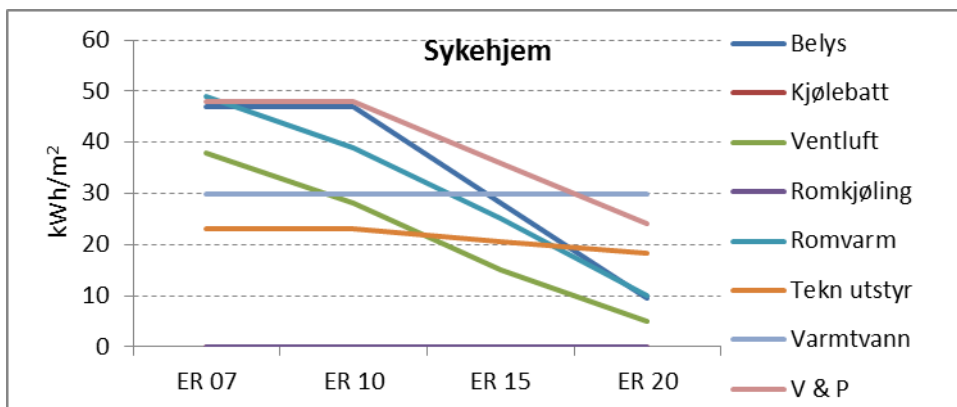
Figur IV.10 Utvikling i energigrammer for lett industri og verksteder



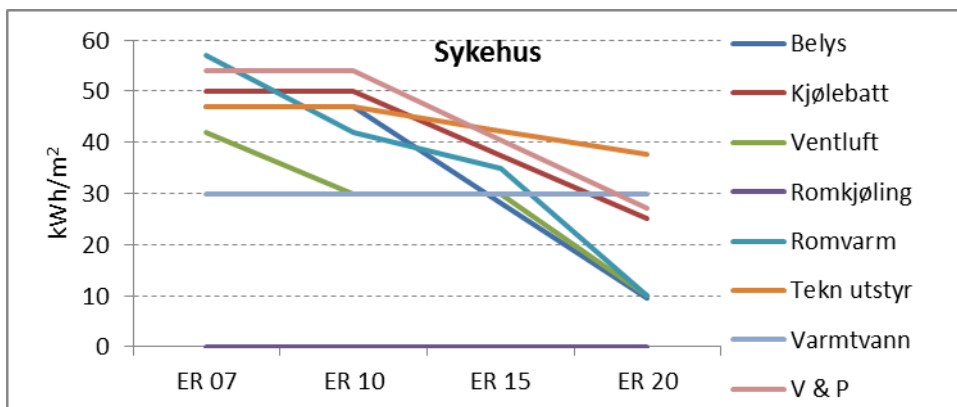
Figur IV.11 Utvikling i energigrammer for skolebygg



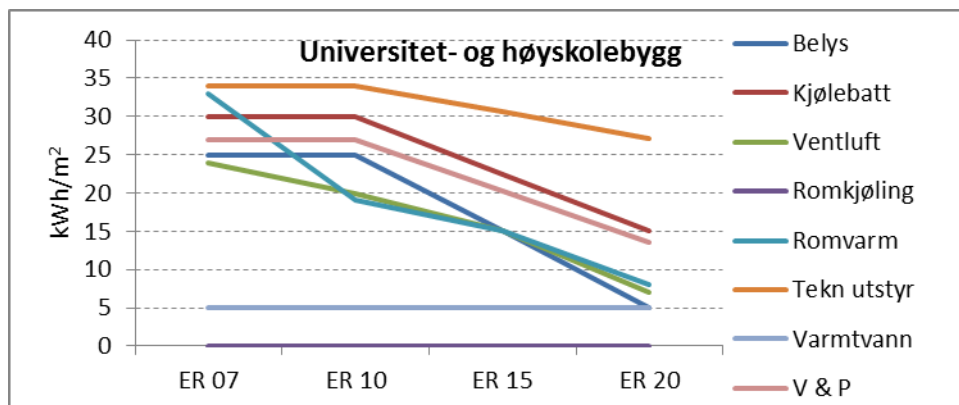
Figur IV.12 Utvikling i energigrammer for småhus



Figur IV.13 Utvikling i energigrammer for sykehjem



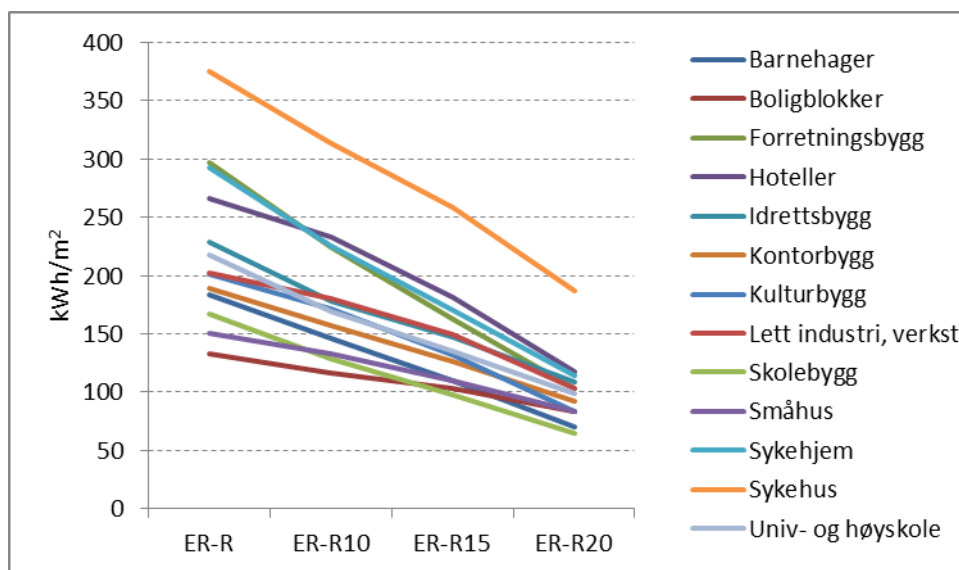
Figur IV.14 Utvikling i energigrammer for sykehus



Figur IV.15 Utvikling i energirammer for universitets- og høyskolebygg

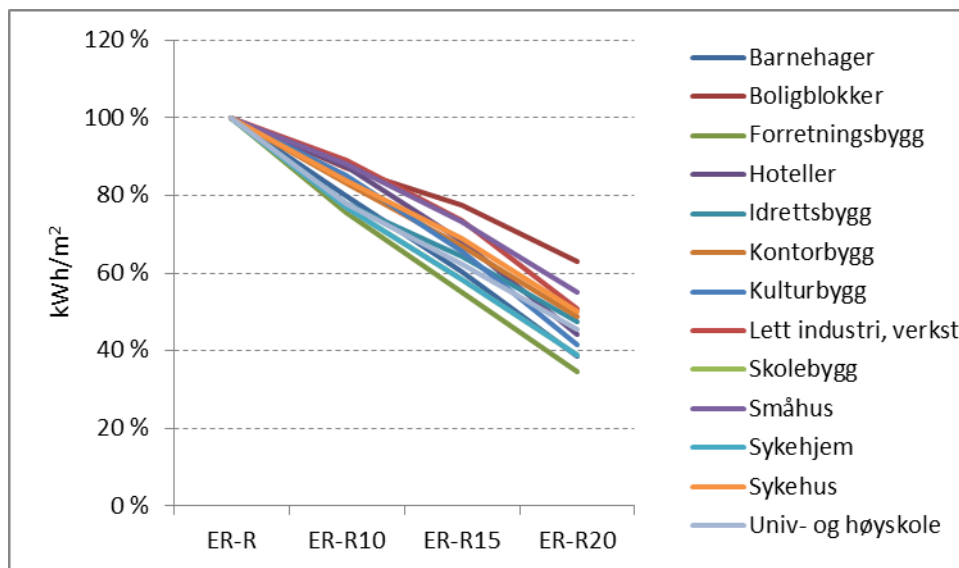
IV.1.4.2 Rehabilitering

Metodikken beskrevet i avsnittene IV.1.3 til 0 gir utviklingen i energirammer som er gjengitt i Figur IV.16. Som tidligere forklart vil ikke energirammene ved rehabilitering i et gitt år være like lave som ved nybygg.



Figur IV.16 Utviklingen i energirammer for rehabilitering av bygg

Figur IV.17 viser den samme utviklingen i prosent av energiramme for rehabilitering i 2007. Også her ser vi at boligblokkene kommer ut med minst reduksjon i energirammen, men dette er på grunn av at denne gruppen hadde lavest energiramme i utgangspunktet, se Figur IV.16.



Figur IV.17 Utviklingen i energirammer for rehabilitering av bygg, prosent.

Vedlegg V Tabeller og resultater

Tabell V.1 Markedspotensial for de ulike varmeløsningene i grunnlast i 2020. Tallgrunnlag for Figur 6.1 Markedspotensial for fornybar varme i ulike varmeløsninger. Aggregerte resultater grunnlast 2020.

TWh, 2020	LES-Husholdning	LES-Øvrige	Liten fjernvarme	FV-ny	FV-fortetting	Totalt
VP	8,0	4,3	-	-	1,2	13,4
Bio	2,9	0,7	4,3	-	2,4	10,3
Ikke-fornybart	10,0	0,9	0,8	-	-	11,6
Avfall	-	-	-	-	2,4	2,4
Totalt	20,8	5,9	5,0	-	6,0	37,7

Tabell V.2 Markedspotensial for de ulike varmeløsningene i grunnlast i 2030. Tallgrunnlag fra Figur 6.2 Markedspotensial for fornybar varme i ulike varmeløsninger. Aggregerte resultater grunnlast 2030.

	LES-Husholdning	LES-Øvrige	Liten fjernvarme	FV-ny	FV-fortetting	Totalt
VP	10,6	3,3	-	-	0,9	14,9
Bio	5,0	1,1	3,1	-	1,9	11,1
Ikke-fornybart	3,8	0,0	0,6	-	-	4,4
Avfall	-	-	-	-	1,9	1,9
Totalt	19,4	4,5	3,7	-	4,7	32,3