

# **Hvordan kan klimavennlig biobrensel varme Bergen?**

**Rapport fra  
Naturvernforbundet Hordaland 2007**

## **Forord**

Denne rapporten gjør for rede mulighetene knyttet til bruk av biobrensel til oppvarming i Bergen. Den ser på mulighetene for råstoff, marked for varme og mulighetene for å benytte miljø- og klimavennlig biovarme på fjernvarmenettet i Bergen. Rapporten skal bidra til å vise mulighetene som ligger bruk av biovarme i Bergen.

Rapporten er skrevet av Erlend Randeberg og John Martin Jacobsen i Naturvernforbundet Hordaland. Den er gjennomgått av Erik Natvig, Ingar Flatlandsmo, Oddvar Skre og Nils Tore Skogland.

Arbeidet med rapporten er støttet økonomisk av Fylkesmannens landbruksavdeling i Hordaland etter initiativ fra Naturvernforbundet Hordaland.

# 1 Sammendrag

Utgangspunktet for denne utredningen er ønsket fra Bergen kommune om å øke kapasiteten for fjernvarmenettet i Bergen ved bruk av trebrensel i stedet for å øke avfallsforbrenningen. Bakgrunnen er at Bergen er blant de dårligste kommuner i landet på gjenvinning av avfall, og at avfallsforbrenning bare delvis er fornybar energi. Samtidig som vi brenner opp store ressurser som kunne vært gjenvunnet, fins det store unyttede bioenergi-ressurser i fylket. Deponering av biologisk nedbrytbart materiale i fyllinger fører til utslipp av den kraftige klimagassen metan. En bedre måte å håndtere dette avfallet på, er ved økt kildesortering og kompostering, eller produksjon av biobrensel.

Bergen har et stort potensial – om lag 2 600 GWh eller 50 prosent av det totale oppvarmingsbehovet – for fjernvarme, men bare fem prosent av dette er utnyttet i dag. BKK Varme har fått konsesjon for utvidelse av fjernvarmenettet i Bergen sentrum og Sandviken. Behovet for energi vil bli dekket av olje og gass i påvente av produksjon av varme fra et nytt forbrenningsanlegg i Rådalen. Mange grunner taler for at dette økte behovet bør dekkes av biobrensel i stedet for restavfall. Et ønske om økt bruk av bioenergi er også nedfelt i Soria Moria-erklæringa. For å oppnå dette fins det statlige støtteordninger innen Enova. En annen fordel ved kombinasjon mellom bruk av avfall og biobrensel, er at avfall produseres hele året, mens energibehovet er størst om vinteren. Her kan biobrensel komme inn som supplerende energiressurs, og erstatte olje og gass.

Biobrensel er tatt i bruk i fjernvarme med gode erfaringer flere steder i landet, bl.a. i Hamar, Trondheim, og på Hafslund Fjernvarme sitt anlegg på Gardermoen. Råstoffet i disse anleggene kommer hovedsakelig fra skogen og treforedlingsindustrien, mens i Bergen der det er mye trehusbebyggelse og byggevirksomhet, kan rivningsavfall få stor betydning. I framtiden vil derimot flis fra plantefelt og gjengroingsskog få stadig større betydning, ettersom flere og flere bruk legges ned og færre dyr beiter i skogen. Fylkesmannen regner med at det er realistisk å hente ut 320 GWh fra skogene i fylket i løpet av 2-3 år, tilsvarende varmebehovet til 30 000 husstander.

Utenfor fjernvarmenettet kan flis fra skog og rivingsavfall tørkes, ved utnytting av spillvarmen fra forbrenningsanlegget eller fra Statoil Mongstad, og utnyttes til biobrensel som flis eller pellets. Et ekstra argument for forbrenning av rene biobrensler i stedet for avfall er at det er relativt lavere utslippet av forurensende gasser og at kostnadene ved å redusere slike utslipp er svært høye.

# Innholdsfortegnelse

<b>Forord.....</b>	<b>2</b>
<b><u>1 Sammenheng.....</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>Innholdsfortegnelse.....</u></b>	<b><u>4</u></b>
<b><u>2 Innledning.....</u></b>	<b><u>5</u></b>
2.1 Energi.....	5
2.2 Avfall.....	6
2.3 Energi og avfall i Bergen.....	6
<b><u>3 Biomasse til energi.....</u></b>	<b><u>8</u></b>
3.1 Typer biobrensler og bruken av dem.....	8
3.2 Varmemarkedet.....	8
3.3 Avfall som bioenergi?.....	9
<b><u>4 Avfallsvarme i Bergen.....</u></b>	<b><u>11</u></b>
4.1 Fjernvarme i Bergen.....	11
4.2 Avfallspolitikk og forbrenning.....	11
<b><u>5 Biovarme i Bergen?.....</u></b>	<b><u>13</u></b>
5.1 Myndighetenes tilrettelegging for biovarme.....	13
5.2 Biovarmeprosjekter andre steder.....	14
5.3 Trebyen Bergen – hva med bioenergi?.....	15
5.4 Prosjektmuligheter i Bergen.....	16
5.5 Etablering av et bioenergimarked i regionen.....	18
<b><u>6 Konklusjoner og anbefalinger.....</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b>Litteratur.....</b>	<b>20</b>

## 2 Innledning

Energibruk og avfallshåndtering er to av de viktigste miljøspørsmålene som må besvares både lokalt, regionalt og globalt. Blant annet er spørsmålet om farlige klimaendringer, tap av naturmangfold, forurensing og ressursbruk tett knyttet til disse spørsmålene. For å bidra til en politikk som er miljøvennlig på begge områdene, er det vesentlig at valgene gjøres i tråd med klare prioriteringer.

I Bergen er energi- og avfallspolitikken for øyeblikket aktuelle tema i forbindelse med utvidelse av fjernvarmeområdet og planene om utvidet forbrenningskapasitet for restavfall. I en uttalelse fra Bergen kommune til BKK Varme AS' søknad om utvidelse av fjernvarmeområdet sies følgende<sup>1</sup>:

*“Byråden ber BKK vurdere andre energikilder enn avfallsforbrenning til fjernvarmenettet. Blant annet bør man utrede muligheten for lokale varmesentraler ved bruk av rene trebrensler.”*

Også i en søknad til EUs *Concerto*-program i forbindelse med byutviklingsprogrammet for Damsgårdssundet, ytrer Bergen kommune ønske om en “utvidelse av fjernvarmenettet med et nytt anlegg som kan betjenes med biomasse”.

Som en av Norges tre “trebyer” har Bergen inntatt en offensiv rolle når det gjelder å ta i bruk tre som materiale. En naturlig forlengelse av dette bør være å ta i bruk trevirke som kilde for energiforsyningen i byen. På den måten kan byen gå foran i bruken av fornybart og miljøvennlig trevirke.

### 2.1 Energi

Prioriteringene for å få til en miljøvennlig energibruk kan settes opp på følgende måte:

1. Redusere og effektivisere energibruken
2. Velge fornybar energi framfor fossil energi og kjernekraft
3. Velge fossil gass framfor kull og olje

All energiproduksjon og -forbruk har konsekvenser for natur og miljø. Den kanskje største utfordringen for energisektoren er å redusere utslippene av klimagasser, som hovedsakelig er knyttet til bruk av fossile brensler. I tillegg kommer miljøproblemer knyttet til blant annet luftforurensing og tap av biologisk mangfold i forbindelse med energibruk.

I det lange løp er fornybar energi den eneste vi kan satse på, men samtidig er det ikke nok å erstatte dagens bruk av fossil energi med fornybare energikilder. Storstilt satsing på energisparing og -effektivisering er første prioritet. For Norges vedkommende dreier dette seg først og fremst om å redusere bruken av elektrisitet til oppvarming ved å redusere bruken av panelovner. Fornybar varme i form av bioenergi og omgivelsesvarme utnyttet gjennom bruk av varmepumper er svært miljøvennlige oppvarmingsalternativer.

Det er et uttalt politisk ønske om å få til en omlegging av energibruken fra elektrisitet til varme. En hovedutfordring i så måte er å sørge for tilstrekkelig infrastruktur for distribusjon

---

<sup>1</sup> Byrådsak 1195-06, datert 28. mars 2006.

av varme. Vannbåren varme er i liten grad tatt i bruk i Norge, men etter hvert som elektrisitet har blitt en stadig knappere ressurs, satses det mer på slik oppvarming. I Bergen har utbyggingen av fjernvarmenettet lagt til rette for mer miljøvennlige oppvarmingsløsninger. Videre utvikling av dette er en viktig forutsetning for omlegging av oppvarming av bygninger i Bergen.

## 2.2 Avfall

For avfallssektoren kan vi også sette opp en prioriteringsliste:

1. Redusere avfallsmengdene
2. Sørge for ombruk og gjenbruk av avfallet
3. Materialgjenvinne
4. Forbrenning med energiutnyttelse
5. Deponere

Som for energisektoren gjelder det primært å sørge for en reduksjon av ressursbruken. Dette oppnås gjennom å produsere mindre avfall, og å sørge for at det avfallet som blir produsert i størst mulig grad blir brukt om igjen. Et godt eksempel er panteordninger for drikkeemballasje.

Neste prioritet er gjenvinning av materialene til produksjon av nye produkter. De aller fleste materialer egner seg svært godt for materialgjenvinning, men det er en forutsetning at det finnes gode og effektive kildesorteringsordninger. Den delen av avfallet som er igjen etter at tiltakene som er nevnt over er gjennomført, kan energigjenvinnes eller deponeres. Energigjenvinning med god kontroll på utslipp til luft er å foretrekke framfor deponering av avfall i de fleste tilfeller.

## 2.3 Energi og avfall i Bergen

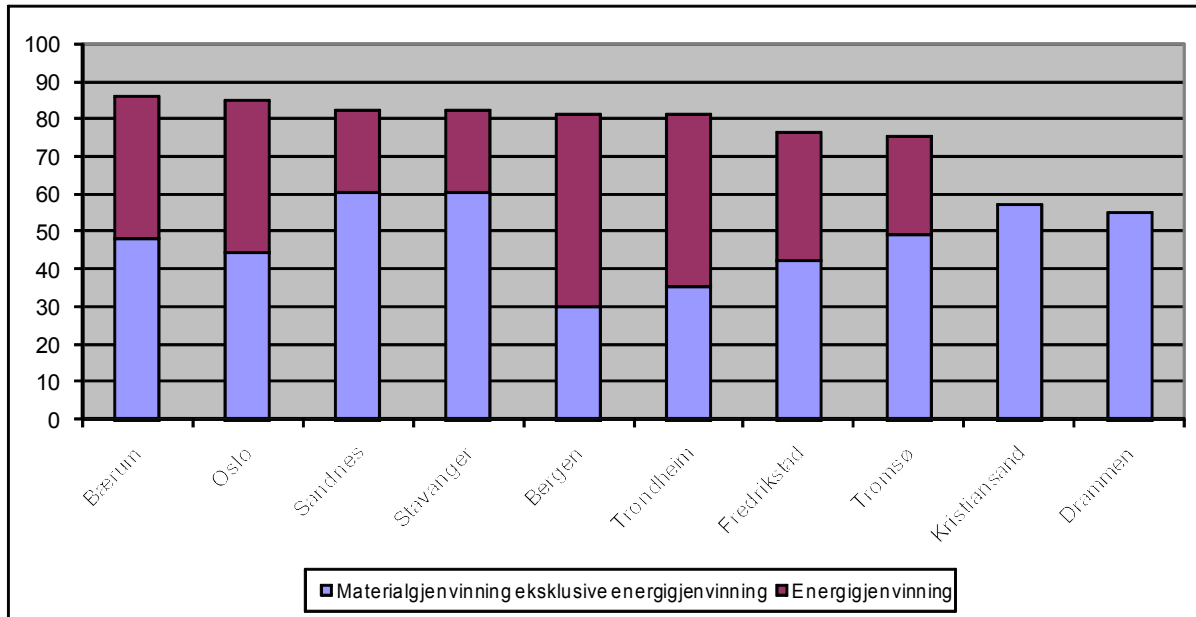
Situasjonen for energibruk generelt i Norge er preget av et høyt forbruk av elektrisitet til oppvarming. Bergen er ikke noe unntak, og det er derfor svært gunstig med utbygging av fjernvarmenettet i byen for å redusere avhengigheten av elektrisitet til oppvarming. Fjernvarme bidrar også til å redusere bruken av oljefyring med høye utslipp av klimagasser, og kan bidra til å redusere disse utslippene. Også for den til tider svært dårlige luftkvaliteten i byen er fjernvarmen gode nyheter, på grunn av reduserte utslipp av NO<sub>x</sub> og svevestøv.

Fjernvarmen representerer med andre ord en svært gunstig omleggingen for å få til en mer miljøvennlig energiforsyning. Spørsmålet blir om konsekvensene for avfallspolitikken er like gunstige når vi betrakter planene som finnes for utvidet forsyningskapasitet for fjernvarmenettet.

Fjernvarmen i Bergen er basert på forbrenning av restavfall, og avfallsselskapet BIR har nå lansert planer om en fordoblet forbrenningskapasitet for å ta imot mer restavfall. BIR-området<sup>2</sup> er blant landets dårligste på miljøvennlig kildesortering. I byer som Stavanger, Kristiansand og Oslo er tilsvarende tall langt høyere, som vises av Figur 1.

---

<sup>2</sup> Omfatter kommunene Askøy, Bergen, Fusa, Kvam, Os, Osterøy, Samnanger, Sund og Vaksdal.



**Figur 1. Andel husholdningsavfall til gjenvinning (2003). Kilde: Miljøverndepartementet.**

Det hefter alltid noe usikkerhet om rundt tall selskapene har rapportert for utsortering til kildesortering, men grafen viser de offisielle tallene fra Miljøverndepartementet. BIR bestrider tallene, men nekter ikke for at Bergen er landets dårligste storby på miljøvennlig kildesortering.

Spesielt innenfor fraksjonene plast og matavfall har BIR et stort potensial. Analyser av husholdningsavfall som leveres til norske forbrenningsanlegg viser at disse to fraksjonene utgjør over halvparten av den totale avfallsmengden fra husholdninger. I BIR-området går i dag alt det våtorganiske avfallet til forbrenning. Det finnes bringeordninger for plast, men prognoser fra Emballasjeretur basert på hva som er levert inn pr. 31.10.06 viser at BIR vil samle inn 0,29 kilo plast per innbygger i 2006<sup>3</sup>. For hele 2005 ble det samlet inn 155,7 tonn mens det pr. 31.10.06 er samlet inn 162,7 tonn. Til sammenligning kommer hver innbygger i Fjell kommune til å samle inn 9,4 kilo i 2006.

Bergen har et godt stykke å gå når det gjelder kildesortering, sammenlignet med mange andre byer. En målrettet satsing på miljøvennlig kildesortering vil gi en dramatisk reduksjon i andelen restavfall som går til forbrenning. Dersom det satses seriøst på avfallsreduksjon, gjenbruk og materialgjenvinning, er forbrenning av restavfallet med høy utnyttelse av spillvarmen fornuftig.

Utfordringen er imidlertid at en overkapasitet for forbrenning av restavfall kan svekke insentivene til å skape en miljøvennlig avfallshåndtering med mest mulig utsortering før forbrenning. I denne rapporten ser vi på hvordan fjernvarmen i Bergen kan forsynes med fornybar og miljøvennlig bioenergi som et alternativ til økt forbrenning av restavfall. Både mulighetene for å satse på bioenergi og gevinstene ved en slik satsing er tema for rapporten.

<sup>3</sup> Eirik Holand i Emballasjeretur 13. desember 2006.

### 3 Biomasse til energi

Bioenergi er verdens viktigste fornybare energikilde. Forbrenning av biologisk materiale er den eneste eller viktigste kilden til energi for nær 2/3 av verdens befolkning. I den rike delen av verden er imidlertid fossil energibruk dominerende. Bruken av fossil energi har imidlertid store konsekvenser for blant annet klimaet på kloden, og en stor del av dette må erstattes av fornybar energi.

Det er store muligheter for å øke bruken av bioenergi både i Norge og globalt. Satsingen på bioenergi blant annet i Sverige og Finland viser at det både er mulig og svært gunstig å øke bruken av biomasse til energiformål. I dag er bioenergi den største fornybare energiressursen i Norden, også større enn vannkraft. Bruken av bioenergi er i Norge fortsatt stort sett begrenset til tradisjonell vedfyring, men en rekke prosjekter de siste årene har bidratt til at bioenergien er den raskest voksende fornybare energikilden (Hohle, 2005).

I dette kapitlet tar vi kort for oss hvilke typer bioenergi som finnes og hvordan disse kan utnyttes, vi ser på bioenergi som en viktig del av et voksende varmemarked, og vi diskuterer forholdet mellom forbrenning av avfall og ren biomasse. For en grundig innføring i temaet bioenergi anbefales boka *Bioenergi – Miljø, teknikk og marked* (Hohle, 2005).

#### 3.1 Typer biobrensler og bruken av dem

Biobrensler kan inndeles med utgangspunkt i form, det vil si som fast, flytende eller gass.

Anvendelsesområder: oppvarming, elproduksjon eller transport

Avgrensning: oppvarming som første prioritet, og det vi ser på her

#### 3.2 Varmemarkedet

En utfordring når det gjelder mulighetene for å legge om til fornybar varme, er mangelen på et fungerende varmemarked i Norge. Vi har i liten grad infrastruktur for distribusjon av varme i form av for eksempel nær- og fjernvarmenett. Mangelen på utviklede verdikjeder er en hovedutfordring (Enova, 2003b).

I flere andre land er det etablert omfattende distribusjonssystemer for varme. På den måten kan flere ulike energikilder benyttes til oppvarming. Eksempler er spillvarme fra industri, fyrsentraler på gass, olje eller biobrensler, og varmepumper som henter varme fra omgivelsene. Når flere energikilder kan velges, er det dermed mulig å velge det beste alternativet med tanke på miljø og økonomi.

I Norge er infrastrukturen for varme foreløpig relativt begrenset, og i motsetning til andre land er det svært vanlig å bruke elektrisitet til oppvarming. Bruken av bioenergi er i de fleste tilfeller begrenset til tradisjonell vedfyring. Imidlertid har bruken av foredlede biobrensler som biopellets økt de siste årene, og også større fyrkjeler for briketter og flis blir i økende grad tatt i bruk.

Tilbudet av biobrensler i form av pellets, briketter og flis er også begrenset i Norge sammenlignet med for eksempel Sverige. En viktig grunn til dette er manglende etterspørsel, som i sin tur gjør at risikovilligheten når det gjelder å satse på produksjon og distribusjon av slike energiråvarer er relativt lav. I mange tilfeller er noen få store aktører viktige for å få opp

markedet for slike råvarer. På den måten sikres en stabil avsetning av biobrenselet, og det vil dermed være mer aktuelt også for mindre aktører å etterspørre bioenergi av ulike typer.

### 3.3 *Avfall som bioenergi?*

I den offisielle statistikken plasseres ofte avfall og bioenergi i samme kategori, til tross for at usortert restavfall ikke defineres som ren bioenergi. Hovedresultatene i en studie som Mepex har gjennomført for Norsk Renholdsverksforening (NRF) og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2006 er at 68 vektprosent av avfallet til norske avfallsforbrenningsanlegg består av papir, matavfall, trevirke osv som har fornybar opprinnelse<sup>4</sup>. 21 % er fossilt og 11 % er inert (metaller, glass, jord o.l.). Avfall med fossil opprinnelse (plastprodukter og andeler i tekstiler, engangsbleier mm.) har høyere brennverdi og er tørrere enn avfall av fornybar opprinnelse. Det bidrar til at 50 % av energimengden fra norske forbrenningsanlegg vil, som et gjennomsnitt, være fornybar og den andre halvdelens fossil. Det betyr at forbrenning av restavfall bidrar med CO<sub>2</sub>-utslipp for en del av fraksjonene. Avfallsforbrenning kan altså ikke framstilles som et fornybart energialternativ.

Videre er det viktig å vurdere alternative behandlingsmåter for det biologisk nedbrytbare avfallet. For matavfall finnes det gode alternativer i form av produksjon av biogass og kompostering. Biogassen kan brukes til ulike energiformål, og restproduktet kan brukes som jordforbedringsmiddel. For flere detaljer vises for eksempel til en rapport om biogass utarbeidet av Naturvernforbundet Hordaland og Hordaland Olje og Gass (2005). Også kompostering er svært ressursvennlig, og gir matjord som produkt.

Effektive kildesorteringsordninger med gode hente- og bringeordninger er en forutsetning for å få til gode ordninger for miljøvennlig behandling av avfallet. Dersom store deler av avfallet sorteres ut og materialgjenvinnes, er behovet for behandlingsskapasitet for restavfallet relativt liten.

Det arbeides nå fra myndighetenes side med et forbud mot deponering av alt biologisk nedbrytbart materiale fra 2009. Dette er primært motivert av et ønske om å redusere utslippene av den kraftige klimagassen metan<sup>5</sup> fra avfallsdeponier. Det er ikke klart hvorvidt forbudet blir gjeldende fra 2009, men flere aktører i avfallsbransjen tilpasser seg nå et slikt regelverk. Økt forbrenningskapasitet for restavfall lanseres av en rekke avfallsselskaper som løsningen på deponeringsforbudet. Også fra BIRs side argumenteres det med økt behov for forbrenningskapasitet som følge av forbudet.

Forbrenning av usortert restavfall byr på store tekniske utfordringer, ved at det kreves avanserte reguleringssystemer og renseanlegg for å sørge for utslipp til luft som er innenfor akseptable grenser.

Et annet problem med avfallsforbrenning er at asken har et høyt innhold av tungmetaller, og må derfor tas hånd om i egne deponier. Aske fra forbrenning av rene trebrensler, på den annen side, kan tilbakeføres som gjødsel.

---

<sup>4</sup> Mepex studie for Norsk Renholdsverksforening (NRF) og Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) i 2006.

<sup>5</sup> Metan dannes ved nedbrytning av organisk materiale uten tilførsel av luft, og har omlag 20 ganger større påvirkning på klimaet enn CO<sub>2</sub>.

Når det gjelder forbrenning av restavfall i forhold til forbrenning av rene trebrensler er det behov for avanserte renseanlegg på grunn av brenselets komplekse sammensetning. Det er for eksempel 12 ganger høyere klorinnhold i restavfall enn i rene trebrensler<sup>6</sup>, noe som gir høyere forekomst av diosiner i avgassene.

Bunnasken (slag) fra forbrenningsanlegg for restavfall må behandles som farlig avfall. I dag transporteres det 5 700 tonn fra BIR sitt forbrenningsanlegg i Bergen til deponering på Langøya. Aske fra forbrenning av rene trebrensler kan tilbakeføres som gjødsel og jordforbedringsmiddel.

---

<sup>6</sup> Hohle, 2005

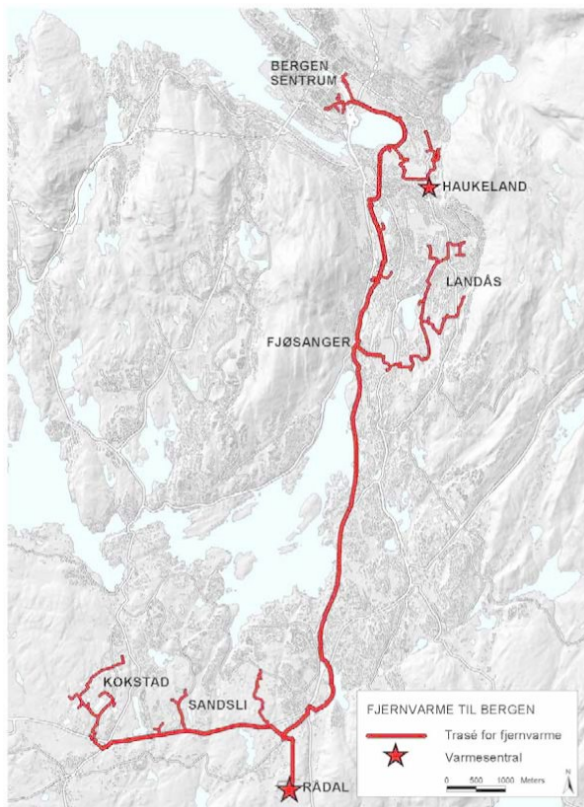
## 4 Avfallsvarme i Bergen

Den viktigste kilden for fjernvarmen i Bergen er avfallsforbrenning. Etableringen av forbrenningsanlegget i Rådalen i 1999 ble gjort under forutsetning av energiutnyttelse av forbrenningsvarmen, og har vært svært viktig for etableringen av fjernvarmenettet i byen. Nå har imidlertid avfallsselskapet BIR lansert doblet forbrenningskapasitet i Rådalen, og i dette kapittelet diskuterer vi noe av bakgrunnen for dette og hva en slik utbygging vil bety for avfallspolitikken i regionen.

### 4.1 Fjernvarme i Bergen

Fjernvarmenettet i Bergen er Norges tredje største, målt i energileveranse (BKK Varme, 2005). Bare i Oslo og Trondheim finnes det mer omfattende fjernvarmesystemer. Utbyggingen av fjernvarmenettet startet i 2000 og ved utgangen av 2005 hadde BKK Varme bygget om lag 85 km fjernvarmenett, mellom Rådalen, næringsområdet på Kokstad og Sandsli, Bergen sentrum og i distribusjonsområdene. Figur 2.

Nettet forsynes av to varmesentraler – forbrenningsanlegget i Rådalen og en gasskjel på Haukeland. Varmeleveransen er ca. 130 GWh varme per år – tilsvarende varmeforbruket til i størrelsesorden 10 000 boliger. Ved forbrenningsanlegget i Rådalen produseres også noe elektrisitet (40 GWh), og den totale energiutnyttelsesgraden som følge av elektrisitets- og varmeproduksjon er om lag 60 prosent. Det er et uttalt politisk mål å øke denne utnyttelsesgraden.



Figur 2. Fjernvarmenettet i Bergen.

BKK Varme har fått konsesjon til utvidelse av fjernvarmenettet i Bergen, og planlegger utbygging i sentrum og Sandviken. Ifølge BKK Varme vil veksten i fjernvarmeleveranse dekkes av olje og gass inntil det er etablert ny produksjon av varme fra et nytt forbrenningsanlegg i Rådalen. Dermed vil antallet bygninger som har tilknytningsplikt til fjernvarmen øke, og det blir behov for mer varme inn i systemet. Dette er en del av bakgrunnen for BIRs planlagte utvidelse av forbrenningskapasiteten i Rådalen.

### 4.2 Avfallspolitikk og forbrenning

Bergen er landets dårligste storby når det gjelder miljøvennlig kildesortering av husholdningsavfall. Årsaken til dette er ensidig satsing på forbrenning av usortert restavfall fra husholdningene i Bergensområdet, noe som har vært påpekt flere ganger fra Naturvernforbundet Hordaland.

Potensialet for økt utsortering av gjenvinnbare fraksjoner fra restavfallet er stort. Plukk-analyser fra Mepex (2006) viser at over halvparten av husholdningsavfallet som forbrennes i Fredrikstad og Stavanger er matavfall og plast. I dag blir restavfall fra en del norske kommuner transportert til forbrenningsanlegg i Sverige fordi det er billigere enn å levere til deponi eller forbrenning i Norge. Imidlertid er det mye som tyder på at rammevilkårene vil harmoniseres om få år, slik at det også vil være sluttbehandlingsavgift for avfall i Sverige. Dette vil trolig redusere eksporten til Sverige. Har vi en skriftlig kilde på det eller en autoritet som har sagt det?

Det arbeides med å innføre et forbud mot deponering av nedbrytbart avfall i Norge. Dette vil gi behov for andre behandlingsmåter for det avfallet som i dag deponeres. Det har vi allerede sagt – strykes eller formuleres om.

I et forbrenningsanlegg får man betalt for å ta i mot avfall, men i et anlegg for rene trebrenslers må man betale for brenselet. Et anlegg for forbrenning av rene trebrenslers gir langt lavere investeringskostnader enn et anlegg for avfallsforbrenning på grunn av lavere rensbehov.

BIR har bare plikt til å samle inn og behandle husholdningsavfallet, men med økt forbrenningskapasitet vil BIR også kunne ta i mot næringsavfall og bedre lønnsomheten. Som konklusjon kan man da si at avfallsforbrenning har vært avgjørende for å få bygget ut fjernvarmen – men spørsmålet er om det kan legitimere økt avfallsforbrenning, dersom det fører til at ressurser som kan gjenvinnes, brennes opp, jfr. St.meld. 21 (2004-05) side 13.

### *3.3. Økt forbrenningskapasitet i Bergen?*

Det vurderes å bygge et nytt forbrenningsanlegg for avfall i Bergen. BIR ønsker å doble forbrenningskapasiteten i Bergen til 224.000 tonn avfall per år. Dette vil ventelig få store konsekvenser for avfallspolitikken i Bergen i de kommende årene.

Ofte er kommuner med stor forbrenningskapasitet gjennomgående dårligere på kildesortering enn andre kommuner. Dette kan skyldes at mindre forbrenningskapasitet gir større insentiver for kildesortering. Dette var blant annet bakgrunnen for at Bergen bystyre i sitt vedtak om bygging av forbrenningsanlegg fra 1996 setter krav om at det skal gjennomføres full kildesortering. Dette vedtaket har ikke blitt fulgt opp.

Da BIR overtok avfallshåndteringen i Kvam herad i Hardanger i 2003 ble en godt fungerende ordning for avfallshåndtering for matavfall lagt ned. Begrunnelsen var økonomisk. BIR ser for seg at et nytt forbrenningsanlegg skal hente avfall fra Romsdalsfjorden til Boknafjorden. Det er da grunn til å tro at også andre kommuner vil ende i samme situasjon som Kvam.

Det nye forbrenningsanlegget er kostnadsberegnet til rundt en halv milliard kroner. Risikoen for denne investeringen vil legges på innbyggerne i BIR-området, over renovasjonsgebyret. Ny forbrenningskapasitet vil i liten grad kunne forvente offentlig støtte. Det vil derimot en utvidelse av fjernvarmenettet basert på rene trebrenslers.

Om det startes innsamling av organisk avfall og produksjon av biogass kan erstatte bruk av fossil gass for eksempel i gasskjelen på Haukeland.

## 5 Biovarme i Bergen?

I dette kapittelet ser vi nærmere på hvordan biovarme kan introduseres i fjernvarmesystemet i Bergen. Til tross for de store fordelene med tanke på blant annet energiomlegging og kulturlandskap ved bruk av fornybare ressurser, er det flere utfordringer knyttet til praktisk realisering av biovarme i stor skala. Vi tar først for oss noen aktuelle rammebetingelser og ser på hvordan slik satsing har blitt gjort andre steder. Deretter vurderer vi hvorvidt Bergen, både som “treby” og som en by med et omfattende fjernvarmenett kan etablere et marked for biovarme.

### 5.1 Myndighetenes tilrettelegging for biovarme

Målsetningene for myndighetenes satsing på energiomlegging og fornybar energi er formulert i den såkalte “Energimeldingen”, St.meld. nr. 29 (1998-99), der det blant annet heter:

*“Vi har store muligheter til å skaffe energi fra nye, fornybare energikilder og vi bør bruke mulighetene til å ligge i forkant av utviklingen. (...) Målet er en utbygging av (...) mer vannbåren varme basert på nye fornybare energikilder, varmpumper og spillvarme på 4 TWh/år innen 2010.”*

Etterfølgende regjeringer har bekreftet målsetningen, og blant annet i den sittende regjeringens tiltredelseserklæring (“Soria Moria-erklæringen”) heter det følgende<sup>7</sup>:

*“Legge til rette for økt bruk av vannbåren varme, og etablere gode finansieringsordninger for fjernvarme og bioenergi.”*

I juni 2006 la regjeringen fram en skisse for støtteordninger for å utløse potensialet for blant annet vannbåren varme og bioenergi. Her får Enova SF i oppdrag å styrke infrastrukturen for fjernvarme, etablere en vrakpantordning for oljekjeler og stimulere til mer oppvarming basert på fornybar varme i husholdningene. Olje- og energiminister Odd Roger Enoksen la da særlig vekt på at bioenergiressursene bør utnyttes til verdiskaping. I statsbudsjettet for 2007<sup>8</sup> foreslås det at investeringer i bioenergitiltak (anlegg og utstyr som har oppvarmingsformål) i tilknytning til bruket, som bidrar til varmeleveranser basert på eget råstoff eller lokale skogressurser, skal gi skattefordel innenfor skogfondsordningen. Regjeringen vurderer også å øke avgiftene på fyringsolje fra 2008<sup>9</sup>.

Bioenergi er interessant sett både fra landbruks-, energi- og miljømyndighetenes side. For den førstnevnte kategorien illustreres dette av at Landbruks- og matdepartementet legger opp til at bioenergi skal bli et nytt satsingsområde innenfor landbruket. På denne måten ønsker myndighetene å bedre utnyttelsen av skogressursene og øke bedre lønnsomheten for landbruket. Med utgangspunkt i dette har departementet startet et program for økt verdiskaping innen bioenergi fra landbruket, og dette administreres av Innovasjon Norge. Hovedmålgruppa for bioenergiprogrammet er eiere av landbrukseiendom – det vil si bønder og skogeiere som ønsker å selge biobrensel eller varme basert på biobrensel. I tillegg gis det

<sup>7</sup> Plattform for regjeringssamarbeidet mellom Arbeiderpartiet, Sosialistisk Venstreparti og Senterpartiet 2005-09. Vedtatt på Soria Moria 13. oktober 2005.

<sup>8</sup> St.prp. nr. 1 2007: Skatte-, avgifts- og tollvedtak side 29.

<sup>9</sup> St.prp. nr. 1 2007: Skatte-, avgifts- og tollvedtak side 68.

støtte til gårdbrukere som vil dekke sitt eget varmebehov med bioenergi og til veksthus som stimuleres til å legge om fra fyringsolje til biobrensel.<sup>10</sup>

For bioenergi i stor skala er det først og fremst Enovas<sup>11</sup> støtteordninger som kommer til anvendelse. Programmet *Varme – foredling av biobrensel* henvender seg til “aktører som ønsker å utvikle langsiktig næringsvirksomhet innenfor verdikjeden for foredling og handel med biobrensel. Med dette menes oppbygging av kapasitet for uttak, transport, foredling og handel med biobrensel, på industriell skala”. Støtteordningen henvender seg til prosjekter der det benyttes skogsvirke til energiformål.<sup>12</sup>

Programmet *Varme* er en investeringsstøtteordning for utbygging av produksjonsanlegg og infrastruktur for vannbåren varme. Det gis støtte til prosjekter som fremmer “leveranse av varmeenergi til bygningsoppvarming og prosessvarme, i lokale energisentraler eller i fjernvarmesystemer (...) basert på fornybare energikilder”.

Enova (2003b) peker på behovet for å gi støtte til bioenergi prosjekter både i form av tiltak som øker lønnsomheten og reduserer risikoen ved investeringen. For de ulike programmene gis det tilskudd tilsvarende en prosentvis andel av investeringsstøtten. Støttebeløpet avgjøres etter nærmere vurdering av Enova, men hovedregelen er at støtten skal være avgjørende for realisering av prosjektet. For avfallsforbrenningsanlegg er lønnsomheten i mange tilfeller sikret ved at det finnes betalingsvillighet for å bli kvitt avfallet.

## 5.2 Biovarmeprosjekter andre steder

Biovarme i stor skala har blitt gjennomført en rekke steder. Lengst framme er trolig Sverige, men vi vil her kort ta for oss noen prosjekter som er realisert i Norge. Formålet med dette er å sette en mulig utbygging i Bergen i perspektiv med prosjekter som er realisert med de rådende rammebetingelsene i Norge.

Landets hittil største biobrenselanlegg er etablert på Gardermoen, som et resultat av at Hafslund Fjernvarmes anlegg har fått utvidet sin kapasitet. Et biobrenselanlegg på 7 MW ble tatt i bruk i 1997, og nå er anlegget utvidet med en ny kjel på 6 MW. Det nye anlegget bedrer virkningsgraden og gir høyere fleksibilitet til varmforsyningen til flyplassen og det omkringliggende næringsområdet. Den ventede årsproduksjonen er 55 GWh, og utvidelsen har ført til at det nå benyttes nesten 90 prosent biobrensel i fjernvarmeanlegget og forbruket av olje og elektrisitet er redusert til et minimum. Brenselskostnadene er redusert med omlag 1,6 millioner kroner i året ved bruk av skogsflis i stedet for olje og elektrisitet, og den lokale skogeierforeningen leverer brenselet. Investeringen i det nye anlegget var på 28,5 millioner kroner (Teknisk Ukeblad, 2006).

Som en del av fjernvarmenettet i Trondheim er det etablert en varmesentral på Marienborg, nær sentrum av byen. Anlegget ble offisielt åpnet i februar 2003. Varmesentralen fyres med rene biobrenslar i form av briketter basert på flis fra rivingsavfall og trelastindustri. Den primære leverandøren av brensel er det lokale firmaet Trondheim Biobrensel AS, som benytter lokale ressurser til brikettproduksjonen. Biobrenselanlegget har en kapasitet på 9 MW og produserer grunnlast for fjernvarmenettet gjennom hele fyringssesongen.

---

<sup>10</sup> <http://odin.dep.no/lmd/norsk/tema/skog/nyheter/049051-211990/dok-bn.html>

<sup>11</sup> Enova SF er et statsforetak, eid av Olje- og energidepartementet, med ansvar for energiomlegging og ny fornybar energi. Hjemmeside: [www.enova.no](http://www.enova.no).

<sup>12</sup> Mer info på [www.enova.no](http://www.enova.no)

Årsproduksjonen er om lag 45 GWh. Kostnaden ved utbyggingen var ca. 20 millioner kroner, og 30 prosent ble dekket gjennom støtte fra NVE og Enova (Moen, 2006).

I Drammen ble det i forbindelse med utvidelsen av fjernvarmenettet i 2002 etablert en ny varmesentral på 6 MW basert på bio-briketter. Kapasiteten på fjernvarmeproduksjonen basert på bioenergi er omlag 39 GWh, drøyt halvparten av den totale produksjonen. Prosjektet ble gjennomført med støtte fra Enova og NVE, som har gitt 8,3 millioner kroner i investeringsstøtte til den totale utvidelsen av fjernvarmen på 54,3 millioner kroner. Investeringen i varmesentralen basert på bioenergi utgjorde 20,5 millioner (Enova, 2005).

I Hedmark har fylkeskommunen inntatt en offensiv rolle med tanke på utbygging av fjernvarme og bioenergi. Eksempelvis ble en varmesentral basert på biobrensel satt i drift i 2002 i fjernvarmenettet i Hamar. Kapasiteten til anlegget er 5 MW, med en årsproduksjon på omkring 32 GWh. Biobrenselanlegget baseres på skogsflis og rivingsvirke fra distriktet. Utbyggingen av fjernvarmenettet med fyrkjeler har mottatt støtte fra NVE og Enova på om lag 20 millioner kroner, av en total investering på 110 millioner kroner. Elkjeler på totalt 20 MW har blitt tatt ut av bruk som følge av utbyggingen, med redusert forbruk av elektrisitet som resultat. Fjernvarmenettet bygges nå videre ut, og Hamar kommune har store ambisjoner blant annet konkretisert i kommuneplanen (Enova, 2003a; Bøhle, 2006).

På Hønefoss bygges nå et omfattende fjernvarmenett basert på bioenergi. Planlagt oppstart for biokjelen er august 2006, og det legges opp til en effektkapasitet på om lag 7 MW (5,5 MW biokjel og 1,5 MW røygasskondensering). Det er planer om videre utvidelse av bioenergikapasiteten med nye 5 MW, slik at den totale produksjonen blir 55 GWh i 2012. Kilden for forbrenningen er flis fra industri og skogsflis. Av en total investering på 140 millioner kroner i fjernvarmenett og fyrkjeler har Enova bidratt med 19 millioner (Nesthorne, 2006).

I tillegg til prosjektene som er omtalt over, finnes en rekke andre prosjekter, både i drift og under planlegging rundt omkring i landet. Foreløpig er trenden at Østlandet og Trøndelag har tatt ledelsen på resten av landet, men det bør være gode muligheter for å satse på bioenergi også på Vestlandet.

### *5.3 Trebyen Bergen – hva med bioenergi?*

Bergen har en visjon og en politisk vedtatt satsing for bruk av tre i byen. Kommunen har et uttalt ønske om å bli en av de ledende, moderne trebyene i Europa. Bergen kommunes mål med sitt engasjement for økt bruk av tre er blant annet å stimulere skog- og treindustrien i tillegg til forsknings- og kompetansemiljøene. Det er et ønske om å bidra til at tre blir det viktigste byggematerialet i Europa innen år 2010.

Trevirke er en viktig fornybar ressurs, og mer bruk av tre som bygningsmateriale på bekostning av sement vil gi store miljøgevinster. Trevirke kan også brukes som energikilde, og avfall fra treindustrien kan være en viktig kilde til brensel. En mulig strategi kan være å utvide innholdet i begrepet Trebyen Bergen til også å gjelde bruk av tre til energiformål. Bioenergi er et naturlig supplement til biomateriale fordi man får utnyttet avfall fra treindustrien. En viktig grunn til at biobrensel gir bedre energiutnyttelse enn avfall, er at det er mer fleksibelt. Avfall må brennes uansett mens biobrensel kan utnyttes etter behov.

Også for det åpne og tradisjonelle kulturlandskapet vil økt utnyttelse av bioenergi være svært gunstig. Dersom det mindreverdige virket får bedre avsetningsmuligheter, vil også uttak av

trevirke til materialer bli mer økonomisk lønnsomt. Videre er gjengroingsvirke en naturlig ressurs for produksjon av biobrensel.

#### 5.4 Prosjektmuligheter i Bergen

I Norge er de fleste prosjektene med storskala utnyttelse av bioenergi lokalisert på steder i nærheten av store skogressurser. På Vestlandet er skogressursene noe mindre, men både tilvekst og tilgjengelige skogressurser tilsier at det er store muligheter for å utvikle storskala biovarme også her. Det finnes ikke nøyaktige tall for hvor stort potensialet er for bruk av bioenergi i Hordaland, men det er stor grunn til å tro at vi kan øke utnyttelsen betydelig i årene framover.

Den kanskje mest nærliggende kilden for bioenergiproduksjon i stor skala er flis og briketter basert på rent treavfall i form av rivingsavfall, avkapp og så videre. Det finnes ingen god statistikk over disse råstoffene, men Statistisk sentralbyrå (2003) opererer med nasjonale tall fra 2000 som tilsier at drøye 200 000 tonn treavfall går til deponering hvert år. Drøye 100 000 tonn går til "annen uspesifisert behandling". Energiinnholdet<sup>13</sup> som kan utnyttes ved forbrenning av disse ressursene er i størrelsesorden 1,4 TWh. Det bør imidlertid sies at noe av dette avfallet ikke er rent treavfall og i liten grad egner seg til forbrenning i et biobrenselanlegg.

Rent treavfall representerer trolig den billigste formen for råstoff til biovarme, og vil være et naturlig sted å begynne. På den måten kan markedet for biovarme i første omgang utvikles ved å skape en verdikjede fra rent treavfall til varme. I neste omgang, når biovarmen er mer etablert i markedet, kan verdikjeden strekkes i retning av andre ressurser for biomasse.

For større volumer av biomasse er det naturlig å vurdere skogsflis. Tilveksten i skogen i Hordaland er om lag 1,3 TWh per år og på Vestlandet er tilsvarende tall nesten 6 TWh.<sup>14</sup> Fylkesmannen i Hordaland anslår at den stående skogen i fylket utgjør en energimengde på 44 TWh mens årlig tilvekst tilsvarer 1,8 TWh. Videre har Fylkesmannen regnet ut at det er realistisk å hente ut 320 GWh fra skogene i fylket i løpet av to-tre år, noe som kan dekke varmebehovet til 30 000 husstander<sup>15</sup>.

Dette indikerer at det er store tilgjengelige lokale ressurser som kan benyttes til energiformål. Det er særlig aktuelt å kombinere uttak av trevirke til materialer og til bioenergi. Mindreverdig tømmer og kapp egner seg godt til energiformål, og økt uttak av trevirke kan bidra til økt lønnsomhet for skogbruket.

Valg av forbrenningsteknologi må imidlertid tilpasses fuktighetsnivået i brenselet. Avhengig av type fyrkjel, kreves det i noen tilfeller tørking for å sørge for effektiv forbrenning av rå skogsflis. Teknologien for forbrenning av bioenergi er imidlertid moden, og ferdige varmeanlegg for ulike typer råstoffer er tilgjengelige i markedet. Hittil har produksjon av bioenergi vært lite lønnsomt, på grunn av lave energipriser. Dette holder på å forandre seg, og tørking av flis ved hjelp av spillvarme fra Statoil Mongstad kan redusere produksjonskostnadene og gjøre det lønnsomt med produksjon av pellets eller flis til

---

<sup>13</sup> Tar utgangspunkt i SSBs tall for energiinnhold i ulike brenslere som sier at treavfall har et energiinnhold på 16-18 GJ/tonn.

<sup>14</sup> NIJOS 2000.

<sup>15</sup>[http://www.fylkesmannen.no/fmt\\_fagomrade.asp?gid=1169&aid=&tid=1127&amid=1302075&g1169=x&g1127=x](http://www.fylkesmannen.no/fmt_fagomrade.asp?gid=1169&aid=&tid=1127&amid=1302075&g1169=x&g1127=x)

husstander utenfor BIR sitt fjernvarmenett<sup>16</sup>. Utslippene fra en moderne fyrkjel for rene trebrenslere er svært lave.

Norsk bioenergiforening har laget en manual for produksjon av ferdigvarme fra biobrensel.<sup>17</sup> Her omtales en rekke praktiske og økonomiske forhold omkring etablering av biovarmevirksomhet. Problemstillinger knyttet til verdikjeden fra biomasse til biovarme, forbrenningsteknologier, forretningsmessige sider og en rekke andre forhold behandles i detaljer i manualen. Manualen henvender seg primært til aktører som planlegger mindre leveranser av ferdig biovarme, men gir også en rekke nyttige tips i forbindelse med større utbygginger.

Ved en eventuell etablering av en biokjel i Bergen, vil det være naturlig å ta utgangspunkt i lokale råstoffer. Både briketter og flis fra trevareindustri og skog er aktuelle kilder. Kartlegging av aktører som kan tilby råstoffer må gjøres. Det kan også være aktuelt å starte et eget produksjonsselskap for produksjon av biobrensel, slik det ble gjort i forbindelse med etableringen av biokjelen i fjernvarmenettet i Trondheim (se 5.2). Videre er det lokale skogeierlaget – Skogeigarlaget Vest<sup>18</sup> – en viktig aktør når det gjelder leveranser av skogsflis og mindreverdige tømmer.

For å gjøre transporten av råvarene mest mulig effektiv, kan det være gunstig å tilrettelegge for et anlegg som har havn og mulighet for forsyning fra lasteskip. Her peker Laksevåg seg ut som en aktuell lokalitet, i og med at fjernvarmenettet skal utvides i denne retningen.

Det bør være aktuelt å se for seg etableringen av en biokjel i fjernvarmenettet på størrelsesorden 10 MW installert effekt og 50 GWh varme i løpet av fyringssesongen. Til sammenligning er dagens leveranse av fjernvarme i Bergen 130 GWh og samlet energibruk i Bergen til oppvarming er ca. 2600 GWh<sup>19</sup>. Potensialet for bruk av vannbåren varme er 480 GWh i Bergen.<sup>20</sup> Med biokjel kan fjernvarmen i Bergen til en større grad baseres på fornybare energiresurser.

En utbygging av et biovarmeanlegg i fjernvarmenettet i Bergen bør være mulig å gjennomføre for BKK Varme selv. Også andre aktører kan være aktuelle for en slik utbygging, og det finnes flere totalleverandører av biovarme i det norske markedet. Selskapet Bio Varme AS<sup>21</sup> har spesialisert seg på utbygging av biobrenselbaserte fjernvarmeanlegg. Dessuten har Norsk Varme AS (Agder Energi) ambisjoner om å bygge og drive større kjeleanlegg<sup>22</sup>.

For øvrig har bransjeorganisasjonen Norsk bioenergiforening<sup>23</sup> oversikt over leverandører av utstyr og fyrkjeler for ulike typer biobrenslere. Aktører for forsyning av råstoff er Skogeigarlaget for leveranse av trevirke og Agder Biobrensel AS<sup>24</sup>

En biokjel i Bergen vil høyst sannsynlig være berettiget støtte fra det offentlige. Her er det primært Enovas støtteordninger for fornybar varme som kommer inn. Omkring 20 prosent av

<sup>16</sup> ”Pelletsproduksjon på Mongstad” Rapport fra Naturvernforbundet Hordaland 2005

<sup>17</sup> NoBio, 2005

<sup>18</sup> Hjemmeside: [www.vestskog.no](http://www.vestskog.no).

<sup>19</sup> Energiutredning for Bergen, 2004 – referert av BKK Varme i konsesjonssøknaden, s. 13

<sup>20</sup> Energimelding 1998-2015, Bergen kommune, bystyrevedtak 25.05.98. Referert av BKK Varme.

<sup>21</sup> Hjemmeside: [www.biovarme.no](http://www.biovarme.no).

<sup>22</sup> Hele leverandøroversikten finnes på: [http://www.nobio.no/index.php?option=com\\_bransje&Itemid=114](http://www.nobio.no/index.php?option=com_bransje&Itemid=114)

<sup>23</sup> NoBio, [www.nobio.no](http://www.nobio.no).

<sup>24</sup> [www.agder-miljo.no](http://www.agder-miljo.no)

investeringen kan dermed dekkes gjennom offentlig støtte. Regjeringen har dessuten i Statsbudsjettet for 2007 varslet økt satsing på bioenergi.

#### *5.5 Etablering av et bioenergimarked i regionen*

En etablering av biovarme i fjernvarmenettet i Bergen vil sikre avsetning for biomasse til energiformål i rimelig stor skala. Dermed vil det bli etablert en verdikjede som kan gjøre bioenergi tilgjengelig også for andre aktører i varmemarkedet. For eksempel vil det trolig være mer aktuelt for borettslag og andre store varmebrukere som ikke er tilknyttet fjernvarmenettet å etterspørre briketter eller flis som erstatning for olje dersom det finnes en etablert markedskanal for slikt brensel i distriktet.

Etablering av varme basert på bioenergi vil ha en firedobbel effekt – det vil føre til:

- økt sysselsetting i primærnæringene
- bedre energiutnytting og gjenvinning
- bevaring av det åpne kulturlandskapet
- et bedre klima på langt sikt ved at det reduserer behovet for olje og gass.

## 6 Konklusjoner og anbefalinger

Vi gjort for rede mulighetene knyttet til bruk av biobrensel til oppvarming i Bergen. Vi har sett på mulighetene for råstoff, marked for varme og benyttelse av miljø- og klimavennlig biovarme i fjernvarmenettet.

På grunn av nærhet til ressursene og muligheten som ligger i distribusjon av varme i fjernvarmenettet, har trebyen Bergen gode forutsetninger for økt bruk av biovarme. Dette vil redusere klimagassutslippene fra Bergen og være positivt for næringsutvikling og kulturlandskapet i regionen.

Fjernvarmeutbyggingen i Bergen er svært god energi- og miljøpolitikk, men det er nødvendig at fjernvarmenettet forsynes med miljøvennlig varme. Doblet forbrenningskapasitet kan ødelegge muligheten for å få miljøvennlig biologisk varmeproduksjon og vil gjøre det vanskeligere å få til mer kildesortering og materialgjenvinning.

Naturvernforbundet Hordaland anbefaler

- 1) At BKK Varme eller andre aktører starter utredning av et biobrenselanlegg som leverer varme til fjernvarmenettet i Bergen.
- 2) At fossilgass fases ut av fjernvarmenettet og erstattes av biogass på varmekjelen på Haukeland. Denne biogassen kan også produseres fra avfall.
- 3) At BIR istedenfor å øke forbrenningskapasiteten satser på økt kildesortering og materialgjenvinning.

## Litteratur

- BKK Varme (2005) *Søknad om utvidelse av konsesjonsområde for fjernvarme i Bergen*, søknad fra BKK Varme AS, 22.12.2005
- Bøhle (2006) Personlig meddelelse fra Markedssjef Thor Herman Bøhle, Hamar-Regionen Fjernvarme AS, [www.hrfvarme.no](http://www.hrfvarme.no)
- Enova (2003a) *Biobrenselbasert fjernvarmeanlegg i Hamar*. Energihistorier 2003:15, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no) under publikasjoner.
- Enova (2003b) *Varmestudien 2003. Grunnlag for utbygging og bruk av varmeenergi i det norske energisystemet*. Rapport fra Enova SF, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no) under publikasjoner.
- Enova (2005) *Drammen fjernvarme har utvidet*. Energihistorier 2005:2, tilgjengelig på [www.enova.no](http://www.enova.no) under publikasjoner.
- Hohle, E.E. (red.) (2005) *Bioenergi – Miljø, teknikk og marked*. Energigården, 2. utgave
- Moen (2006) Personlig meddelelse fra May Toril Moen, Trondheim Energiverk Fjernvarme, [www.tev.no](http://www.tev.no)
- Naturvernforbundet Hordaland og Hordaland Olje og Gass (2005) *Biogass i Hordaland*. Rapporten er tilgjengelig på [www.naturvern.no/hordaland](http://www.naturvern.no/hordaland).
- Naturvernforbundet Hordaland (2005). Pelletsproduksjon på Mongstad. Rapporten er tilgjengelig på [www.naturvern.no/hordaland](http://www.naturvern.no/hordaland)
- Nesthorne (2006) Personlig meddelelse fra Arve Nesthorne, Vardar AS, [www.vardar.no](http://www.vardar.no)
- NIJOS (2000) *Landsskogstakseringen 1996-2000*. Norsk institutt for jord- og skogkartlegging & Statistisk sentralbyrå
- NoBio (2005) *Veien til biovarme. Manual for produksjon av ferdigvarme fra biobrensel*, Norsk bioenergiforening
- Statistisk sentralbyrå (2003) *Avfallsregnskap for Norge 1993-2000*. Norges offisielle statistikk D 256. Tilgjengelig på [sb.no/emner/01/05/40/nos\\_avfall/nos\\_d256/nos\\_d256.pdf](http://sb.no/emner/01/05/40/nos_avfall/nos_d256/nos_d256.pdf)
- St.meld. nr. 29 (1998-99) *Om energipolitikken*. Olje- og energidepartementet, 19. mars 1999, tilgjengelig på [odin.dep.no/repub/98-99/stmld/29/](http://odin.dep.no/repub/98-99/stmld/29/).
- Teknisk Ukeblad (2006) *Sparer både miljø og penger*. Artikkel i Teknisk Ukeblad, tilgjengelig på [www.tu.no/nyheter/energi/article53163.ece](http://www.tu.no/nyheter/energi/article53163.ece).
- Mepex (2006)