

Kostnader og brukererfaringer fra et utvalg
av mindre flisfyringsanlegg i Norge

Cost and user experiences from a selection of
small chip heating plants in Norway

Arne Evjen Fønhus

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING
MASTEROPPGAVE 30 STP. 2007



Forord

Denne mastergradsoppgaven er utarbeidet ved Institutt for naturforvaltning (INA) ved Universitetet for miljø- og biovitenskap våren 2007. Oppgaven er på 30 studiepoeng og er avslutningen på et femårig studium som leder til tittelen master i skogfag.

Det har under arbeidet med oppgaven vært mange utfordringer, som har gitt meg mye ny kunnskap om temaet. Arbeidet med oppgaven har vært svært interessant da dette emnet er et dagsaktuelt og spennende fagfelt.

Jeg vil rette en stor takk til mine to veiledere, Olav Høibø ved Institutt for naturforvaltning og Simen Gjølshjøl ved Norsk institutt for skog og landskap, for god veiledning og konstruktive innspill. Takk rettes også til Innovasjon Norge og Norsk institutt for skog og landskap for økonomisk støtte og faglige innspill. Uten mine hjelpsomme informanter hadde det ikke vært mulig å gjennomføre denne oppgaven. Takk til dem for at de tok seg god tid og bidro sterkt med mye informasjon og kunnskap. Det rettes også en stor takk til Institutt for skog og landskap for kontorplass og et trivelig arbeidsmiljø.

Ås, august 2007

Arne Evjen Fønhus

Sammendrag

Oppgaven bygger på en undersøkelse av 19 mindre flisfyringsanlegg sommeren og høsten 2006. Dataene ble innhentet i et prosjekt finansiert av Innovasjon Norge og Institutt for skog og Landskap på Ås. Hensikten var å kartlegge erfaringer med bygging og drift av slike anlegg.

Norge har ikke kommet langt innen utviklingen av bioenergi. Det er derfor få anlegg av denne typen foreløpig. Man ser en akselererende interesse for satsing på bioenergi. Det nasjonale virkemiddelapparatet er gitt gode redskaper for å stimulere til en slik utvikling.

Utvalget av de undersøkte anleggene ble gjort på grunnlag av informasjon fra Innovasjon Norge, fylkesmennenes landbruksavdelinger og fra utstyrsleverandørene. Undersøkelsen er basert på en kvalitativ metodikk, men med understøttelse av kvantitative undersøkelser av regnskapsdata og statistikk.

Alle beregninger bygger på en valgt rentefot på 6 % og bruk av normerte avskrivningstider på investeringer. Annuitetsmetoden er brukt i beregningene av kapitalkostnader.

Anleggene ble delt inn i tre hovedtemaer: Varmesentraler, distribusjonsnett og installasjoner i bygg.

Varmesentraler er delt i tre ulike grupper. Dette er sentraler bygd inn i eksisterende bygningsmasse, sentraler som ble levert ferdige med bygg og anlegg i nye egenproduserte bygg. Det viste seg at sentraler bygd i eksisterende bygg var desidert billigst, mens sentraler som ble levert i ferdigbygg var nest billigst. Desidert dyrest ble anlegg som ble installert i egne nybygg. Kostnadene for anlegg i eksisterende bygg var fra 2 000 kroner pr. kW installert effekt til 4 214 kroner. Gjennomsnittet var på 2 783 kroner pr. kW. For ferdigbygg var det billigste 3 336 kroner pr. kW og det dyreste 3 833 kroner pr kW. Gjennomsnittet her var 3 652 kroner pr. kW. I nybygg varierte prisen fra 3 812 kroner pr kW til 5 123 kroner pr kW. Gjennomsnittet var på 4 513 kroner pr kW installert effekt.

De data som er innhentet for investering i varmedistribusjon, varierer på grunn av ulik lengde i distribusjonsnett og ulike anleggskostnader grunnet forskjellige grunnforhold. Totale investeringskostnader på varmedistribusjon varierte fra 1,57 øre pr kWh til 10,96 øre pr kWh. Gjennomsnittet var på 4,99 øre pr kWh. Erfaringene fra arbeidet med varmedistribusjon gikk på at det var *store prisvariasjoner på rør og rørdeler*.

Installasjoner i bygget betegner de kostnader som er påløpt ved å installere vannbåren varme i bygningsmassen. Her fant man variasjoner i investeringer fra 3,44 øre pr kWh til 18,06 øre pr kWh. Gjennomsnittet var på 8,47 øre pr kWh. Informanten avdekket at det i mange tilfeller er *for liten kompetanse på vannbåren varme hos lokale rørleggere*.

Det var bare tre av anleggene som hadde bygd flislager. Erfaringene er at det er viktig med riktig dimensjonering slik at en kunne ta i mot rasjonelle kvanta av flis. Det er også viktig at lagrene kan tømmes på en enkel måte ved eventuelle driftsforstyrrelser. Underlaget i lageret må være av en slik beskaffenhet at det ikke kommer stein, grus eller annen forurensning inn i flisa.

Egeninnsatsen nedlagt av den enkelte byggherre har variert mye. Det er gjort vurderinger av verdsetting av denne. Man må anta at egeninnsatsen påvirker byggekostnadene i vesentlig grad. Totale investeringskostnader varierte fra 3 439 kroner til 11 716 kroner pr kW installert effekt. Gjennomsnittet var kroner 6 231. Omregnet til øre pr kWh var variasjonen fra 12,22 til 40,61 med et gjennomsnitt på 23,92 øre pr kWh.

Råstoffkostnadene har stor betydning for lønnsomheten. Undersøkelsen viste en variasjon på råstoffkostnadene fra 11,4 øre til 27,77 øre pr kWh. Det viste seg at kostnadene ved å ha egen flishugger ga de desidert høyeste råstoffprisene, mens leie av hugging eller kjøp av flis var billigere. Her spiller tilgjengelighet til råstoff i lokalmarkedet en stor rolle.

Årlige vedlikeholds- og ettersynskostnader varierte fra 3,2 øre pr kWh til 11,2 øre pr kWh. Gjennomsnittet var på 6,5 øre pr kWh. Om det finnes en sammenheng mellom investeringskostnader og vedlikeholdskostnader gir ikke undersøkelsen svar på.

Årlige totalkostnader for de undersøkte flisfyringsanleggene viste en variasjon fra 33,32 øre pr kWh til 58,59 øre pr kWh, med et gjennomsnitt på 46,57 øre pr kWh. Dette er uten

kostnader til installasjon i bygg. Tallene skal da være sammenlignbare med prisen på elektrisk kraft. Setter man prisen på elektrisk energi levert på veggen til 70 øre pr kWh, ser en at alle de undersøkte anleggene er meget lønnsomme. Selv med installasjonskostnader i bygg er alle, unntatt ett anlegg, lønnsomt.

En har ikke kunnet finne andre sammenlignbare undersøkelser som kan bekrefte eller avkrefte sikkerheten i tallmaterialet. Det er gjort noen sammenligninger med tall fra boka Bioenergi redigert av Erik Eid Hole. Til en viss grad bekrefter disse tallene resultatene i denne undersøkelsen.

Anbefalinger til framtidige utbyggere av mindre flisfyringsanlegg går i store trekk ut på at en bør gjøre grundige foranalyser og et godt prosjekteringsarbeid. Innhenting av alternative priser i markedet og en vurdering av hvordan man skaffer råstoff, er en annen anbefaling.

Det er behov for videre forskning på fagfeltet. Blant annet bør en skaffe til veie et bredere utvalg av datamateriale for både investering og drift for å kunne gi mer presise anbefalinger til utbyggerne. Videre er det behov for å se på logistikk og markedssystemer for produksjon av flis. Det kan også være interessant å systematisere oppfølging i anleggsperioden slik at man kan få et bedre og mer korrekt tallmateriale. Sammenhengen mellom investeringskostnader og driftskostnader er et annet aktuelt område for videre undersøkelser.

Summary

This thesis is founded on an investigation of 19 small bio-thermal plants during the summer and autumn 2006. The data were compiled in a project financed by Innovation Norway and Norwegian institute for Forestry and Landscapes (Institutt for skog og landskap). The purpose was to survey the experience of construction and operation of such plants.

Norway has been dragging in the development of bioenergy. Consequently there is only a few plants of this type in operation so far. There is, however, an accelerating trend and interest for investment in bioenergy. The national strategy to increase development has resulted into a positive stimulation for further development.

The selection of scrutinized plants was performed based on information from information from Innovation Norway, the Counties Agricultural departments and from equipment suppliers. The investigation is based on qualitative methods supported by quantitative investigations from accounting and statistics.

All calculations are based on a 6% interest and use of standardized depreciation periods on investments. The annuity method is used on calculation of capital costs.

The plants were split into three main groups: heat central, distribution network and house installation.

The heat centrals are split into three different groups. These are centrals installed in existing houses, complete centrals as pre-manufactured houses and centrals that were installed during the initial house construction. Centrals installed into existing houses proved to be cheapest by far, while centrals delivered into remanufactured houses proved to be more expensive. Centrals installed in separate houses proved to be the most expensive ones. The costs for plants in existing buildings ranged from 2 000 to 4 214 kr/kW installed capacity and at an average of 2 783 kr/kW. For pre-manufactured buildings the cheapest was 3 336 kr/kW and the most expensive was 3 833 kr/kW at an average of 3 652 kr/kW. In new buildings the costs ranged from 3 812 to 5 123 kr/kW at an average of 4 513 kr/kW installed capacity.

The data used for the investigation in heat distribution has a distribution due to varying length on the distribution network and different costs as a result of varying soil conditions. Total investment costs on heat distribution ranged from 15,7 to 10,96 øre/kWh at an average of 0,499 kr/kWh. The experiences from heat distribution revealed that there is *huge price variety on pipes and fittings*.

House installation reflects the initial costs for installation of hot water distribution facilities in houses. Statistics shows an investment span from 34,4 øre/kWh to 18,06 øre/kWh at an average of 8,47 øre/kWh. The information revealed that there in many cases were *too limited competence and knowledge on the topic of water carried heating at local pipe fitters and plumbers*.

Only three plants had bio mass storage facilities. The experience proves the importance of proper dimensions to receive and store sufficient volume of bio mass. It is also important that the storages may be easily emptied in case of operational interruptions. The storage base needs a construction preventing stones, gravel of other type of pollution to penetrate the biomass.

There was a huge difference *own effort* carried out by the various developers. Some estimates and valuation of the effort influenced substantially on the final construction cost. Total investment costs had a spread ranging from 3 439 to 11 716 kr/kW installed capacity. The average was kr 6 231, and calculated by kr/kWh the variations ranged from 12,22 to 40,61 at an average of 23,92 kr/kWh.

Raw material costs have a great influence on the profitability. The investigation presented a variety of fuel costs ranging from 11,4 øre to 27,77 øre pr kWh. The costs related to engaging a dedicated logger resulted into the highest fuel prices, while hiring of wood chopper of purchasing of bio mass proved cheaper. Accessibility of biomass in the local marked proved to be a major factor in the final price.

Annual operation and maintenance costs ranged from 3,2 øre pr kWh to 11,2 øre pr kWh at an average of 6,5 øre pr kWh. This investigation does not reveal any connection between investment cost and maintenance costs.

Total annual costs for the scrutinized bio mass plants proved variations from 33,32 øre pr kWh to 58,59 øre pr kWh, at an average of 46,57 øre pr kWh disregarded costs for house installations. These figures are comparable to tariff on electric power. These plants proved to be beneficial at a household tariff of electric energy equal to 70 øre pr kWh. Even with house installation costs all the investigated plants were beneficial except for one.

There are no other known comparable investigations that can confirm the conclusions in this report. There are, however, some investigations presented in Erik Eid Høhle's book "Bioenergi", that may to a certain degree confirm the same results.

Recommendations to future developers of small bio mass plants clearly indicate to perform proper project analysis and proper engineering works. Compilation of alternative market prices and evaluations of how to acquire necessary bio mass is another recommendation.

There is a need for further scientific investigation within this field of energy and a wider range of data materials and samples for investments, operation and maintenance is describable as a basis for more precise recommendations to future developers. There is a need to investigate further on logistics and market systems for production of bio mass, and it seems particularly interesting to systematize follow-up during the construction period to get a higher quality on the background materials. The connection between investment costs and operational costs is another field of further investigations.

Innholdsfortegnelse

1 Innledning	9
1.1 Bakgrunn	9
1.2 Målsetning	13
2. Materiale og metode	13
2.1 Innledning	13
2.2 Materiale	15
2.3 Metode	16
2.3.1 Datainnsamlingsmetode	16
2.3.2 Beregningsmetoder	19
3. Resultater	23
3.1. Investeringer	23
3.1.1 Varmesentraler	23
3.1.2 Varmedistribusjon	27
3.1.3 Installasjonskostnader i bygg	29
3.1.4 Lager	30
3.1.5 Diverse kostnader	30
3.1.6 Egeninnsats	30
3.1.7 Totale kapitalkostnader og investeringskostnader	32
3.1.8 Totale investerings- og kapitalkostnader kostnader uten installasjoner i bygg	32
3.1.9 Følsomhetsanalyse for kalkulasjonsrente	33
3.2 Drift	34
3.2.1 Råstoff	34
3.2.2 Vedlikehold og ettersynskostnader	36
3.3. Totalkostnader	37
4. Diskusjon	39
4.1 Diskusjon datamateriale	39
4.2 Diskusjon investering / drift	40
4.2.1 Varmesentraler	40
4.2.2 Varmedistribusjon	43
4.2.3 Installasjoner i bygg	44
4.2.4 Lager	45
4.2.5 Diverse kostnader	45
4.2.6 Egeninnsats	46

4.1.7 Totale kapitalkostnader og investeringskostnader	47
4.2. Drift	49
4.2.1 Råstoffkostnader.....	49
4.2.2 Vedlikehold og ettersyn	50
4.3 Totale kostnader	50
5. Konklusjon.....	52
6 Litteraturliste	54
Vedlegg 1.....	56

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Bioenergi er i økende grad satt på dagsordenen i samfunnet gjennom en gryende satsing på alternative energikilder i den nasjonale energipolitikken. Dette fordi en ser behov for økt energiproduksjon basert på fastlandsressurser, vannkraft og bioenergi, samt fordi en har fokus på miljøvennlige energibærere. Dette siste har fått et akselererende fokus etter at klimautfordringene er satt på det internasjonale sakskartet. Det er åpenbart at bioenergi er et kommende marked hvor det trengs kunnskapsoppbygging og erfaringsinnsamling. Norge har ennå ikke bygd solide fagmiljøer innenfor dette feltet i motsetning til for eksempel Finland og Sverige.

Det har skjedd en rask endring i nasjonal fokus på bioenergi de to siste årene. Fra å være en arena for gründere og idealister, er satsingen nå preget av stor interesse fra hele samfunnet. Delvis skyldes dette knapphet på energi og ønske om å satse på en mer fleksibel energiforsyning, dels skyldes det større fokus på de globale klimautfordringene.

Biobrensler har den store fordelen at den, i motsetning til fossile brensler, ikke gir noen nettobidrag til CO₂-innholdet i atmosfæren. Ved forbrenning av biobrensel frigis en CO₂-mengde som er lik den mengde som ellers ville bli frigjort ved naturlig nedbrytning av samme biomasse. Når vi erstatter fossilt brensel med biobrensel, får vi en direkte positiv virkning i CO₂-regnskapet. Ved overgang fra olje til biobrensel vil vi redusere CO₂-utslippet med 0,32 kg CO₂ pr. kWh, som utgjør omlag fem øre pr kWh i spart CO₂-avgift (OED 2007).

Om biomassen som utnyttes til bioenergi kommer fra skog i dårlig vekst, får man en positiv tilleggseffekt. Skog som vokser, binder CO₂. Når naturen produserer en kubikkmeter biomasse, bindes det 1,3 tonn CO₂ (OED 2007). Dersom skog i dårlig vekst blir erstattet med ny skog i god vekst, vil CO₂-bindingen øke fordi tilveksten på arealet øker. Når skog nedbrytes naturlig, blir det frigjort CH₄ (metan). Denne gassen har en klimafaktor 20 ganger høyere enn CO₂ (UIO 1999). Tar man ut virke til biobrensel, reduseres også metanproduksjonen.

Vi vet at Norge ligger etter våre naboland i utvikling av bioenergi. Dette skyldes at vi helt fram til 1990-tallet hadde overskudd av elektrisk kraft og en moderat oljepris. Kraftbehovet økte dramatisk etter 1990. I tillegg til dette fikk vi en liberalisering av kraftmarkedet. Dette førte til større eksport av elektrisk kraft og en tilnærming til et skandinavisk prisnivå. Det synes som om myndighetene ikke i tilstrekkelig grad hadde kalkulert inn disse effektene i sin energipolitikk. En hadde dermed ikke stimulert godt nok til å komme i gang med utvikling av alternative energikilder.

I de senere årene har det kommet mange utredninger og rapporter som påviser at det finnes et lønnsomt potensial for bioenergi. Likevel har det skjedd lite i markedet. De viktigste årsakene til dette er:

- Både tilbydere og forbrukere av bioenergi krever langsiktig sikkerhet før de legger om til bioenergi. Få aktører i markedet kan i dag gi en slik sikkerhet og myndighetene har ikke gitt langsiktige rammebetingelser for næringen.
- De siste 15-20 årene har nye boliger og kontorbygg stort sett blitt bygd med direkte elektrisk oppvarming. I tillegg til dette er mange bygg konvertert fra vannbasert oppvarming til elektrisitet de sisten 20 årene.
- Hvis man må investere i installasjoner til vannbåren varme vil dette i stor grad fordyre omleggingen av bioenergi og føre til at etterspørselen blir liten.

Følgende tabell er hentet fra et interdepartementalt arbeidsutvalg for bioenergi, (Olje og energidepartementet, Landbruksdepartementet og Miljøverndepartementet) rapport av 21. januar 2007. Fordelingen av bruken av biobrensel til energiformål i Norge i 1993 sammenfattes i tabellen nedenfor (OED 2007). Alle tall er i TWh.

Tabell 1 Fordelingen av bruken av biobrensel til energiformål i Norge i 1993 (TWh)

	<i>Ved</i>	<i>Avlut</i>	<i>Treavfall</i>	<i>Avfall</i>	<i>SUM</i>	<i>Nyttiggjort</i>
Trebearbeiding			1,4		1,4	0,9
Treforedling		2,4	1,1		3,5	2,5
Husholdninger	6,1				6,1	4,0
Fjernvarme			0,1	1,2	1,3	0,7
SUM	6,1	2,4	2,6	1,2	12,2	8,0

Dette utgjorde 5,5 % av samlet stasjonært energibruk.

Tabell 1 viser at en i 1993 anslo en total bioenergiproduksjon til 12,2 TWh.

Enova (2007) anslår dagens bioenergiproduksjon til om lag 15 TWh/år. Dette utgjør 5 % av totalt årlig energiforbruk i Norge. Videre sier de at det er realistisk å øke dette til 35 TWh/år. De nasjonale føringene for fornybare energikilder i Norge finner vi i Energimeldingen, St. meld nr 29 (1998 – 99) som ble framlagt for Stortinget i regjeringsperioden 1998-2002. På mange måter representerte denne starten på en ny utvikling i energimarkedet. Meldingen konkluderte med at målet for omlegging av energiforbruk og -produksjon er tredelt. For det første ønsker en å begrense energiforbruket vesentlig mer enn om utviklingen overlates til seg selv. For det andre vil en bruke 4 TWh mer vannbåren varme årlig basert på nye fornybare energikilder, varmepumper og spillvarme innen år 2010. For det tredje skal en bygge vindkraftanlegg som årlig produserer 3 TWh innen år 2010.

Videre pekes det på at omlegging av energiforbruk og energiproduksjon vil gi muligheter for verdiskaping på nye områder, kanskje spesielt i regioner med ensidig næringsliv. Dette er en distriktpolitisk argumentasjon, som omfatter både småskala elektrisk kraftverk og ikke minst gir muligheter innenfor bioenergi.

Det ble av Nærings- og energidepartementet (NOE), Miljøverndepartementet (MD) og Landbruksdepartementet (LD) i juni 1996 nedsatt et interdepartementalt arbeidsutvalg for å kartlegge muligheten for økt bruk av bioenergi. Utvalget la fram sin rapport 21. januar 2007 (OED 2007). Formålet med arbeidet var å utarbeide en strategi for videreutvikling av bioenergi de nærmeste fem årene.

Foruten å oppsummere situasjonen gir rapporten klare føringer for framtidig satsing. Rapporten sier at det er tre motiver for økt bruk av bioenergi. Energikilden bedrer miljøet, den gir muligheter for næringsutvikling ute i regionene og den gir en økt energifleksibilitet.

Målet for satsingen er følgende:

- Utvikle et velfungerende marked for bioenergi i aktuelle områder gjennom å sikre forpliktende deltagelse fra sentrale aktører på tilgangs-, transport-, omdannings- og forbrukssiden.
- Gi støtte til informasjon/kompetanseutvikling og utvikling av infrastruktur og teknologi.

- Kreve at de rammebetingelser som kan fastsettes lokalt, tilpasses bioenergi.

Det skal legges vekt på å se utviklingen av infrastrukturen for bioenergi i sammenheng med infrastrukturen for det elektriske systemet og økt bruk av vannbaserte oppvarmingssystemer.

Utvalget konkluderte at strategiske satsinger må baseres på disse elementene:

- Strategiske satsinger i definerte geografiske områder
- Større industri- og avfallsanlegg
- Teknologikonkurranser
- Informasjon og opplæring
- Forskning

Både ENOVA og Innovasjon Norge har fått en sentral plass som virkemiddelaktører i utviklingen av bioenergi i Norge. Innovasjon Norge har utviklet et bioenergiprogram (Innovasjon Norge 2007). Dette programmet tar sikte på å gi støtte til bønder og skogeiere som satser på bioenergianlegg. Støtte kan gis til investeringer, utredning og kompetansebygging. Til investeringer kan det gis fra 20 til 30 % tilskudd med en maksimal grense på 150 000 kroner for gårdsvarmeanlegg. Til utredning og kompetanseoppbygging kan det gis inntil 50 % tilskudd med maksimal grense på 100 000 kroner. Dette betyr at Innovasjon Norges program er rettet mot små biobrenselanlegg (produksjon under 500 000 kWh).

Enovas støtteordninger er rettet mot større anlegg som har en produksjon over 500 000 kWh og installert effekt over 100 kW (Enova 2007b).

Det er tidligere ikke gjort undersøkelser som har sett på kostnader og erfaringer på mindre biobrenselanlegg. Derfor ønsket innovasjon Norge og Norsk institutt for skog og landskap at dette temaet burde belyses mer, og satte i gang undersøkelser rundt temaet sommeren 2006.

Undertegnede ble sommeren 2006 engasjert Norsk institutt for Skog og Landskap og Innovasjon Norge for å registrere et utvalg av små biobrenselanlegg i Norge. Dette var anlegg bygd spesielt tilknyttet landbruksnæring. Min hensikt var å finne erfaringstall fra slike anlegg og systematisere disse mot en lønnsomhetsvurdering. Erfaringer fra dette arbeidet tilsier at små biobrenselanlegg stort sett er bygd på idealisme, men med liten faglig veiledning til og hos enkeltaktørene. Anleggskonstruksjoner, erfaringer og ikke minst kostnader/økonomi

varierer mye fra anlegg til anlegg. Det vil være et stort potensial i å samordne erfaringer og kunnskap for å kunne veilede utbyggere på en bedre måte.

Oppgaven er forsøkt skrevet slik at den kan danne grunnlag for praktisk erfaringsformidling til framtidige utbyggere av små bioenergianlegg.

1.2 Målsetning

Målsetningen med oppgaven er å oppsummere data innhentet fra undersøkelsen om biobrenselanlegg fra sommeren og høsten 2006.

Følgende problemstillinger inngår i oppgaven:

1. Systematisere data fra undersøkelsen
2. Trekke ut en del definerte nøkkeltall og erfaringer fra de registrerte anleggene.
3. Beskrive behov for videre forskning og veiledningsstrategi for utbyggere av mindre flisfyringsanlegg.

2. Materiale og metode

2.1 Innledning

Oppgaven baserer seg på datainnsamling sommeren/høsten 2006. Dette arbeidet ble gjort på oppdrag fra Norsk institutt for skog og landskap og Innovasjon Norge. På grunn av knapp tidsfaktor og begrensede midler ble de registrerte anleggene utvalgt. Det ble imidlertid satt noen kriterier for hvilke anleggstyper som skulle prioriteres.

Følgende kriterier for utvalget ble satt:

- Installert effekt skulle ligge på mellom 50-1000 kW. Dette ble gjort for å kunne sammenligne anlegg med likt krav til teknisk utstyr.
- Anlegget skulle være bygget etter 2001. Dette for å få noenlunde like forutsetninger for byggekostnader.
- Informasjon om aktuelle anlegg skulle hentes fra forskjellige kilder, slik at en ikke bare fikk de anleggene som ble betraktet som vellykkede prosjekter.

Utvalg av anleggene ble gjort gjennom kontakt med fylkesmennenes landbruksforvaltninger, Innovasjon Norge eller leverandører av anlegg. Disse ga også informasjon om aktuelle anlegg. Ved møter og samtaler fikk en tips om hva som var hensiktsmessig å registrere, hvilke utfordringer som lå i kostnadsinformasjon og annen informasjon som de mente var relevant.

Lista over aktuelle anlegg ble nøye vurdert for å gjøre et utvalg. Deretter ble det foretatt en kartlegging av hvilke anleggeiere som var interessert i å være med på en kvalitativ spørreundersøkelse der kostnader og erfaringer var utgangspunkter. Ingen av de som ble kontaktet var negative til å delta, men noen hadde ikke tid å stille opp i den aktuelle tidsperioden undersøkelsen skulle foretas. Intervjuobjektene ble lovet full konfidensialitet, for å sikre best mulig åpenhet rundt datainnhenting.

Det ble registrert 24 flisfyringsanlegg, fem halmfyringsanlegg, to pelletsanlegg og et vedanlegg i undersøkelsen.

Av disse ble halmfyringsanleggene, pelletsanleggene og vedanlegget tatt ut av undersøkelsen fordi:

- Regnskapstallene var for usikre og av for dårlig kvalitet.
- Datamaterialet var lite og ga ikke signifikante verdier.
- De hadde usikre tall for energiforbruk, kostnadstall og råstoffkostnader.

Oppgaven ble derfor begrenset til å gjelde bare flisfyringsanlegg.

2.2. Materiale

Det ble foretatt registrering hos 24 forskjellige flisfyringsanlegg som tilfredstilte utvalgsriteriene. 19 av anleggene danner grunnlag for denne oppgaven. Seks anlegg er ikke tatt med, da de manglet god nok dokumentasjon. De kunne ikke framlegge regnskap med god nok kvalitet, slik at man nøyaktig nok kunne fastslå drifts- og investeringskostnader.

De 19 flisanleggene som er med i undersøkelsen, fordeler seg slik fylkesvis:

Tabell 2 Fylkesvis spredning av intervjuobjektene

<i>Fylke</i>	<i>Antall Anlegg</i>
Oppland	8
Hedmark	4
Vestfold	2
Telemark	2
Buskerud	1
Sør Trøndelag	1
Akershus	1
Sum	19

Som en ser av tabellen er det stor fylkesvis spredning. I noen grad avspeiler nok dette at Oppland og Hedmark har flere slike anlegg enn andre fylker i Norge. Det må presiseres at det ikke finnes en landsoversikt over slike anlegg, og at dette dermed bygger på en antagelse.

Tabell 3 Nøkkelinformasjon for registrerte anlegg

<i>Anlegg nr</i>	<i>Installert effekt i kW</i>	<i>Varmebehov kWh pr år</i>
1	160	210 000
2	200	370 000
3	65	130 000
4	85	140 000
5	65	140 000
6	200	250 000
7	1000	3 000 000

8	300	600 000
9	67	100 000
10	75	140 000
11	150	150 000
12	500	1 630 000
13	80	120 000
14	120	140 000
15	120	120 000
16	150	175 000
17	150	500 000
18	120	184 000
19	65	110 000

Som vist i tabell 3 er de fleste anlegg på mellom 65 - 200 kW i installert effekt. De mellom 65-200 kW er gardsvarmeanlegg og leverer varme til sitt eget gårdsbruk og noen naboer, mens anleggene 7, 8 og 12 er anlegg som er bygget vesentlig for salg av varme til andre. Anleggene skal dekke et årlig varmebehov fra 100 000 kWh til 3 000 000 kWh.

2.3 Metode

2.3.1 Datainnsamlingsmetode

I vitenskapsteorien skiller en gjerne mellom kvalitativ og kvantitativ undersøkelsesmetodikk. Dette gjelder også innenfor naturvitenskapelig forskning.

Den kvantitative metodikken går i store trekk ut på å innhente og behandle data etter en statistisk generalisering og representative oversikter. En fokuserer ofte på å teste hypoteser eller påstander mot faktiske innhentede data. Datainnsamlingen er strukturert, og en starter undersøkelsen med å ta de fleste valg for resultatstruktur. Dette gjøres ved å definere strengt spørsmål og forutsetninger for undersøkelsen. Materialet framkommer gjerne som resultater

av rene spørreundersøkelser eller gjennomgang av statistisk materiale. En bruker et stort antall respondenter i kvantitativ metodikk.

Den kvalitative metodikken, som i stor grad er brukt i denne oppgaven, bygger på en søken etter å få en helhetlig forståelse og en analytisk beskrivelse av et fenomen. Slike undersøkelser genererer ofte hypoteser mer enn faktiske konklusjoner. En legger vekt på å få mye data fra få informanter, og en arbeider med å få analyser og fortolkninger integrert i datainnsamlingen. Kvalitative undersøkelser bygger på intervjuer, gjerne supplert med andre metoder for å samle data. I slike undersøkelser blir en kontinuerlig stilt over for nye valg gjennom hele prosessen

Ryen (2002) beskriver at intervjuobjektene benevnes som respondenter eller informanter. Det ligger en forskjell i disse begrepene ved at en betegner en respondent som en passiv part i undersøkelsen, en part som gir informasjon på konkrete spørsmål. I begrepet informant tillegges man objektet en mer aktiv rolle som samarbeidspartner i intervjuet. Interaksjon mellom intervjueren og informantene er toveis ved at det flyter kunnskap begge veier. I denne undersøkelsen er absolutt det siste vektlagt, og en bruker derfor begrepet informant om intervjuobjektet.

Ryen (2002) gir videre i sin bok en del råd om intervjumetodikk. Hun tar opp utfordringen med å skille status for de ulike informantene. Det vil alltid være slik at disse ikke er ensartede. Noen gir utfyllende og mangfoldige opplysninger, mens andre har sparsom erfaring eller dokumentert kunnskap om emnet. Hun anbefaler videre å bruke lite tid på perifer informasjon, men heller lede intervjuene mot noen sentrale spørsmål. Nettopp dette har vært en av utfordringene i denne undersøkelsen.

Når det gjelder utvalgsmetodikken, beskriver Ryen (2002) at det ikke finnes noe endelig og entydig svar på hvor mange informanter en trenger i slike undersøkelser. Utvalgsmengden kan både bygge på begrensninger i tid og ressurser for forskeren og ikke minst på begrensninger i tilgjengelige informanter innenfor fagområdet. I denne undersøkelsen har begge deler utgjort en begrensning.

Kvaliteten på innhentet informasjon vil alltid være en kilde til usikkerhet. Ryen (2002) beskriver faren ved å få et utvalg med for mye subjektiv informasjon og faren for å få en

overrepresentasjon av positivisme i materialet. Disse forhold har en søkt å analysere og unngå i størst mulig grad. Dette ved både en metodikk for utvalg og ved dobbeltsjekking av innhentede data.

Denne undersøkelsen bygger primært på en kvalitativ undersøkelse, der informantenes opplysninger, kunnskaper og erfaringer er vektlagt. Samtidig bygger en stor del av materialet på regnskapsdata som må sies å ha en kvantitativ metodetilnærming.

Det ble i undersøkelsen utarbeidet et standardisert spørreskjema som ble brukt hos alle intervjuobjektene. (Se vedlegg I). Alle anlegg er besøkt på stedet. Hensikten var å uniformere datainnsamlingen på en mest mulig betryggende måte. En valgte å bruke en stor detaljeringsgrad for å hente inn så mye informasjon som mulig. Samtidig er det lagt vekt på å notere ned erfaringer, synspunkter og kunnskaper som informantene kom med. Deretter ble dataene satt sammen i bolker. Det ble nødvendig fordi det var stort sprik i hvor detaljerte kostnader man hadde på det enkelte anlegg. Undersøkelsen hadde to hovedtema. Dette var investeringer og drift.

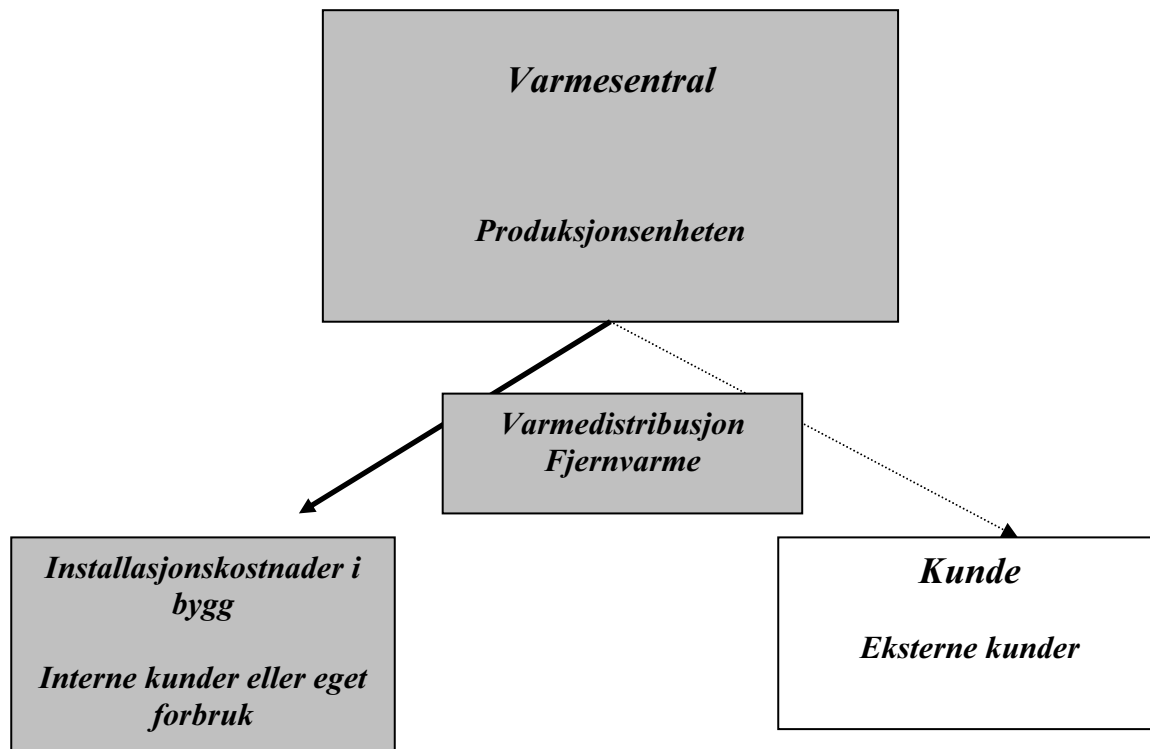
Investeringene innholdt spørsmål om:

- Varmesentraler
- Fjernvarme
- Installasjoner i bygg
- Lager
- Diverse kostnader
- Egeninnsats

Drift inneholdt spørsmål om:

- Råstoff
- Vedlikehold og ettersyn.

Resultatene blir presentert i to hovedtema: Investeringer og drift. Disse hovedtemaene blir deretter delt i mindre deltemaer. I hvert deltema presenteres først kostnadstall og deretter erfaringskommentar gitt av informantene. De tre hoved deltemaene er varmesentral, varmedistribusjon og installasjoner i bygg. Dette vises på figur 1.

Figur 1 Skisse over inndeling

2.3.2 Beregningsmetoder

2.3.2.1 Kalkulasjonsrente

Det er viktig å skille mellom nominell rente og realrente når vi skal beregne kapitalkostnader.

Nominell rente er rente med bakgrunn i løpende nominell kroneverdi. Nominell rente gjenspeiler avkastningskrav, lånerente eller lignende uttrykt i den aktuelle pengeverdien (Hohle 2001). Realrente er reell rente, det vil si nominell rente korrigert for inflasjon.

Vi kan beregne kalkulasjonsrenten som:

$$\text{Kalkulasjonsrente} = \text{risikofri realrente} + \text{risikotilegg (Hohle 2005)}$$

Ved å bruke avkastningen på statsobligasjoner kan vi finne realrente. Den er for tiden 4 % p.a (SSB 10-årlig statsobligasjoner for 2006). Risikotillegget er vanskelig å si noe generelt om, men et sted mellom 2-10% er vanlig ved forkalkyler ved norske industribedrifter (Hohle 2001). Det anbefales å bruke kalkulasjonsrente på 4 - 7 % p.a. (Hohle 2001).

2.3.2.2 Avskrivninger

En har brukt avskrivningstider på 20 år på varmesentral, 30 år på varmedistribusjon og 30 år på installasjoner i bygg. Annuitetsprinsippet er brukt med gjeldende avskrivningstid og 6 % rente.

2.3.2.3 Annuitetsmetoden

Når vi beregner årlige kapitalkostnader brukes annuitetsmetoden. Det forutsettes at avskrivninger og renter er like store hvert år. Ved utregning av kapitalkostnader ved bruk av annuitetsmetoden brukes følgende formel:

$$A = I_0 * a = I_0 * (r/100) * (1 + r/100)^n / (1 + r/100)^n - 1$$

A: Årlig kapitalkostnad (kr)

I_0 : Investert beløp

a: Annuitet (% av investert beløp)

r: Kalkulasjonsrente (%)

n: Avskrivningstid (år)

Ved denne metoden beregner vi en annuitetsfaktor a, som er uttrykk for hvor stor andel i % som går med til å dekke renter og avskrivninger. Denne multipliseres med investert beløp for å få årlige kapitalkostnader i kroner.

2.3.2.4 Beregning av kroner pr kW installert effekt

Følgende formell er brukt:

$$\text{Investerte kroner pr kW} = \text{investerte kroner} / \text{installert effekt (kW)}.$$

2.3.2.5 Merverdiavgift og tilskudd

Det er ikke tatt hensyn til merverdiavgift eller tilskudd i denne oppgaven. Det vil være en vurdering om for eksempel merverdiavgift skal belastes på bolighus på gård. Dette gjelder både investeringer og drift. En har registrert at det har blitt gitt tilskudd til flere av anleggene, men det er uklart hvilke deler av anlegget tilskuddet er gitt til. Det er også registrert ulike tilskuddregimer på de ulike anlegg. Noen er definert som pilotanlegg og har mottatt opptil 50 % tilskudd, mens andre ikke har søkt tilskudd i det hele tatt.

2.3.2.6 Råstoff

For å beregne antall kilowattimer en løskubikkmeter flis gir, er det en fordel å vite følgende:

- Fastmasseprosent
- Effektiv brennverdi
- Basisdensitet
- Rådensitet
- Fuktighet
- Virkningsgrad

Fastmasseprosent viser hvor mange prosent av massen som er fast ved. Fastmasseprosenten på flis ligger på rundt 40 % (Hohle 2001).

Effektiv brennverdi er nedre brennverdi redusert med fordampningvarmen for det vannet som brenselet inneholder.(Hohle 2001). Formelen er:

$$H_e = 5,32 - 6,02 \cdot \text{fuktighetsinnhold av råvekt i \%}$$

Dermed får vi antall kWh pr kilo råstoff.

Basisdensitet er forholdet mellom den absolutt tørre massen og rått, ukrympet volum. Dette kalles ofte tørr-råvolumvekt. Denne kan oppgis i antall kg/fm³ (Hohle 2001).

Rådensitet angir brenselets tetthet oppgitt som forhold mellom rå masse og rått volum.

I denne oppgaven er fuktighet beregnet i forhold til total vekt.

Virkningsgrad er den energi som finnes i råstoffet som energianlegget greier å utnytte. Formel for virkningsgrad:

$$\text{Virkningsgrad} = \text{Utnyttet energi} / \text{Tilført energi (Hohle 2001)}$$

I oppgaven har en brukt følgende forutsetninger for gran:

- Basisdensitet på 410 kg/fm³ (Hohle 2001)
- Fuktighet 30 % .
- Fastmasse på 40 %
- 85 % virkningsgrad på anlegget.

Følgende regnestykke viser hva 1 lm³ granflis gir:

$$\text{Tørrstoffvekt i løst mål} = 0,40 \cdot 410 = 164 \text{ kg/lm}^3$$

$$\text{Rådensiteten} = 164 / (1 - 0,30) = 234 \text{ kg/lm}^3$$

$$\text{Effektiv brennverdi} = 5,32 - 6,02 \cdot 0,30 = 3,514 \text{ kWh/kg}$$

$$\text{Uten virkningsgrad} = 234 \cdot 3,514 = 823 \text{ kWh pr lm}^3$$

$$\text{Med virkningsgrad} = 823 \cdot 0,85 = 699,56 \approx 700 \text{ kWh pr lm}^3$$

Vi bruker dermed 700 kWh pr lm³ i denne oppgaven.

3. Resultater

3.1. Investeringer

3.1.1 Varmesentraler

For varmesentralene ser en først på investerte kroner pr. kW installert effekt, mens en senere ser på om det er signifikant forskjell på hva som er mest lønnsomt. Varmesentralene er delt inn i tre kategorier:

- Eksisterende bygg
- Nybygg
- Ferdig bygg

Varmesentralen var enten bygd inn i eksisterende bygningsmasse, i nytt bygg eller ferdige varmesentraler som kommer komplett fra fabrikk.

Varmesentralene inneholder flissilo, forbrennings- og innmatningsutstyr, bygg eller ombygging av bygg, grunnarbeid til bygg og rørleggerkostnader inne i varmesentralen.

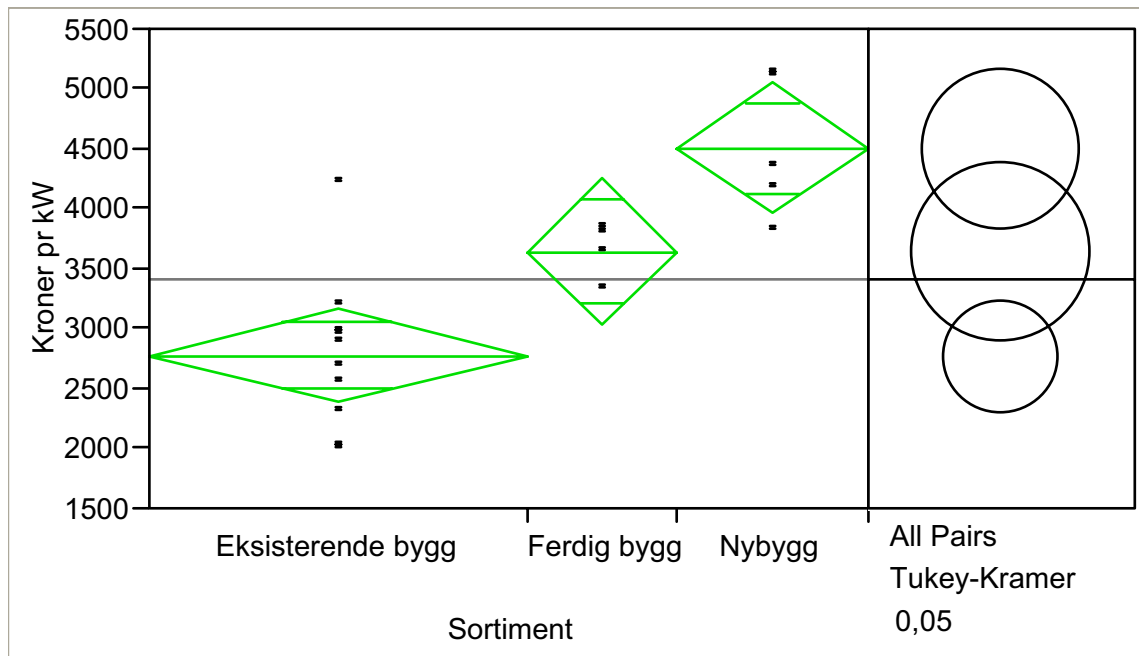
Tabell 4 Investerte kroner pr kW installert effekt.

<i>Type bygg</i>	<i>Antall</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>
Eksisterende	10	2783	649	205	2000	4214
Nybygg	5	4513	583	261	3812	5123
Ferdig bygg	4	3652	226	113	3336	3833
Sum	19					

I tabellen over ser en at kostnadene pr kW installert effekt på eksisterende bygg varierer fra 2000 til 4214 kr pr kW, i nybygg fra 3812 til 5123 kr pr kW og ferdig bygg fra 3336 til 3833 kr pr kW. Figur 2 og tabell 5 viser at det er signifikant forskjell på investeringskostnadene

etter byggtipe. Det er bevist at det er mest lønnsomt å bruke eksisterende bygg, og at det er billigere å bruke ferdig bygg enn nybygg.

Figur nr 2 Enveis variansanalyse av investeringsbeløp kr pr kW installert effekt fordelt på byggtyper



Det er brukt All pairs Turkey-Kramer 0,05 for å teste om det er signifikante forskjeller mellom byggtypene. I de grønne rombene for de tre byggtypene, viser området mellom den øverste og nederste streken 95 % konfidensintervall. Streken i midten viser gjennomsnittet. Bredden på romben beskriver antall observasjoner.

Tabell 5 Signifikante forskjeller mellom type bygg

Type	Nybygg	Ferdig bygg	Eksisterende bygg
Nybygg	-939,52	-135,26	917,16
Ferdig bygg	-135,26	-1050,42	-9,28
Eksisterende bygg	917,16	-9,28	-664,34

Positive verdier viser signifikant forskjell mellom byggene. Nybygg er signifikant forskjellig fra eksisterende bygg, men ikke fra ferdig bygg. Ferdig bygg er ikke signifikant forskjellig fra

andre bygg, mens Eksisterende bygg er signifikant forskjellig fra nybygg. Høyere positive verdier viser større forskjeller.

Tabell 6 Kapitalkostnader varmesentral, øre pr kWh

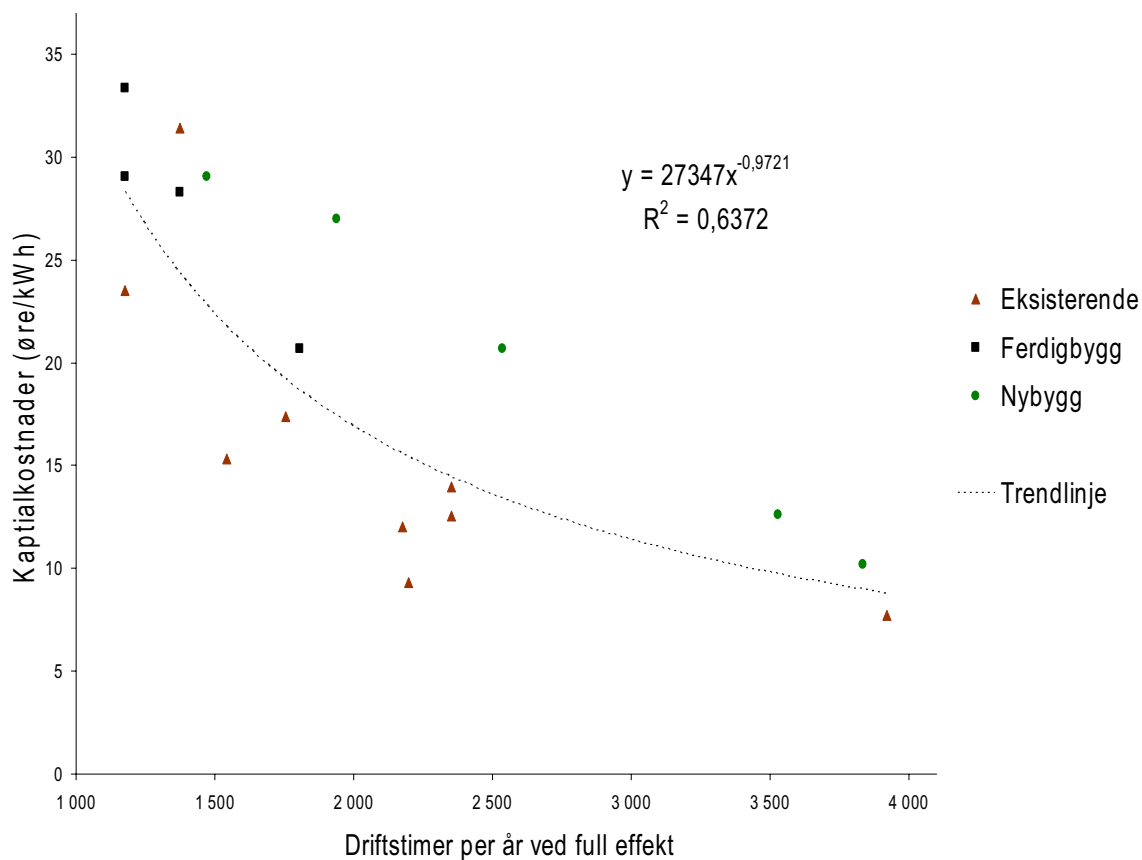
<i>Type</i>	<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
Eksisterende bygg	10	15,35	7,22	2,28	7,27	31,42
Ny bygg	5	19,90	8,40	3,76	10,17	29,07
Ferdig bygg	4	27,84	5,27	2,63	20,68	33,35
Sum	19					

I *eksisterende bygg* varierer kapitalkostnadene fra 7,27 til 31,42 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 15,35 øre pr kWh. Standardavviket er 7,22, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,28.

I *nybygg* varierer kapitalkostnadene fra 10,17 til 29,07 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 19,90 øre pr kWh. Standardavviket er 8,40, mens standardavviket til gjennomsnittet er 3,76.

I *ferdig bygg* varierer kapitalkostnader fra 20,68 til 33,35 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 27,84 øre pr kWh. Standardavviket er 5,27, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,63.

Nedenfor ser vi på sammenhengen mellom bruk av flisfyringsanlegg og kapitalkostnader pr kWh. Kapitalkostnadene er basert på 20 års avskrivningstid og 6 % rente.

Figur 3 Sammenheng mellom kapitalkostnader øre pr kWh og driftstid på 100 %.

Figur 3 viser at det ikke bare er valg av byggtipe, men også hvordan man utnytter flisfyringsanlegget som har innvirkning på kapitalkostnadene. Den geometriske trendlinja viser at kapitalkostnadene går ned ved høyere antall driftstimer på full effekt. Denne trendlinja har en R^2 på 0,6372 som beskriver hvor godt linja viser sammenhengen mellom kapitalkostnader og driftstimer på full effekt.

Erfaringskommentarer gitt av informantene:

- Lite budsjettsprekk på varmesentralene, men noe budsjettsprekk på grunnarbeidet til bygningene.
- Det er større utfordringer ved bruk av eksisterende bygg med tanke på optimale løsninger.
- Det er viktig å tenke på løsninger for tømning av flissilo ved driftsstans, slik at denne operasjonen går lettere.
- Gårdsvarmeanleggene er dimensjonert for å dekke hele varmebehovet med bioenergi.
- Det er mulig å kjøpe et litt større brennhode til kjelen uten større pristillegg.

3.1.2 Varmedistribusjon

Tabellen 7 Anleggskostnader kroner pr meter grøft

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
13	143	96	27	46	405

Tabellen ovenfor viser anleggskostnaden ved legging av rør, uten rørkostnadene. Det er tatt med 13 observasjoner, da en bare hadde nøyaktig informasjon om antall meter grøft for disse. Alle dataene er fra graving i landbruksområder der det ikke er noen spesielle hensyn til asfalt, hekker og eksisterende rør og kabelgrøfter.

Datamaterialet varierer fra 46 til 405 kroner pr meter grøft. 12 observasjoner ligger fra 46 til 200 kroner pr meter, mens den siste ligger på 405 kroner pr meter. Dette skyldes at eiendommen ligger på fjell, og at man dermed måtte sprengre hele traseen. Gjennomsnitt ligger på 143 kr pr meter grøft, mens standardavviket er 96 og standardavviket til gjennomsnittet er 27.

Tabellen 8 Innkjøpspris i kroner pr meter 32/32 mm fjernvarmerør i plast

<i>Type</i>	<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
32/32	9	280	75	25	175	450

Disse plastrørene er koblet i par som det går både tur- og returvann i, med en isolert kappe rundt. Dimensjonen 32/32 varierer fra 175 kroner pr meter til 450 kroner pr meter. Gjennomsnittet er 280 kroner pr meter, standardavviket er 75 og standardavviket til gjennomsnittet er 25.

Tabell 9 Totale investeringskostnader på varmedistribusjon i kroner pr kW installert effekt

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
18	1312	1027	242	247	3862

Det er 18 anlegg som har investeringskostnader ved varmedistribusjon. Det anlegget som ikke er med, har ingen registrert kostnad ved varmedistribusjon. Dette skyldes varmedistribusjon som ble lagt på 1970 tallet. Investeringskostnadene ligger fra 247 til 3862 kroner pr kW installert effekt. Gjennomsnitt for observasjonene er 1312 kroner pr kW installert effekt. Standardavviket er 1027, mens standardavviket til gjennomsnittet er 242.

Tabell 10 Kapitalkostnader for varmesdistribusjon øre pr kWh

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
18	4,99	3,05	0,71	1,57	10,96

Det er 18 anlegg hvor kapitalkostnadene ved varmedistribusjon var registrert. Kapitalkostnadene varierer fra 1,57 til 10,96 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 4,99. Standardavviket er 3,05, mens standardavviket til gjennomsnittet er 0,71.

Erfaringskommentarer gitt av informantene:

- Drenering er viktig.
- Prisene varierer mye på samme kvalitet og dimensjon fra ulike leverandører.
- Problemstillinger rundt varmetap og behovet for ekstraisolering

3.1.3 Installasjonskostnader i bygg.

Tabell 11 Investeringskostnad pr kW installert effekt

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
16	1860	1238	310	493	5358

Det er beregnet installasjonskostnader i 16 bygg. Investeringskostnadene varierer fra 493 - 5358 kroner pr kW installert effekt. Gjennomsnittet er 1860 kroner pr kW installert effekt. Standardavviket er 1238, mens standardavviket til gjennomsnittet er 310.

Tabell 12 Kapitalkostnader installasjoner i bygg øre pr kWh ved 30 års avskrivningstid og 6 % kalkulasjonsrente.

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
16	8,47	4,47	1,12	3,44	18,06

Kapitalkostnaden til de 16 anleggene varierer fra 3,44 til 18,06 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 8,47 øre pr kWh. Standardavviket er 4,47, mens standardavviket til gjennomsnittet er 1,12.

Erfaringskommentarer gitt av informantene:

- Budsjettsprekk for alle anleggene.
- Dårlig kompetanse blant rørleggere om vannbåren varme
- Prisforskjeller blant ulike leverandører.
- Gode erfaringer med at leverandører av kjeler og innmatningsutstyr gir gode tips om dyktige rørleggere.

3.1.4 Lager

I tre av anleggene ble det bygget nytt lager. De 16 andre har i mange tilfeller brukt deler av låven eller andre bygninger som har vært tilgjengelige. Kostnadene til lager er derfor ikke tatt med i beregningene i denne undersøkelsen.

En velger likevel å presentere noen erfaringskommentarer:

- Man bør tenke på hvordan underlaget er.
- Det er ønskelig med fast dekke i lageret. Dette fordi det da er lettere å tømme lagret helt og hindre at grus og stein blir blandet med flisa.
- Man bør tenke på dimensjonering slik at man kan ta imot rasjonelle kvanta.
- Det er hensiktsmessig å kunne ta i mot lastebil med henger slik at transportkostnadene reduseres.

3.1.5 Diverse kostnader

I undersøkelsen var det en post som omhandlet diverse kostnader. Hva slags kostnader dette var, ble registrert. Kostnadene er fordelt på de tre temaene varmesentral, varmedistribusjon og installasjoner i bygg. Noen kostnader hadde direkte forbindelse til bare en post, mens resten er fordelt ut på temaene etter en prosentvis andel av totalt investert beløp. Eksempler på slike kostnader er studieturer og konsulenthonorarer.

3.1.6 Egeninnsats

Intervjuobjektene kunne ikke oppgi fordeling av egeninnsats på hvert av de tre temaene. Dermed har undertegnede valgt å dele egeninnsatsen utover de tre temaene varmesentral, varmedistribusjon eller installasjoner i bygg. Dette er gjort ved å fordele egeninnsats etter en prosentvis andel av totalt investert beløp.

Tabell 13 Egeninnsats kroner pr kW installert effekt

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
10	614	412	130	188	1500

10 av intervjuobjektene hadde egeninnsats på sine anlegg. Kostnadene varierer fra 188 til 1500 kroner pr kW installert effekt. Gjennomsnittet er 614 kr pr kW installert effekt. Standardavviket er 412, mens standardavviket til gjennomsnittet er 130.

Tabell 14 Kapitalkostnader egeninnsats øre pr kWh

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
10	3,25	2,60	0,82	1,03	8,39

I tabellen ovenfor er det brukt annuitetsmetoden med 20 års avskrivningstid og 6 % rente for varmesentral, mens det er brukt 30 år og 6 % rente på varmedistribusjon og installasjonskostnader i bygg. Dette varierer med kostnader fra 1,03 øre pr kWh til 8,39 øre pr kWh. Gjennomsnitt fra anleggene er på 3,25 øre pr kWh, mens standardavviket er 2,60 og standardavviket til gjennomsnittet er 0,82. Timeprisen på egeninnsats er satt til 200 kroner timen.

Erfaringskommentarer gitt av informantene:

- Mange har den erfaringen at en burde skrive spesifiserte timelister over all egeninnsats.
- Mulig å presse kostnadene ned ved bruk av egeninnsats.

3.1.7 Totale kapitalkostnader og investeringskostnader

Tabell 15 Totale investeringer pr kW installert effekt

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
19	6231	1906	437	3439	11716

Ved de 19 anleggene har kostnadene variert fra 3 439 til 11 716 kroner pr kW installert effekt. Gjennomsnittet er 6 231 kroner pr kW installert effekt. Standardavviket er 1906, mens standardavviket til gjennomsnittet er 437.

Tabell 16 Totale kapitalkostnader, øre pr kWh

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
19	31,05	10,85	2,49	16,14	55,13

Ved de 19 anleggene har kapitalkostnadene variert fra 16,14 til 55,13 ør pr kWh. Gjennomsnittet er 31,05 øre pr kWh. Standardavviket er 10,85, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,49.

3.1.8 Totale investerings- og kapitalkostnader kostnader uten installasjoner i bygg.

Tabell 17 Investerte kroner pr kW installert effekt.

<i>Antall obs</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
19	4665	1471	337	2612	7674

For de 19 flisfyringsanleggene varierer investeringskostnaden fra 2612 til 7674 kroner pr kW installert effekt. Gjennomsnittet er 4665 kroner pr kW installert effekt. Standardavviket er 1471, mens standardavviket til gjennomsnittet er 337.

Tabell 18 Kapitalkostnader, kroner pr kWh

<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
19	23,92	8,48	1,94	12,22	40,61

Kapitalkostnadene varierer fra 12,22 til 40,61 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 23,92 øre pr kWh. Standardavviket er 8,48, mens standardavviket til gjennomsnittet er 1,94.

3.1.9 Følsomhetsanalyse for kalkulasjonsrente.

I dette delkapitlet ser vi på endringer av kapitalkostnadene ved bruk av alternativ kalkulasjonsrente. Avskrivningstidene er fortsatt 20 år på varmesentral, 30 på varmedistribusjon og installasjoner i bygg.

Tabell 19 Kapitalkostnad, øre pr kWh ved forskjellig kalkulasjonsrente

<i>Kalkulasjonsrente</i>	<i>Antall observasjoner</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
5 %	19	28,32	9,91	2,27	14,79	50,27
6 %	19	31,05	10,85	2,49	16,14	55,13
7 %	19	33,98	11,85	2,71	17,60	60,36

Ved 5 % rente varierer kapitalkostnadene fra 14,79 til 50,27 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 28,32 øre pr kWh. Standardavviket er 9,91, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,27.

Ved 6 % rente varierer kapitalkostnadene fra 16,14 til 55,13 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 31,05. Standardavviket er 10,85, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,49.

Ved 7 % *varierer* kapitalkostnadene fra 17,60 til 60,36 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 33,98 øre pr kWh. Standardavviket er 11,85, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,71.

Gjennomsnittet forandrer seg 2,73 øre pr kWh fra 5 til 6 % rente. Fra 6 til 7 % rente, forandrer det seg 2,93 øre pr kWh.

3.2 Drift

3.2.1 Råstoff

Råstoffet er inndelt i tre typer:

- Man har råstoff, egen hugger og fliser selv.
- Man har råstoff og leier noen til å hugge
- Man kjøper flis.

Dette fører til de tre kategoriene egen hugger, leid hugger og kjøpt flis. I disse beregningene er tømmerkostnaden tatt med. Der tømmer fra egen skog er brukt er alternativ pris lagt til grunn. Alternativ pris er salgspris i markedet. Salgspris er oppgitt av den enkelte eier av anleggene. Det er også tillagt transportkostnader. For egen hugger er det lagt til grunn 10 års avskrivningstid og 6 % rente. Kapitalkostnaden ved flishuggeren er regnet ut etter annuitetsmetoden. Det er også tillagt en timepris for traktor og fører ut fra størrelse på traktor.

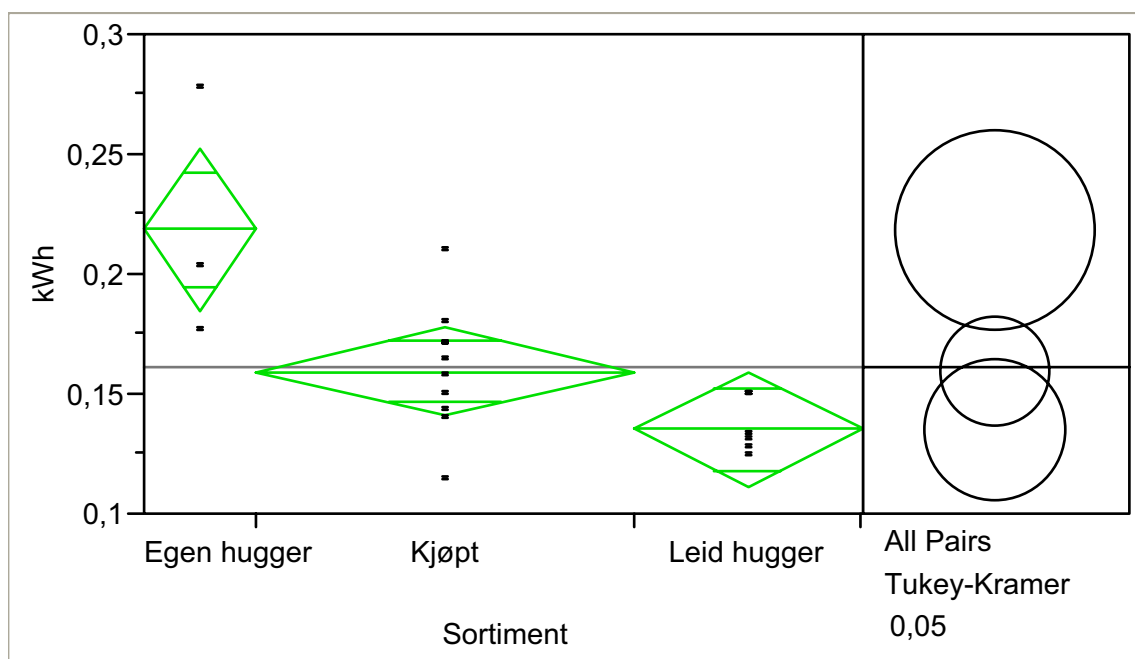
Tabell 20 Råstoffkostnader, øre pr kWh, inkludert råstoff og flishugging

<i>Type</i>	<i>Antall</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
Egen hugger	3	21,89	5,27	3,04	17,6	27,77
Leid hugger	6	13,57	1,15	0,46	12,4	15
Kjøpt flis	10	15,99	2,59	0,82	11,4	21

Egen hugger varierer fra 17,6 til 27,77 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 21,89 øre pr kWh. Standardavviket er 5,27, mens standardavviket til gjennomsnittet er 3,04

Leid hugger varierer fra 12,4 til 15 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 13,57 øre pr kWh. Standardavviket er 1,15, mens standardavviket til gjennomsnittet er 0,46.

Kjøpt flis varierer fra 11,4 til 21 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 15,99 øre pr kWh. Standardavviket er 2,59, mens standardavviket til gjennomsnittet er 0,82.

Figur 4 Enveis variansanalyse øre pr kWh i forhold til sortiment.

Figur 4 viser at egen hugger er det dyreste. Forskjellen på kostnader på leid hugger og kjøp av flis er små og gir i denne undersøkelsen ingen signifikante forskjeller. Figuren viser signifikant forskjell på egen flishugger mot både kjøpt flis og leid hugger.

Erfaringskommentarer gitt av intervjuobjektene:

- Fliskvaliteten er et problem for alle.
- Stikkere og fuktighet skaper problem for mange av anleggene.

3.2.2 Vedlikehold og ettersynskostnader

Tabellen beskriver årlige kostnader med vedlikehold og ettersyn av anleggene.

Tabell 21 Vedlikehold- og ettersynskostnader i øre pr kWh

<i>Antall</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik til gjennomsnittet</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
19	6,50	2,28	0,52	3,2	11,2

Vedlikehold og ettersynskostnader varierer fra 3,2 til 11,2 øre pr kWh. Gjennomsnittet er 6,50 øre pr kWh. Standardavviket er 2,28, mens standardavviket til gjennomsnittet er 0,52.

Erfaringskommentarer fra informantene

- Velg automatisk askeutskruing og automatisk feiing hvis det er mulig å kjøpe til den aktuelle kjelen.
- Sett krav til at råstoffet har riktig fuktighet og dimensjon på flis
- Homogent råstoff gir lettere kjøring av anleggene

3.3. Totalkostnader

Tabell 22 Totale kostnader øre pr kWh, med installasjoner i bygg

<i>Antall</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
			<i>til</i>		
			<i>gjennomsnittet</i>		
19	53,70	9,48	2,17	38,14	71,83

Totale kostnader øre pr kWh med installasjoner i bygg ligger fra 38,14 til 71,83.

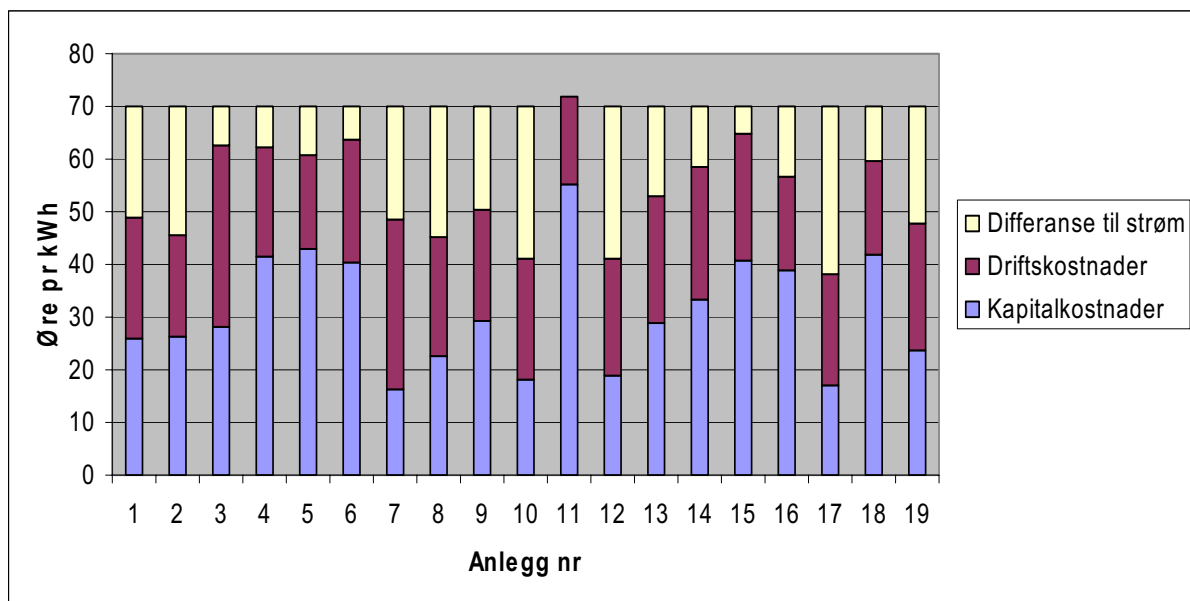
Gjennomsnittet er 53,70 øre pr kWh. Standardavviket er 9,48, mens standardavviket til gjennomsnittet er 2,17.

Tabell 23 Totale kostnader, øre pr kWh, uten installasjoner i bygg.

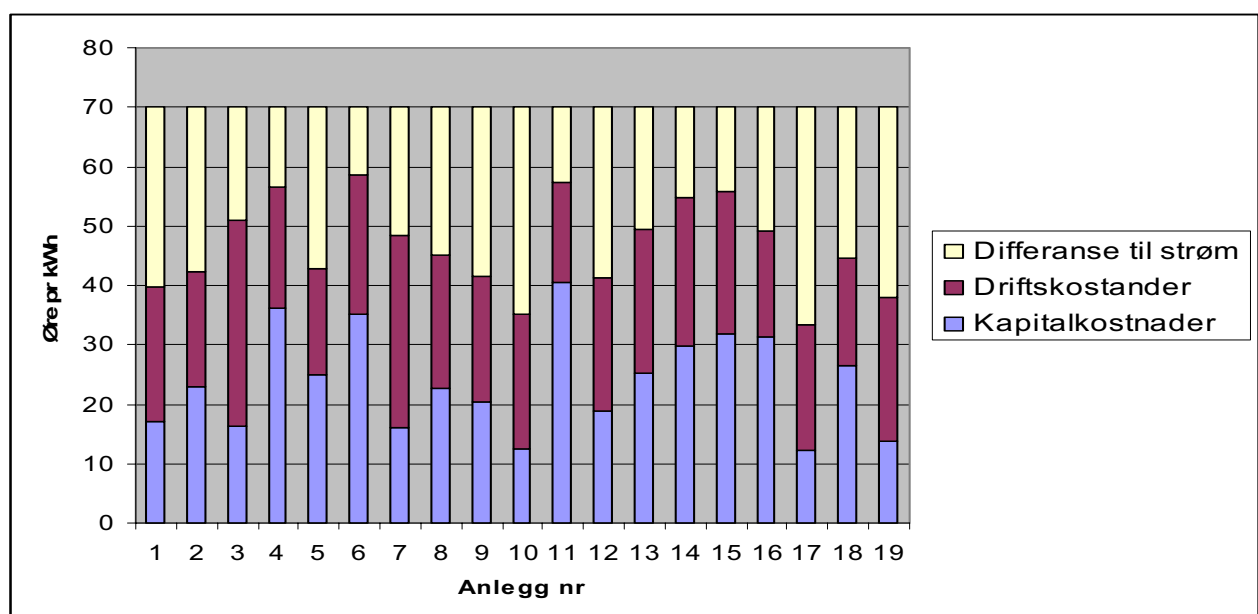
<i>Antall</i>	<i>Gjennomsnitt</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Standardavvik</i>	<i>Min</i>	<i>Maks</i>
			<i>til</i>		
			<i>gjennomsnittet</i>		
19	46,57	7,69	1,76	33,32	58,59

Totale kostnader uten installasjoner i bygg varierer fra 33,32 til 58,59 kroner pr kWh.

Gjennomsnittet er 46,57 kroner pr kWh. Standardavviket er 7,69, mens standardavviket til gjennomsnittet er 1,76.

Figur 5 Fordeling av totale kostnader og differanse til strøm, med installasjoner i bygg

Figuren ovenfor viser fordelingen mellom driftskostnader og kapitalkostnader på de forskjellige flisfyringsanleggene og differansen til kjøp av elektrisitet. Det er satt en strømpris på 70 øre pr kWh time. El- prisen er hentet fra Eidsiva energi, 1 års fastpris på strøm, inkludert nettleie og elavgift (Eidsiva energi 2007). Eidsiva energi er valgt fordi dette er en stor aktør i Oppland og Hedmark der de fleste anleggene ligger.

Figuren 6 Fordeling av totale kostnader og differanse til strøm, uten installasjoner i bygg

4. Diskusjon

4.1 Diskusjon datamateriale

Det var 24 flisfyringsanlegg med i undersøkelsen, fem ble tatt ut fordi de ikke hadde god nok kvalitet på regnskapstallene. En vurdering av foreliggende data for disse fem anleggene viste at usikkerheten ble for stor, og at de ville ødelegge sikkerheten for at tallene ble gode. En kan diskutere hvor god sikkerhet en må ha på tallene. Dette er alltid en vanskelig vurdering, men det er viktig å luke ut anlegg hvor usikkerheten om tallmaterialets kvalitet er stor.

Utvalgsriterier for anleggene er viktig slik at man får med både gode og dårlige prosjekter. En har fått med begge kategorier anlegg i denne undersøkelsen, men man vet ikke om det eksisterer anlegg som enten er bedre eller dårligere enn de som er registrert her.

Det var stor variasjon i kostnadstallene for de 19 anleggene i undersøkelsen. Det kunne godt ha vært flere anlegg, slik at man kunne sammenlignet like anlegg mot hverandre. Muligheten for å øke antallet er begrenset, fordi det ikke er bygd så mange anlegg i det aktuelle tidsrommet 2001- 2006. Hadde en tatt med eldre anlegg, ville man antagelig hatt større variasjon grunnet prisforskjeller over tid. En måtte i denne undersøkelsen ta med en fem års-periode for å dekke inn forskjellige leverandører og anleggsdesign. Det er i dag lettere å velge anlegg da vi har fått informasjonskanalen www.biolog.no som gir informasjon om bioenergianlegg i forskjellige fylker. Nettstedet gir informasjon om anlegg, og oppgir kontaktinformasjon for hvert anlegg slik at man kan kontakte eier. Det finnes også bilder og video av noen anlegg.

Svært få av de 19 flisfyringsanleggene har installert energimåler. Dette fører til at nøyaktighet på energibehovet kan være en usikkerhetsfaktor. På anlegg uten energimåler måtte en derfor beregne varmeforbruk etter flisforbruket, eller etter tidligere forbruk av annen energi. Det ble også brukt beregninger fra forstudiene for det enkelte anlegg. Det optimale ville ha vært å ha energimåler i alle anlegg, slik at man unngår usikkerhet rundt hvor stort energiforbruket er. Innovasjon Norge oppfordrer nå de fleste som investerer i gardsvarmeanlegg å installere energimåler.

Regnskapstall er ikke alltid lette å sammenligne på grunn av manglende standardisering i regnskapsrapportene. Derfor har det vært viktig å hente mest mulig detaljert informasjon om kostnadene, for senere å sette dem sammen. Dette bidrar til å minske usikkerhetsfaktoren, men den blir ikke borte.

Landbruksregnskaper kan også ha andre utfordringer. Biobrenselanleggene bygges ofte sammen med andre prosjekter på gården. Dette gjør det vanskelig å fordele kostnadene riktig mellom biobrenselanlegget og andre prosjekter. Dette er minsket ved å bruke en stor detaljeringsgrad i undersøkelsen. Feilkilder kan imidlertid finnes. Skal en oppnå 100 % sikkerhet for alle tall, bør en lage standardiserte regnskapsopplegg som følges gjennom hele prosjektet. Ved å gjøre dette kan en sette fokus på hvilke kostnader en skal føre på de enkelte poster, og hvilke kostnader man har et spesielt ønske om å finne mer informasjon om.

Det har i denne undersøkelsen blitt lagt vekt på å uniformere kostnadstallene slik at vi kan sammenligne dem mot hverandre. En har delt dem inn i de tre temaene varmesentral, varmedistribusjon og installasjoner i bygg, og bestemt hvilke komponenter som skulle være med i hvert tema. Kostnadene med bygging av ekstra lager er tatt ut, da bare tre anlegg hadde slike kostnader. Dermed kunne en sammenligne de 19 anleggene bedre. Ett av anleggene hadde ikke kostnader knyttet til varmedistribusjon, og ble derfor tatt ut av sammenligningsgrunnlaget. Anlegget er derimot tatt med i kalkylene for totalkostnader. Det samme prinsipp ble gjennomført i andre delposter som egeninnsats osv. Man kan diskutere om det er fornuftig å gjøre det slik, men nullverdier slår sterkt ut på gjennomsnitt, standardavvik og standardavviket til gjennomsnittet. Hadde nullverdiene vært med, ville ikke tallene blitt representative for kostnadene.

4.2 Diskusjon investering / drift

4.2.1 Varmesentraler

I denne oppgaven er det beskrevet tre typer bygg for varmesentraler; eksisterende bygg, nybygg og ferdig bygg. Eksisterende bygg beskriver at varmesentralen ligger i eksisterende bygningsmasse. Det er ikke tatt hensyn til alternativ verdi på denne bygningsmassen. Dette er

med å gi en skjevhet i forhold til de to andre kategoriene. Når varmesentralen er bygd inn i eksisterende bygg, har denne delen av gårdens bygningsmasse sjelden hatt noen alternativ bruk. Mange av gårdbrukerne uttaler at det ikke foreligger muligheter for annen bruk av denne bygningsmassen og setter ingen alternativ verdi på bygningsmassen. Det er en vanskelig diskusjon om en bør regne alternativ verdi på denne type bygg. Investeringene er tidligere gjort for å dekke behov som ikke lenger foreligger. Det har i denne undersøkelsen vært umulig å sette en alternativ verdi, da det er vanskelig å si noe om potensialet for utleie og andre alternative inntektskilder. Informantene mente at det ikke er noen alternativ verdi. Det bør likevel legges til i diskusjonen at alternativ utnyttelsesverdi bør vurderes i denne type prosjekter. Det viser seg at det kan være en utfordring å få til optimale løsninger i eksisterende bygg. Spesielt gjelder dette fylling av silo og plass til det tekniske utstyret. Kostnadene for varmesentraler i eksisterende bygg varierte fra 2000 til 4 214 kroner pr kW installert effekt. At variasjonen er såpass stor, skyldes blant annet store forskjeller i omgjøringsbehov i eksisterende bygg. Det tekniske utstyret er forskjellig, og dette fører også til stor variasjon mellom anleggene. Forskjellige leverandører leverer ikke samme merke kjeler og innmatningsutstyr, slik at det blir forskjeller på pris og kvalitet. Om det er vesentlig sammenheng mellom pris og kvalitet er vanskelig å anslå, men en må gå ut fra at det i noen grad finnes en slik sammenheng. En har ikke hatt mulighet til å undersøke en slik sammenheng i denne undersøkelsen. Valg av utstyr gir en investeringsvariasjon. Om dette gir samme type variasjon i vedlikeholdskostnader og levetid på utstyret, gir undersøkelsen ingen svar på. Dette er et spørsmål, som burde undersøkes nærmere.

For varmesentraler i nybygg varierer investeringskostnadene pr kW fra 3812 til 5 123 kr. Hohle (2001) oppgir tall fra 2500 til 4500 kroner pr kW installert effekt. Dette er erfaringstall som er hentet fra konsulenter som arbeider med førstegangs prosjektering av biobrenselanlegg. Boka til Hohle er fra 2001 og tallene er hentet fra før den tiden. I denne undersøkelsen er tallene fra 2001 - 2006 og de er hentet fra regnskaper og ikke fra budsjett. Tallene er dermed ikke sammenlignbare. Vi må gå ut fra at tallene i denne undersøkelsen er mer representative for dagens kostnadstall enn de som er oppgitt av Hohle (2001).

I ferdige bygg varierer investeringskostnaden fra 3 336 til 3 833 kroner pr. kW installert effekt. Her hadde alle anleggene kjeler fra samme leverandør. Denne leverandøren var enerådende i markedet for nøkkelferdige varmesentraler. Usikkerheten knyttet til variasjon på utstyrskvalitet er dermed eliminert for disse anleggene. Nøkkelferdige anlegg er lette å

budsjettere da det kun er grunnarbeidene som ikke ligger fast i tilbudsprisen.. Usikkerheten ligger i grunnarbeidet og støping av platting. Mange mener også at fordelene med disse anleggene er at man kan bytte nøkkelferdige varmesentraler på en enkel måte for framtidige endringer av anlegget. Nøkkelferdige anlegg kan også finansieres over leasingavtaler, noe som kan være et poeng for enkelte utbyggere.

Informantenes erfaringer fra alle byggtyper var at det ikke forelå betydelige budsjettsprekker på varmesentralene, og at leverandørene leverte til den prisen som var avtalt.

Når det gjelder kapitalkostnadene, er det mer enn bare valg av byggtipe som spiller en rolle. En ser at gjennomsnittet er lavere for nye bygg med 19,90 øre pr kWh i forhold til ferdighus som har et gjennomsnitt på 27,84 øre pr kWh, eksisterende bygg har fortsatt lavest gjennomsnitt med 15,35 øre pr kWh. Figur 3 viser at det er sammenheng mellom hvor godt man utnytter anlegget og kapitalkostnadene pr kWh. Høyere utnyttelsesgrad gir lavere kapitalkostnader pr kWh. Kapitalkostnaden pr.år er lik om man bruker anlegget lite eller mye. De fleste gardsvarmeanleggene har bioenergi som eneste mulige energikilde, og er dermed dimensjonert ut fra maksimal last med bioenergi. Dette medfører høyere investeringskostnader, men ikke nødvendigvis høyere totalkostnader pr kWh, da eventuelle andre energikilder også har investeringsbehov. Prisen man må betale for strøm og olje er også vesentlig større enn for flis. Om man øker installert effekt eksempelvis fra 120 til 150kW, dvs en økning på 25 %, vil ikke investeringsbeløpet øke tilsvarende. Dette fordi en nødvendigvis ikke trenger å øke kostnaden til bygget, men bare den tekniske installasjonen.

Avskrivningstider for komplette varmesentraler er satt til 20 år. Dette er i samsvar med NVE sine retningslinjer for avskrivninger.

I blant forekommer det driftsforstyrrelser med innmatningssystemene i flisfyringsanlegget. Noen av informantene har opplevd stopp som gjorde det nødvendig å tømme flissiloen. Derfor er det viktig å ha en løsning for effektiv tømming av flissilo. Det er en artig kommentar som kom i forbindelse med dette temaet: "Det er ikke morsomt å tømme en 100 m³ flissilo med spade" (Informant 2006).

Oppsummering fra varmesentralene viser at det er viktig å prosjektere anlegget slik at det passer til varmekonsumet. Det bør også vurderes om alternative energiløsninger for spisslast er økonomisk fornuftig. Et sentralt spørsmål er om hvor mye utstyret øker i pris ved en høyere kW installert effekt.

4.2.2 Varmedistribusjon

Det har i denne undersøkelsen vært vanskelig å fastslå nøyaktig antall meter rør som er brukt, og ikke minst hvilke dimensjoner som ligger hvor. Dette er med på å øke usikkerheten på kostnadene pr meter ferdig grøft med rør. Derfor velger man å presentere noen andre parametere; anleggskostnaden ved legging av rør (uten rørkostnaden) og priseksempel på 32/32 plastrør. Det var spesielt ett forhold en reagerte på under feltarbeidet i undersøkelsen. Dette gjaldt prisene på plastrør, for både tur og returvann, med dimensjon 32/32 mm. Innkjøpsprisen varierte fra 175 til 450 kroner pr meter. Dette viser en stor prisvariasjon avhengig av hvor rørene var kjøpt. Innkjøpene ble gjort direkte fra utlandet, fra lokale rørleggere, grossister eller fra leverandører av kjeler og utstyr. Mange i undersøkelsen valgte å kjøpe rør i lokalmiljøet eller av bedrifter man tidligere kjente til. En har våren 2007 innhentet priser fra ulike leverandører og påvist at prisforskjellen er i ferd med å jevne seg ut. Dette fordi etterspørsel etter rør har økt med økende antall nye anlegg. Det anbefales å hente inn tilbud fra mange forskjellige leverandører av rør.

I undersøkelsen er det innhentet anleggskostnader på legging av rør (selv rørkostnadene er ikke tatt med). Kostnadene varierer fra 46 til 405 kroner pr meter grøft. 12 observasjoner ligger mellom 46 til 200 kroner pr meter. Den siste som ligger på 405 kroner, skyldes sprengning på store deler av arealet. Tallene er hentet fra gardsvarmeanleggene der gravearbeidene utføres på innmark eller inne på gardstunet. Variasjonen fra 46 til 205 kroner skyldes hvor mye dreneringsmasse som måtte tilføres, om det ble tilleggsisolert, grunnforhold og andre hindringer i bakken.

En har ikke funnet tall fra tidligere undersøkelser på dette temaet. Det nærmeste man kommer er fra Enercons rapport (2003). Denne rapporten gir informasjon om legging av stålrør i større fjernvarmeutbygginger. Tallene derfra er dermed ikke sammenlignbare med denne undersøkelsen.

Informantene påpekte at det var viktig å vurdere grunnforholdene med hensyn til behovet for drenering. Leverandøren Hallendstvedt Import og Salg i Andebu påpekte at dårlig drening økte varmetapet i rørene. De mente at det i mange tilfeller er hensiktsmessig med dreneringsrør for å lede vannet bort (Informant 2006). Det diskuteres i bransjen om en har

bruk for tilleggisolering. Dette er det ikke funnet noe svar på i denne undersøkelsen da meningene om temaet er sprikende.

Kapitalkostnadene kr pr kWh til varmedistribusjon er avhengig av utnyttelsesgraden av anlegget. De er også avhengige av antall meter grøft og rør, grunnforhold i rørgatetrase, valg av plast eller stål og dimensjonering av rør. Investeringskostnadene er også påvirket av de samme parameterne som ovenfor, bortsett fra utnyttelsesgrad av anlegget. Kapitalkostnadene varierer fra 2,57 til 10,96 øre pr kWh, mens investeringskostnadene varierer fra 247 til 3862 kroner pr kW installert effekt. Det er store variasjoner i kostnadstallene. Det kan være behov for en større undersøkelse der man henter inn informasjon fra flere anlegg, slik at man lettere kan sammenligne tallene og dermed få sikrere nøkkeltall. Ved å komme tidlig inn i byggeperioden for anlegg, kan man informere om hvilke parametere man ønsker tall for, og dermed øke sikkerheten rundt tallene. De totale kapitalkostnadene for varmedistribusjon, som er funnet i undersøkelsen, gir oss gode opplysninger fordi en har god informasjon om totale kostnader brukt på dette området.

4.2.3 Installasjoner i bygg.

Det må til installasjoner i bygg for å kunne benytte seg av flisfyringsanlegg. Man kan diskutere om det er rett å ta med installasjonskostnader i bygg i bioenergisammenheng. I denne undersøkelsen har man sett på kostnadene både med og uten installasjoner i bygg. Andre energikilder trenger også installasjoner i bygg, men installasjoner for vannbåren varme er antagelig dyrere enn for eksempel installasjon av direkte elektrisk oppvarming.

Det mest oppsiktsvekkende funnet i denne undersøkelsen, er at de fleste, som har installasjoner i bygg, har bommet på budsjettering. Det viser seg at det er stor variasjon i priser på rørdeler, kvalitet og effektivitet på rørleggere. Informantene sier at grunnen til dette er at det blir bygd få hus med vannbåren varme i området, og at rørleggernes erfaring dermed blir mangelfull. I mange tilfeller har leverandører av kjeler og innmatningsutstyr formidlet dansk eller annen utenlandsk kompetanse til rørleggerarbeid. Disse har greid å levere produktene til en lavere pris. Med bakgrunn i denne undersøkelsen mener en at det kunne vært ønskelig med en kompetansheving hos norske rørleggere innenfor fagfeltet. Manglende

kompetanse hos rørleggerne og variasjon på priser på rørdeler, er med å gi høyere kostnader enn nødvendig.

Det er variasjon på kostnader for ettermontering av installasjoner i bygg. Dette skyldes variasjoner i byggets beskaffenhet og hvor mye arbeid det er med installasjonene. Bygningene er forskjellige, og dermed er det vanskelig å si så mye om kostnadene pr m². En velger derfor å ikke bruke kvadratmeterpris på installasjonene. Kapitalkostnadene varierer fra 3,44 til 18,06 øre pr kWh. Det samme prinsippet gjelder her som for de to andre temaene. Desto mer man bruker anlegget, jo billige blir kapitalkostnadene pr kWh. Investeringskostnadene er 493 til 5 338 kroner pr kW installert effekt. Som ventet, er variasjonen meget stor. Det vil være hensiktsmessig å sjekke kvaliteten og kompetanse på rørleggere og effektivitet og priser på rørdeler.

4.2.4 Lager

Det er i denne undersøkelsen bare tre anlegg som hadde kostnader til lager. Det er mange som har brukt eksisterende bygningsmasse og brukt bygningen som den er. Informantene sier at en bør tenke nøye gjennom hvilket dekke man bruker i lageret. Det er lett å få med stein og grus inn i anlegget hvis en ikke har fast dekke. Det er også viktig å ha lagerkapasitet på minst 90 m³ slik at man kan ta i mot lastebil med henger. Dette er med på å spare kostnader ved fliskjøp. For dem som ikke kjøper flis, er det viktig at man tenker nøye gjennom hvordan flishuggingen legges opp. Dette har betydning for hvordan lageret og plassen utenfor bygges. Dimensjonering av lageret er også viktig, slik at man kan flishugge større kvanta på en gang. Dette er med på å spare kostnadene for transport og oppmøtekostnader ved bruk av leid hugger.

4.2.5 Diverse kostnader

Det er variasjon i materialet for diverse kostnader. Dette fordi noen bruker betalte konsulenter til å prosjektere anlegg, mens andre bruker utstyrsleverandører. Noen har derfor kostnadsført prosjektering, mens andre ikke har det. En vil tro at når markedet for utstyr til biobrenselanlegg øker, vil prosjekteringsservicen fra leverandørene bli mindre (kostnadene øke). Leverandørene har til nå gjort dette kostnadsfritt for å øke etterspørselen i bransjen. For

noen anlegg var det også ført opp kostnader til studieturer for å skaffe seg mer kompetanse. En antar at studieturer til andre anlegg ville ha vært nyttig for flere. En ser også at dette er kostnader mange glemmer å ta med i regnskapene. Det er stor variasjon i hvordan man beregner egne administrasjonskostnader før bygging og i anleggsperioden. En har inntrykk av at varmeanlegg som drives som selvstendige selskaper, har høyere diverse kostnader enn rene gårdsvarmeanlegg. Dette bør en ha fokus på, da kostnadene kan være tilskuddsberettiget og utgiftsførbare. I denne undersøkelsen har en delt diverse kostnader ut på de tre deltemaene ut fra prosentvis andel av investert beløp i forhold til totalsummen. Det kan diskuteres om dette er en riktig metode for kostnadsfordeling. Diverseposten inneholder ofte kostnader som hører til i alle tre postene. For å fordele dette riktig, fordelte vi det slik at anlegg som ikke hadde en av postene fikk fordelt det på de to andre osv. Det blir på denne måten lettere å sammenligne de tre delpostene mot hverandre.

4.2.6 Egeninnsats

I mange av anleggene er det lagt ned mye egeninnsats, mens andre ikke har brukt egeninnsats i det hele tatt. En har hatt problemer med å finne ut hva egeninnsatsen består av, siden man mangler spesifiserte timelister. Derfor har en derfor besluttet å fordele egeninnsatsen etter samme prinsipp som diverse kostnader. Argumentet er at det er sannsynlig at de har gjort egeninnsats i alle de tre anleggsdelene, og at man dermed kan forsvare denne metoden. Siden det er få som fører timelister over egeninnsatsen må verdien anslås av informantene. Dette medfører usikkerhet rundt verdiene, men jeg mener likevel at estimatene er gode. Rådet til framtidige utbyggere må være at de fører detaljerte timelister over eget arbeid. Dette er nyttig både til bruk ved avregning av tilskudd og egne kostnadsberegninger.

Eget arbeid er verdsatt til 200 kr pr. time. Det kan verdsettes ut fra flere alternative betraktninger. En velger å legge til grunn tre argumenter. For det første har Innovasjon Norge inntil nå i mange sammenhenger brukt kroner 200 som maksimumspris for eget arbeid. (Informant, 2006) For det andre skal eget arbeid verdsettes lavere enn håndverkertimepris. Dette fordi en må forvente at håndverkere utfører arbeidet raskere og med bedre kvalitet enn ufaglærte. For det tredje skal verdien måles opp mot alternativ timesats for annet arbeid.

Med en timepris på 200 kroner har anleggseierne, med egeninnsats, kapitalkostnader som varierer fra 1,03 til 8,39 øre pr kWh. Investeringskostnaden ved anleggene med egeninnsats varierer fra 188 til 1 500 kroner pr kW installert effekt. Det må antas at det er mulig å redusere kostnadene betraktelig ved å legge inn egeninnsats. Spesielt vil dette gi store gevinster hvis en ikke betrakter eget arbeid som en kostnad.

4.1.7 Totale kapitalkostnader og investeringskostnader

Investeringskostnadene varierte fra 3 439 til 11 716 kroner pr kW installert effekt med installasjonskostnader i bygg. Uten installasjoner i bygg varierte investeringskostnadene fra 2612 til 7674 kroner pr installert effekt. Gjennomsnittet med installasjonskostnader i bygg var 6 231 kroner pr kW installert effekt, mens uten installasjoner i bygg lå det på 4 665 kroner pr kW installert effekt. Variasjonene i investeringskostnadene er store. Dette skyldes at anleggene har variasjon i kostnader mellom de tre deltemene og innen det enkelte tema. Alle disse variasjonene kan være med på å bidra til at totalvariasjonen blir større, men de kan også utjevne variasjonene. Kapitalkostnadene varierer fra 16,14 til 55,13 øre pr kWh med installasjoner i bygg, mens uten installasjoner i bygg varierer det fra 12,22 til 40,61 øre pr kWh. Gjennomsnittet med installasjoner i bygg er 31,05 øre pr kWh, mens uten installasjoner i bygg er det 23,92 øre pr kWh. Grunnen til den store variasjonen i denne verdien er den samme som ved investeringskostnaden, men forskjellen i utnyttelsesgrad er med å gi ytterligere variasjoner. Trass i utallige søk, har man ikke greid å finne andre undersøkelser som gir tall for små flisfyringsanlegg, bare for større fjernvarmeanlegg. Disse tallene er ikke sammenlignbare med tallene fra denne undersøkelsen. Det finnes noen regneeksempler i Hohle (2001 og 2005), men dette er eksempeltall uten bakenforliggende datamateriale. Tallene herfra er ikke egnet som sammenligningsgrunnlag i denne sammenheng. I denne undersøkelsen er det brukt kalkulasjonsrente på 6 %. Dette gjenspeiler en rente på statsobligasjoner som nå ligger på 4 %. En har deretter lagt til et risikotillegg på 2 %. Dermed får man kalkulasjonsrente på 6 %. Det er vanskelig å sette en riktig risikorente. Det er viktig å tenke nøye over hvilke krav man setter til avkastning på det investerte beløpet. Dette må vurderes i sammenheng med hvilke andre prosjekter man kunne investert penger i. Betrachtinger rundt kalkulasjonsrente kan dermed bli forskjellig fra utbygger til utbygger. Innovasjon Norge bruker en rentefot på 6 %, mens i Hohle (2001) anbefales det en rente fra 4 til 7 %.

Følsomhetsanalysen viser at kapitalkostnadene varierer med ulik rente. Øker man renten fra 5 til 6 % økes kapitalkostnaden med 2,73 øre pr kWh, mens fra 6 til 7 % forandrer den seg 2,93 øre pr kWh. Dette betyr at den forandrer seg med 5,66 øre pr kWh fra 5 til 7 % rente. Dette viser at kalkulasjonrenten har stor betydning for lønnsomheten i prosjektet. Valg av rentefot på 6 % mener en er riktig utifra en helhetsvurdering og sammenligning med andre dagsaktuelle investeringer i bransjen.

Man har brukt en avskrivningstid på 20 år på varmesentralen, mens man på varmedistribusjon og installasjoner i bygg har brukt 30 år. Når man setter avskrivningstid, tar man blant annet hensyn til økonomisk- og teknisk levetid. For økonomisk levetid tar man hensyn til hva som er økonomisk fornuftig i forhold til økonomien i det enkelte selskap eller anlegg.

Avskrivningsmetodikk er viktig i denne sammenhengen. Man kan velge enten å bruke faste avskrivninger, saldoavskrivninger eller lineære avskrivninger. Faste avskrivninger tar utgangspunkt i et fast beløp som avskrives hvert år, mens saldoavskrivninger tar utgangspunkt i det til enhver tid gjestående beløpet, og valgt prosentsats for det enkelte år. Ved lineær avskrivning brukes fast prosentsats, og man avskriver det til enhver tid gjestående beløp. Teknisk levetid er den fysiske eller praktiske levetiden. Man tar da hensyn til hvor lenge utstyret holder før det må byttes ut. Det tas også hensyn til hvor ofte man må gjøre store forandringer som krever store ombygginger.

I denne undersøkelsen har en satt 20 år avskrivningstid på varmesentral. Man har variasjoner på avskrivningstiden på den enkelte komponent i varmesentralen. Man bruker 40 år på bygninger, mens man på innmatingsutstyr bruker 5-10 år. På grunn av variasjoner er 20 år et brukbart middeltall. Dette er også i samsvar med NVE, retningslinjer for samfunnsmessige beregninger. På varmedistribusjon og installasjoner i bygg er det brukt 30 år. Det kan diskuteres hvor lang avskrivningstid det er riktig å bruke på disse temaene. Man vet at varigheten på rør og installasjoner i bygg er betydelig lengre. For gardsvarmeanleggene er det i mange tilfeller omskiftninger på gardsbruket i form av generasjonsskifte, rehabilitering av hus og annen forandring av husmassen som gjør at det ikke er hensiktsmessig å bruke lengre avskrivningstid enn 30 år. Disse avskrivningstidene er i samsvar med Hohle (2001).

I denne undersøkelsen er det brukt annuitetsmetoden for å beregne kapitalkostnadene. Denne metoden bruker faste beløp for avskrivning og rente. Dette er en anerkjent metode som er

brukt i de fleste utregninger av kapitalkostnader. Hovedpoenget er at man både tar hensyn til avskrivninger og rente i tidsperioden.

4.2. Drift

4.2.1 Råstoffkostnader

Råstoffkostnadene er delt inn i tre kategorier. Bruk av egen hugger, kjøpt flis og leid flishugger. Utført fra kjelen, varierer kostnadene fra 11,40 til 27,77 øre pr kWh. En har lagt til grunn en virkningsgrad på 85 %. Gjennomsnittstallene er for leid hugger 13,57, kjøp av flis 15,99 og bruk av egen hugger 21,89 øre pr kWh. For leid hugger er det regnet kostnaden til entreprenør som kommer og hugger opp flis, og tillagt alternativ verdi på tømmer og transport. Kjøpt flis er prisen for flis ferdig tippet i lager eller silo. Ved bruk av egen flishugger er det beregnet en kapitalkostnad på flishuggeren ved bruk av annuitetsmetoden med 10 år avskrivningstid og 6 % rente. Det er deretter tillagt en pris pr time på traktor og fører etter timeforbruket som er registrert. Tømmerkostnaden og transport er også med. Det er normalt å avskrive maskiner og utstyr på 3 eller 5 år, mens maskiner som brukes lite kan avskrives på lengre tid. Flishuggerne til disse anleggene brukes lite, og dermed settes avskrivningen til 10 år. På grunn av liten brukstid blir kostnadene pr kWh høy. Undersøkelsen viser at det ikke er lønnsomt for noen av de undersøkte anleggene å ha egen flishugger. Det har i enkelte områder vært umulig å få tak i flis eller å leie flishugger. Dette har medført at folk har kjøpt selv. Det er en utvikling på dette området slik at det på flere og flere steder er mulig å leie hugger eller kjøpe flis. Det er vanskelig å si om det lønner seg å kjøpe flis eller om det lønner seg å leie hugger. Dette er noe som må vurderes på det enkelte anlegg i sammenheng med markedet rundt seg. Tilsvarende undersøkelser er beskrevet i Hohle (2005). Kostnadstallene til Hohle viser fra 13 til 18 øre pr kWh, men det er innført og ikke utført verdi. Det betyr at han ikke har tatt med virkningsgrad, noe en har gjort i denne undersøkelsen. Når en tar hensyn til 85 % virkningsgrad på Hohles tall, blir de fra 15 til 21 øre pr kWh. Dette gjør at vi kan sammenligne tall fra kjøpt flis i denne undersøkelsen med Hohles tall. Tallene i denne undersøkelsen sier at verdiene ligger mellom 11,4 til 21 øre pr kWh. Dette samsvarer godt med Hohle (2005).

I denne undersøkelsen har informantene påpekt problemer med stikkere i flis både på kjøpt flis, leid hugger og egen hugger. Hvor omfattende disse problemene er, kan man ikke spore fra denne undersøkelsen i vedlikehold og ettersynskostnadene, men det blir omtalt som et problem. Stikkere skaper som kjent problemer i innmatingssystemene på anleggene.

Undersøkelsen gir klare indikasjoner på at en bør undersøke markedet i sitt nærområde før en velger å investere i flishugger, eventuelt leie hugging eller kjøpe flis.

4.2.2 Vedlikehold og ettersyn

Vedlikehold og ettersynskostnader varierer fra 3,20 til 11,20 øre pr kWh. Det har i denne undersøkelsen vært vanskelig å fastsette ettersynskostnadene på de forskjellige anleggene fordi informantene ikke har notert tidsforbruk på ettersyn. Det er også vanskelig å vite hva en skal regne som nødvendig ettersyn og hva som er inspeksjoner bare for interessens skyld. En har funnet verdi på ettersyn ved hjelp av estimeringer. Dette er gjort med bakgrunn i samtaler med informantene. Dette betyr at usikkerhet kan være til stede, men jeg mener at estimatene er gode. Vedlikeholdskostnadene er det vanskelig å si noe om, siden anleggene ikke har vært i drift over lang tid. Det er innhentet informasjon fra utstyrsleverandør og fra informantene. På grunnlag av disse opplysningene er det satt en årlig vedlikeholdskostnad. Det har kommet fram at anleggseierne som ikke har installert automatisk askeskrue og automatisk feiing angrer på dette. Dette kan en ikke se ut fra tallene, men det er sterkt påpekt av informantene. Informantene sier at manuell feiing og asketømming er en spesielt utrivelig jobb, og at dette svekker driftskonseptet vesentlig. Det påpekes også at riktig kvalitet, fuktighet på flis og homogent råstoff er viktig for å kjøre anlegget mer stabilt. Det trengs flere erfaringstall for kostnader på ettersyn og vedlikehold. Disse opplysningene er viktige for fremtidige utbyggere. I Hohle (2005) er det oppgitt vedlikeholds- og ettersynskostnader fra 3 til 8 øre pr kWh. Dette stemmer godt med de tallene som er presentert i denne undersøkelsen.

4.3 Totale kostnader

Undersøkelsen viser at alle anlegg, inklusive de med installasjoner i bygg, bortsett fra ett anlegg, har lønnsomhet ved strømpris på 70 øre pr kWh. Det siste anlegget har en verdi på 71,83 øre pr kWh. Det varierer fra 38,14 til 71,83 øre pr kWh, mens gjennomsnittet er 53,70

øre pr kWh. Variasjonen er her stor. Dette fordi det er variasjon i temaene både på investering og drift. Disse kan i noen tilfeller være med å stabilisere variasjon fordi en nødvendigvis ikke trenger å ha høyere eller lavere kostnader i alle temaene. For anlegg uten investeringer i bygg varierer øre pr kWh fra 33,32 til 58,59. Gjennomsnittet synker da fra 53,70 til 46,57 øre pr kWh. Tallene for uten installasjoner i bygg gir det beste sammenligningsgrunnlaget mot elektrisk energi. Tallet kan da direkte holdes opp mot prisen på elektrisk kraft. Gjør vi dette, viser alle de 19 anleggene seg å være svært lønnsomme med en total kostnad på elektrisk energi på 70 øre kWh.

Vurderinger av framtidige priser på elektrisk energi kan ha en del usikkerheter ved seg. Markedsprognoser viser en økning i prisnivået i årene som kommer. I perioden fra 2001 til 2006 har volumveid gjennnittlig spotpris over året variert fra 18,50 til 39,65 øre pr kWh (Norpool 2007). I tillegg til spotprisen kommer avanse, nettleie og elavgift. Vi ser ofte på empiriske strømpriser ved vurdering av biobrenselanlegg fordi usikkerheten om framtidens priser er stor. En mener at prognoser for framtidig pris er viktigere. Dette fordi energipriser har steget gjennomsnittlig raskere enn prisindeksen. I tillegg kommer det stadig inn nye faktorer som påvirker prisfastsettelsen og markedet. Et eksempel er handel med CO₂ kvoter. Disse faktorene vil med all sannsynlighet føre til at bioenergi blir enda mer lønnsomt i framtiden.

I undersøkelsen kan en ikke se at det er sammenheng mellom høye investeringskostnader og lave driftskostnader. Dette er et interessant tema som gjerne kunne undersøkes mer.

5. Konklusjon

Oppgaven bygger på en undersøkelse av i alt 19 mindre flisfyringsanlegg bygd i perioden fra 2001 til 2006. Det var betydelige problemer med å få systematisert opplysninger fra informantene da anleggene var forskjellige og det var valgt mange ulike løsninger på teknisk installasjon og praktiske løsninger. Informantene hadde ulike forutsetninger for å gi presise opplysninger om anleggene. Datahentingsproblematikken er løst ved å dele opp materialet i mindre enheter og tema. På denne måten har en kunnet finne pålitelige sammenlignbare data.

Undersøkelsen viser at varmesentralene i eksisterende bygg kostet gjennomsnittlig kr 2 783 pr kW installert effekt, i ferdige bygg kr 3 652 pr kW og i nybygg kr 4513 pr kW. Kostnader til varmedistribusjon og installasjoner i bygg kommer i tillegg. Ser man bort fra installasjoner i bygg hadde alle de undersøkte anleggene produsert varme til en kWh pris som lå godt under pris på elektrisk kraft. Variasjonene på produksjonspris øre pr kWh varierte fra 33,32 til 58,59.

Planlegging av anleggsdesign og logistikk er viktig for å få rasjonell og lønnsom drift. At anlegget er dimensjonert riktig i forhold til det varmebehov det skal dekke, er avgjørende for drift, vedlikehold og økonomi. En bør vurdere om spisslast skal dekkes opp med annen energibærer eller om anlegget skal dimensjoneres opp for å ta hele denne.

Det vil være viktig at alle anlegg i framtiden utstyres med energimålerer, ikke bare for å kunne beregne en rasjonell drift, men like mye for å kunne lage riktige driftskalkyler.

Riktig fliskvalitet er et sentralt spørsmål. Tilgang på flis og prisen på denne vil være avgjørende for rasjonaliteten i driften. Tilgjengelighet på flis i nærområdet varierte mye. Det igjen påvirket lønnsomheten.

Det viste seg ikke lønnsomt å produsere flis med egen flishogger. Der det var mulig å leie hugging eller kjøpe flis, var dette det klart billigste alternativet. En fant også at varmeanlegg installert i eksisterende bygg var rimeligst, nest rimeligst var anlegg i ferdigbygg som ble levert med selve varmeanlegget. Klart dyrest var det å bygge egne nye bygg.

Datamaterialet viser videre at det er store prisforskjeller på rør og rørdeler og at det dermed er helt vesentlig å innhente priser fra flere leverandører. Informantene bekreftet også at det i mange tilfeller er for lite kompetanse på vannbåren varme hos lokale rørleggere. Det vil også være viktig å lage oppdateringskurs for rørleggere i bygging, dimensjonering og vedlikehold av flisfyringsanlegg og vannbåren varme.

Det er behov for videre forskning på mindre flisfyringsanlegg. Man trenger et bredere tilfang på erfaringstall både på investering og drift. Videre trengs det et system for bedre anleggsoppfølging under byggeperioden slik at man kan sjekke de parametere man trenger flere opplysninger om. Det er også svært viktig å drive forskning på logestikk og markedssystemer for produksjon av flis.

Materialet viser at framtidige utbyggere bør ha fokus på forprosjektering for å få en riktigere dimensjonering og anleggsdesign. Det vil gi en mer rasjonell og forutsigbar drift. Innhenting av priser hos flere leverandører er viktig. Det kommer også fram at det er stor variasjon i kvalitet og profesjonalitet til lokale håndverkere, noe som tilsier at en bør velge disse med omhu. Sist men ikke minst bør en legge arbeid i å undersøke markedet for kjøp og produksjon av flis.

6 Litteraturliste

Eidsiva energi 2007. Priser for strøm.

<http://eidsivaenergi.no/strom/default.aspx>

Enova 2007. Energiressurser

<http://www.enova.no/?itemid=100>

Enova 2007b. Enova varmeprogram.

<http://www.enova.no/?pageid=3011>

Enercon 2003. Kostnader ved fjernvarmeutbygging status 2003. Norsk fjernvarmeforening, Oslo (47 sider)

Hohle, Eid.E. (red.)2001. Bioenergi- Miljø, teknikk og marked. Energigården, Brandbu (390 sider)

Hohle, Eid.E. (red.)2005. Bioenergi- Miljø, teknikk og marked. Energigården, Brandbu (390 sider)

Innovasjon Norge 2007. Bioenergiprogrammet-policy for saksbehandling og tildeling av tilskudd. Innovasjon Norge (9 sider)

Nordpool 2007. Elspot monthly prices

<http://www.nordpool.no/nordpool/group/index.html>

OED 2007. Rapport fra det Interdepartementale arbeidsutvalget for bioenergi.

http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/rapporter_planer/Rapporter/1997/Rapport-fra-det-interdepartementale-arbeidsutvalget-for-Bioenergi.html?id=105239

Ryen, Anne 2002. Det kvalitative intervjuet. Fagforlaget, Oslo (317 sider)

Sbb 2007. Rente på statsobligasjoner

<http://www.ssb.no/maanedshefte/del1/ki08021n.shtml>

Stortingsmelding nr 29 (1998-1999). Om energipolitikken

<http://www.regjeringen.no/nb/dep/oed/dok/regpubl/stmeld/19981999/Stmeld-nr-29-1998-99-.html?id=192287>

UiO 1999. Hva er drivhuseffekten? Universitet i Oslo

http://www.uio.no/miljoforum/stral/t1/driv_eff.shtml

Vedlegg 1

Skjema for biobrenselanlegg.

Generell informasjon

1. Beliggenhet og navn på anlegg.

2. Kontaktperson for anlegget.

3. Informasjon om anlegget. (Installert effekt, årlig forbruk, Virkningsgrad,)

- Maks effekt.
- Kjelen
- Leverandør
- Type
- Årlig forbruk.
- Virkningsgrader
- Hva blir fyrt av anlegget.
- Bo areal som blir varma opp i m² og m³
- Installeringsbeskrivelse av anlegget.

Økonomi

4. Fyrhus

- Kostnader kjele.
- Prisforskjeller på større og mindre anlegg.
- Kostnader innmating.
- Spesielle innretninger som hever eller senker prisen.
- Fyrhus(graving av tomt, sjølve bygget).
- Dimensjonering
- Spesielle problemer eller fordeler

5. Råstofflager

- Utforming av lager (gulv, tak)
- Kostnader ved lager.
- Størrelse.
- Bruk av lager.
- Erfaringer ved lagring av flis (forandring i fuktighet, varmemproblemer i flis osv.)
- Vifteforbruk i tørka.

6. Varmeoverføring

- Antall meter rør.
- Kostnader pr meter rør. (Rørprisen på røra).
- Rørdimensjon.
- Rørmateriale (hvorfor brukt akkurat det?)
- Varmetap i Rør
- Spesielle kostnader i forbindelse til rørledningen.
- Graving
- Spesielle utfordringer (fjell, terreng, osv).
- Antall enheter kobla til anlegget.
- Trykk og temperatur på vannet.
- Trykket på anlegget.

7. Råstoff

- Opplegg rundt råstoff (Hvilke sortimenter nyttes)?, høste og transport opplegg, tidsforbruk pr tonn, kWh.)
- Transportavstand (hva er maks avstand osv)
- Hvilke råstoff blir valgt og hvorfor?
- Fuktighet på Råstoff. (innvirking på virkningsgrad, effekt og flisbarhet).
- Forbruk
- Tilgang på råstoff
- Hva er den optimale flisstørrelsen på dette anlegget.
- Kostnader ved råstoffet.

- Anbefalt råstoff til dette anlegget.
- Hvilken innvirkning har fuktighet og flisstørrelse på anlegget.
- Anbefalt treslag
- Spesielle krav til råstoffet
- Flisstørrelse
- Eventuelt stikkene.

8. Bruk av varme.

- Brukes anlegget til tørking av brensel.
- Annet en boligoppvarming.
- Verksted, fjøs, bolighus, korntørker, osv.
- Nye næringer kommet i forbindelse med biobrenselanlegget.
- Dimensjonering

9. Kostnader

- Er det gitt noen form for tilskudd til anlegget.(hvorfor akkurat den mengden).
- Finnes det kostnader som det er vanskelig å fordele.

10. Årlige faste kostnader

- Ettersyn
- Avskrivninger
- Renter
- Råstoffkostnader
- Vedlikehold
- Diverse andre kostnader

11. Diverse andre erfaringer

- Har noe gått galt?
- Har du forslag til forbedringer på anlegget.
- Hva ville du i etterkant av bygginga gjort annerledes.
- Har du noen tips til andre som skal bygge biobrenselanlegg.