

# Analyse av konsekvenser ved oppvarming av bygninger i Norge ved vannbåren varme

**Erik Hegseth Sesseng**

Master i energi og miljø  
Oppgaven levert: Januar 2009  
Hovedveileder: Rolf Ulseth, EPT



# Oppgavetekst

Mål: Hovedmålet er å lage realistiske, mulige estimater for konsekvensene ved omleggingen til vannbåren varme

ut fra de motiver som Stortinget hadde for sine vedtak i denne sammenheng.

1. Klarlegg Stortingets tilsynelatende motiver og forventninger mht omlegging til mer vannbåren varme i Norge og hva som er gjort for å nå målsettingen.
2. Analyser og klarlegg det teknisk/økonomiske potensialet for omlegging til vannbåren varme i eksisterende bygninger og ved antatt omfang av nye bygninger frem til år 2020.
3. Analyser og estimer hvor stor andel av omleggingen som vil være fjernvarme og hvor stor andel som må antas å måtte skje ved lokale varmesentraler.
4. Analyser og klarlegg et estimat for omfanget av nødvendig økonomisk støtte til den aktuelle omlegging for å nå Stortingets forventning/målsetting.
5. Beregn konsekvensene mht redusert behov for primærenergi og CO<sub>2</sub>-utslipp pr. 2020 under forutsetning av at marginal økning/reduksjon av forbruket av elektrisitet i Norge vil være elektrisitet fra kraft fra tradisjonelle kullkraftverk(kondenskraftverk).

Oppgaven gitt: 07. august 2008

Hovedveileder: Rolf Ulseth, EPT



## Forord

Denne rapporten har blitt levert som en masteroppgave høsten 2008 ved Norges teknisk- og naturvitenskaplige universitet, fakultet for ingeniørvitenskap og teknologi, institutt for energi- og prosessteknikk.

Hovedmålet med oppgaven var å analysere potensialene for økt bruk av vannbåren varme i Norge, og hvilke konsekvenser en slik omlegging vil medføre. Hvilke løsninger som gir de beste økonomisk og miljømessige resultatene. Se på de målsetninger myndighetene har satt seg, og hvilke virkemidler som blir brukt for å nå disse.

Kartlegge det tekniske potensialet for omlegging til vannbåren varme i eksisterende og nye bygninger fram til 2020. Gjøre estimer for hvor stor andel av denne omleggingen som vil anvende fjernvarme til oppvarming, og hvor stor andel som vil være lokale varmesentraler. Studere i hvor stor grad økonomisk støtte er nødvendig, for å gjøre investeringene i vannbåren varme lønnsomme. Studere hvilke miljømessige konsekvenser en omlegging til vannbåren varme, fra elektrisk oppvarming vil ha, dersom marginalproduksjonen av elektrisitet antas å komme fra kullkraft.

Jeg vil takke min veileder Rolf Ulseth for hjelp og veiledning med oppgaven. Jeg vil også takke Malin for hjelp underveis.

Trondheim, 2008

Erik Hegseth Sesseng

## Sammendrag

I Norge er elektrisitet den mest anvendte energikilden til oppvarming av bygninger. Dette er uvanlig i andre europeiske land, hvor vannbåren varme er det dominerende oppvarmingssystemet. Hovedmålet med denne oppgaven er å analysere potensialet for en omlegging til vannbåren varme i Norge fram til 2020. Ved å studere de tekniske, miljømessige og økonomiske konsekvensene en omlegging vil medføre.

I denne rapporten ble det utført økonomiske analyser for lønnsomheten av vannbårene varmesystemer i norske bygninger. Disse analysene ble utført ved en nåverdiberegning for investeringskostnaden, vektet mot de sparte energiutgiften for et bygg. For de fleste eksisterende bygg i Norge, er installasjon av vannbårene varmesystemer ulønnsomt med dagens prisdifferanse mellom elektrisitet og alternative energikilder. For bygg med et eksisterende vannbårent varmeanlegg, der det i dag anvendes elektrisitet eller olje som energikilde, vil fjernvarme være et økonomisk lønnsomt alternativ. Lokale varmesentraler, basert på biobrensel vil også gi reduserte energikostnader for de fleste bygg med vannbåren varme allerede installert.

For miljøet vil økt bruk av vannbåren varme resultere i store reduksjoner av klimagasser, dersom marginalproduksjonen av elektrisitet antas å komme fra importert kullkraft. Ved erstatning av elektrisk oppvarming vil reduksjonen av klimagasser være 1052,11 Tonn CO<sub>2</sub>/GWh for fjernvarme og 1335 Tonn CO<sub>2</sub>/GWh for biobrensel. Dersom klimagassutslippene betraktet som en kostnad ved produksjonen, vil dette føre til bedre investering vilkår for investeringer i vannbåren varme.

De nye kravene til byggestanderen i Norge vil redusere oppvarmingsbehovet i nybygg, og pålegge nye bygninger å bruke minst 40 % alternative energikilder til oppvarming. Dette vil øke markedet for vannbåren varme, men redusere lønnsomheten i investeringer.

Det er estimert et potensielt vannbårent varme marked på 18 TWh innen 2020. Der etterspørselen hovedsakelig vil bli dekt av lokale varmesentraler.

For å øke bruken av vannbåren varme kan myndighetene ta i bruk to alternativer. De kan enten øke avgiftene på elektrisitet, eller øke støtten til investeringer i vannbåren varme.

## Innholdsfortegnelse

|  |    |
|--|----|
| 1. Innledning.....                                     | 1  |
| 2. Nasjonale målsettinger for vannbåren varme.....     | 3  |
| 3. Statlige Støtteordninger.....                       | 4  |
| 3.1 Bolig, Bygg og Anlegg.....                         | 6  |
| 3.2 Program for lokale energisentraler.....            | 7  |
| 3.3 Program for fjernvarme infrastruktur.....          | 8  |
| 3.4 Husbanken.....                                     | 9  |
| 4. Den norske bygningsmassen.....                      | 11 |
| 4.1 Private byggeiere.....                             | 12 |
| 4.2 Offentlige byggeiere.....                          | 12 |
| 4.3 Bosetningsmønsteret i Norge.....                   | 13 |
| 4.4 Energibruken i norske bygninger.....               | 14 |
| 5. Lovverket og Tekniske Forskrifter.....              | 17 |
| 6. Vannbårent varmesystem.....                         | 17 |
| 6.1 Vannbåren varme.....                               | 20 |
| 6.2 Tekniske løsninger.....                            | 20 |
| 6.3 Effektbehov.....                                   | 21 |
| 6.4 Energibehov.....                                   | 22 |
| 6.5 Kostnader for installasjon av vannbåren varme..... | 23 |
| 6.6 Energikilder for vannbåren oppvarming.....         | 26 |
| 6.7 Fjernvarme i Norge.....                            | 29 |
| 6.8 Lokale varmesentraler.....                         | 34 |
| 7. Priser og Avgifter.....                             | 37 |
| 7.1 Pris.....  | 37 |
| 7.2 Pris Elektrisitet.....                             | 37 |
| 7.3 Pris Fjernvarme.....                               | 38 |
| 7.4 Pris Biobrensel.....                               | 39 |
| 7.5 Avgifter.....                                      | 39 |
| 8. Metode.....   | 40 |
| 8.1 Økonomisk analyse.....                             | 40 |
| 8.2 Miljø analyse.....                                 | 42 |
| 8.3 Estimerer for framtidig fjernvarme.....            | 43 |
| 9. Resultat.....                                       | 45 |
| 9.1 Økonomisk resultat.....                            | 45 |
| 9.2 Miljø resultater.....                              | 49 |
| 9.3 Estimerer for fjernvarmeutbygging.....             | 51 |
| 10. Diskusjon.....                                     | 52 |
| 10.1 De økonomisk resultatene.....                     | 52 |
| 10.2 Miljøanalyse.....                                 | 53 |
| 10.3 Framtiden for vannbåren varme i Norge.....        | 54 |
| 11. Konklusjon.....                                    | 56 |
| Kilder.....  | 57 |

## Tabell og figurliste

|  |    |
|--|----|
| Figur 1: Årlig import/eksport av elektrisitet til og fra Norge.....  | 4  |
| Tabell 1: Andel boliger i tettbygd område, etter bygningstype og fylke.....  | 14 |
| Tabell 2: Gjennomsnittlig energiforbruk i kWh tilført energi per husholdning.....  | 15 |
| Tabell 3: Gjennomsnittlig spesifikt energiforbruk i kWh tilført energi per m <sup>2</sup><br>boligareal per husholdning..... | 15 |
| Figur 2: Energiforbruk i norske bygninger 2006, TWh.....   | 16 |
| Tabell 4: Energibruk i norske bygninger 1998 og 2002 i TWh.....  | 16 |
| Figur 3: Energiforbruket til oppvarming i 2002, fordelt på brenselstype.....   | 17 |
| Tabell 5: Nye rammekrav for samlet energibehov i bygninger.....  | 18 |
| Tabell 6: Temperatur relaterte normtall for ulike klimasoner I Norge.....  | 23 |
| Tabell 7: Investeringskostnader for ulike typer varmedistribusjonsanlegg.....  | 25 |
| Tabell 8: Tekniske og økonomiske hovedtall for fjernvarme 2000-2007.....   | 31 |
| Tabell 9: Forbruk av ulike brensel i fjernvarmeproduksjon 2000-2007 i GWh.....   | 32 |
| Tabell 10: Fjernvarmebalanse 2003-2007 i GWh.....  | 32 |
| Figur 4: Gjenvinning av avfall fordelt på metode, 1995-2007.....   | 33 |
| Figur 5: Kommuner der etablering av fjernvarme er lønnsomt.....  | 34 |
| Figur 6: Kommuner hvor etablering av lokale varmesentraler er lønnsomt.....  | 36 |
| Tabell 11: Kraftpris og nettleie for husholdninger, kvartalsvis og årlig. Øre/kWh.....                                       | 38 |
| Tabell 12: Løpende priser i Øre/kWh på elektrisitet i ulike land.<br>Alle avgifter inkludert.....                            | 38 |
| Tabell 13: utslipp i CO <sub>2</sub> ekvivalenter for energibærere.....  | 42 |
| Figur 7: Forbruk av fjernvarme 1991-2007 fordelt på sektor.....  | 44 |
| Figur 8: Fjernvarmeproduksjon fra 1998 til 2007.....   | 44 |
| Figur 9: Den årlige prosentvise økningen i fjernvarmeproduksjonen i Norge.....   | 45 |
| Figur 10: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme<br>r=7% n=20 år.....                              | 46 |
| Figur 11: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme<br>r=5% n=20 år.....                              | 47 |
| Figur 12: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme<br>r=7% n=15 år.....                              | 48 |
| Figur 13: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme<br>r=5% n=20 år.....                              | 49 |
| Tabell 14: Utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon. Elektrisitet satt til<br>vannkraft.....                               | 50 |
| Tabell 15: Utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon. Elektrisitet satt til El-Mix..  | 50 |
| Tabell 16: Utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon. Elektrisitet satt til<br>Kullkraft.....                               | 50 |
| Tabell 17: Differansen mellom kullkraft og fjernvarme/biobrensel i GWh.....  | 51 |
| Figur 14: Differansen i utslipp mellom kullkraft og fjernvarme i GWh.....  | 51 |
| Figur 15: Årlig økning i fjernvarmeproduksjon fram til 2020 for ulike alternativer....                                       | 52 |



# 1. Innledning

I Norge har vi lenge hatt et overskudd av billig elektrisitet. I de seneste år har Norge hatt et underskudd av elektrisitet, og må importere store mengder fra utlandet. Historisk sett har Norge lenge hatt et overskudd av billig elektrisitet. I nyere tid har situasjonen blitt snudd på hodet, og landet sliter nå, i likhet med resten av verden, med et underskudd av elektrisitet. Dette fører til at vi må importere store mengder fra utlandet [1]. Det er derfor et behov for å finne nye energikilder for å dekke det stigende energibehovet her i Norge og resten av verden. Med tanke på den kommende klimakrisene er det også et behov for å finne alternative energikilder. For vannbåren varme er biobrensel en miljøvennlig alternativ energikilde.

Norge skiller seg ut fra de fleste europeiske land, når det gjelder bruk av vannbåren varme. Norge har en høy andel elektrisk oppvarming av boliger og næringsbygg, noe som er uvanlig ellers i Europa og Skandinavia [2]. Grunnen er den rimelige elektrisiteten produsert i vannkraftverkene rundt om i landet. Elektrisitet egner seg godt til oppvarming, og har 100 % virkningsgrad [3]. De lave investeringskostnadene av elektrisk oppvarmingssystemer i forhold til vannbårne varmesystemer, er en annen viktig faktor [4]. I Norge vil det være kostbart å etablere flere parallelle systemer for ledningsbåren energi, dvs. kraft, gass, fjernvarme og fjernkjøling som man kan se i andre nordiske land og Europa [4]. Den spredte bebyggelse gjør det også mer kostbart å distribuere ikke rørbunden energi som petroleumsprodukter, biobrensler, og naturgass. Når elektrisitet først har fått et solid fotfeste i oppvarmingen kan det ta lang tid, være mer kostbart, og kreve kraftigere virkemidler for vesentlig å endre sammensetningen i energiforsyningen til oppvarming. Dessuten vil konkurranseforholdet naturlig nok som nevnt være avhengig av hvilke forsyningslinjer og infrastruktur som allerede er etablert i et område.

Bygningssektoren står for en stor andel av Norges samlede energiforbruk [5]. Der den største andel av energien er til oppvarming i bygninger [5]. De fleste bygningene i Norge har elektrisitet som primærkilde for oppvarming [5]. Det er derfor et økende behov for å finne alternative energikilder, og energieffektive løsninger. Ved å ta i bruk vannbåren varme i bygninger, får man en høy grad energifleksibilitet, og muligheten til å ta i bruk alternative energikilder som biobrensel, fjernvarme og varmepumper.

Det er en politisk målsetting at det skal skje en effektivisering og omlegging av energiproduksjon og energibruk i Norge [6]. Målet er økt effektivisering og diversifisering både i forbruket og elektrisitets- og varmeproduksjonen, noe som blant annet innebærer redusert bruk av direkte elektrisk oppvarming og konvertering fra fossile til fornybare energibærere. Enova SF ble etablert i 2001 for å bidra til å styrke arbeidet med en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge, ved å gi statlig støtte til prosjekter, som reduserer bruken av elektrisk energi til oppvarming, og øker bruken av fornybare energiresurser [7].

I kapitel 2 vil de nasjonale målsetningene for vannbåren varme bli presentert. Hva er hovedmålene til de norske myndighetene for økt bruk av vannbåren varme. Hvilke virkemidler er bruk for å nå disse målsetningene. Dette vil bli gjennomgått i kapitel 3, ved å beskrive myndighetenes viktigste virkemidler og støtteprogrammer.

For å få et bedre innblikk i den norske bruken av vannbåren varme, er det nødvendig å studere bygningsmassen i landet. Hvor stor andel av byggene har vannbåren varme, og hvilke energikilder blir brukt for vannbåren varme. I kapitel 4 vil nøkkeltallene for bygningene i Norge bli presentert, og det samlede energiforbruket i bygningssektoren undersøkt. Hvilke norske lover og forskrifter som gjelder for energibruk i bygninger, og for bruken av vannbåren varme. En gjennomgang av det aktuelle lovverket vil bli gjort i kapitel 5.

Kapitel 6 er en studie av de generelle faktaene om vannbåren varme, og hvilke systemløsninger som finnes på markedet. Hvilke energikilder som brukes i produksjon av vannbåren varme, og fordelene og ulempene med disse energikildene. En nærmere studie av fjernvarme vil bli utført i underkapitel 6.7, og for lokale varmesentraler i kapitel 6.8.

Kapitel 7 tar for seg de ulike prisene og avgiftene på forskjellige energikilder. Disse prisene vil bli brukt i analysene senere i oppgaven.

Kapitel 8 er metodene og formlene brukt for analysen av konsekvensene ved omlegging til vannbåren varme. Funnene ved analysene vil bli presentert i kapitel 9. En diskusjon og konklusjon av resultatene blir utført i kapitel 10 og 11.

## 2. Nasjonale målsettinger for vannbåren varme

Anslått miljøpotensial for den norske bygg- og eiendomssektoren [7]:

- reduksjon av energibruk: 5 TWh i løpet av 10 år og 6-8 TWh i løpet av 20 år (ca 10% av sektorens energibruk)
- konvertering fra olje/elektrisitet til lokal fornybar energi: 4-6 TWh i løpet av 10 år og 8-10 TWh i løpet av 20 år (ca 12% av sektorens energibruk)
- arealeffektivisering: gjennomsnittstall for nybygg bolig: fra 49 m<sup>2</sup>/person til 39 m<sup>2</sup>/person i løpet av 10 år, kontorbygg: ca 35 m<sup>2</sup>/ansatt til 20 m<sup>2</sup>/ansatt i løpet av 10 år

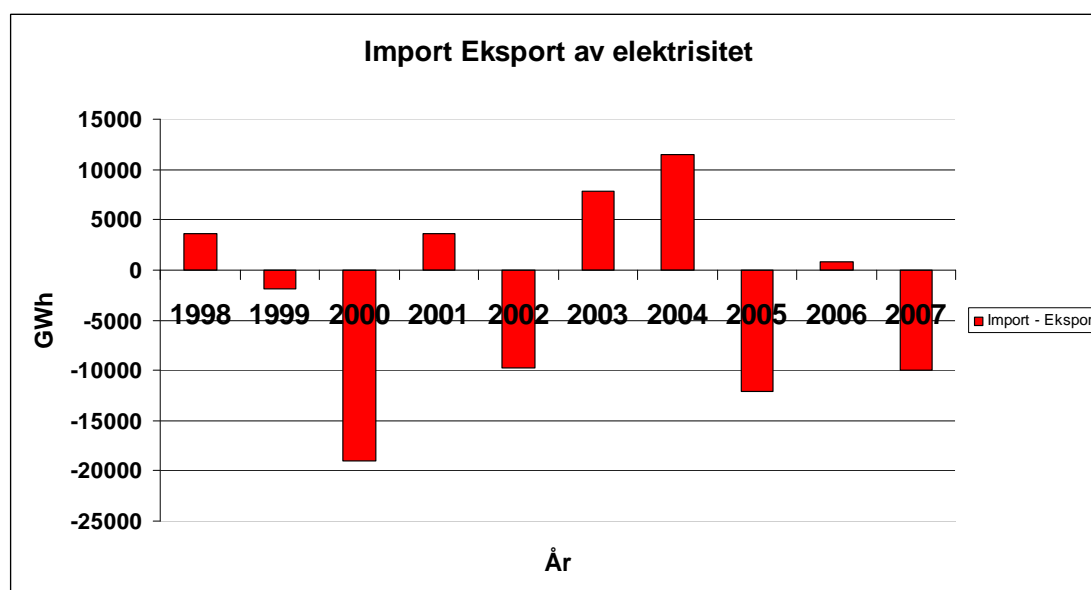
Norske myndigheter har utarbeidet en rekke strategier og vedtekter for å øke bruken av vannbåren varme i Norge. En av de mest fremtredende vedtektene for en omlegging av energiforsyningene, til mer vannbårene varme er ”Energi og kraftbalansen mot 2020”[6]

Vannbåren varme er et sentralt virkemiddel for å nå de mål som er satt på energi- og miljøsidene. Økt bruk av vannbåren varme vil redusere elektrisitetsavhengigheten i oppvarmingen og øke bruken av miljøvennlige energikilder.

Viktige tiltak for økt bruk av vannbåren varme er gjort på lovsiden. I energiloven ble det innført en egen energiplanbestemmelse, som har ført til ny forskrift om energiutredning [8]. De nye byggetekniske forskriftene setter også krav til energifleksibilitet, og krav til energieffektivitet [8]. Kommunene har hovedansvaret for å gjennomføre iverksette tiltakene, som et ledd i Lokal agenda. Lokal Agenda 21 er en internasjonal forpliktelse til å bygge på og omsette lokalt engasjement til handling for å nå målet om bærekraftig utvikling og bedre livskvalitet [9].

Hovedmålet for myndighetene er at energiforsyningen i Norge skal være effektiv, sikker og miljømessig forsvarlig[10]. I et samfunnsmessig perspektiv, vil økt bruk av vannbåren varme gi bedre energifleksibilitet [10]. Vannbåren varme er et viktig ledd i en mer miljøvennlig omlegging av energibruken og energiproduksjonen i Norge [10]. Vannbåren varme blir hovedsakelig produsert ved biobrensel eller avfallsforbrenning i fjernvarmeanlegg [11]. Både biobrensel og avfallsforbrenning kan betraktes som

klimanøytrale energikilder. Da klimagassutslippene fra råtnende skog og avfall er de samme som ved forbrenning. Den økte bruken av vannbåren varme vil redusere bruken av elektrisitet som primærkilde for oppvarming. Norges høye andel vannkraft i elektrisitetsproduksjonen er svært utsatt for årlige svingninger i produksjonen, i de år med lite nedbør. Da blir deler av elektrisitet underskuddet dekket av importert kullkraft fra kontinentet. I figur 1 er den årlige netto importen/eksporten framstilt. De positive verdiene er import av elektrisitet fra utlandet, de negative er eksport.



Figur 1: Årlig import/eksport av elektrisitet til og fra Norge [12]

For privatpersoner og bedrifter gir elektrisk oppvarming en sikkerhet i levering, og lave installasjonskostnader. Med et mer energifleksibelt oppvarmingssystem, vil privatpersoner og bedrifter ha muligheten til og velge den energikilden med lavest kostnad. DE norske myndigheten vil derfor legger til rette støtteordninger for å stimuler til øket investeringer i vannbåren varme [10]

### 3. Statlige Støtteordninger

Et av de største hindrene for økt bruk av vannbåren varme, er den manglende bedriftsøkonomiske lønnsomheten i et kortsiktig perspektiv. De høye investeringskostnadene for installasjon av vannbåren varme er en barriere for utbyggere. De fleste vannbårne varmeanlegg har lavere driftskostnader enn et elektrisk oppvarmingssystem[13]. Dette er en av faktorene som gjør de fleste

vannbårne varmeanlegg lønnsomme over lengre tid. Dette problemet er merkbart for utleiebygg, der byggherren oftest velger en løsning som minimerer investeringskostnadene, slik at bygget kan leies ut til en lavere pris. Dermed blir leietakeren den ansvarlige for de høye driftskostnadene til det elektriske varmeanlegget i bygget. Arbeidet med en omlegging av energibruken er et langsiktig og omfattende arbeid, som innebærer å identifisere barrierer og innrette virkemidler for å oppnå markedsendringer.

For fjernvarmenettet, er det å betrakte som en kollektiv gode, på lik linje med elektrisitetsnettet. En utbygging av et fjernvarmenett, krever at mange aktører og potensielle kunder går sammen, for å gjøre investeringen lønnsom. Flere av de potensielle kundene i et konsesjonsområde for et fjernvarmeanlegg, har ikke insentiver til å ta investeringsbeslutninger for kobling til fjernvarmenettet. Da de er mest opptatt av sin privatøkonomi eller bedriftsøkonomi. Og ikke det som er til det beste for fellesskapet.

For å redusere investeringskostnadene i vannbårne varmeprosjekter, har de norske myndigheten innført en rekke virkemidler. Der det fremste virkemiddelet er Energifondet og Enova SF [13]. Enova eies av Olje- og energidepartementet, og er satt til å forvalte Energifondet. Energifondet ble opprettet for å finansiere energiforetak i oppstartsfasen, og fondet får inntekter fra et påslag på nettariffen til alminnelig forbruk tilsvarende 1 øre/kWh i 2005 [13]. Hovedmålet er å gi økonomisk støtte til omlegging av energibruken, til miljøvennlige alternative energikilder.

Statsforetaket Enova er etablert for å fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge. De har som mål at det skal bli lettere å velge enkle, energieffektive og miljøriktige løsninger.

Ved støtte av prosjekter, prioriterer Enova følgende faktorer [13]:

- Kostnadseffektive prosjekter, der det er høyt energiutbytte pr. støttekrone
- Utbygging av infrastruktur
- Samarbeidsprosjekter mellom forskjellige energibruker
- Prosjekter som har stor ringvirkningseffekt
- ENØK tiltak i bygninger og industribedrifter
- Prosjekter for leveranse av varme eller brensel
- Prosjekter fra søkere som kan vise til positive erfaringer

### 3.1 Bolig, Bygg og Anlegg

Det blir årlig bruk rundt 130 milliarder kroner på nybygg og rehabilitering av eksisterende bygninger [13]. Gjennom slike investeringene vil fremtidens energiløsninger utformes. Man kan da påvirke hvordan energibruken skal forvaltes ved å legge rammer for den, og påvirke investeringsbeslutningen i byggeprosessen slik at fremtidens bygg blir mer energieffektive og energifleksible. Enovas hovedmål er å bidra til redusert energibruk og økt bruk av fornybar energi innen bygg og anlegg [13]. Til tross for intensjonen i de tidligere byggeforskriften, om å senke energibruken i bygninger vokser den i nye bygg, boliger og anlegg. Dette gjelder spesielt bygninger oppført etter 1997. De har et større energiforbruk i forhold til eldre bygninger. Dette til tross for at disse bygningene har en teknisk kvalitet som skulle gjøre det enklere å bruke mindre energi[14]. Mangel på kunnskap og fokus er medvirkende årsaker til at mange ender opp med høyere energibruk enn nødvendig.

Enova ønsker å skape varige markedsendringer med større grad av miljøvennlig energieffektivitet innenfor området bolig, bygg og anlegg. Enova har derfor et program for økonomisk støtte til prosjekter i eksisterende og nye næringsbygg og boliger. Støttenivået ligger normalt mellom 0,2 og 0,5 kr/kWh redusert/produsert energi årlig[13]. Summen av redusert energibruk og bruk/produksjon av fornybar energi utgjør energimålet som avgjør søknadens konkurransedyktighet.

Programmet er delt inn i tre del program[13]:

1. Prosjekter med energimål over 2 GWh/år
2. Prosjekter med energimål mellom 0,5 og 2 GWh/år
3. Forbildeprosjekter med minimum 50 prosent resultat i forhold til dagens praksis

Støtten skal være utløsende for nye prosjekter og gis ikke til prosjekter som allerede er igangsatt. Det kan søkes om støtte til prosjekter for både nye bygg og rehabilitering av eksisterende bygg. Enova oppfordrer til å tenke stort, det vil si høyt energimål og lang prosjektvarighet. Porteføljer som tar for seg energieffektivisering av mange bygg, anlegg og utelys i ett og samme prosjekt gir en sterkere søknad.

Prosjekter med høyt energiutbytte i forhold til nødvendig økonomisk støtte vil bli prioritert. Enova kan gi støtte opp til et nivå hvor prosjektet gir en normal avkastning i bransjen. Støttebeløpet vil normalt ikke overstige 30 prosent av investeringen. Den store søknadsmengden gjør at prosjektene konkurrerer mot hverandre, og kun de mest lønnsomme prosjektene får støtte.

### **3.2 Program for lokale energisentraler**

Gjennom Program for lokale energisentraler gir Enova støtte til aktører som ønsker konvertering til, eller etablering av, ny varmeproduksjon basert på fornybare energikilder [13]. Aktører fra energi-, skog- og byggsektoren er aktuelle søkere.

Programmets hensikt er å fremme lokale energisentraler, og øke antallet installasjoner av lokale energisentraler basert på fornybare energikilder som fast biobrensel, termisk solvarme eller varmepumpe.

Programmet er ment for aktører som ønsker å konvertere eller etablere lokale energisentraler for flerbolighus, næringsbygg, offentlige bygg, idrettsanlegg og industribygg, samt mindre sammenslutninger av slike. Varmeproduksjonen skal basere seg på fornybare energikilder.

Investeringer i varmesentraler og distribusjonsanlegg mellom ulike bygg og anlegg gis også støttes. Dette omfatter nødvendig utstyr og anlegg for energitilførsel og -distribusjon, spisslast, reserve, askehåndtering, røkgassanlegg, overføringsrør, regulering, drift og nødvendige bygg- og anleggsarbeider.

Program for lokale energisentraler er en investeringsstøtteordning med en forenklet søknadsevaluering. Støttebehovet skal dokumenteres gjennom en investeringsanalyse, som er basert på delvis forhåndsdefinerte verdier, herunder økonomisk levetid, kalkulasjonsrente og alternativ energipris.

Analysen skal vise prosjektets økonomi med og uten støtte fra Enova. Støtten begrenses oppad til en reell avkastning på 8 % (før skatt), og/eller et fornybart energiutbytte per støttekrone på minimum 2 kWh/støttekrone [13].

### 3.3 Program for fjernvarme infrastruktur

For å muliggjøre økt tilbud av fjernvarme fra fornybare energikilder, er en langsiktig oppbygging av infrastruktur for fjernvarme nødvendig. Enovas program yter kompensasjon til aktører som vil bygge ut infrastruktur for fjernvarme. Infrastruktur for fjernkjøling i tilknytning til fjernvarme kan også motta kompensasjon under programmet. Programmet gir ikke støtte til energiproduksjon [13].

Program for fjernvarme infrastruktur skal fremme utbygging av kapasitet for økt levering av fjernvarme til sluttbrukere. Dette innebærer at programmet skal [13]:

- Kompensere for manglende lønnsomhet, det vil si utløse infrastrukturprosjekter som ikke er lønnsomme i utgangspunktet
- Kompensere for usikker utvikling i varmeetterspørselen

Infrastruktur for fjernvarme omfatter overførings- og distribusjonsanlegg frem til målepunkt for uttak av fjernvarme og -kjøling, inklusive eventuelle varmevekslere, stikkledninger og kundesentraler. Programmet er rettet mot aktører som ønsker å utvikle sin forretningsvirksomhet innen infrastruktur for fjernvarme. Kun registrerte foretak kan delta i programmet.

Anlegg som omfattes [14]:

- Har en definert utstrekning og leveringsområde
- Har minimum 30 års økonomisk levetid
- Har fjernvarmekonsesjon, der dette er påkrevd eller forutsatt av utbygger
- Er basert på realistiske økonomiske forutsetninger
- Infrastruktur for fjernkjøling i tilknytning til fjernvarme
- Er basert på, eller kan fremlegge en plan om fremtidig utnyttelse av, fornybare energikilder

Tjenesteforpliktelse [13]:

- Anlegget skal levere energi til eksterne kunder
- Anlegget forplikter seg til å tilby tilknytning av sluttbrukere i angitt leveringsområde i minimum 5 år etter ferdigstillelse, såfremt det etterspørres grunnlast



- Anlegget forplikter seg ovenfor kundene å dekke det totale varmebehovet over hele året (leveringskvalitet)

Programmet gjennomføres som en anbudsordning for kjøp av tjenester av allmenn økonomisk interesse. Dette innebærer at ordningen utlyses som konkurranse med forhandling, der tilbydere vil bli valgt og kompensasjonene fastsatt på grunnlag av konkurranse. Økonomisk mest fordelaktige tilbud i henhold til rangeringskriteriene under vil bli valgt.

Enova gir støtte ut fra følgende rangeringskriterier, i prioritert rekkefølge [13]:

- Høy leveringskapasitet per krone (kompensasjon)
- Høyt fremtidig vekstpotensial utover angitt leveringsområde
- Lav samlet fjernvarmekostnad levert sluttbruker

Med leveringskapasitet menes anleggets kapasitet for levering av fjernvarme og -kjøling til sluttbruker i henhold til angitt utstrekning og leveringsområde, dvs. anleggets tekniske leveringskapasitet (GWh/år) basert på effekt og brukstid. Ved beregning av fjernvarmekostnad levert sluttbruker, skal kostnaden på varme levert inn til nettet omfattet av tilbudet (varmeproduksjon og eksisterende overføringsnett), medregnes.

### **3.4 Husbanken**

Regjeringens visjon for boligpolitikken er at alle skal kunne bo trygt og godt. Husbanken er statens sentrale organ for gjennomføring av politikken [15].

Siden opprettelsen i 1946 har Husbanken gradvis endret seg fra en boligbank til en velferdsetat. Denne endringen gjenspeiler seg i de hovedmål som gjelder for bankens virksomhet. Husbanken skal være et kompetansesenter for boligpolitikk, og både de økonomiske virkemidlene og den kunnskap Husbanken formidler til sine brukere og samarbeidspartnere skal bidra til at målene for boligpolitikken og Husbankens arbeid nås.

Fra 2005 er Husbankens oppførings- og utbedringslån samlet i ett grunnlån. En betydelig andel av Husbankens totale utlånsramme på 13,5 mrd. kr. i 2005 vil gis i form av grunnlån [15]. Grunnlånet skal bidra til å fremme viktige boligkvaliteter som miljø og universell utforming i ny og eksisterende bebyggelse. Lånet kan benyttes til finansiering av nye boliger, utbedring av boliger, ombygging av bygninger til boliger. Lånet skal bidra til å oppnå boligpolitiske målsettinger som ellers ikke vil bli oppnådd. Som grunnlag for finansiering må prosjektene ha god, helhetlig kvalitet og ivareta kriterier for universell utforming og miljø.

Husbanken forvalter tilskudd til kompetanseutvikling, som i 2005 utgjør 56,7 mill kr [15]. Tilskuddsordningen skal bl.a. brukes til å støtte prosjekter som stimulerer miljøutvikling i bolig- og byggesektoren. Husbanken samarbeider med kommunene og aktører i bolig- og byggesektoren for å nå miljømålene. Husbanken legger vekt på å støtte prosjekter som har stor overføringsverdi og som på sikt kan bidra til å oppfylle nasjonale miljømål. Forsøks- og pilotprosjekter med ekstra høyt ambisjonsnivå har muligheter for tilskudd i tillegg til lån på inntil 90 % av kostnadene [15].

Husbanken er en viktig institusjon i arbeidet med å omsette nasjonale miljømål til erkjennelse, engasjement og praksis. Husbanken skal bidra til bærekraftig bolig og bygningsmiljø ved bruk av sin regionale struktur og gjennom samarbeid, kunnskapsformidling og økonomiske virkemidler rettet mot kommuner, bransjen og sluttbrukere. Ved siden av å tilby finansiering av boliger spiller Husbanken en viktig rolle som kompetansesenter innenfor boligplanlegging, bomiljø og boligkvalitet. Lånsøkere kan få råd og informasjon om lønnsomme miljøtiltak, tilgjengelighet og andre forhold som kan bidra til å heve kvaliteten på prosjektet uten at kostnadene behøver å øke. Husbanken kommer ofte inn i en tidlig fase av planleggingsprosessen for nye boligområder. I denne fasen legges viktige føringer for kvaliteter i prosjektet, og Husbankens tilbud om informasjon og veiledning kan derfor ha betydelig positiv påvirkning på kvaliteten i prosjektet.

Husbanken skal være en drivkraft og en innovativ veiviser for å realisere nasjonale miljømål. Redusert energibruk i boligmassen er et av de prioriterte satsingsområdene.

Husbankens mål er at antall boliger med halvert energibehov utgjør 50 % av all nybygging i 2010 [16] . Husbanken har som ambisjon på sikt å utvikle konkrete miljømålsettinger innenfor flere av satsingsområdene.

Husbanken har som oppgave å [16]:

- Ha økt fokus på kommunenes rolle, praksis og muligheter i miljøarbeidet
- Støtte aktører, prosesser og prosjekter som har et stort potensial for å gi økt etterspørsel etter og produksjon av miljøvennlige boliger og boligområder
- Bidra til igangsetting og etterprøving av forbildeprosjekter som har stor overføringsverdi
- Inngå samarbeid med ambisiøse aktører som innfører konkrete operative miljømål i sin virksomhet
- Bidra til utvikling, formidling og implementering av miljøkunnskap, miljøverktøy, samarbeidsformer, miljøstrategier og handlingsplaner og rapporteringsverktøy/ indikatorer i tråd med nasjonale føringer.

## 4. Den norske bygningsmassen

Den Norske bygningsmassen består av millioner av ulike bygninger spredt over hele landet. For å kunne gjøre beregninger for framtidig bruk av vannbåren varme, må den norske bygningsmassen studeres.

Nøkkeltall for den norske bygningsmassen [17]:

- I Norge er det pr januar 2008 3.8 millioner bygninger. Av disse er 1.44 millioner (tisarer 38 %) boligbygninger.
- Det er per januar 2008 nærmere 2,3 millioner boliger i Norge, herav 1,2 millioner eneboliger. I 2001 var det 2,3 bosatte per bolig. Nesten åtte av ti husholdninger eier sin bolig.
- Det er nesten 418 000 hytter og bygninger som benyttes til fritidsboliger i Norge.

- Nesten 1,2 millioner bygninger, eller 30 prosent av bygningene, er garasjer, uthus, anneks og lignende knyttet til boliger og fritidsboliger
- Av om lag 754 000 næringsbygninger er 68 prosent klassifisert som fiskeri- og landbruksbygninger.

I følge Enovas byggstatistikk utgjør oppvarming om lag 63 % av samlet energibruk i næringsbygg, og 51 % av samlet energibruk i boliger [14].

For 2007 ble det total bruksarealet 10 049 000 m<sup>2</sup> for nybygg i Norge [17]. For 2006 var bruksarealet på nybygg 9 050 000 m<sup>2</sup> [17]. De foreløpige tallene for 2008 viser en nedgang i bruksarealet for nybygg, i forhold til 2007 [17].

#### **4.1 Private byggeiere**

Private byggeiere mest er opptatt av byggeprosjektets verdi i markedet. Slik at de enten får solgt bygget eller leid det ut til en god pris. En annen viktig faktor er byggets investeringskostnad. Samtidig må byggeierne formelt følge det regelverk og de forskriftskrav som gjelder for byggeprosjekter. For private byggeiere som leier ut sine bygg har ikke byggets energibruk og driftskostnad vært et viktig faktor ved valg av oppvarmingssystem. Dette er kostnader som leietaker betaler. Så lenge energi har vært billig har leietakere heller ikke vært spesielt opptatt av dette. For både utleier og leietaker er hovedfokuset på leiepris per m<sup>2</sup>. I dagens utleiemarked, vil energi kunne bli et viktig fokusområde også for private byggeiere.

Ved økt bevissthet rundt energieffektivitet hos leietakere vil utleiere måtte tilpasse seg en økt etterspørsel etter bygg som bruker mindre energi. De private byggeiere er viktige beslutningstakere. Det er de som initierer, finansierer og setter i gang byggeprosjekter, og er derfor en viktig gruppe å nå for Enova.

#### **4.2 Offentlige byggeiere**

De offentlige byggeiere forvalter store bygningsmasser. De er betydelige aktører innenfor nybygging og store rehabiliteringsprosjekter. De offentlige byggeiere bygger primært for eget behov. Derfor har den offentlige byggsektoren, i større grad enn den private, tradisjon for å innføre tiltak for redusert energibruk i bygninger.

Dette kan være fordi det i offentlig virksomhet skal tas hensyn til forhold som regnes som samfunnsmessig viktige, og dette er overført til byggsektoren. De har også hatt tilgang til teknisk kompetanse i egen stab. Anbudsprinsippet i offentlig sektor kan ha vært en sperre for innkjøp av energieffektive løsninger [14].

### **4.3 Bosetningsmønsteret i Norge**

Norge skiller seg ut fra de fleste andre land i Europa, når det kommer til bosetningsforhold. Norge er mindre tettbebygd, og kun en lav andel av befolkningen bor i blokker. Norges bosetningsmønster endrer det økonomiske potensialet for fjernvarme sammenlignet med Sverige og Danmark. Rørbasert distribusjon av varmt vann, som fjernvarme, og utnyttes best ved konsentrert bosetting [18].

Norge mangler de store boligbyggeprogrammene, som ble utført i svenske byer på 1960-tallet. Der det i kommunal regi ble gjennomført store utbygginger av varmesystemer basert på fjernvarme [18].

Det norske bosetningsmønsteret er beskrevet i tabell 1. Der den prosentvis fordelingen av boliger i tettbygde strøk, for hvert fylke, er beskrevet. Tabellen viser forskjeller på de ulike fylkenes bosetningsmønster, og andelen av de ulike boligkategoriene i tettbygde områder. De fleste av landets blokker og rekkehus befinner seg i tettbygde strøk. Eneboliger er den dominerende boligtypen utenfor de tettbygde områdene.

|                  | Antall boliger i alt | Bygningstype   |          |              |                                    |            |                          |                     |
|------------------|----------------------|----------------|----------|--------------|------------------------------------|------------|--------------------------|---------------------|
|                  |                      | I alt          | Enebolig | Tomannsbolig | Rekkehus, kjedehus og andre småhus | Boligblokk | Bygning for bofellesskap | Andre bygningstyper |
|                  |                      | <i>Prosent</i> |          |              |                                    |            |                          |                     |
| Hele landet      | 2 274 362            | 78,0           | 62,8     | 86,7         | 97                                 | 99         | 91,5                     | 87,6                |
| Østfold          | 122 513              | 84,1           | 74,5     | 92,7         | 97,8                               | 99,4       | 97,6                     | 89,1                |
| Akershus         | 218 577              | 88,2           | 79,2     | 93,9         | 98,3                               | 98,8       | 95,4                     | 92,1                |
| Oslo             | 300 026              | 99,8           | 98,3     | 99,7         | 99,8                               | 100,0      | 100,0                    | 99,7                |
| Hedmark          | 96 051               | 53,7           | 41,3     | 73,5         | 93,3                               | 97,8       | 71,2                     | 76,5                |
| Oppland          | 91 971               | 54,4           | 44,1     | 67,6         | 91,5                               | 98,7       | 80,9                     | 79,3                |
| Buskerud         | 119 302              | 77,8           | 66,4     | 88           | 96,9                               | 98,8       | 96,1                     | 90,2                |
| Vestfold         | 103 720              | 84,7           | 76,9     | 90,7         | 97,6                               | 96,9       | 99,5                     | 94,4                |
| Telemark         | 81 652               | 74,3           | 64,3     | 87,5         | 95,8                               | 98,7       | 96                       | 88,1                |
| Aust-Agder       | 50 069               | 67,9           | 62,1     | 79,1         | 94,8                               | 95,9       | 73                       | 85                  |
| Vest-Agder       | 75 623               | 78,6           | 66,4     | 92,8         | 97,4                               | 99,3       | 91,8                     | 90,5                |
| Rogaland         | 182 898              | 84,5           | 76,9     | 93,8         | 98,1                               | 97         | 96,7                     | 93                  |
| Hordaland        | 220 083              | 79,5           | 62,7     | 85,8         | 97,7                               | 99,1       | 94,3                     | 86                  |
| Sogn og Fjordane | 52 751               | 54,3           | 45       | 67,8         | 92,9                               | 92,1       | 89,5                     | 67,4                |
| Møre og Romsdal  | 118 738              | 68,5           | 56,9     | 75,4         | 95                                 | 98,8       | 89,2                     | 89,9                |
| Sør-Trøndelag    | 142 556              | 77,9           | 58       | 80,6         | 97,2                               | 99,1       | 93,8                     | 85,7                |
| Nord-Trøndelag   | 61 014               | 56,6           | 46,8     | 55,3         | 94,3                               | 95,2       | 93,3                     | 78,7                |
| Nordland         | 118 785              | 65,5           | 52,6     | 87,5         | 95,4                               | 97,8       | 80,1                     | 84,8                |
| Troms            | 79 444               | 64,7           | 50,2     | 87,3         | 94,2                               | 93,9       | 93,8                     | 81                  |
| Finnmark         | 37 392               | 71,4           | 62,6     | 86,9         | 92,2                               | 88,8       | 80,1                     | 76,1                |

Tabell 1: Andel boliger i tettbygd område, etter bygningstype og fylke [17]

Det gjennomsnittlig boligareal i Norge har gradvis steget over tid. Mens boligarealet var 101 m<sup>2</sup> i gjennomsnitt i 1981, var det oppe i 119 m<sup>2</sup> i 2006 [19]. Den gjennomsnittlig husholdningsstørrelse har imidlertid gått nedover, fra 2,7 personer per husholdning i 1980 til 2,3 i 2006 [19]. Økt areal medfører større oppvarmingsbehov og mer energibruk per husholdning, mens færre personer gir mindre behov for andre bruksområder i husholdningene, som vasking og matlaging osv.

#### 4.4 Energibruken i norske bygninger

I følge Enovas byggstatistikk [14] utgjør oppvarming om lag 63 % av samlet energibruk i næringsbygg, og 51 % av samlet energibruk i boliger.

Tabell 2 viser den totale energimengen brukt i en gjennomsnittlig norsk husholdning fra 1993 til 2006. Det totale energiforbruket er blitt redusert. Bruken av elektrisitet er også redusert, samt at bruken av biobrensel har økt.

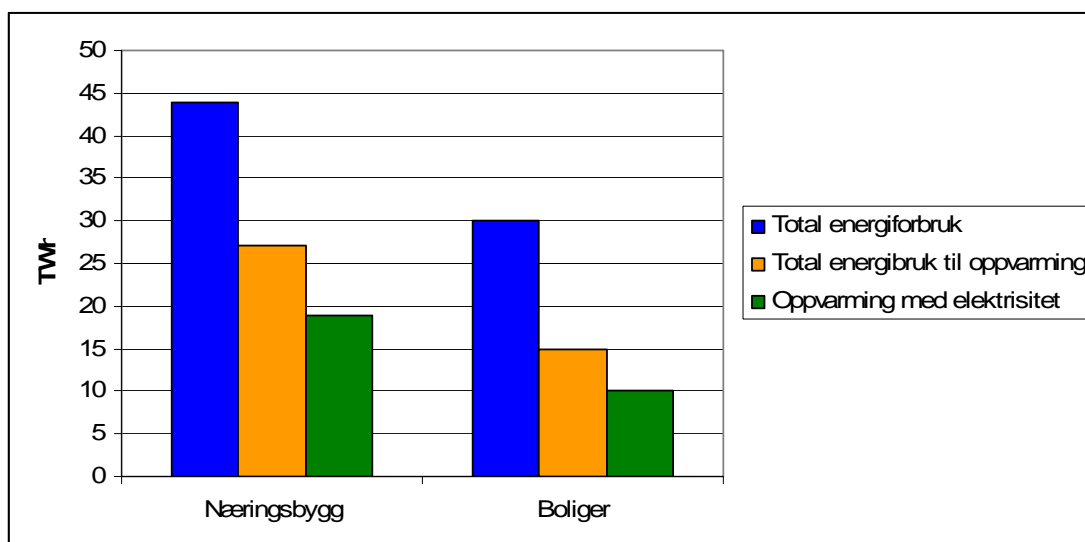
|      | <b>Total energi</b> | <b>Elektrisitet</b> | <b>Olje/ parafin</b> | <b>Ved, kull og koks</b> |
|------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------------|
| 1993 | 22 706              | 18 064              | 1 761                | 2 872                    |
| 1994 | 23 525              | 18 436              | 1 718                | 3 274                    |
| 1995 | 23 633              | 18 537              | 1 908                | 3 105                    |
| 2001 | 22 399              | 17 779              | 1 217                | 3 331                    |
| 2004 | 21 143              | 15 991              | 1 562                | 3 504                    |
| 2005 | 21 318              | 15 987              | 1 564                | 3 695                    |
| 2006 | 21 644              | 16 240              | 1 411                | 3 853                    |

Tabell 2: Gjennomsnittlig energiforbruk i kWh tilført energi per husholdning [20]

Det gjennomsnittlig spesifikt energiforbruk i kWh tilført energi per m<sup>2</sup> for husholdninger, er beskrevet i tabell 3. Fra 1993 til 2006 er energiforbruket redusert fra 207 kWh/ m<sup>2</sup> til 190 kWh/ m<sup>2</sup> [SSbHUS]. Forbruket av elektrisitet og olje er redusert i husholdningene siden 1993. Husholdningenes forbruk av ved, kull og koks har økt de seneste årene.

|      | <b>Total energi</b> | <b>Elektrisitet</b> | <b>Olje og parafin</b> | <b>Ved, kull og koks</b> |
|------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|
| 1993 | 207                 | 167                 | 15                     | 25                       |
| 1994 | 212                 | 169                 | 15                     | 27                       |
| 1995 | 211                 | 169                 | 15                     | 26                       |
| 2001 | 203                 | 164                 | 11                     | 28                       |
| 2004 | 186                 | 145                 | 13                     | 27                       |
| 2005 | 187                 | 145                 | 13                     | 28                       |
| 2006 | 190                 | 147                 | 12                     | 30                       |

Tabell 3: Gjennomsnittlig spesifikt energiforbruk i kWh tilført energi per m<sup>2</sup> boligareal per husholdning [20]



Figur 2: Energiforbruk i norske bygninger 2006, TWh[21]

Figur 1 viser Enovas estimater for den totale energiforbruket i norske bygninger, fordelt på energibruk til oppvarming, og oppvarming med elektrisitet. Det blir anslått et forbruk på 19 TWh elektrisitet til oppvarming i boliger[21]. I næringsbygg anslås det et forbruk av 10 TWh elektrisitet til oppvarming[21].

Tabell 4 er kommunal og regionaldepartementets anslag for energibruken i boliger og næringsbygg i 1998 og 2002. Den elektriske oppvarmingen av både boliger og næringsbygg er satt til 33 TWh for 2002 kr [22]. Det totale oppvarmingsbehovet, der alle oppvarmingskilder er medregnet, er satt til 47,5 TWh [22].

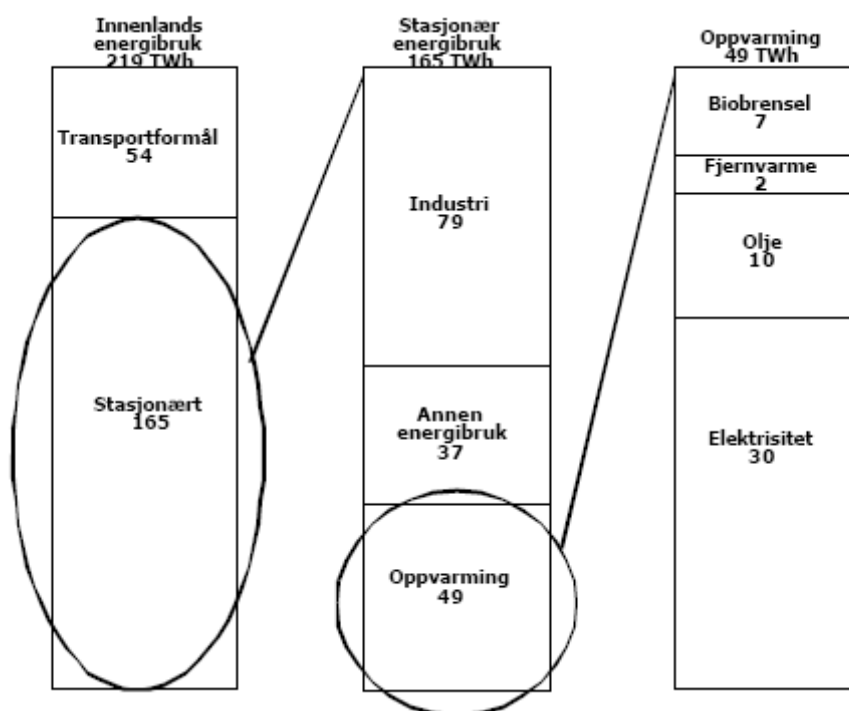
|        | Total energibruk |      | Herav total energibruk til oppvarming |      | Herav oppvarming med elektrisitet |      |
|--------|------------------|------|---------------------------------------|------|-----------------------------------|------|
|        | 1998             | 2002 | 1998                                  | 2002 | 1998                              | 2002 |
| Bolig  | 44               | 47   | 27                                    | 29.5 | 19                                | 20.5 |
| Næring | 32               | 35   | 18                                    | 18   | 13                                | 12.5 |
| Total  | 76               | 82   | 45                                    | 47.5 | 32                                | 33   |

Tabell 4: Energibruk i norske bygninger 1998 og 2002 i TWh [22]

Tjenesteytende sektor omfatter både offentlig og privat tjenesteyting. Totalt brukte tjenesteytende sektor 26,5 TWh i 2006, hvorav elektrisitet utgjorde 21,6 TWh. Det har vært en betydelig økning i stasjonær energibruk i tjenesteytende sektor fra 1976 til 2002, men med noe utflating de siste årene, til tross for sterk økonomisk vekst. Figur 15 viser at det særlig er elektrisitetsforbruket som har økt, men også det har flatet ut de siste årene. Fjernvarme har økt, men utgjør likevel en beskjeden andel av energibruken i tjenesteytende sektor. Bruk av olje har avtatt vesentlig siden 1976.



Figur 3 er en fremstilling av energiforbruket i Norge[23]. Den første søylen viser det totale innenlandske energibruken, og var i 2002 på 219 TWh, dette er medregnet energibruk til transportformål. Søyle 2 er den stasjonære energibruken på 165 TWh, der oppvarmingsandelen er på 49 TWh. Søyle 3 er de ulike energikildene bruk til oppvarming, der elektrisitet utgjør 30 TWh av den totale forbruket på 49 TWh.



Figur 3: Energiforbruket til oppvarming i 2002, fordelt på brenselstype [1]

## 5. Lovverket og Tekniske Forskrifter

### Plan og bygningsloven § 66 a:

*”Etter at konsesjon etter lov om produksjon, omforming, overføring og fordeling av energi m.m. (energiloven) er gitt, kan det ved vedtekt bestemmes at bygninger som oppføres innenfor konsesjonsområdet, må tilknyttes fjernvarmeanlegget”*

Med hjemmel i plan- og bygningsloven kan det stilles krav om tilkoblingsplikt ved bygging av fjernvarmeanlegg. Kommunen kan vedta at bygninger som oppføres innenfor konsesjonsområdet, må tilknyttes fjernvarmeanlegget. Vedtaket er betinget av at det først er søkt og tildelt konsesjon for utbyggingen i henhold til energiloven. Det er også viktig å presisere at kravet gjelder tilkobling, men man kan ikke pålegge noen å bruke fjernvarmen.

Varmeplan og energiplan bør utarbeides i samarbeid med de kommunale bygningsmyndighetene for samkjøring med reguleringsplanen. Der hvor kommunal energiplan er utarbeidet, bør energibruken i byggverk så langt det er praktisk og økonomisk mulig tilrettelegges slik at energiplanens målsetting kan oppnås. Dagens energikrav for bygninger er bestemt ut fra teknisk forskrift. De nye forskriftene som kom i 2007, og setter strengere krav til bygningers energibruk. Bedre isolering og mer energieffektive løsninger er noen av de tiltakene myndighetene vil pålegge nye bygg. Disse tiltakene vil redusere den årlige energibruken. Forbedret teknologi og nye innovasjoner, gir stadig flere energieffektive løsninger tilgjengelig på det norske markedet. Samt mer informasjon, holdningsendringer blant befolkningen og kompetanseoppbygging i byggebransjen, bidrar til en realisering av mulighetene for energieffektivisering. De tekniske forskriftene for bygninger er også i kontinuerlig endring. Nye forskrifter vil mest sannsynlig være på plass innen 2020, der enda strengere krav settes til energibruken i bygninger.

De nye tekniske forskriftene setter strenger krav til energibruken i bygninger. De nye energikravene i tekniske forskrifter til plan- og bygningsloven (TEK 07), skal redusere samlet energibehov i nye bygninger med cirka 25 %. De nye rammekravene for maksimalt energibruk i bygninger er definert i tabell 5.

| <b>Bygningskategori</b>   | <b>Rammekrav kWh/m<sup>2</sup> oppvarmet BRA år</b> |
|---------------------------|---|
| Småhus                    | 125 + 1600/oppvarmet BRA                            |
| Boligblokk                | 120   |
| Barnehager                | 150   |
| Kontorbygg                | 165   |
| Skolebygg                 | 135   |
| Universitet/høyskole      | 180   |
| Sykehus                   | 325   |
| Sykehjem                  | 235   |
| Hoteller                  | 240   |
| Idrettsbygg               | 185   |
| Forretningsbygg           | 235   |
| Kulturbygg                | 180   |
| Lett industri, verksteder | 185   |

Tabell 5: Nye rammekrav for samlet energibehov i bygninger [24]

Praktiseringen av TEK 07 antas å lede til at de fleste nye bygg vil få vannbåren varmedistribusjon. Alle eksisterende bygg som tilknyttes fjernvarmeanlegget forutsettes allerede å ha et vannbårent energisystem, vil i praksis fremtidige alternativer til fjernvarme også være basert på vannbåren varmedistribusjon. Direktevirkende eloppvarming i bygninger vil derfor bli sterk redusert.

#### *§ 8-22 Energiforsyning*

*”Bygning skal prosjekteres og utføres slik at en vesentlig del av varmebehovet kan dekkes av annen energiforsyning enn elektrisitet og/eller fossile brensler hos sluttbruker. Kravet til energiforsyning i første ledd gjelder ikke for bygning med et særlig lavt varmebehov eller dersom det fører til merkostnader over byggets livsløp”. Boliger som etter annet ledd unntas krav om energiforsyning etter første ledd, skal ha skorstein og lukket ildsted for bruk av biobrensel. Dette gjelder likevel ikke boliger under 50 m<sup>2</sup> BRA. For fritidsboliger under 150 m<sup>2</sup> BRA gjelder ikke § 8-22”. [24]*

Dette betyr at den norske bygningsmassen vil få strengere energikrav i fremtiden. De strenge kravene til bedre isolasjon og lavere U-verdier, vil føre til et redusert oppvarmingsbehov i bygningene. Dette vil igjen føre til at investeringskostnadene for installasjon av vannbåren varme, vil ha en lengre inntjeningstid. Det vil bli mindre lønnsomt å ta i bruk alternative oppvarmingskilder for bygningene.

§ 8-22 Energiforsyning, gir fritak for bygninger med lavt varmebehov.

Minst 40 % av netto varmebehov skal kunne dekkes av annen energiforsyning enn elektrisitet og/eller fossile brensel. Typiske løsninger for å tilfredsstille kravet kan være solfanger, nær- og fjernvarme, varmepumpe, pelletkamin, vedovn, bio-kjel eller biogass. Denne energiforsyningen må kunne tas i bruk når bygningen er ferdigstilt, og den må kunne brukes kontinuerlig gjennom bygningens levetid. Plikten bortfaller dersom bygningens netto energibehov er lavere enn 17 000 kWh/år, eller dersom kravet fører til merkostnader over bygningens livsløp. I slike tilfeller skal boliger over 50 m<sup>2</sup> likevel ha skorstein og lukket ildsted for bruk av biobrensel, for eksempel vedovn eller pelletkamin. For småhus prosjektert og utført etter energitiltaksmetoden, betyr dette at kravet om 40 % alternativ energi faller bort når oppvarmet bruksareal er mindre enn 200 m<sup>2</sup> [24].

## 6. Vannbårent varmesystem

I dette kapitlet vil de generelle begrepene for vannbåren varme bli beskrevet. De tekniske løsningene for vannbårne varmesystemer. Nødvendig dimensjonering av vannbårne varmeanlegg. Ulike tallmaterialer for fjernvarmepotensialet vil bli presentert i kapitell 6.7. I kapitel 6.8 vil estimater for potensialet av økt bruk av lokale varmesentraler fra ulike kilder bli lagt fram.

### 6.1 Vannbåren varme

Vannbåren varme er en fellesbetegnelse på sentralvarmesystemer der oppvarmet vann distribueres gjennom boligen, enten gjennom radiatorer eller gjennom varmerør i gulvet. Et vannbårent varmesystem har i hensikt å konvertere energi fra brensel til et varmemedium (vann), som deretter kan brukes til å varme opp bygget. Vannet blir distribuert i bygget via et distribusjonssystem, som regel et radiatorsystem eller gulvvarme. Det vannbårne varmesystemet fungerer ved at en varmegenerator varmer opp vannet. Vannet blir så transportert, til de delene av bygget som skal oppvarmes, via distribusjonsnett. Fra distribusjonsnett overføres varmemediet til varmeavgivere, der varmen blir avgitt til rommet via varmoverføringer mellom varmeavgiveren og luften i rommet [3]. Det nedkjølte varmemedium blir så transportert tilbake til varmegeneratoren, for å bli oppvarmet igjen.

Vannbårne oppvarmingsanlegg muliggjør bruk av fornybare og lite miljøbelastende energikilder, eksempelvis varmepumper, fjernvarme, solenergi og bioenergi

For en gjennomsnittlig husholdning utgjør boligoppvarmingen og varmt tappevann ca 70 % av de totale energikostnadene. Resten går til elektriske apparater og lys. Alle som er avhengige av en energikilde, er sårbare for prisøkninger eller andre faktorer. Har du derimot mulighet til å velge mellom energikilder, kan du velge den til enhver tid rimeligste energikilden.

Den aller gunstigste måten å varme opp et bygg på er med vannbåren gulvvarme. På grunn av en bedre temperaturfordeling i rommet, kan du holde en lavere gjennomsnittlig romtemperatur (2-3 grader). Dette kan gi deg en ytterligere innsparing på ca 10 % av dine oppvarmingskostnader.

Gulv som varmes opp med varmt vann har lav overflatetemperatur. Vannet som sirkulerer i gulvrørene, holder ikke mer enn 20-40 grader, og gulvets overflate er bare noen grader varmere enn romtemperaturen. Dette sikrer optimal varmekomfort. Det betyr også at plagene med støv som blir brent og virvles opp, som fra elektriske panelovner, nærmest er eliminert.

## **6.2 Tekniske løsninger**

Det finnes forskjellige tekniske løsninger for utformingen av et vannbårent varmesystem. De to vanligste varmeavgiverne for et vannbårent varmesystem er radiatorer eller gulvvarme.

### **Radiatorer**

I en systemløsning med radiatorer, blir radiatorer brukt som varmeavgivere, i det vannbårne varmesystemet. Ved rehabiliteringer er en systemløsning med radiatorer, et billigere og et mer gjennomførbar alternativ. Bygninger med lavt varmebehov, gir et radiatoranlegg muligheten til individuell temperaturregulering i hvert rom. Ved slik individuell regulering, kan man koble ut ulike deler av varmeanlegget, og kun varme opp ønskede deler av bygget [3]. Radiatorene blir vanligvis plasser under vinduer og langs vegger. Rørene blir ofte plassert langs vegger og fasaden på bygget, og vertikale stigerør fra varmesentralen. Dette er for å optimalisere oppvarmingen, og for å redusere lengde på rørlengden, for å redusere investeringskostnadene og varmetap.

Radiatorer er den eldste og fremdeles den mest utbredte systemløsningen i norske bygninger med vannbåren varme. Radiatorer av stålplater og de klassiske støpejernsradiatorene er mest utbredt i eldre boliger, mens radiatorer i moderne design brukes i nye bygg og ved oppussing og rehabilitering av eldre bygg. [3]

### **Gulvvarme**

Gulvvarme er et annet alternativ, der rør med varmt vann blir lagt under gulvene i bygget. Ved rehabiliteringer er gulvvarme en kostbar og omfattende løsning.

En av fordelene med oppvarming via gulvet betyr imidlertid at man kan holde det samme komfortnivå med en lavere romtemperatur. Dette fører til at man kan oppnå besparelse i form av redusert energibehov for oppvarming..

Et gulvvarmesystem, enten det er elektriske varmekabler eller et vannbårent system, har gunstig innvirkning på inn klima og komfort siden det normalt gir en jevnere varmefordeling enn punktoppvarming. Den jevnere varmefordelingen i rommene medfører at en normalt kan holde en romtemperatur på 1-2 °C lavere enn ved punktoppvarming uten at det går ut over komforten. [13]

En annen fordel med gulvvarme, er muligheten for et lavtemperatursystem. Vannet som sirkulerer i et vannbårent varmesystem med gulvvarme, kan operere med temperaturer mellom 25- 45 °C, slik at effektfaktoren og reduserer behovet for høykvalitets energikilder som gass og olje, og gjør systemet godt egnet for varmepumper som energikilde. [3]:

### **Rørledninger**

Ved dimensjonering av rørledningene som benyttes i det vannbårne varmesystemet, betraktes effekten som skal overføres i systemet. Temperaturdifferansen mellom tur- og returtemperaturen i rørstrekket. Og trykktapet som oppstår i rørsystemet.

Temperaturforskjellen mellom tur og retur kan variere sterkt mellom de forskjellige systemløsningene. I et system med gulvvarme er det vanlig med  $\Delta T = 5^{\circ}\text{C}$  [25]. I eldre bygninger med radiatorsystem er det vanlig med  $\Delta T = 20^{\circ}\text{C}$  [25].

Rørene kan monteres i tre-, plate- og steingulv og gulvbjelkelag. Det brukes enten oksygentette plastrør eller kobberør med plastbelegg. [25]

### **6.3 Effektbehov**

Når man skal dimensjonere oppvarmingskilden til et vannbåren varmesystem, er det viktig å beregne effektbehovet til bygget. Byggets største effektbehov for oppvarming beregnes ut fra byggets varmeisolering og utetemperaturen i området, ved å bruke de metodene definert i Norsk Standard, blant annet i NS 3031 "Varmeisolering - Beregning av bygningers energi- og effektbehov til oppvarming og ventilasjon".

For største delen av året vil oppvarmingskilden i det vannbårne varmesystemet ha en overkapasitet, siden effektbehovet er dimensjonert for de kaldeste dagene i året.

Ved bruk av varmepumper som oppvarmingskilde, bør man sette effekten av varmepumpen til 60-70% av byggets maksimale effektbehov [26]. En varmepumpes

levetid er avhengig av hvor mange start og stopp kompressoren har per døgn. En overdimensjonert varmpumpe vil derfor ha en lavere levetid.

## 6.4 Energibehov

Energibehovet er den mengden energi som går med til byggets oppvarming over en gitt tidsperiode. Ved bergninger av byggets energibehov, betraktes byggets varmekapasitet, transmisjonstap, ønsket innetemperatur, dimensjonert utetemperatur og driftstiden til systemet. [26]

I tabell 6 er den dimensjonerte utetemperaturen, årsmiddeltemperaturen, fyringssesongen og graddøgnet for ulike landsdeler definert. Disse normtallene er gitt i manual for ENØK normtall [27]. Ved utregninger av et byggs energi- og effektbehov er lokaliseringen av bygget en viktig faktor. Og temperatur forholdene der bygget ligger må tas med i beregningene. Normtallene angis som spesifikke tall pr. m<sup>2</sup> oppvarmet areal, kWh/m<sup>2</sup> år og W/m<sup>2</sup>, for ulike bygningstyper og alder. Normtall angis både for totalt energibehov, samt energi- og effektbehov fordelt på ulike budsjettposter som oppvarming. Normtall skal angi energi- og effektbehov som det er realistisk mulig å oppnå [27].

| Klimasone                   | DUT [°C] | Årsmiddeltemperatur [°C] | Fyringssesong [dager] | Graddøgn |
|-----------------------------|----------|--------------------------|-----------------------|----------|
| 1.Sør-Norge, innland        | -21,4    | 5,1                      | 250                   | 4051     |
| 2.Sør-Norge, kyst           | -14,2    | 7,1                      | 237                   | 1790     |
| 3.Sør-Norge, høyfjell       | -28,3    | 2,3                      | 277                   | 5101     |
| 4.Midt-Norge, kyst          | -15,6    | 5,4                      | 265                   | 3763     |
| 5.Midt-Norge, innland       | -23,9    | 3                        | 274                   | 4772     |
| 6.Nord-Norge, kyst          | -13,9    | 3,8                      | 286                   | 4329     |
| 7.Finnmark og innland Troms | -24,5    | 0,7                      | 319                   | 5766     |

Tabell 6: Temperatur relaterte normtall for ulike klimasoner I Norge [27]

## 6.5 Kostnader for installasjon av vannbåren varme

Selv om vannbårene oppvarmingssystemer ofte er et miljø- og energigunstig valg, er det ikke nødvendigvis alltid et bedriftsøkonomisk riktig valg – og heller ikke alltid et samfunnsøkonomisk riktig valg. Investeringskostnader ved å legge vannbårene

systemer er i de fleste tilfeller fremdeles høyere enn ved tradisjonell elektrisk oppvarming, men reduserte energi-/driftskostnader forsvarer allerede i dag merkostnaden ved å velge vannbåren oppvarming i bygg over en viss størrelse. [28]

Elektrisk oppvarming er den klart mest konkurransedyktige energiløsningen for privatboliger [29]. De lave installasjonskostnadene og den lave elektrisitetsprisen, er de faktorene som gjør elektrisk oppvarming den dominerende energikilden på markedet, og grunnen til at få privatboliger installerer vannbåren varme. Selv med reduserte årlige energikostnader er det få privatpersoner som er villige til å installere vannbåren varme i eksisterende privatboliger.

Kvadratmeterprisen for konvertering til vannbåren varme i bygninger har store variasjoner. De mest vanlige årsakene til dette er: [29]

- Kvaliteter ved byggene; blant annet har eneboligen et langt større areal i 1. etasje enn i 2. etasje – noe som gjør konvertering rimeligere enn ved større gulvflate i 2. etasje.
- Variasjonen kan også skyldes generelle prisvariasjoner i markedet.
- Valg av systemløsning, radiatorer eller gulvarme.
- Prisvariasjoner på ulikt teknisk utstyr.
- Størrelsen på bygget, store bygg har oftest en lavere installasjonskostnad per m<sup>2</sup>, enn mindre bygg
- Pris på kjel

Investeringskostnader for installasjon av vannbåren varme i eksisterende bygg, varierer mellom 400-600 kr/m<sup>2</sup>. Kostnadene er avhengige av faktorene beskrevet i kapitell 6.2, 6.3 og 6.4. Kostnaden på 500 m<sup>2</sup> tar utgangspunkt i reelle priser i markedet i dag [29]. Disse kostnadstallene for installasjon av vannbåren varme er basert på radiatorvarme, ikke gulvvarme. I tillegg er det sett på prisstatistikken som viser en gjennomsnittskostnad for næringsbygg på 525 kr per m<sup>2</sup> i bykjerne og 500 kr per m<sup>2</sup> utenfor bykjerne[29]

Tabell 7 er hentet fra NOU 1998: 11 Energi- og kraftbalansen mot 2020 [6]. Tabell viser kostnader for installasjon av ulike varmedistribusjonsanlegg, i nye bygg og rehabiliterte bygg. Tallene er fra 1998 og er derfor ikke nøyaktige, men gir en indikasjon på kostnadene for ulike bygningstyper, systemløsninger og om det er



nybygg eller rehabilitering. Den generelle inflasjonen fra 1998 til 2008 er på 25 % ut fra konsumprisindeksen [30]. Og verdiene i tabellen kan grovt omregnes med en 25 % økning.

| Oppvarmingssystem                     | Kostnad kr/m <sup>2</sup> |          |         |          |             |          |
|---------------------------------------|---------------------------|----------|---------|----------|-------------|----------|
|                                       | Småhus                    |          | Blokk   |          | Næringsbygg |          |
|                                       | Ny                        | Rehab.   | Ny      | Rehab.   | Ny          | Rehab.   |
| Panelovn m/termostat                  | 110-150                   | 140-190  | 90-130  | 120-160  | 60-80       | 80-100   |
| Panelovn m/sentr.reg                  | 160-200                   | 190-230  | 140-180 | 170-210  | 90-110      | 120-140  |
| Gulvvarme, elektrisitet               | 400-500                   | 500-1000 | 500-600 | 800-1000 | 500-600     | 800-1000 |
| Radiator / konvektor                  | 200-400                   | 250-450  | 160-300 | 210-350  | 120-200     | 170-250  |
| Gulvvarme, vannbasert                 | 200-370                   | 430-550  | 300-420 | 480-600  | 300-420     | 480-600  |
| Ventilasjonsoppvarming - elektrisitet | -                         | -        | -       | -        | 60-80       | 80-100   |
| Ventilasjonsoppv.- vannbasert         | -                         | -        | -       | -        | 55-70       | 75-90    |
| Tappevannsberedning - el              | 35-45                     | 35-45    | 40-55   | 60-75    | 15-20       | 25-30    |

Tabell 7: Investeringskostnader for ulike typer varmedistribusjonsanlegg [6]

Opplysningskontor for fleksible oppvarmingssystemer setter prisen på installasjon av vannbåren varme til 400 kr/m<sup>2</sup> [31].

Vannbåren oppvarming er mer lønnsomt i samfunnsøkonomisk enn privatøkonomisk forstand. Nye forbrukere i overføringsnettet betaler ikke mer enn en symbolsk avgift ved tilknytning til nettet. Det gjelder selv om forbrukerne i en enebolig ved å velge direkte elektrisk oppvarming ofte har behov for 8 til 10 kilowatt ekstra overføringskapasitet sammenlignet med overføring av elektrisitet kun til tekniske formål [32]. Det er anslått at overføringskapasiteten i det kundenære nettet kostet fra 7 400 til 12 100 kroner pr. kW [32]. De ekstra investeringene i overføringsnettet vil nesten uten unntak overstige de ekstra kostnadene ved vannbåren oppvarming med god margin. Dersom vi ved den løpende overføringen av elektrisitet tar hensyn til at kostnadene ved overføring er høye om vinteren og lave om sommeren, så vil det også forbedre økonomien i vannbåren oppvarming samtidig som prisingen blir mer samfunnsøkonomisk.

## 6.6 Energikilder for vannbåren oppvarming

Valg av energibærer for vannbåren varme, er avhengig av flere faktorer [3]:

- Arealbruk og byggets utforming
- Tilgjengelige energikilder på det lokale markedet
- Brukstiden av bygget
- Effektbehovet til bygget
- Energibehovet til bygget
- Krav til piper
- Drift- og vedlikeholdskostnader

Vannbårne varme til oppvarming og varmtvannsproduksjon kan produseres ved en rekke energikilder. I lokale varmesentraler brukes elektrisitet, enten ved en elktrokjel eller ved en varmepumpe. Olje gass og biobrensel er også kilder for varmeproduksjon. Alternativt kan det vannbårne varmesystemet får tilført varmt vann fra eksterne varmesentraler, ved fjernvarme.

### **Biobrensel**

Bioenergi produseres ved forbrenning av biomasse, og brukes oftest til varmeproduksjon. Bioenergi kan også nyttes til produksjon av elektrisitet og flytende drivstoff, men vanligvis er lønnsomheten bedre ved varmeproduksjon. Elproduksjon basert på bioenergi er sjelden lønnsomt, med mindre brenselet er gratis, som for eksempel ved søppelforbrenning.

I Norge har vi store ubrukte bioressurser i form av skogsflis fra skogbruket og bark, avlut og treavfall fra sagbruk eller treforedlingsindustri [2]. Biobrensel er en av den billigste energiressursene på markedet. Lokale varmesentraler får levert pellets og flis direkte til anlegget, og bærer dermed regnes alltid fulle transportkostnader med i prisen. Bioenergi er svært miljøvennlig alternativ, og det gir minimale utslipp av CO<sub>2</sub>. Fyrkjeler for biobrensel finnes i mange varianter. Noen av kjelene er spesialtilpasset for tørr flis, briketter eller pellets. Andre kan med mindre justeringer av brennkammeret brukes til flere typer biobrensel. De fleste typer forutsetter at en velger om en skal benytte tørt, relativ fuktighet mindre enn 25 % eller fuktig brennvirke. Noen av ulempene med bioenergi er den høye investeringskostnaden i

anlegget, den lave virkningsgraden sammenlignet med andre energikilder. Et bioenergianlegg krever også mer tilsyn enn andre anlegg, biomasse avgir aske ved forbrenning, som må regelmessig tømmes [2]. Trepellets og annen biomasse er svært plasskrevende, og krever egen tank utendørs eller innendørs.

Det teoretiske norske tilvekstpotensialet for bioressurser er ca. 425 TWh per år, hvorav 100 TWh er akvatisk biomasse. Den årlige tilveksten av skog, torv, halm, husdyrgjødsel og akvatisk biomasse som i prinsippet kunne benyttes til biobrensel i Norge er anslått til 140 TWh [33].

Dette er betydelig høyere enn det innenlandsk energiforbruk på 225 TWh i 2005 [20]. Store deler av de potensielle bioressursene er uegnet for energiformål, grunnet:

- De er for dyre å utvinne til energiformål.
- De brukes allerede til andre formål, som produksjon av papir, cellulose eller til trelast og treforedling.
- Behov for å opprettholde eller beskytte økosystemet i skogen.

Bioenergiressurser i Norge[1]:

- Det brukes årlig ca. 15 TWh bioenergi (ved, treavfall, avlut, pellets, briketter) i Norge, mens det nyttbare potensialet er beregnet til 35 TWh. Nyttbart potensial er det som det er økologisk, teknisk og økonomisk forsvarlig å ta i bruk.
- Utnyttelsen av skogsbiobrensel, som omfatter ved og skogsflis, kan fordobles, mens det er et mindre utnyttet potensial i bioenergi fra industri innen trelast, treforedling og trebearbeiding.
- En del bioenergiressurser som i dag nesten ikke utnyttes, har et samlet potensial på 8,5 TWh. Dette omfatter energivekster (hurtigvoksende skog og energigras), halm, deponigass og biogass fra husdyrgjødsel.

Bioenergi dekker i dag ca. 25 prosent av energibehovet innen norsk treforedlings- og trebearbeidende industri. [33]. Ved et grovt anslag at det er mulig å ta ut ytterligere ca. 20 TWh/år bioenergiressurser til en kostnad lavere enn 50 øre/kWh uten at det går ut over økologiske forhold[33].

## **Flis**

De fleste flisfyringsanleggen er basert på lokal tilgang til brennvirke, som avfall fra industri (avkapp, bark, kutterflis) eller utsortert returvirke (paller, rivingsavfall).

Problemer med flisfyring er innkjøringsproblemer p.g.a. ujevn kvalitet på flisa. Det varierende fuktinnhold gir også dårlig og uforutsigbar forbrenning, som kan føre til driftsstans og sure utslipp. Det er store regionale prisforskjeller på flis. For å få lavest mulig pris på flis til biobrensel, er man avhengig av en stordrift i nærområdet. Den billigste flisa er tilgjengelig på indre Østlandet, der flere større aktører opererer [13]. For små og lokale anlegg ligger prisen høyere.

## **Briketter og Pellets**

Briketter er laget av enten restvirke eller avfall fra treproduksjonsbedrifter. Der avkapp, spon, flis eller lignende presses til briketter. Briketter er godt tørket råvare, og har en relativ fuktighet på 10-15% [13]. Drift av et varmesystem basert på brikettfyring krever mindre oppsyn og vedlikehold, i forhold til flisfyring.

Pellets blir framstilt industrielt under høyt press. Pellets er et lagringsstabil og lett håndterlig produkt. En pelletsfyr kan lettere innpasses i eksisterende fyrrom enn en flisfyr.

## **Olje**

Vannbårne varmeanlegg med olje som energikilde, har høy virkningsgrad og er økonomiske i drift. Moderne kabinettkjeler har stor driftssikkerhet, og anleggene er små og kompakte og kan plasseres i hvilket som helst rom i bygningen. Det kreves hverken fyrrom eller skorstein. Ulemper med systemløsninger med oljekjeler, er en lavere virkningsgrad enn elektrisk oppvarming. En oljekjel virkningsgrad varierer mellom 70 til 90 %, avhengig av alder og størrelse [3]. Oljekjeler bruker av en ikke-fornybar energikilde, og medfører store utslipp av klimagasser sammenlignet med andre alternative energikilder. Den stigende prisen på olje og økende avgifter, gjør olje som brensel til et kostbart alternativ. De fleste anlegg med oljekjeler har en el-kjel for å dekke spisslaster, dette gjør anlegget energifleksibelt, og reduserer kostnadene, ved muligheten til å velge den billigste energikilden til en hver tid. [25]

## **Gass**

Naturgass er ikke en fornybar energikilde. Enkelte steder kan direkte bruk av naturgass være lønnsomt og gi positive miljøeffekter, dersom den erstatter olje som energikilde. Direkte bruk av naturgass kan skje enten ved at en får gassen fraktet med tankbil, eller ved utbygging av infrastruktur for distribusjon av gassen direkte til brukerne. Gassen forbrennes og varme distribueres i bygget i et vannbårent varmedistribusjonssystem.

Gasskjelene har høy virkningsgrad, er enkle og installere og det er minimale vedlikeholdskostnader. [25] Ulempene er at gass er vanskeligere å lagre enn olje, det er også en større brannfare, slik at det krever sikkerhetssoner for gasstaker plasser over bakken [3].

## **Varmepumper**

Ved bruk av varmpumper er man sin egen energiprodusent, slik at man er mindre avhengig av å kjøpe tilleggsenergi. Med varmpumpe blir du mindre utsatt for eventuelle økninger av energipriser og avgifter. Varmepumper er utprøvd og stabil teknologi. Andelen husholdninger med varmpumper vokser, men de fleste varmpumpene i Norge er luft til luft varmpumper. Få husholdninger velger varmpumpe som energikilde for vannbårne varmesystemer [3]. Driftskostnadene er imidlertid halvparten til en fjerdedel av kostnadene ved bruk av elektrisitet eller olje [3]. Det er heller ingen lagringsbehov av energi. Ulempene med varmpumper er de høye investeringskostnadene. For varmpumper som henter varme fra jord og berggrunn, er man nødt til å grave dype ”brønner” for å hente varmeenergi fra grunnfjellet. Ved bruk av varmpumper som henter varme fra vann, må man legge rør og kabler til det lokale vannet, noe som er kostbart.

## **6.7 Fjernvarme i Norge**

Fjernvarmekostnader vil variere fra kommune til kommune, da det er ulike bruksmønstre i ulike deler av landet, grunnet klimatiske forskjeller. Det optimale markedet for et fjernvarmeanlegg, er et marked der det er:

- En lang fyringssesong
- Høyt energibehov til varme
- Der det i dag brukes kostbare energibærere til oppvarming
- Høy kundetetthet
- Varierte kunder

Det har ikke vært en lang tradisjon i bruk av fjernvarme i Norge, dette er på grunn av vår tilgang til rimelig vannkraft som energikilde. Noen av de viktigste energibærerne for fjernvarme er avfall og biobrensel. Andre energikilder for fjernvarme er olje, gass, elektrisitet, og spillvarme fra industri.

Dagens fjernvarmeproduksjon er i stor grad basert på inntektene fra avfallsmottak[13]. Disse utgjør typisk 60 % av inntektsgrunnlaget til et avfallsbasert energigjenvinningsanlegg, eller nær 45 % av inntektsgrunnlaget for en fullintegrert fjernvarmeleverandør[13]. Inntektene fra avfallsmottaket veier dermed opp for de høye investeringskostnadene.

For bygg med vannbårne varmesystemer er fjernvarme et godt alternativ, da de fleste fjernvarmeleverandørene bekoster varmesentralen til bygget, og kundesentraler som erstatter behovet for temperaturregulering og varmtvannsberedning.

I 2006 var forbruket av fjernvarme i Norge 2494,5 GWh, en vekst på 6,2 prosent fra året før. I 1983 var forbruket 193 GWh. Den årlig gjennomsnittlig økning de siste 10 årene er på 6,4 prosent [34].

Forbruket av fjernvarme er størst innen bygninger i tjenesteytende næringer, med 1748,9 GWh i 2006 [34]. I husholdningene ble det brukt 444,9 GWh, mens industrien brukte 298,7 GWh [34]. Jordbruks- og fiskerinæringene brukte kun 2,0 GWh i 2006[34].

I tillegg til økende forbruk, fortsetter også investeringene i fjernvarmeanlegg å øke. 2006 ga i så måte ny rekord, med 894 millioner kroner investert. Dette fordeler seg med 426 millioner kroner i produksjonsanlegg, 376 millioner kroner til distribusjonsanlegg og 91 millioner kroner til andre investeringer [34].

Investeringene gjenspeiler også de økende anslagene fra fjernvarmeselskapene, som forventer å levere 3,9 TWh i 2011 [34]. Det er en økning på 56,0 prosent fra forbruket i 2006.

Prisen på fjernvarme varierer fra år til år, og mellom de ulike fjernvarmeprodusentene. Den gjennomsnittlige prisen på fjernvarme i 2007 var på 50,5 øre/kWh eksklusive merverdiavgift, en nedgang fra 2006 da den på var 53,2 øre/kWh [34].

Kostnader for distribusjonsnett er estimert til 2-7000 NOK/m, og er avhengig av dimensjon på rørene og hvordan de lokale forholdene er der det bygges[11].

Tabell 8 er de økonomiske og tekniske hovedtallene for fjernvarme i Norge. I den finner man salgsinntektene, prisen og investeringene gjort innenfor fjernvarmesektoren mellom 2000 og 2007.

|                                 | Enhet    | 2000    | 2001    | 2002    | 2003    | 2004    | 2005      | 2006      | 2007      |
|---------------------------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Bedrifter                       | Stk.     | 25      | 29      | 35      | 40      | 37      | 38        | 40        | 40        |
| Sysselsatte                     | Stk.     | 265     | 283     | 299     | 340     | 335     | 352       | 397       | 380       |
| Salgsinntekter                  | 1 000 kr | 445 468 | 680 536 | 732 118 | 888 025 | 944 077 | 1 079 572 | 1 327 127 | 1 351 316 |
| Gjennomsnittspris (ekskl. moms) | Øre/kWh  | 30,6    | 37,5    | 37,9    | 42,6    | 42,3    | 45,9      | 53,2      | 50,5      |
| Lengde på distribusjonsnett     | Km.      | 329     | 376     | 463     | 556     | 661     | 700       | 780       | 838       |
| Investeringer, i alt            | 1 000 kr | 236 014 | 330 429 | 619 982 | 555 967 | 464 863 | 750 045   | 893 694   | 820 193   |
| Produksjonsanlegg               | "        | 117 863 | 153 654 | 290 117 | 213 943 | 260 396 | 383 926   | 426 120   | 375 330   |
| Distribusjonsanlegg             | "        | 113 967 | 143 548 | 293 304 | 289 000 | 193 800 | 341 146   | 376 349   | 362 973   |
| Andre investeringer             | "        | 4 184   | 33 227  | 36 561  | 53 024  | 10 667  | 24 973    | 91 225    | 81 890    |

Tabell 8: Tekniske og økonomiske hovedtall for fjernvarme 2000-2007 [34]

Den viktigste energikilden i norsk fjernvarmeproduksjon i 2007 var avfall, som utgjorde rundt 50 % av brenselet[34]. Biobrensel og utgjorde 16 %, elektrisitet 19 % spillvarme fra industrien utgjorde 5 % [34]. Olje og gass stod for 6 % og 5 % av den totale produksjonen [34]. Tabell 9 viser produksjonene av fjernvarme fordelt på energikilde fra 2000 til 2007. De ulike energikilden er olje, biobrensel, avfall, elektrisitet, spillvarme og gass gitt i GWh.

|   | 2000               | 2001               | 2002               | 2003               | 2004               | 2005               | 2006               | 2007               |
|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|   | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel | Forbruk av brensel |
| I alt   | 2 269,70           | 2 615,20           | 2 737,80           | 3 219,90           | 3 249,60           | 3 319,10           | 3 503,20           | 3 901,70           |
| Gass-<br>/dieseloljer,<br>tunge<br>fyringsoljer | 188,9              | 217,9              | 398,8              | 647,2              | 244,2              | 150,7              | 224,2              | 237,5              |
| Flis og bark                                    | 111,8              | 259,7              | 338,2              | 390,5              | 484,9              | 532                | 613,2              | 630,1              |
| Avfall  | 1 382,60           | 1 361,70           | 1 351,50           | 1 760,30           | 1 744,80           | 1 706,30           | 1 749,20           | 1 911,70           |
| Elektrisitet                                    | 420,4              | 586                | 466,4              | 237,3              | 604,7              | 700,1              | 617,7              | 733,1              |
| Spillvarme                                      | 129,7              | 151,8              | 122,9              | 63,4               | 86                 | 119,2              | 149,2              | 190,8              |
| Gass  | 36,3               | 38                 | 60                 | 121,2              | 85                 | 110,8              | 181,3              | 198,4              |

Tabell 9: Forbruk av ulike brensel i fjernvarmeproduksjon 2000-2007 i GWh [34]

Tabell 10 er fjernvarmebalansen i Norge fra 2003 til 2007. Her blir mengden fjernvarme i GWh inndelt i ulike bygningssektorer. De ulike tapene av energi fra produksjonen til sluttbrukeren er medregnet. Nettoproduksjonen av fjernvarme i 2007 var på 3066 GWh.

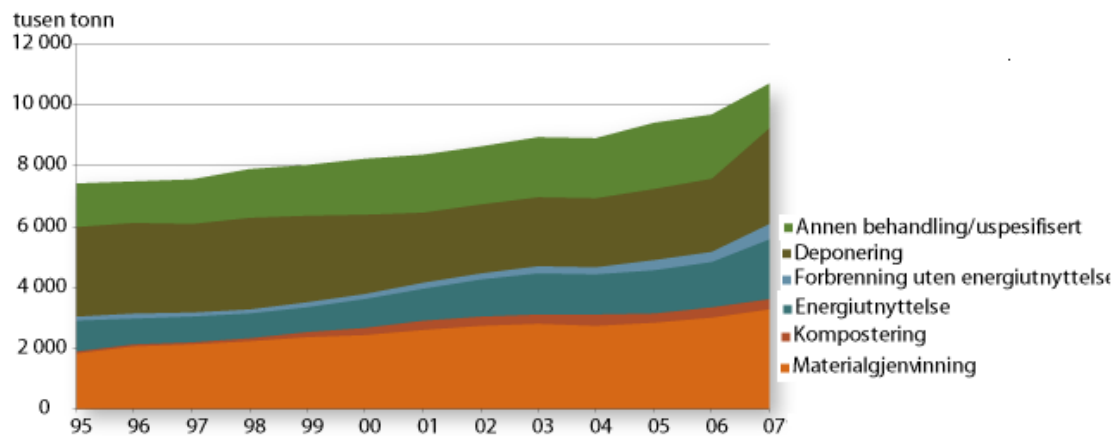
|  | 2003    | 2004    | 2005    | 2006    | 2007    |
|--|---------|---------|---------|---------|---------|
| Bruttoproduksjon av varmt vann og damp | 2 827,6 | 2 946,4 | 3 034,7 | 3 219,9 | 3 535,5 |
| Levert til produksjon av elektrisitet  | 123,5   | 111,9   | 76,5    | 100,2   | 101,5   |
| Avkjølt mot luft                       | 435,0   | 395,0   | 395,8   | 374,3   | 368,3   |
| Nettoproduksjon av fjernvarme          | 2 269,1 | 2 439,5 | 2 562,3 | 2 745,4 | 3 065,7 |
| Tap i fordelingsnett                   | 183,0   | 209,3   | 212,4   | 250,9   | 308,1   |
| Levert til forbruker                   | 2 086,2 | 2 230,2 | 2 349,9 | 2 494,5 | 2 757,6 |
| Husholdninger                          | 346,1   | 380,6   | 394,9   | 444,9   | 511,6   |
| Industri og bergverk                   | 287,3   | 285,7   | 299,2   | 298,7   | 320,8   |
| Tjenesteyting                          | 1 445,2 | 1 560,1 | 1 654,5 | 1 748,9 | 1 922,4 |
| Undervisning                           | 108,8   | 124,5   | 158,5   | 165,0   | 325,8   |
| Varehandel                             | 50,1    | 49,6    | 63,8    | 70,9    | 129,0   |
| Hotell og restaurant                   | 20,9    | 29,6    | 29,8    | 33,4    | 59,9    |
| Annen tjenesteyting                    | 1 265,4 | 1 356,4 | 1 402,4 | 1 479,6 | 1 407,7 |
| Jordbruk og fiske                      | 7,7     | 3,7     | 1,2     | 2       | 2,8     |

Tabell 10: Fjernvarmebalanse 2003-2007 i GWh [34]

Avfallsmengdene i Norge øker hvert år. En stor andel av avfallet blir gjenvunnet. I dag gjenvinner vi rundt 70 % i Norge [35]. Avfall og avfallshåndtering fører til utslipp av klimagasser, tungmetaller og andre miljøgifter. For å unngå at miljøgifter havner i naturen er det viktig at farlig avfall tas forsvarlig hånd om. Ca. 90 % av alt farlig avfall samles inn[35].

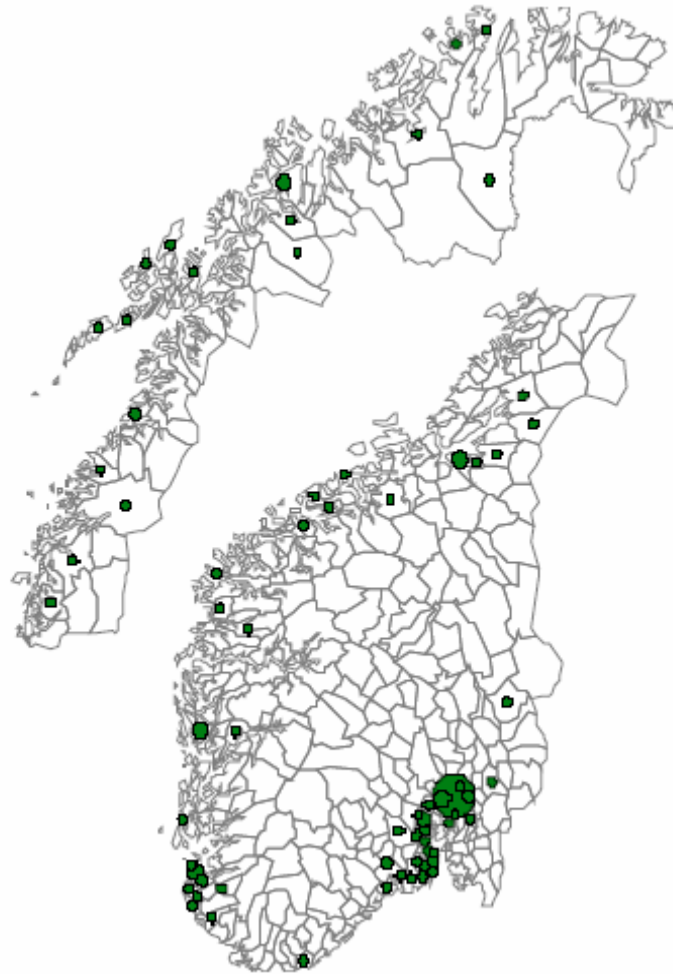


Figur 4 viser de ulike behandlingsformen for avfallet i Norge mellom 1995 og 2007, og mengden avfall som blir anvendt i de ulike behandlingsformene. Materialgjenvinning er den mest anvendte metoden for avfallshåndtering, mens deponering er den andre mest anvendte metoden. Energiutnyttelse av avfall er den rasket voksende avfallshånderingsmetoden [35].



Figur 4: Gjenvinning av avfall fordelt på metode, 1995-2007 [35].

Figur 5 er Xrgias anslag av kommuner der etablering av fjernvarme er lønnsomt. Kun i et fåtall av kommunen vil det være lønnsomt å starte et fjernvarmeanlegg. Det er kun i de største byene og tettstedene hvor fjernvarmekostnad er lavere enn gjennomsnittlig alternativkostnad hos kundene.



Figur 5: Kommuner der etablering av fjernvarme er lønnsomt [11]

## 6.8 Lokale varmesentraler

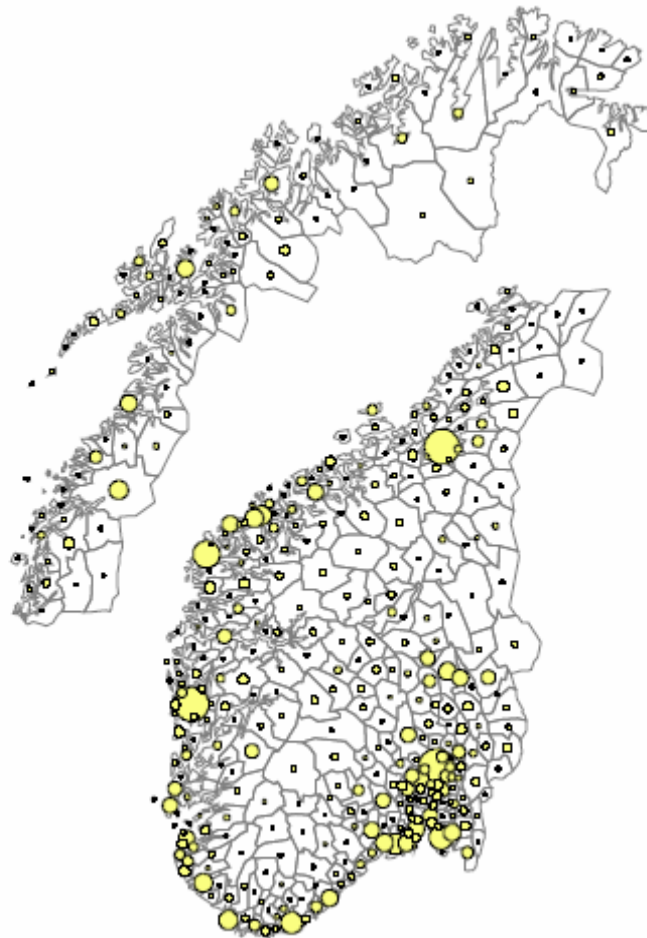
Det tekniske potensialet for fjernvarme og lokale varmesentraler er i stor grad sammenfallende, da begge tar utgangspunkt i at kunden har vannbåren varme. Lokale varmesentraler har imidlertid en fordel ved at det ikke er behov for å etablere et kostbart distribusjonssystem utenfor bygningen. Lokale varmesentraler kan også være aktuelt for deler av industrien, da disse anleggene i større grad enn for fjernvarmeanlegg kan spesialtilpasses for industriens behov for trykk og temperatur [11]. Det tekniske potensialet for lokale varmesentraler blir da noe større enn for fjernvarme[11].

Det estimerte tekniske potensialet fra Xrgia er fremskrevet med tanke på nybygging og rehabilitering frem til 2020 [11]. Det er forutsatt at alle nye bygg og bygg som rehabiliteres utstyres med vannbåren varme. Etter de nye kraven satt i den nye teknisk forskriften for bygninger (TEK 07). Det tekniske potensialet er fordelt på sektor og soner i hver kommune basert på energi- og næringsstatistikk, samt statistikk for demografi og arealbruksområder. Potensialet på 18 TWh er dermed det antatt teknisk tilgjengelige markedet for vannbåren oppvarming frem mot 2020 [11]. Dette betyr grovt sett vannbårne varmesystemer der energikilden i dag er elektrisitet eller olje, samt tilveksten av tilbygg. På bakgrunn av teknisk potensial anslår Xrgia det økonomiske potensialet for varme til å ligge rundt 7,5 TWh[11]. Dette er den andel av det tekniske potensialet som er økonomisk lønnsomt å bygge ut, gitt de forutsatte kapital- og driftskostnadene.[29]

Uten økonomisk støtte er det mulig å etablere 7,5 TWh fornybar varme innen 2020 i tillegg til det som finnes i dag[11].. Av dette er mellom 0,7 og 1,7 TWh fjernvarme[11]. Det resterende volumet kommer fra lokale varmesentraler. I begge tilfeller vil kundene typisk være tjenesteytende sektor, og noe industri.

### **Fornybar energi til varmeproduksjon**

I vannbaserte oppvarmingssystemer benyttes en sentral varmekilde til å varme vann som sirkuleres i et rørsystem via radiatorer eller rørsløyfer i gulv. Med en tilstrekkelig høy temperatur, kan systemet også benyttes til å varme tappevann. Varmen kan komme fra biomasse, spillvarme, varmepumper, sol eller geotermisk energi. Bygninger kan ha egne varmesentraler (punktvarme). En varmesentral kan også forsyne et avgrenset område med noen få bygninger, eller inngå i et system for storskala varmeproduksjon distribuert via et omfattende fjernvarmenett. I motsetning til kraftsystemet er det ikke fri konkurranse for varmeproduksjon levert via et fjernvarmenett. Fjernvarmemarkedet reguleres ved tildeling av konsesjon for å bygge og drive et fjernvarmenett i et avgrenset område. Konsesjonæren har monopol på tilknytning av varmeproduksjon og salg til de tilknyttede kundene i området. Brukere i området har rett til å bli tilknyttet, det kan til og med bestemmes tilknytningsplikt. Samfunnsøkonomiske interesser søkes ivaretatt ved at konsesjonssøknaden skal sannsynliggjøre at etablering av fjernvarme skal gi reduserte oppvarmingskostnader sammenliknet med dagens alternativ. [33]



Figur 6: Kommuner hvor etablering av lokale varmesentraler er lønnsomt[11]

Figur 6 illustrerer et potesial for etablering av lokale varmesentraler i alle av landets kommuner. Potensialet er størst for de mest befolkede kommunene, og de kommunene med en del industri og næringsbygg. Lokale varmesentrale er mer økonomisk forsvarlig enn fjernvarme, grunnet de høye investeringskostnaden for et fjernvarmenett og fjernvarmeanlegg. De lokale varmesentralene vil forsyne et bygg eller en gruppering av bygninger innenfor et lite område.

Brenselprisene som ble benyttet ligger i området 16 til 25 øre/kWh, avhengig av foredlingsgrad[11]. Investeringskostnadene ligger i området 3-5 MNOK/MW for bioenergisentraler, avhengig av størrelse og teknologi som benyttes[11]. For lokale varmesentraler er det gjort forutsetninger om gjennomsnittlig størrelse på bygg, og beregnet en forventet leveransepris for varme. [11]

## 7. Priser og Avgifter

### 7.1 Pris

Prisprognoser for energibærere over en lengre tidsperiode er forbundet med stor usikkerhet. Det er stadige svingninger på prisen av olje og elektrisitet. Prisen på elektrisitet og olje har virkning på prisen av alternative energikilder. Prisen olje og elektrisitet vil ha en direkte effekt på fjernvarmeprisen. Da en betydelig del av den nasjonale produksjonen av fjernvarme, er produsert med olje og elektrisitet. Også indirekte vil variasjoner av olje og elektrisitet prisen påvirke fjernvarmeprisen, gjennom økte/reduerte transportkostnader og andre driftskostnader.

Fjernvarmanlegg er pålagt å selge fjernvarme til en pris som er lavere enn elektrisitet, innenfor konsesjonsområdet.

### 7.2 Pris Elektrisitet

Prisnivået på strøm i Norge ligger rundt 20 øre/kWh under svensk prisnivå og rundt 77 øre/kWh under dansk prisnivå, på tross av et felles nordisk kraftmarked [13]. Både spotpris og nettleie er relativt lik i de tre nordiske landene. Forskjellen i pris på sluttbruk av strøm skyldes ulikt avgiftsnivå. Den svenske el-avgiften er over dobbelt så høy som den norske, og den danske avgiften er over 6 ganger så høy som den norske [13].

El-avgiften er for tiden på 10,23 øre/kWh [13]. I tillegg kommer et påslaget på nettleien på 1 øre/kWh som er øremerket ENVOAs energifond for energiomlegging. Merverdiavgiften er på 24 prosent. El-avgiften pålegges all elektrisk kraft som forbrukes i Norge, enten den er produsert innenlands eller den er importert. El-avgiften er inkludert i grunnlaget for merverdiavgift.

Enova-støtten, som skal være utløsende for prosjektet, er vanligvis på 2-3 øre per kWh over 20 år, og små svingninger i strømprisen kan dermed utligne verdien av hele denne støtten [13].

Tabell 11 er elektrisitetsprisen i øre/kWh for 2006 til 2008. Kraftprisen, nettleien og alle avgifter er inkludert. Tallene i tabellen er estimater for elektrisitetsprisen for

husholdninger [36]. Noen industribedrifter og andre bedrifter får avslag på elektrisitetsprisen, ved spesialavtaler.

|                                     | 3. kvartal<br>2008 | 2. kvartal<br>2008 | 3. kvartal<br>2007 | 2006 | 2007 |
|-------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|------|
| Kraftpris ekskl. avgifter           | 38,3               | 25,2               | 17,6               | 41,3 | 28,1 |
| Kraftpris inkl. avgifter            | 46,6               | 30,7               | 21,5               | 50,6 | 34,4 |
| Nettleie ekskl. avgifter            | 24,3               | 23,7               | 23,1               | 23,8 | 23,4 |
| Nettleie inkl. avgifter             | 42,1               | 41,3               | 40,3               | 40,9 | 40,6 |
|                                     |                    |                    |                    |      |      |
| Kraft og nett i alt ekskl. avgifter | 62,6               | 48,9               | 40,7               | 65,2 | 51,5 |
| Kraft og nett i alt inkl. avgifter  | 88,7               | 72                 | 61,8               | 91,5 | 75   |

Tabell 11: Kraftpris og nettleie for husholdninger, kvartalsvis og årlig. Øre/kWh [36]

Tabell 12 viser prisene på elektrisitet i ulike land, med alle avgifter inkludert. De store forskjellen mellom Norge og andre land, skyldes hovedsakelig ulike satser på avgiftene.

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| Danmark                     | 191 |
| Finland                     | 83  |
| Frankrike                   | 95  |
| Tyskland                    | 125 |
| Norge                       | 76  |
| Sverige, leiligheter        | 147 |
| Sverige, villa med el-varme | 111 |
| UK                          | 93  |
| USA                         | 60  |
| OECD                        | 79  |

Tabell 12: Løpende priser i Øre/kWh på elektrisitet i ulike land. Alle avgifter inkludert [13]

### 7.3 Pris Fjernvarme

Prisen på fjernvarme er lovpålagt å ligge under prisen for elektrisk oppvarming.

Normalt vil prisen på fjernvarme være noen øre/kWh lavere enn prisen på elektrisitet.

Den gjennomsnittlige prisen på fjernvarme var i 2006 i gjennomsnitt 53,2 øre/kWh eksklusive merverdiavgift, mens den i 2005 var 45,9 øre/kWh [34].

De fleste fjernvarmeleverandørene opererer med en pris på fjernvarme, som er beregnet ut fra prisen på elektrisitet og fyringsolje i nærområdet. Prisen på elektrisitet

blir satt av Nordpool. Alle avgifter og nettleie blir inkludert. Deretter blir det beregnet en pris på fjernvarmen. Det bevegelige energiledet gjenspeiler kundens alternative energikjøpskostnad, som fastsettes som det laveste av kjelekraft til elkjel og olje til oljekjel. Prisen beregnes etterskuddsvis og er tilgjengelig etter hver månedsslutt. De fleste fjernvarmeselskaper setter prisen på fjernvarme ved å trekke fra en prosentandel på elektrisitetsprisen. Hafslund er den største aktøren på fjernvarmemarkedet. De opererer med en fjernvarmepris, som er 2 - 10 % lavere enn prisen på elektrisitet. Prisen er avhengig av typen kunder. Borettslag får fjernvarme til 10 % lavere pris, eneboliger med får 5 % [37].

Eidskog Næringservice KF driver et fjernvarmeanlegget, der det benytter kun bioenergi til oppvarming. De setter en tariff på fjernvarmeprisen, som er 10 % under gjeldende pris på elektrisitet [38]. For å sikre mot sterkt varierende energipriser gir noen fjernvarmeleverandører en garantipris. Garantiprisen setter en maksimums pris i øre/kWh og en minimum pris, og den blir regulert hvert år [38].

## 7.4 Pris Biobrensel

Prisen på biobrensel er avhengig av flere faktorer:

- Brenselstype (Flis, briketter, pellets)
- Ulike regionale priser
- Innkjøpsmengden
- Virkningsgraden

Grunnet de store regionale prisforskjellene, er prisen på biobrensel vanskelig å definere. Store anlegg der det blir benyttet biobrensel vil betale en lavere pris enn en enebolig med en pellets-kamin. Prisen på biobrensel ligger mellom 30-70 øre/kWh avhengig av hvilke faktorer som blir tatt hensyn til [6][11][31][33].

## 7.5 Avgifter

Hovedmålet med skatter og avgifter er å finansiere offentlige utgifter og for å bedre miljøet. Det skilles mellom fiskale avgifter og miljøavgifter. Prinsippene for riktig utforming av disse er svært forskjellige. Fiskale avgifter skal få inn gitt inntekt til

staten, med minst mulig tap av ressurser. Dette tilsier at avgiften i minst mulig grad skal få folk til å endre atferd. For en miljøavgift er poenget det motsatte. De er til for å endre atferden slik at miljøskadelige aktivitet reduseres.

Beregninger gjort i utredningen "Energi- og kraftbalansen mot 2020" indikerer at man må øke forbruksavgiften på elektrisitet med 30 øre hvis man skal oppnå en ønsket reduksjon av elektrisitetsforbruket [6].

## 8. Metode

I dette kapitlet vil de ulike metodene, for utregning av økonomiske konsekvensene ved installasjon av vannbåren varme, bli presentert. Prisene på de ulike energikildene ble presentert i kapittel 7, og vil bli brukt i de videre utregningene. Metoden for å finne de miljømessige konsekvensene for omlegging til vannbåren oppvarming, vil bli presentert i kapittel 8.2.

I underkapittel 8.3 vil de ulike fremgangsmåtene for beregningene av potensialet for fjernvarme bli lagt fram. Materialet i kapittel 4 og 6 anvendes for å gjøre de ulike estimatene.

### 8.1 Økonomisk analyse

For de økonomiske bergningen av lønnsomheten av installering av vannbårne varmesystemer. Utføres en nåverdiberegning av investeringen av et vannbåren varmesystem. Der de årlige besparelsen i reduserte energiutgifter, blir vektet mot investeringskostnaden for installasjonen.

Nåverdi = privatøkonomisk besparelse – merkostnad investering

Nåverdi benyttes for å vurdere lønnsomheten ved en investering. Dagens og fremtidens inntekter og utgifter føres til nåtidspunktet. Positiv nåverdi betyr at investeringen er lønnsom i forhold til en alternativ investering under gitte forutsetninger

En negativ nåverdi betyr at investeringen medfører merkostnader sett fra forbrukerens ståsted, sammenlignet med bruk av elektrisitet.

$$NV = B \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-N}}{r} - I \quad (1)$$



I = Investering  
 B = Besparelse  
 E = Energibesparelse  
 Ep = Energifpris  
 N = økonomisk levetid  
 r = kalkulasjonsrente  
 S = statlig støtte

Formel kan endres slik at besparelsen kan beregnes ved energibehovet og energiprisen. Investeringsbeløpet trekkes fra, og eventuell statlig støtte legges til.

$$B = (E \cdot E_p) \quad (2)$$

$$NV = (E \cdot E_p) \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-N}}{r} - I \quad (3)$$

$$NV = (E \cdot E_p) \cdot \frac{1 - (1 + r)^{-N}}{r} - (I - S) \quad (4)$$

Største tillatte investering (STI) for et alternativt oppvarmingssystem er en metode for å regne ut lønnsomheten av en investering. STI er gitt ved formel (5) Dersom beløpet på en investering er over STI, vil denne investeringen være ulønnsom. Formelen er en nåverdiberegning for de sparte energiutgiftene, og blir så vektet mot investeringskostnadene gitt i kapitel 6.5. Formel (5) er en variant av formel (3) og (4), men investeringsbeløpet er satt på venstre side av likhetstegnet, og blir nå kalt STI. Formel (3) og (4) gir lønnsomhet dersom  $NV > 0$ , For formel (6), vil STI bli det investeringsbeløpet som gir  $NV=0$

$$STI_{alt} = \left( \frac{B}{a} \right)_{alt} = [(E \cdot e + V)_{ref} - (E \cdot e + V)_{alt}] \cdot \left[ \frac{1 - (1 + r)^{-n}}{r} \right] \quad (5)$$

B = Gjennomsnittlige årlige inntjening [kr/år]  
 a = Annuitetsfaktor [-]  
 alt = Alternativt oppvarmingssystem  
 ref = Referanse (konkurrerende) oppvarmingssystem, som helelektrisk oppvarming  
 E = Årlige energibruk for oppvarmingssystemene, "alt" og "ref" [kWh/år]  
 e = Energifpris [kr/kWh]  
 V = Årlige vedlikeholdskostnader [kr/år]

r = Realrente [-], inkl. inflasjon, men uten avkastningskrav, risiko eller skattefradrag  
n = Levetid for oppvarmingssystemet [n]

## 8.2 Miljø analyse

Miljøberegningen ble utført etter metode beskrevet i NS-EN 15603. [39]

Utslippene i CO<sub>2</sub>-ekvivalenter kan beregnes etter følgende formel:

$$M_{CO_2} = \sum(E_{del,i} * K_{del,i}) - \sum(E_{exp,i} * K_{exp,i}) \quad (6)$$

E<sub>del,i</sub> Er levert energi for energibærer i;

E<sub>exp,i</sub> Er eksportert energi fra energibærer i;

K<sub>del,i</sub> Er utslippene i CO<sub>2</sub> ekvivalenter for den levert energibærer i;

K<sub>exp,i</sub> Er utslippene i CO<sub>2</sub> ekvivalenter for den eksportert energibærer i;

Faktoren K for formel 6 er gitt ved tabell 13.

| CO2 utslipp | Olje | Vannkraft | El-mix | Bioenergi | Kull |
|-------------|------|-----------|--------|-----------|------|
| K (kg/kWh)  | 0,33 | 0,007     | 0,617  | 0,004     | 1,34 |

Tabell 13: utslipp i CO<sub>2</sub> ekvivalenter for energibærere [39]

Et vannbåret varmesystem kan se på som et lukket system. Når man skal beregne energibehovet for en bygning er det viktig å definere systemgrensen. Når man betrakter fjernvarme forbruket for et bygg, vil en naturlig systemgrense være forbruket i byggets abonnentsentral. Her kan all tilførsel av fjernvarmen måles i mengde og temperatur, slik at eventuelle tap innenfor systemgrensen vil bli medregnet i det totale energiforbruket til bygget.

For ulike kjeler vil den tilførte energien være ulik den eksporterte energien. Derfor må virkningsgraden på de ulike kjelen medregnes. De ulike energibærerne har ulike virkningsgrader. For elektrisitet er det en virkningsgrad på 100 %.

For de andre energikildene settes virkningsgraden på nye kjeler [3]:

- Olje 90 %
- Gass 95 %
- Bio 85 %

$$\eta = \frac{Q_{nyttg, varme}}{Q_{tilført, varme}} \quad (7)$$

$Q_{nyttg, varme}$  = Tilført energi fra fyrrom

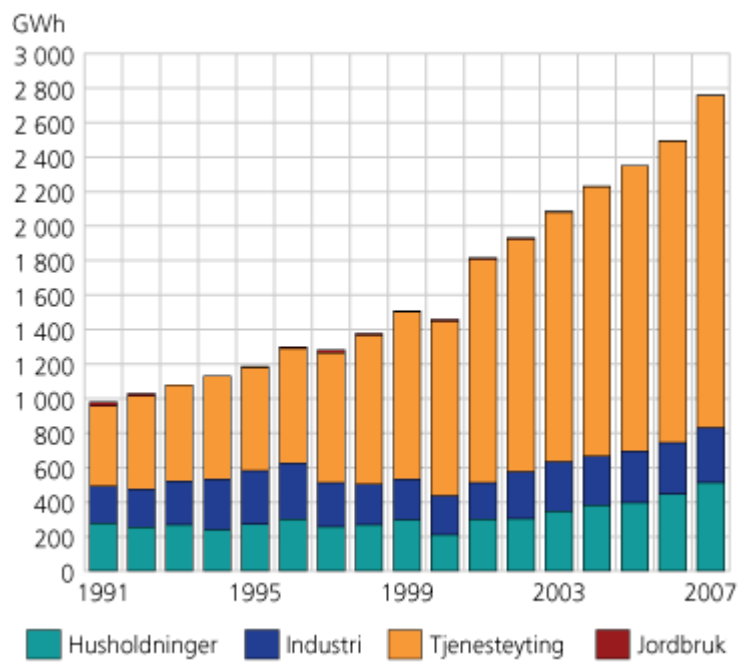
$Q_{tilført, varme}$  = Tilført energi fra brensel til kjel

$$M_{CO_2} = \sum_1^i \left( E \frac{E_{del,i} \cdot K_{del,i}}{\eta} \right) - (E_{exp,i} \cdot K_{exp,i}) \quad (8)$$

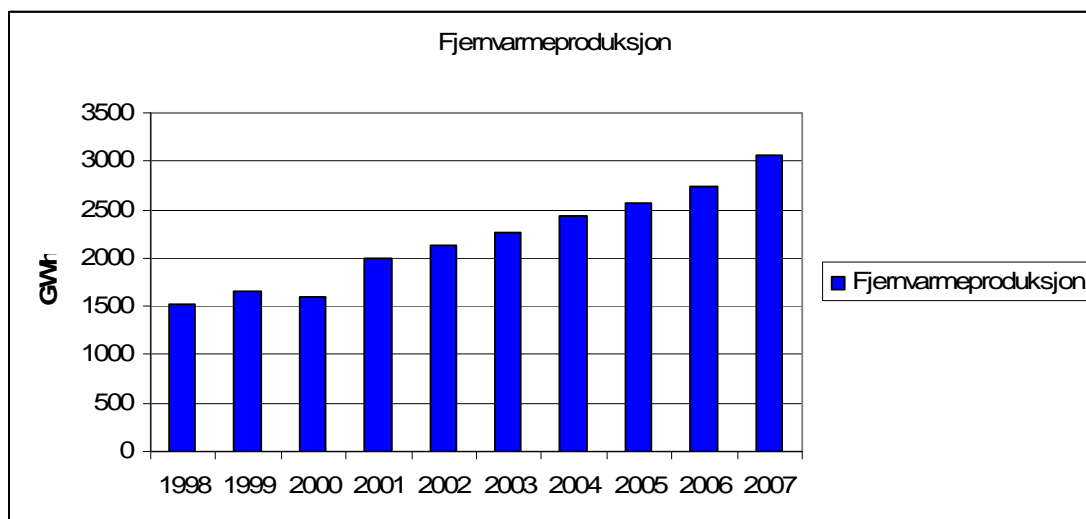
For å beregne klimagassutslippene fra fjernvarme produksjon, må man vite andelen av de ulike energikildene i fjernvarmeproduksjonen. Dette er gitt av tabell 10 i kapitel 6.7. Disse verdiene vil bli anvendt i formel (6), og klimagassutslippene vektet lik verdiene i tabell 13. En reduksjon i klimagassutslippene kan derved beregnes for hver GWh elektrisk oppvarming, som har blitt konvertert til enten fjernvarme eller en annen alternativ energikilde. For biobrensel må formel (8) anvendes, for å medregne virkningsgraden på biokjelen.

### 8.3 Estimerer for framtidig fjernvarme

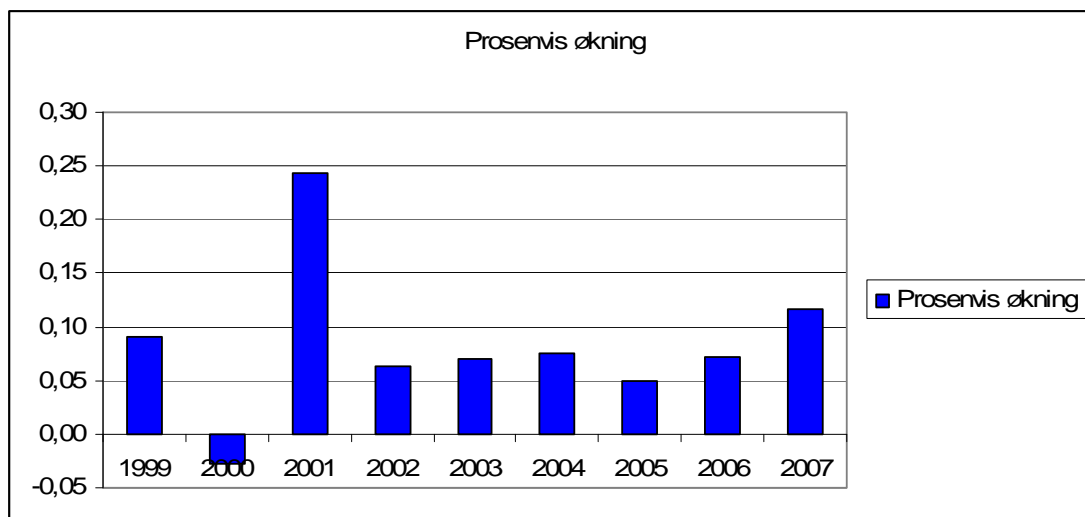
For å anslå fremtidig utbygging av fjernvarme i Norge, er et godt estimat å se på den historiske utviklingen. Materialet for fjernvarmeproduksjon fra kapitel 6.7 er framstilt grafisk i figur 7, 8 og 9.



Figur 7: Forbruk av fjernvarme 1991-2007 fordelt på sektor [34]



Figur 8: Fjernvarmeproduksjon fra 1998 til 2007



Figur 9: Den årlige prosentvise økningen i fjernvarmeproduksjonen i Norge

Ved å studere den historiske utviklingen, kan den fremtidige utviklingen estimeres. Figur 7 og 8 er en grafisk fremstilling av utviklingen av fjernvarmeproduksjon siden 1999. Figur 7 er den totale leverte mengden og figur 8 er den prosentvise økningen i fjernvarmeproduksjonen fra år til år.

Fra tabell i kapittel ble netto fjernvarmeproduksjon i 2007 satt til 3066 GWh. Fra 1999 til 2007 har fjernvarmeproduksjonen doblet seg. Den årlige gjennomsnittlige økningen har vært på omkring 8 %. Dette er medregnet en 24 % økning mellom 2000 og 2001. Mellom 2006 og 2007 var det en økning på 11 %.

## 9. Resultat

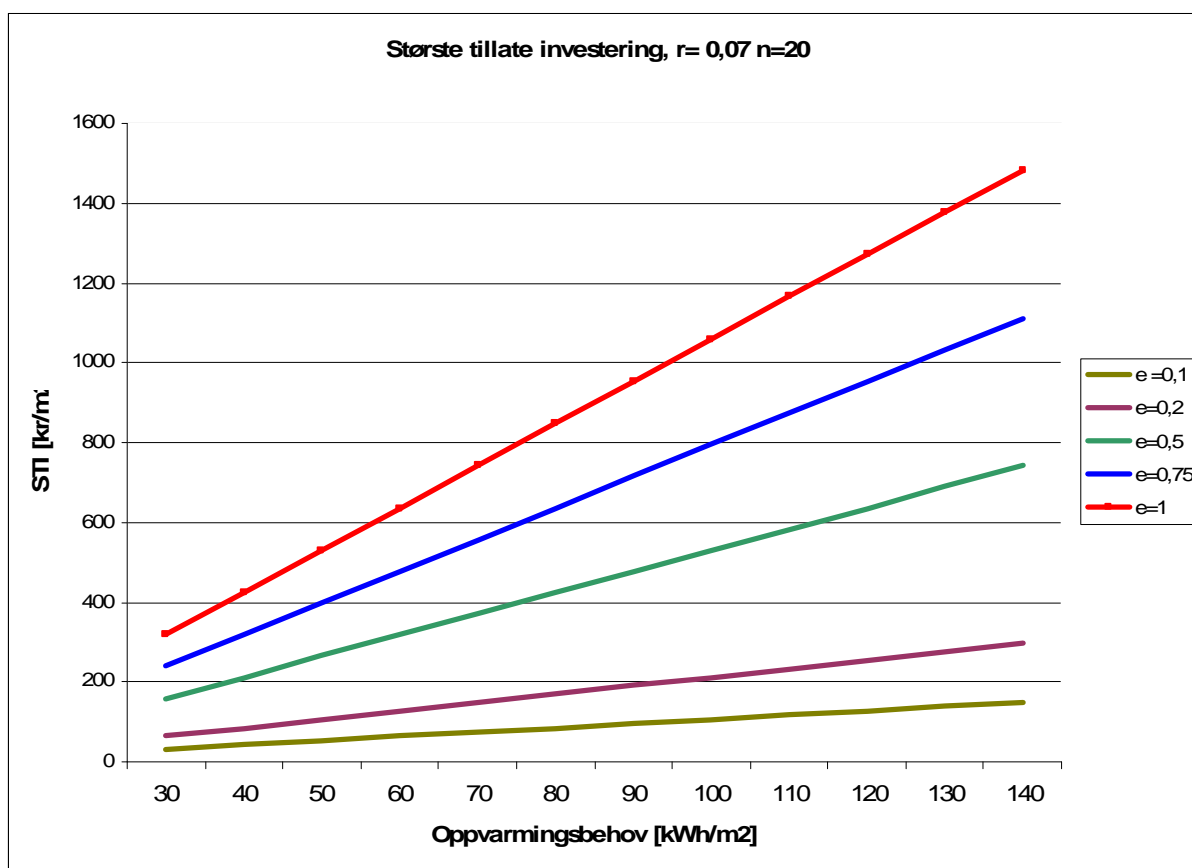
I resultatdelen vil metodene og formlene fra kapittel 8 bli anvendt. For kapittel 9.1 er metodene beskrevet i kapittel 8.1 anvendt, for kapittel 9.2 er metodene fra kapittel 8.2 o.s.v..

### 9.1 Økonomisk resultat

En Største Tillatte Investering (STI) analyse ble utført med ulike renter og levetider på anleggene. Denne analyse vil gi en øvre grense for investeringer i vannbårne varmesystemer. Alle investeringer over de gitte grensene vil gi negative fortjenester på investeringen. Parameteren  $e$  er prisdifferansen mellom den gamle og nye energikilden gitt i kroner. Materialet i kapittel 7 ga ulike indikasjoner på hvor prisene

på de ulike energikildene ligger. Det er store årlige og sesongvariasjoner i prisen på elektrisitet.

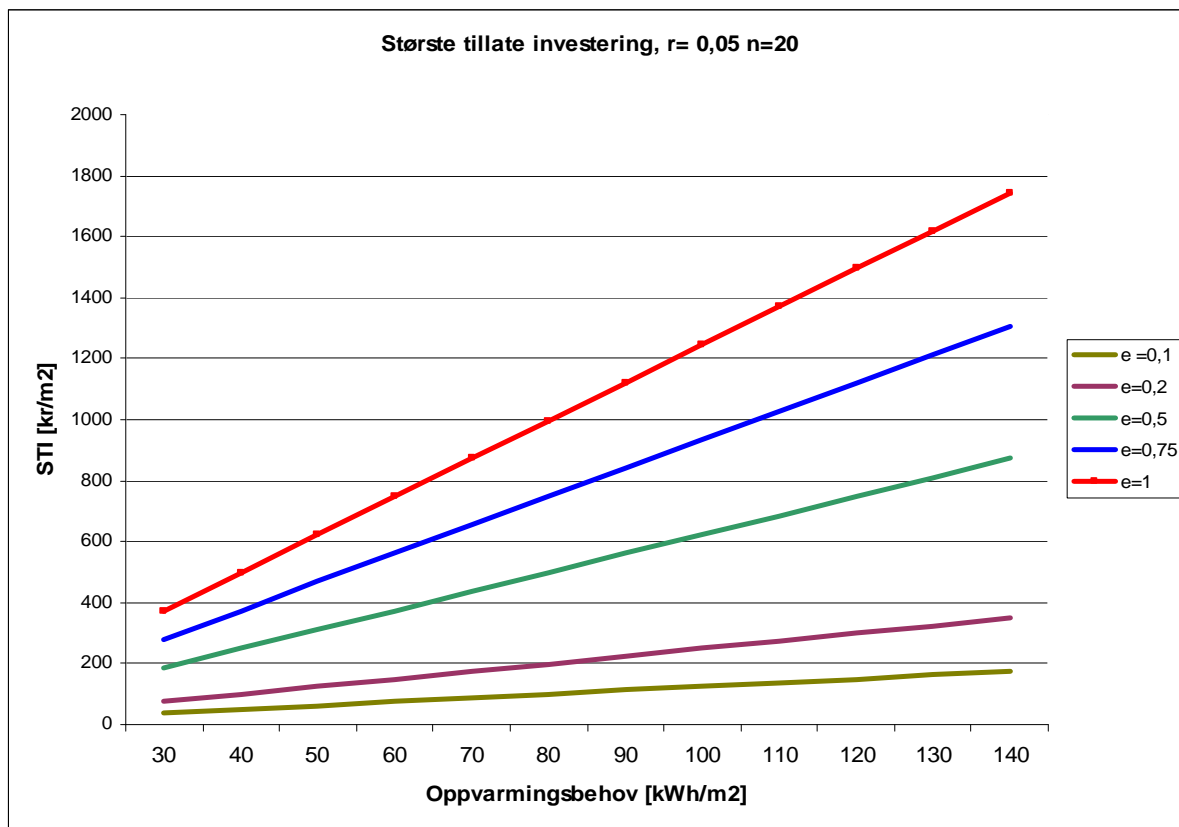
I 2006 var den gjennomsnittsprisen på elektrisitet 91,5 øre/kWh, for 2007 var den 75 øre/kWh, disse prisene er gitt i kapitell 7.2. Fjernvarmeprisen følger som regel prisen på elektrisitet, slik at variasjonen blir minimal. De ulike referanseprisene fra kapittel 7.3 satte gjennomsnitts fjernvarmepris til 53,2 øre/kWh i 2006, men de fleste fjernvarmeprodusentene opererer med en pris satt ut fra elektrisitetsprisen, der fjernvarmen er 5-10 % billigere.



Figur 10: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme  $r=7\%$   $n=20$  år

Figur 10 beskriver den største tillatte investeringen for installasjon av et vannbårent varmeanlegg per m<sup>2</sup>. differansen mellom elektrisitetsprisen og prisen på den alternative energikilden er gitt ved e. Prisdifferansen e er gitt som 5 alternativer 0,1 kr/kWh, 0,2 kr/kWh, 0,5 kr/kWh, 0,75 kr/kWh og 1,0 kr/kWh. Renten er satt til 7 % og installasjonens levetid er satt til 20 år.

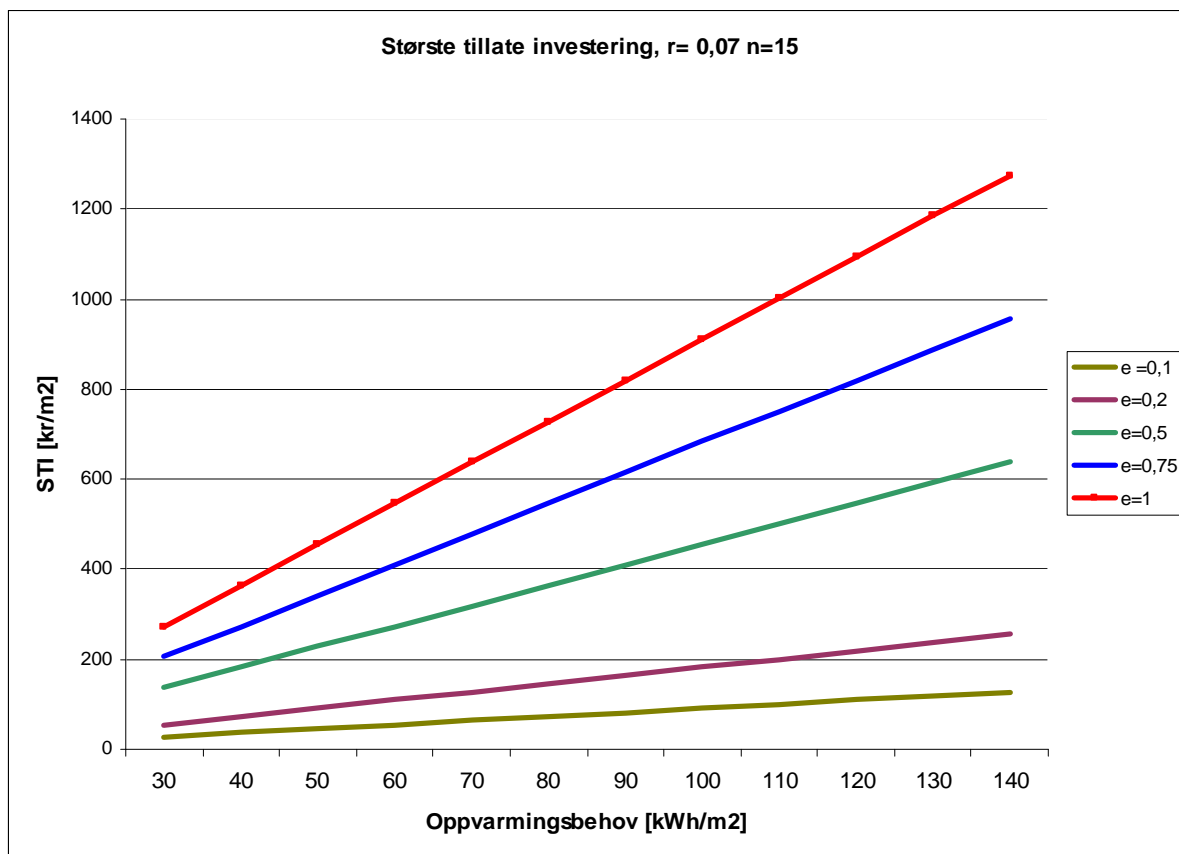
Ved en prisdifferanse  $e$  på 0,1 kroner vil et bygg med oppvarmingsbehov på 100 kWh/ m<sup>2</sup> ha en STI på rundt 100 kr/m<sup>2</sup>. Ved  $e=1$  vil STI være i underkant av 1200 kr/m<sup>2</sup>.



Figur 11: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme  $r=5\%$   $n=20$  år

Figur 11 beskriver den største tillatte investeringen for installasjon av et vannbårent varmeanlegg per m<sup>2</sup>. differansen mellom elektrisitetsprisen og prisen på den alternative energikilden er gitt ved  $e$ . Prisdifferansen  $e$  er gitt som 5 alternativer 0,1 kr/kWh, 0,2 kr/kWh, 0,5 kr/kWh, 0,75 kr/kWh og 1,0 kr/kWh. Renten er satt til 5 % og installasjonens levetid er satt til 20 år.

Sett i forhold til figur 10 har STI verdiene i figur 11 økt. En lavere rente økte lønnsomheten for investeringene.

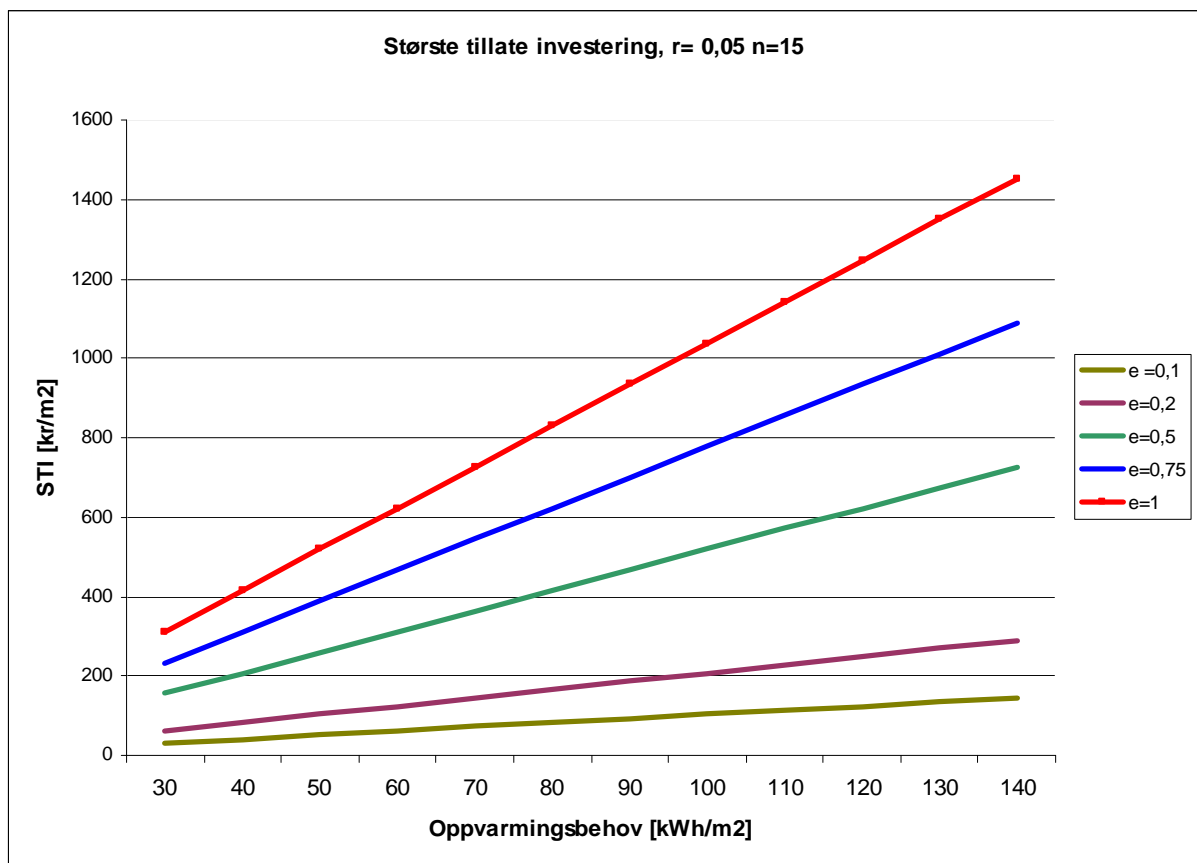


Figur 12: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme  $r=7\%$   $n=15$  år

Figur 12 beskriver den største tillatte investeringen for installasjon av et vannbårent varmeanlegg per m<sup>2</sup>. differansen mellom elektrisitetsprisen og prisen på den alternative energikilden er gitt ved e. Prisdifferansen e er gitt som 5 alternativer 0,1 kr/kWh, 0,2 kr/kWh, 0,5 kr/kWh, 0,75 kr/kWh og 1,0 kr/kWh. Renten er satt til 7 % og installasjonens levetid er satt til 15 år.

Figur 12 er den figuren der STI verdiene er lavest. Den høye rentesatsen og den korte levetiden på installasjonene gir dårligere lønnsomhet for investeringer.





Figur 13: Største tillatte investering for installasjon av vannbåren varme  $r=5\%$   $n=20$  år

Figur 13 beskriver den største tillatte investeringen for installasjon av et vannbårent varmeanlegg per m<sup>2</sup>. differansen mellom elektrisitetsprisen og prisen på den alternative energikilden er gitt ved e. Prisdifferansen e er gitt som 5 alternativer 0,1 kr/kWh, 0,2 kr/kWh, 0,5 kr/kWh, 0,75 kr/kWh og 1,0 kr/kWh. Renten er satt til 5 % og installasjonens levetid er satt til 15 år.

## 9.2 Miljø resultater

Ved utregning av utslippene forbundet med fjernvarmeproduksjon brukes tabell 8 fra kapitel 6.7 og tabell 13 ra kapitel 8.2. Spillvarme blir satt til 0 tonn utslipp per GWh produsert, da denne energien ville gått tapt hvis den ikke ble brukt i fjernvarmeproduksjon. Elektrisitet er satt til vannkraft for tabell 14. Resultatet ble et samlet utslipp på 159145 tonn CO<sub>2</sub>, eller 40,79 tonn/GWh

|                                       | 2005       |            | 2006       |            | 2007       |          |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|                                       | Produksjon | Utslipp    | Produksjon | Utslipp    | Produksjon | Utslipp  |
| Energikilde                           | GWh        | Tonn CO2   | GWh        | Tonn CO2   | GWh        | Tonn CO2 |
| Gass-/dieseloljer, tunge fyringsoljer | 150,7      | 49731      | 224,2      | 73986      | 237,5      | 78375    |
| Flis og bark                          | 532        | 2128       | 613,2      | 2452,8     | 630,1      | 2520     |
| Avfall                                | 1 706      | 6 825      | 1 749      | 6 996      | 1 911      | 7646     |
| Elektrisitet                          | 700,1      | 4900       | 617,7      | 4323,9     | 733,1      | 5131     |
| Spillvarme                            | 119,2      | 0          | 149,2      | 0          | 190,8      | 0        |
| Gass                                  | 110,8      | 36564      | 181,3      | 59829      | 198,4      | 65472    |
| I alt                                 | 3 319,10   | 100 148,90 | 3 503,20   | 147 588,50 | 3 901,70   | 159145,9 |

Tabell 14: Utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon. Elektrisitett satt til vannkraft

For tabell 15 er elektrisitett satt til El-mix fra tabell 13. Dette ga et totalt utslipp av CO2 på 606 336 tonn i 2007, noe som tilsvarer 155,40 tonn/GWh.

|                                       | 2005       |            | 2006       |            | 2007       |          |
|---------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|----------|
|                                       | Produksjon | Utslipp    | Produksjon | Utslipp    | Produksjon | Utslipp  |
| Energikilde                           | GWh        | Tonn CO2   | GWh        | (Tonn CO2) | GWh        | Tonn CO2 |
| Gass-/dieseloljer, tunge fyringsoljer | 150,7      | 49731      | 224,2      | 73986      | 237,5      | 78375    |
| Flis og bark                          | 532        | 2128       | 613,2      | 2452,8     | 630,1      | 2520,4   |
| Avfall                                | 1 706,30   | 6 825,20   | 1 749,20   | 6 996,80   | 1 911,70   | 7646,8   |
| Elektrisitet                          | 700,1      | 431961     | 617,7      | 381120     | 733,1      | 452322   |
| Spillvarme                            | 119,2      | 0          | 149,2      | 0          | 190,8      | 0        |
| Gass                                  | 110,8      | 36564      | 181,3      | 59829      | 198,4      | 65472    |
| I alt                                 | 3 319,10   | 527 209,90 | 3 503,20   | 524 385,50 | 3 901,70   | 606336,9 |

Tabell 15: Utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon. Elektrisitett satt til El-Mix

For tabell 16 er elektrisitett satt til kullkraft fra tabell 13. Dette ga et totalt utslipp av CO2 på 1123274 tonn i 2007, noe som tilsvarer 287,89 tonn/GWh.

|                                       | 2005       |          | 2006       |          | 2007       |          |
|---------------------------------------|------------|----------|------------|----------|------------|----------|
|                                       | Produksjon | Utslipp  | Produksjon | Utslipp  | Produksjon | Utslipp  |
| Energikilde                           | GWh        | Tonn CO2 | GWh        | Tonn CO2 | GWh        | Tonn CO2 |
| Gass-/dieseloljer, tunge fyringsoljer | 151        | 49731    | 224        | 73986    | 238        | 78375    |
| Flis og bark                          | 532        | 2128     | 613        | 2453     | 630        | 2520     |
| Avfall                                | 1706       | 6825     | 1749       | 6997     | 1912       | 7647     |
| Elektrisitet                          | 700        | 938134   | 618        | 827718   | 733        | 982354   |
| Spillvarme                            | 119        | 0        | 149        | 0        | 191        | 0        |
| Gass                                  | 111        | 29251    | 181        | 47863    | 198        | 52378    |
| I alt                                 | 3319       | 1026069  | 3503       | 959017   | 3902       | 1123274  |

Tabell 16: Utslipp forbundet med fjernvarmeproduksjon. Elektrisitett satt til kullkraft

Fra tabell 14 ble utslippene fra fjernvarme produksjonen i 2007 på 40,79 tonn CO2 ekvivalenter per GWh produser fjernvarme. Da er elektrisiteten i

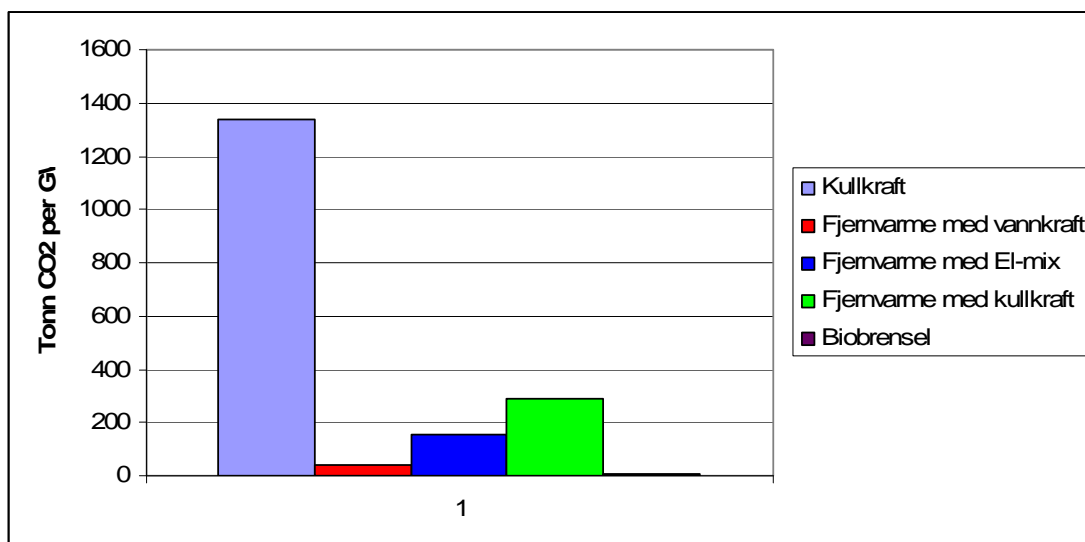
fjernvarmeproduksjonen satt til vannkraft. Tabell 15 setter utslippene for en GWh produsert fjernvarme til 155,40 CO2 ekvivalenter. Dersom kullkraft er brukt som kilde for elektrisiteten i fjernvarmeanleggene er utslippene 287,89 tonn CO2 ekvivalenter per GWh produsert fjernvarme, gitt av tabell 16. En GWh produsert med kullkraft har et samlet utslipp på 1340 tonn CO2 ekvivalenter. For biobrensel vil utslippene være 5 tonn CO2 ekvivalenter per GWh produsert.

I tabell 17 er differansen i klimagassutslippene mellom elektrisitet (produsert med kullkraft) og fjernvarme/biobrensel i produksjonen av 1 GWh.

|                                    | Utslipp<br>[TonnCO2/GWh] | Differanse<br>[TonnCO2/GWh] |
|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Kullkraft                          | 1340                     |                             |
| Fjernvarme produsert med kullkraft | 287,89                   | 1052,11                     |
| Biobrensel                         | 5                        | 1335                        |

Tabell 17: Differansen mellom kullkraft og fjernvarme/biobrensel i GWh

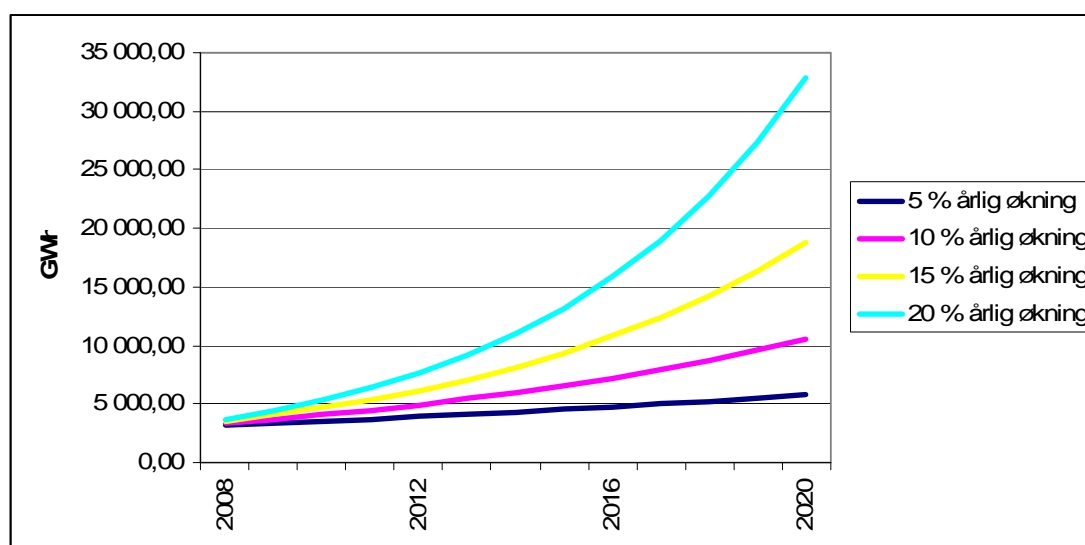
Figur 14 er en grafisk fremstilling av tabell 17. Verdiene for tabellene 14, 15 og 16 er også omregnet for å gi klimagassutslippene for fjernvarme produsert med ulike miljøvekting på elektrisetsproduksjonen.



Figur 14: Differansen i utslipp mellom kullkraft og fjernvarme i GWh

### 9.3 Estimerer for fjernvarmeutbygging

Estimatene for framtidig fjernvarmeutbygging er utregnet ved å bruke historiske data gitt i kapitel 8.3.



Figur 15: Årlig økning i fjernvarmeproduksjon fram til 2020 for ulike alternativer

Figur 15 viser at en årlig økning av fjernvarmeproduksjonen på 5 %, vil det bli produsert 5781 GWh i 2020. For en økning på 10 %, 15 % og 20 %, vil produksjonen i 2020 være 10584 GWh, 18864 GWh og 32804 GWh.

I kapitel 6.7 og 6.8 ble den tekniske potensialet for ny fjernvarme innen 2020 anslått til 1,7 TWh, uten økonomisk støtte. Det tekniske potensialet for lokale varmesentraler var estimert til 7,5 TWh innen 2020. Det totale markedet for vannbåren varme er estimert til å være 18 TWh innen 2020.

## 10. Diskusjon

### 10.1 De økonomisk resultatene

For de fleste bygninger i Norge vil installering av et vannbårent varmesystem i et eksisterende bygg være ulønnsomt. Slik beskrevet i kapitel 7 er dagens prisdifferanse på elektrisitet og vannbasert varme, er for fjernvarme 5-10 øre/kWh. Denne prisen har regionale forskjeller, da de ulike fjernvarmeselskapene opererer med ulike satser og kalkulasjoner for prisen på fjernvarme. Installasjon av lokale varmesentraler er også ulønnsomt for de fleste bygg [13]. Biobrensel er den billigste energikilden på

markedet. For biobrensel er det også store regionale prisforskjeller. Prisdifferansen mellom biobrensel og elektrisitet varierer fra 10-35 øre/kWh. Investeringskostnadene for en lokal varmesentral med egen kjel er større enn ved tilkobling på fjernvarmenettet. I tillegg er det større driftskostnader ved bruk av egen kjel i varmeanlegget.

Statlig støtte er nødvendig for de fleste anlegg i Norge. Størrelsen på Enovas støtte til utbygging av fjernvarme og lokale varmesentraler, er den avgjørende faktoren for lønnsomheten i de fleste prosjekter. Enovas støtteordning gis til de prosjektene som kan dokumentere de beste energireultatene til den rimligste prisen. Størrelsen på støttebeløpet blir gitt etter hvor stor andel støtte som er nødvendig for å gjøre en investering i alternative energikilder lønnsomme.

En enebolig i Norge vil normalt ha et energibehov på 100 kW/h per m<sup>2</sup>. Installasjon av vannbåren varme ligger rundt 500 kr/m<sup>2</sup>. En slik investering er lønnsom dersom energipris differansen ligger på 40 øre/kWh, eller økonomisk støtte blir gitt til prosjekter for å gjøre investeringene lønnsomme.

Figur 13 ga marginale reduksjoner i lønnsomheten sett i forhold til figur 10. Noe som tydet på at levetiden for en investering var en viktigere faktor enn renten brukt i analysen. I figur 10 ble det brukt en levetid på 20 år og rentesats på 7 %.

For bygg med eksisterende vannbårene varmesystem, er en overgang til alternative energikilder lønnsomt. Et bygg der det i dag brukes en elkjel eller oljekjel, vil en overgang til fjernvarme eller en installasjon av en biokjel gi reduserte årlige energikostnader. Det forventede økte markedet for vannbåren varme, kan føre til en reduksjon på investeringskostnadene for vannbåren varme, da det utvidete markedet på etterspørselssiden vil gi bedre konkurransevilkår, og skape flere aktører på tilbudssiden. Dette vil igjen skape økt etterspørsel, hvis investeringskostnadene reduseres. Myndigheten bør derfor legge til rette et bedre marked for bedrifter i vannbåren varme bransjen. Dette kan gjøres ved å gi gunstige lån via husbanken, for aktører som vil opprette en bedrift, eller redusere skattene og avgiftene på det tekniske utstyret til vannbåren varme. Dette vil gjøre resultatene fra kapittel 9.1 mer oppnåelige.

## **10.2 Miljøanalyse**

Resultatene fra miljøanalysen konkluderer en sterk reduksjon av klimagass utslippene, dersom bruken av vannbåren varme økes. Dersom en GWh elektrisk oppvarming

erstattes med fjernvarme eller lokale varmesentraler vil reduksjonen av klimagassutslipp være betydelige. Differansen var for fjernvarme og kullkraft er den 1048,8 tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter per GWh, og for Bioenergi og kullkraft er den 1336 tonn CO<sub>2</sub> ekvivalenter per GWh. De enorme utslippsmengdene ved produksjon av kullkraft har en negativ effekt på miljøet. Når et markedssystem virker effektivt, vil markedsprisene reflektere alle kostnader og goder på et produkt. Når ikke alle kostnadene og godene ved et produkt er medregnet i prisen, vil dette produktet ha eksternaliteter. For energiproduksjonen er eksternalitetene utslipp av klimagasser og lokale utslipp. Disse kostnadene for samfunnet er ikke medregnet i prisen på energien. Ved import av kullkraft fra utlandet, vil ikke en avgift bli lagt til elektrisitetsprisen. Myndighetene kan korrigere slike eksternaliteter. For de negative, kan myndighetene innføre skatter og avgifter på produsentene eller forbrukerne av forurensende energikilder. For de positive, kan myndighetene gi skatteletter og økonomisk støtte, til de produsentene og kundene av alternative energikilder. På denne måte vil man få et samfunnsøkonomisk optimalt marked.

### **10.3 Framtiden for vannbåren varme i Norge**

Så lenge strømregningen er lav blir ikke alternative oppvarmingsløsninger tatt opp til vurdering. De kundene som likevel gjør en vurdering finner ofte ut at gevinsten ved å investere i vannbåren varme blir liten, sett i forhold til fortsatt bruk av strøm. I tillegg til det generelt lave prisnivået på strøm, vil svingningene i strømprisen skape usikkerhet knyttet til lønnsomheten av varmeprosjekter. De fleste større varmeprosjekter, som fjernvarme, er avhengig av et stort marked med en stor variasjon av potensielle kunder. Et fjernvarmeanlegg vil kun være lønnsomt i byer og større tettsteder. Kostnadene ved legging av fjernvarmerør er store. Derfor vil avstanden fra fjernvarmeanlegget til kundene være en viktig faktor.

De fleste av regjeringens mål for vannbåren varme vil kun bli møtt dersom støtteprogrammene opprettholdes. De nye tekniske forskriftene vil øke andelen bygg med vannbåren varmesystemer. Dette vil gi bedre økonomiske grunnlag for etablering av fjernvarme. Et problem med de nye tekniske forskriftene, er de strenge kravene til energibehovet til bygninger. De nye kravene for energibehovet til et bygg er kraftig redusert fra dagens krav. Dette vil føre til et betydelig mindre energibehov til oppvarming, noe som vil redusere lønnsomheten for vannbåren varme.

Det mest effektive virkemiddelet for å stimulere utbyggingen av vannbåren varme, er å øke avgiftene på elektrisitet. Ved å øke avgiftene til det svenske eller danske nivået. Vil gjøre de fleste investeringer i alternative energikilder lønnsomme i lengden.

Et fjernvarmeanlegg vil ha et naturlig monopol i sitt konsesjonsområde. Dette er en ulempe for fjernvarmekunden, som ikke kan velge den billigste leverandøren, slik det er mulig å gjøre med elektrisitetsleverandører. Når en bedrift driver med monopolvirksomhet, kan bedriften sette den prisen, som gir størst profitten for bedriften. Derfor vil prisene fjernvarmeleverandørene setter på fjernvarme ha stor betydning for fremtidige investeringer i vannbåren varme. En annen viktig faktor for fjernvarmeutbygging er tilgang på flest mulig kunder innenfor konsesjonsområdet. Det er derfor en fordelaktig med minst mulig bruk av lokale varmesentraler i bygninger innenfor et konsesjonsområde for fjernvarme.

Det anslåtte potensialet for vannbåren varme i Norge innen 2020 er på 18 TWh. Dette estimatet er meget optimistisk, med tanke på dagens energipriser. I kapitel 6 ble ulike estimater fra flere kilder presentert, de fleste av disse estimerte en økt fjernvarmeproduksjon på opptil 2 TWh innen 2020. Fra figur 15 ble dette estimert til en 5 % økning i produksjonen fra 2008 til 2020, noe som er et realistisk estimat. Det største potensialet er innefor lokale varmesentraler. Der bioenergi vil dominere som energikilden. Fra kapitel 6.6 ble det estimert et 35 TWh nyttbart potensial av bioenergi, dette er en økning på 20 TWh fra dagens forbruk. Bioenergi er også den billigste og mest miljøvennlige energikilden på markedet. Økt produksjon av bioenergi vil også være god distriktpolitikk, som også er en av myndighetenes målsetninger.

## 11. Konklusjon

Basert på resultatene presentert i kapitel 10 og diskusjonen utført i kapitel 11, kan de følgende konklusjonene gjøres for konsekvensene ved omlegging til vannbåren varme i norske bygninger:

- Den lave prisen på elektrisitet er det største hinderet for en storskala utbygging av vannbåren varme i Norge. For de fleste bygninger vil investeringskostnaden av vannbåren varme, ikke bli inntjent av de sparte energiutgiften. De nye tekniske forskriften setter krav til bruk av 40 % alternativ kilder til oppvarming, dette vil skape et større marked for vannbåren varme.
- Ved sammenligning mellom den økonomiske analysen utført i kapitel 9.1, og kostnaden for installasjon av vannbåren varme i et bygg, vil en slik investering være ulønnsom med dagens energipriser.
- Det estimerte potensialet for vannbåren varme inne 2020 er 18 TWh, som følge av de nye kravene byggekrave i TEK 07. Uten økonomisk støtte vil 1,7 TWh være dekt av fjernvarme og 7,5 TWh lokale varmesentraler.
- Ved erstatning av elektrisitet (produsert med kullkraft) til oppvarming vil reduksjonen av klimagasser være 1052,11 Tonn CO<sub>2</sub>/GWh for fjernvarme og 1335 Tonn CO<sub>2</sub>/GWh for biobrensel. Vannbåren varme vil derfor være et viktig virkemiddel for reduserte utslipp av klimagasser.
- De to beste alternativene for å nå myndighetenes målsetninger for økt bruk av vannbåren varme og alternative energikilder, er enten å øke elektrisitet avgiften, eller ved å gi statlig støtte ved investeringer i vannbåren varme.



## Kilder

- [1] Statistisk sentralbyrå, *Naturressurser og miljø 2005*, tilgjengelig på [www.ssb.no](http://www.ssb.no)
- [2] Langerud, B., Størdal, S., Wiig, H. & Ørbeck, M. 2007. *Bioenergi i Norge - potensialer, markeder og virkemidler*. Østlandsforskning rapport 2007/17
- [3]: Fossdal, S., Gundersen, P., Krog, B.R., *Vannbåret varme i boliger*, Oslo: Norges byggforskningsinstitutt, 2006.
- [4] Enova SF, *10 ÅR MED RØDE TALL - Barrierer for økt utbygging av lokale varmesentraler og nærvarmeanlegg*. Studie for Enova, Norsk Bioenergiforening, Norsk Varmepumpeforening, Norsk Petroleumsinstitutt
- [5] Enova SF, *Byggstatistikk, 2007*, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no)
- [6] Norsk offentlig utredning NOU 1998: 11 Energi- og kraftbalansen mot 2020 [www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/NOU-er/1998/NOU-1998-11.html?id=141308](http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/NOU-er/1998/NOU-1998-11.html?id=141308)
- [7] Enova Næring, *Støtteprogram for Bolig, bygg og anlegg*, tilgjengelig på <http://naring.enova.no/sitepageview.aspx?sitePageID=1002>
- [8] *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk*, [www.lovdata.no/for/sf/kr/kr-19970122-0033.html](http://www.lovdata.no/for/sf/kr/kr-19970122-0033.html)
- [9] Miljøverndepartementet, *Fredrikstaderklæringen*, tilgjengelig på [www.regjeringen.no/en/archive/Bondeviks-1st-Government/231606/231607/231726/t-1232\\_fredrikstaderklaeringen.html?id=231727](http://www.regjeringen.no/en/archive/Bondeviks-1st-Government/231606/231607/231726/t-1232_fredrikstaderklaeringen.html?id=231727)
- [10] Olje- og energidepartementet, *Strategi for utbygging av vannbåren varme*, 2002,
- [11] XRGIA (2007): *Fornybar varme 2020 Potensialstudie og analyse av framtidig utbygging av fjernvarme og lokale varmesentraler*. Rapport utarbeidet for ENOVA.
- [12] Statistisk sentralbyrå, *Energistatistikk*, tilgjengelig på [www.ssb.no/energi/](http://www.ssb.no/energi/)
- [13] Enova SF, *Varmestudien 2003 - Grunnlag for utbygging og bruk av varmeenergi i det norske energisystemet*. tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no)
- [14] Enova SF, *Byggstudien 2003 - Grunnlag for utvikling og tilpassing av programmer for å fremme energireduksjon og bruk av fornybar energi innenfor byggenæringen*, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no)

- [15] Husbanken, [www.husbanken.no](http://www.husbanken.no)
- [16] Kommunal- og regionaldepartementet, *Miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren 2005–2008*.
- [17] Statistisk sentralbyrå, *Boligstatistikk*, tilgjengelig på [www.ssb.no/boligstat](http://www.ssb.no/boligstat)
- [18] Olje og energidepartementet, *Regulering av fjernvarme*,
- [19] Statistisk Sentralbyrå, *Energiforbruk per husholdning 2006*, tilgjengelig på [www.ssb.no](http://www.ssb.no)
- [20] Statistisk sentralbyrå, *Husenergi*, tilgjengelig på [www.ssb.no/husenergi/](http://www.ssb.no/husenergi/)
- [21] Enova SF, *Byggstatistikk 2007*, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no)
- [22] Kommunal- og regionaldepartementet, *Miljøhandlingsplan for bolig- og byggsektoren 2005–2008*.
- [23] Størdal, S., Wiig, H. & Ørbeck, M. 2007. *Bioenergi i Norge - potensialer, markeder og virkemidler*. Østlandsforskning rapport 2003/18
- [24] *Forskrift om krav til byggverk og produkter til byggverk*, [www.lovdata.no/for/sf/kr/kr-19970122-0033.html](http://www.lovdata.no/for/sf/kr/kr-19970122-0033.html)
- [25] Moss, K., *Heating and water services design in buildings*. London: Spon Press, 2003.
- [26] Brødrene Dahl AS, *Varmebok om vannbåren varme*, Oslo: Brødrene Dahl As markedsavdeling.
- [27] ENOVA, *Manual for ENØK normtall 2004*, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no)
- [28] Norges vassdrags- og energidirektorat, 2000, *Energi i kommunene*, tilgjengelig på [www.nve.no/FileArchive/161/veil2-00.pdf](http://www.nve.no/FileArchive/161/veil2-00.pdf)
- [29] Enova SF, *10 ÅR MED RØDE TALL - Barrierer for økt utbygging av lokale varmesentraler og nærvarmeanlegg*. Studie for Enova, Norsk Bioenergiforening, Norsk Varmepumpeforening, Norsk Petroleumsinstitutt
- [30] Statistisk Sentralbyrå, *Konsumprisindeksen*, tilgjengelig på [www.ssb.no/kpi/tab-01.html](http://www.ssb.no/kpi/tab-01.html)
- [31] Varmeinfo opplysningskontor for fleksible oppvarmingssystemer [www.varmeinfo.no](http://www.varmeinfo.no) [28.03.08]

[32] Dyrhaug, L. T., *Vannbåren varme - et fremtidsvalg*. Tilgjengelig på: [www.brovarmex.no/html/page\\_2.asp?clientid=433414&pageid=228546&nocache=815145](http://www.brovarmex.no/html/page_2.asp?clientid=433414&pageid=228546&nocache=815145)

[33] Sweco Grøner, *Fornybar energi 2007*, Rapport utarbeidet for NVE, Enova, Norges forskningsråd og Innovasjon Norge. Tilgjengelig på [www.fornybar.no](http://www.fornybar.no)

[34] Statistisk sentralbyrå, *Fjernvarmestatistikk*, tilgjengelig på [www.ssb.no/emner/10/08/10/fjernvarme/index.html](http://www.ssb.no/emner/10/08/10/fjernvarme/index.html)

[35] Statistisk sentralbyrå, *Avfallsregnskap for Norge*, tilgjengelig på [www.ssb.no/emner/01/05/avfall](http://www.ssb.no/emner/01/05/avfall)

[36] Statistisk sentralbyrå, *Energistatistikk*, tilgjengelig på [www.ssb.no/energi/](http://www.ssb.no/energi/)

[37] Hafslund, *Priser på fjernvarme*, [www.hafslund.no](http://www.hafslund.no)

[38] Eidskog Næringservice KF, *Priser på fjernvarme*, <http://www.enkf.no/kunde/filer/Fjernvarmetariff%20ENKF%20pr%2010107.pdf>

[39] NS-EN 15603, *Energy performance of buildings – Overall energy use, CO2 emissions and definition of energy ratings*