

Oppegård Kommune



Forprosjekt – bioenergi Prosjektmuligheter i Oppegård Kommune

Mai 2007

RAPPORT

Rapport nr.: 05	Oppdrag nr.: 152170	Dato: 10.06.2007	
Oppdragsnavn: Forprosjekt - varmeproduksjon og infrastruktur i 7 Follokommuner			
Kunde: Follorådet v/Landbrukskontoret i Follo			
Forprosjekt – prosjektmuligheter i Oppegård kommune			
Emneord: Bioenergi, fjernvarme, brensel			
Sammendrag: <p>Det kartlagte varmeenergipotensialet i prosjektene beskrevet for Oppegård kommune er ca. 28 GWh fordelt på områdene Sofiemyr, Flåtestad og Høyås.</p> <p>Oppegård kommune bør, for å sikre en miljøriktig, fremtidsrettet og forutsigbar varmeenergi arbeide aktivt hva gjelder varmeplan og føringer for varmeenergi. Kommunen bør vurdere selv å ta føringen i utviklingen av prosjektene, sikre seg fjernvarmekonsesjon for så eventuelt å invitere private interesser til deltagelse i prosjektene.</p> <p>Rapporten gir en beskrivelse av varmepotensialet, fjernvarmenett og energisentraler med dimensjonering. Investeringsbudsjett, driftsbudsjett, kontantstrømsanalyser og nåverdiberegninger er gjennomført for prosjektene.</p> <p>Videre er det gjennomført brenselvurderinger generelt og for hvert enkelt prosjekt. Miljømessig er det dokumentert i rapporten en betydelig miljøgevinst hva gjelder spesielt utslipp til luft.</p>			
Utarbeidet av: Jørgen Bølling, Jan M. Bjørne-Larsen, Bjørn Thorud og Lars Erik Hjorth	Rev.: 00	Dato: 10.06.2007	Sign.: JMBL/JKB
Kontrollert av: Tor A.Tveit	Rev.: 00	Dato: 10.06.2007	Sign.: TAT
Oppdragsansvarlig: Tor A.Tveit	Oppdragsleder / avd.: Jan M. Bjørne-Larsen		

INNHold

1	BAKGRUNN	5
2	KONKLUSJON	5
3	ALTERNATIVE BIOBRENSLER	6
3.1	PRODUKSJONSKAPASITET FOR BIOBRENSEL I NORGE	6
3.2	BRENSELKVALITET – KRAV TIL BRENSEL OG TEKNOLOGI	6
3.3	PRIS FOR ULIKE BRENSEL	7
3.4	BRENSELSTANDARDER OG NORMER FOR PELLETS	7
3.5	VALG AV BRENSELSTANDARD FOR FLIS	7
3.5.1	Ønormens fuktighetsdefinisjoner (W)	7
3.5.2	Ønormens størrelsesdefinisjoner (G)	8
4	GENERELLE FORUTSETNINGER FOR PROSJEKTENE I OPPEGÅRD	9
4.1	VURDERING AV INTERESSANTE OMRÅDER	9
4.1.1	Andre områder	9
4.2	VARME- OG EFFEKTBEHOV	9
4.3	DIMENSJONERING AV BIOENERGISENTRALENE	9
4.4	FJERNVARMENETTET	10
4.5	KUNDESENTRALER	11
4.6	ØKONOMI - STØTTEORDNINGER	12
4.6.1	Innovasjon Norge	12
4.6.2	Enova SF	12
4.7	KLIMAREGNSKAP	12
5	PROSJEKTMULIGHET 1, SOFIEMYR	14
5.1	EFFEKT- OG VARMEBEHOVSVURDERINGER	14
5.1.1	Utelatte bygg	15
5.1.2	Konvertering av Bygg	15
5.1.3	Mulige fremtidige bygg i området	15
5.2	VALG AV BIOBRENSEL	16
5.3	BIOENERGISENTRAL OG BRENSSELLAGER	16
5.3.1	Plassering	16
5.3.2	Generelt om valgt bioenergisentral	16
5.3.3	Teknisk beskrivelse av bioenergisentralen	16
5.3.4	Flislager	17
5.3.5	Brenselsinnmating	17
5.3.6	Varmtvannskjel	18
5.3.7	Forbrenningsristen	18
5.3.8	Systemet for forbrenningsluft	19
5.3.9	Askesystemet	19
5.3.10	Røykgass-systemet	19
5.3.11	Skorstein	20
5.3.12	Styring	20
5.4	SPISSLAST/BACKUP	21
5.4.1	Gasskjel tekniske data	22
5.4.2	Brenner, LPG gass	22
5.4.3	Interne rørsystem, armatur etc.	22
5.4.4	El styring	23
5.4.5	Gasstank med tilbehør	23
5.4.6	Bygg og grunnarbeider generelt	24
5.5	OVERORDNET VEDRØRENDE DRIFT AV SENTRALEN	26
5.6	BRENSELSFORBRUK	26
5.7	DIMENSJONERING OG TRASEVALG FOR FJERNVARMENETT	26
5.8	KUNDESENTRALER	27
5.9	INVESTTERINGSBUDSJETT OG INVESTTERINGSSTØTTE	28

5.10	DRIFTSBUDSJETT	28
5.11	KONTANTSTRØMSANALYSE.....	28
5.12	NÅVERDIBEREGNINGER I.H.T. ENOVA SFs MODELL	29
5.13	MILJØBETRAKTNINGER	29
5.13.1	<i>Klimaregnskap</i>	29
5.13.2	<i>Utslipp til luft</i>	30
5.13.3	<i>Askeproduksjon!</i>	30
5.13.4	<i>Støy fra biltrafikk</i>	30
5.14	GJENNOMFØRINGSPLAN	31
6	PROSJEKTMULIGHET 2, FLÅTESTAD.....	32
6.1	EFFEKT- OG VARMEBEHOVSVURDERINGER	32
6.1.1	<i>Varmepumper</i>	32
6.1.2	<i>Fremtidig utbygging i området</i>	33
6.1.3	<i>Vurdering av utelatte bygg</i>	33
6.2	VALG AV BIOBRENSSEL.....	33
6.3	BIOENERGISENTRAL OG BRENSELLAGER	33
6.3.1	<i>Plassering</i>	33
6.3.2	<i>Størrelse på biokjel og spisslast/backup</i>	33
6.3.3	<i>Beskrivelse av bioenergisentral</i>	34
6.3.4	<i>Varmtvannskjel (biokjelen)</i>	34
6.3.5	<i>Forbrenningsristen</i>	35
6.3.6	<i>Brenselinnmating</i>	35
6.3.7	<i>Forbrenningsluften</i>	36
6.3.8	<i>Røykgasssystemet</i>	36
6.3.9	<i>Askesystemet</i>	36
6.3.10	<i>Gasskjelen</i>	36
6.3.11	<i>Interne rørsystem, armatur etc.</i>	37
6.3.12	<i>El styring</i>	38
6.3.13	<i>Beskrivelse av gasstank med fordampner</i>	38
6.4	BESKRIVELSE AV BIOBRENSELLAGER.....	38
6.5	BRENSSELFORBRUK.....	39
6.6	DIMENSJONERING OG TRASEVALG FOR FJERNVARMENETT.....	39
6.7	KUNDESENTRALER	39
6.8	INVESTTERINGSBUDSJETT OG INVESTTERINGSSTØTTE	40
6.9	DRIFTSBUDSJETT	40
6.10	KONTANTSTRØMSANALYSE.....	40
6.11	NÅVERDIBEREGNINGER I.H.T. ENOVA SFs MODELL	41
6.12	MILJØBETRAKTNINGER	41
6.12.1	<i>Klimaregnskap</i>	41
6.12.2	<i>Utslipp til luft</i>	42
6.12.3	<i>Askeproduksjon</i>	42
6.12.4	<i>Støy fra biltrafikk</i>	42
6.13	GJENNOMFØRINGSPLAN	43
7	PROSJEKTMULIGHET 3, HØYÅS	44
7.1	EFFEKT- OG VARMEBEHOVSVURDERINGER	44
7.1.1	<i>Konvertering av Bygg</i>	45
7.1.2	<i>Varmepumper</i>	45
7.2	VALG AV BIOBRENSSEL.....	45
7.3	BIOENERGISENTRAL OG BRENSELLAGER	45
7.3.1	<i>Plassering</i>	45
7.3.2	<i>Størrelse på biokjel og spisslast/backup</i>	45
7.3.3	<i>Energisentralen</i>	45
7.3.4	<i>Flislageret</i>	46
7.3.5	<i>Tekniske data</i>	46
7.3.6	<i>Spisslast/backup – gasskjel</i>	47
7.3.7	<i>Elkjel</i>	47
7.3.8	<i>Drift</i>	48
7.4	BRENSSELFORBRUK.....	48

7.5	DIMENSJONERING OG TRASEVALG FOR FJERNVARMENETT	48
7.6	KUNDESENTRALER	48
7.7	INVESTERINGSBUDSJETT OG INVESTERINGSSTØTTE	49
7.8	DRIFTSBUDSJETT	49
7.9	KONTANTSTRØMSANALYSE	49
7.10	NÅVERDIBEREGNINGER I.H.T. ENOVA SFs MODELL	50
7.11	MILJØBETRAKTNINGER	50
7.11.1	<i>Klimaregnskap</i>	50
7.11.2	<i>Utslipp til luft</i>	51
7.11.3	<i>Askeproduksjon</i>	51
7.11.4	<i>Støy fra biltrafikk</i>	51
7.12	GJENNOMFØRINGSPLAN	51
8	SAMLEDE KLIMAREGNSKAP FOR PROSJEKTENE	52
9	EIERSKAPSBETRAKTNINGER – NÆRINGSUTVIKLING	53
9.1	FERDIGVARMELEVERANSE	53
9.2	BRENSELSPRODUKSJON	53
9.2.1	<i>Flisproduksjon</i>	53
10	EN KOMMUNES ROLLE SOM TILRETTELEGGER	54

Vedleggsliste

Vedlegg 1.1. Kart over Sofiemyr med nett

Vedlegg 1.2. Kart over Flåtestad med nett

Vedlegg 1.3. Kart over Høyås med nett

Vedlegg 2.1 Arrangementtegning bioenergisentral med brenselager, Sofiemyr

Vedlegg 2.1 B Arrangementtegning bioenergisentral med brenselager, Sofiemyr

Vedlegg 2.1 C Arrangementtegning bioenergisentral med brenselager, Sofiemyr

Vedlegg 2.2 Arrangementtegning modulanlegg

Vedlegg 2.3 Prinsippkisse - gastank med fordampere

Vedlegg 3.1 Kontantstrømanalyse Sofiemyr

Vedlegg 3.2 Nåverdiberegning Sofiemyr

Vedlegg 3.3 Kontantstrømanalyse Flåtestad

Vedlegg 3.4 Nåverdiberegning Flåtestad

Vedlegg 3.5 Kontantstrømanalyse Høyås

Vedlegg 3.6 Nåverdiberegning Høyås

1 BAKGRUNN

Oppegård kommune, gjennom Follorådets forprosjekt, ønsket en teknisk / økonomisk vurdering av potensialet og mulighetene for miljøriktig og fremtidsrettet varmeenergi (bioenergi) i kommunen.

SWECO Grøner AS ble av Follorådet anmodet om å søke Enova SF om støtte for forprosjektet. Støtte ble innvilget og SWECO Grøner AS ble sommeren 2006 engasjert til å gjennomføre forprosjektet.

2 KONKLUSJON

Kartleggingen konkluderte med at det ligger til rette for vannbåren varmeenergi i / på

- Sofiemyr inkludert konvertering fra el. til vannbåren varmeenergi på Sofiemyr skole
- Flåtestad inkludert utbyggingen på Greverud Hagesenter
- Høyås inklusive Selvaags utbygging på Sætre AS eiendom og konvertering fra el.batterier til vannbårene batterier i ventilasjonsanlegget på Tårnåsensenteret.

Det ligger videre et betydelig potensial i Nye Sofiemyr stadion, en fremtidig utbygging av Sofiemyrhallen og fremtidig utbygging av Sofiemyr videregående skole.

Sofiemyr har i dag et varmepotensial på ca. 16,5 GWh. Investeringskostnadene, før investeringstøtte, til energisentral, brensellager, nett og kundesentraler er beregnet til kr. 46,8 mill (eks. mva).

Basert på 85 % levert med biobrensel / skogsflis, 10 % levert med gass og 5 % levert med el.kraft viser økonomiberegningene at prisen på varmeenergi bør ligge på ca 56 øre/kWh.

Flåtestad har et varmepotensial på ca. 4,5 GWh. Investeringskostnadene, før investeringstøtte, for energisentral, nett og kundesentraler er beregnet til kr. 10,8 mill (eks. mva).

Basert på 85 % levert med biobrensel / skogsflis og 15 % levert med gass viser økonomiberegningene at prisen på varmeenergi bør ligge på ca. 49 øre/kWh.

Høyås har et varmepotensial på ca. 6,8 GWh fullt utbygget under de forutsetninger knyttet til næringsutviklingen som er lagt til grunn. Investeringskostnadene, før investeringstøtte, for energisentral, nett og kundesentraler, er beregnet til kr. 13,1 mill (eks. mva).

Basert på 85 % levert med biobrensel / skogsflis og 15 % levert med gass viser økonomiberegningene at prisen på varmeenergi bør ligge på ca. 45 øre/kWh.

Brenselbehovet, hugget flis vil pr. år utgjøre

- | | |
|-------------|-------------|
| - Sofiemyr | 19 000 l.m3 |
| - Flåtestad | 5 000 l.m3 |
| - Høyås | 8 000 l.m3 |

Noe som burde kunne gi grunnlaget for å vurdere industriell produksjon av hugget flis i kommunen.

CO2 utslipp til luft sammenlignet med eks. oljefyrte energisentraler vil samlet bli redusert med 7 500 000 kg/år noe som vil gi et meget positivt bidrag i kommunens miljøregnskap.

3 ALTERNATIVE BIOBRENSLER

Generelt skilles det mellom foredlet og uforedlet biobrensel. Pellets og briketter er foredlet biobrensel. Flis er "uforedlet" biobrensel. I det følgende presenterer vi biobrensel som kan være aktuelle for bioenergianlegg i Oppegård kommune.



Pellets (foto: Statoil Norge AS)



Briketter (foto: SWECO Grøner AS)



Flis (foto: Tretekn. Institutt)

3.1 Produksjonskapasitet for biobrensel i Norge

De mest aktuelle brenselkvalitetene i Norge og produsert mengde er

Biobrensel	2006 produksjon	2006 forbruk i Norge
Pellets	51 340 tonn	30 184 tonn
Briketter	42 171 tonn	34 194 tonn
Skogsflis	-	Ca. 23 000 tonn*

Kilde: NoBio, innrapportert til NoBio i 2006.

* Tall for skogsflis er fra 2005.

3.2 Brenselkvalitet – krav til brensel og teknologi

Biobrensel er et sammensatt drivstoff. Følgende er en tabell viser de viktigste egenskapene i et utvalg av de vanligste biobrensleene.

Biobrensel	Fuktighet % vekt	Brennverdi MWh/tonn	Brennverdi MWh/l.m3	Bulkdensitet tonn/m3	Askeinnhold % vekt
Flis fra skogsvirke I	35	3,10	0,73	0,24	1,50
Flis fra skogsvirke II	50	2,30	0,68	0,30	1,50
Industriflis I	23	4,10	0,78	0,20	0,30
Industriflis II	54	1,90	0,55	0,30	1,80
Grov flis fra returvirke	25	3,70	0,74	0,20	6,00
Pellet	9	4,70	3,10	0,65	0,70
Briketter	12	4,30	2,60	0,55	2,00
Trepulver	5	4,90	1,20	0,28	0,50
Bark	55	1,60	0,60	0,40	3,00

Som det fremgår av tabellen er det store forskjeller. Det gjør det nødvendig å sette krav til både teknologien i anleggene og til det virket som hvert anlegg benytter. Erfaring med dårlig fungerende biobrenselanlegg skyldes i stor grad at ikke er satt klare begrensninger på hva biobrenselanlegget kan nyttiggjøre av det spekteret biobrensler som finnes.

- Det skal settes tekniske krav til biobrenselanlegget slik at hele anlegget er utstyrt riktig i forhold til anleggets spesifiserte brenselkvalitet. "Hele anlegget" betyr fra silo og siloekstraksjon til innmatingssystem, forbrenning i kjelen, håndtering av aske og reststoffer, og helt til røyken slipper ut i pipa i henhold til tillat utslippsnivå. Dersom anlegget kan nyttiggjøre et spekter biobrensler skal dette synliggjøres gjennom tester og dokumentasjon.
- Det skal settes tilstrekkelige krav til brenselet som benyttes, både i forhold til fuktighet og i forhold stikker, størrelse og sammensetning. For å definere tilstrekkelige krav benyttes ofte normer eller standarder.

3.3 Pris for ulike brensel

Som en indikasjon på markedspris for de brenselkvaliteter kan oppgis,

Biobrensel	kr pr. tonn	øre pr. kWh
Skogsflis	590,00	19,00
Pellet	1 150,00	23,00
Briketter	898,00	20,00

Prisene er basert på bulk leveranse. Prisene er ikke korrigert for virkningsgrad.

3.4 Brenselstandarder og normer for pellets

Ved kjøp av pellet eller briketter finnes det gode standarder å forholde seg til. Følgende Norske Standarder bør benyttes

- NS 3165, "Biobrensel. Sylinderformede pellets av rent trevirke. Klasseinndeling og krav".
- NS 3166, "Biobrensel. Bestemmelse av mekanisk styrke av pellets"
- NS 3167, "Biobrensel. Bestemmelse av fuktinnhold i laboratorieprøver"
- NS 3168, "Biobrensel. Brenselbriketter, klasseinndeling og krav".

For pellet benyttes også i noe grad Svensk Standard SS187120 og SS187121.

3.5 Valg av brenselstandard for flis

Vi anbefaler at det settes krav til flis i henhold til den Østerrikske normen for flis i fyringsanlegg (Önorm M7133). Dette er en presis norm som trolig vil benyttes som grunnlag når den nye europeiske normen kommer på plass. Ønormen definerer flis i forhold til både fuktighet (W) og størrelse (G) på flis.

Siden kommunen har lagt klare føringer på at flis vil bli foretrukket som brensel gir vi en grunnleggende forklaring av normen:

3.5.1 Ønormens fuktighetsdefinisjoner (W)

Følgende definerer fuktighet i forskjellige typer flisvirke:

- Flis W 20: Fuktighetsinnhold $w < 20$ % (tørket flis)
- Flis W 30: Fuktighetsinnhold $20 < w < 30$ % (Naturtørket flis – lang tørking)
- Flis W 35: Fuktighetsinnhold $30 < w < 35$ % (Naturtørket flis – kort tørking)
- Flis W 40: Fuktighetsinnhold $35 < w < 40$ % (Fuktig flis)
- Flis W 50: Fuktighetsinnhold $40 < w < 50$ % (Nylig hugget flis)

3.5.2 Ønormens størrelsesdefinisjoner (G)

Ønormen benytter en soldingsprøve for å definere de tre kategoriene flis (G30 - G50 - G100). Hver av kategoriene har en hvis mengde flis definert som grov flis, hoveddel, fin del og minste deler – støv avhengig av soldingsnivå.

Dette kan presenteres som:

Total masse (100%)		Type flis		
		G 30 - fin flis (nom. L. 30mm)	G 50- normal flis (nom. l. 50mm)	G 100 - grov flis (nom. l. 100 mm)
Grov del	Tverrsnitt (cm ²)	3	5	10
	Maks lengde (cm)	8,5	12	25
	Skjermstørrelse (cm ²)	16	31,5	63
Hoveddel	Skjermstørrelse (cm ²)	2,8	5,6	11,2
Fin del	Skjermstørrelse (cm ²)	1	1	1

Grov og fin andel skal hver seg ikke overstige 20% av den totale massen. Støv er andelen av flis som ved solding faller gjennom en skjerm med 1mm skjermstørrelse. Andelen støv skal ikke overstige 4% av den totale massen.

For ytterligere definisjoner henvises til ÖNORM M 7132.

Våre anbefalinger er at det settes krav til både forbrenningsanlegg og flis slik at anlegget kan benytte flis i henhold til ovenstående G50 – W20-W40 flis.

4 GENERELLE FORUTSETNINGER FOR PROSJEKTENE I OPPEGÅRD

4.1 Vurdering av interessante områder

I Oppegård kommunen ble fem områder vurdert. Tabellen under viser de områdene man sammen med kommunens representant valgte å gå videre med.

Nr	Område	Varmepotensialet kWh/år
1	Sofiemyr	16 500 000
2	Flåtestad	4 500 000
3	Høyås	6 800 000

4.1.1 Andre områder

Greverud har et varmepotensialet på 1 450 000 kWh. De relevante byggene her er Greverud skole og Odlobygget som begge har vannbåren varmeenergi installert ved olje, og elkjeler. Nye Skiveveien 200 c forventes også å ha et potensialet for vannbåren varmeenergi.

På Svartskog er det for tidlig å gjøre en fornuftig vurdering da det er meget lite informasjon tilgjengelig om hva som kan forventes av bygningsmasse på området. Her er det imidlertid viktig at kommunen gjør de nødvendige vedtak og gir føringer for installasjon av fremtidsrettet varmeenergi.

I møtet med kommunens representant var det enighet om ikke å gå videre med Greverud og Svartskog i dette forprosjektet.

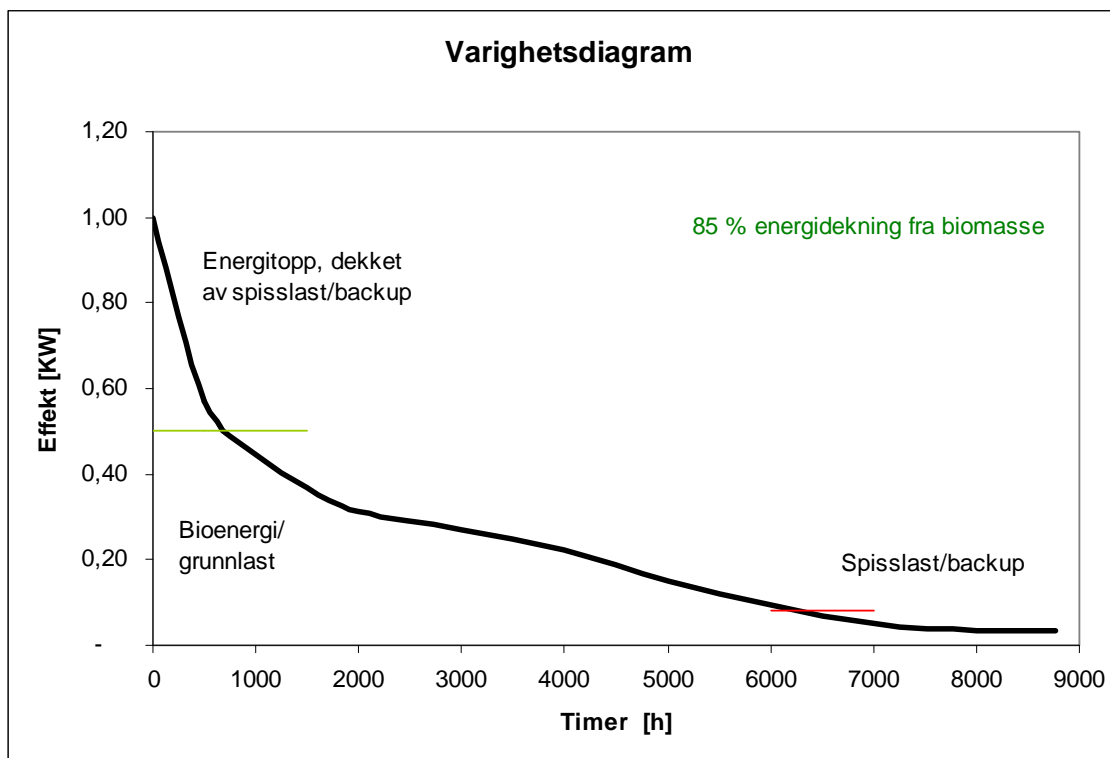
4.2 Varme- og effektbehov

Varme- og effektbehov er etablert gjennom byggenes areal gitt oss av kommunen, befaringsavbygg og samtaler med byggeiere. Varme- og effektbehov i eksisterende bygg er estimert ved hjelp av tall fra Enovas bygningsstatistikk for tilsvarende bygg i samme landsdel. For nye bygg har vi benyttet nye TEK (2007). Det gjøres oppmerksom på at rammekravene i nye TEK innebærer en innskjerpelse på 25 % i energibruk i forhold til de gamle forskriftene. Frem til 1.7.2009 er det imidlertid fortsatt tillatt å bygge i henhold til de gamle forskriftene, og derfor representerer varmebehovsberegningene her et konservativt overslag.

Nye byggetekniske forskrifter (TEK 2007). <http://www.lovdatabasen.no/for/sf/kr/tr-19970122-0033-015.html>.

4.3 Dimensjonering av bioenergisentralene

Bioenergisentralene er dimensjonert for å kunne levere ca 85 % av energien. Ved vurdering av rett størrelse på kjel er det nødvendig å se på anleggets "varighetsdiagram" for aktuelt energibehov.



Vi har vurdert øvre og nedre effektbehov og funnet teknologi som er tilpasset faktisk drift av anleggene.

For Oppegård kommune anbefaler vi å bygge energisentraler med gass som spiss-backuplast der det ikke finnes eksisterende energisentraler som kan benyttes. (Se for øvrig punkt 4.6 vedrørende klimaregnskap)

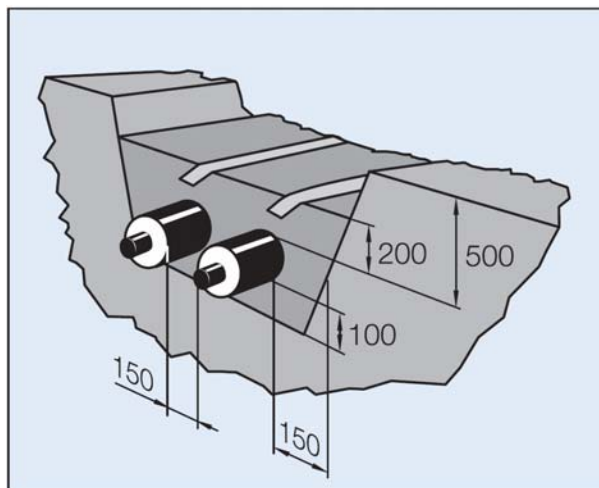
4.4 Fjernvarmenettet

Fjernvarme bør generelt dimensjoneres på en slik måte at det er størst mulig temperaturdifferanse mellom tur og retur ut på anlegget. Det er imidlertid alltid en avveining mellom hva som er optimalt og hva som er praktisk mulig. Vi har i dette prosjektet forutsatt at anleggene blir bygget med tur temperatur på 95°C, og en returtemperatur på 55°C.

Valg av temperaturdifferanse knyttes opp til rør- kvalitet.

Trykknivået som velges i nettet er avhengig av høydevariasjoner og trassens lengde. De aktuelle områdene har relativt små høydevariasjoner og traseene er relativt korte slik at primærnettet er forutsatt designet for 6 bar.

Det er forutsatt at det benyttes stålrør i fjernvarmenettet. Pex kan benyttes der dette viser seg økonomisk mer fornuftig og praktisk gjennomførbart. Pex rør har en begrensning hva gjelder temperatur og trykk over tid.



Fjernvarmenett legges som vist på bildet over. lekkasjetråd legges for å detektere eventuelle lekkasjer i nettet.

Tabellen under viser nøkkeltall for gravekostnader som har vært benyttet i de påfølgende investeringskalkyler.

	Verdi	Enhet	Kommentar
Ferdig grøft inklusiv tilbakeføring (ikke asfalt), inntil 1 meter dypt og 1 m bunnbredde.	1000	Kr/lm	Flåtestad og Høyås
Ferdig grøft inklusiv tilbakeføring (ikke asfalt), inntil 1 meter dypt og 1 m bunnbredde.	1500	Kr/lm	Sofiemyr
Tillegg for sprengning, inntil 1 meter dypt og 1 m bunnbredde.	500	Kr/lm	Flåtestad, Sofiemyr og Høyås
Asfaltering	800	Kr/m ²	Flåtestad, Sofiemyr og Høyås

4.5 Kundesentraler

En kundesentral er en installasjon for veksling, måling og styring av både varme og varmt forbruksvann. Enkelt sagt kan man si at enhetene består av én vekslers for varme, én for tappevann, et ekspansjonssystem og en eller flere kurser med styring for å kunne kontrollere varmen i et definert vannbårent varmeanlegg. Det installeres energimålere som dekker hver enkelt boenhets forbruk av varmeenergi og varmt tappevann. Energimåler avleses manuelt eller elektronisk alt etter hvilken driftsorganisasjon som velges, Dette vil være grunnlaget for avregningen



Kundesentral (foto: Energi & Miljøteknikk AS, SGP VARMETEKNIKK AS)

System for overføring og måling av både varme og tappevann kan bygges opp på flere måter.

- Sentral kundesentral (varmeveksler) i felles enheter (boligblokk, rekkehus, skoler etc) med energimålere i hver boenhet.
- Lokal kundesentral (varmeveksler) med energimåler i hver enhet.

Hva som er beste løsningen avhenger av bygningstekniske forhold og av hvordan anlegget skal drives med tanke på sommer/vinterdrift. En løsning vil endelig bli vurdert i prosjekteringsfasen i samråd med VVS rådgiver og arkitekt.

4.6 Økonomi - støtteordninger

Prosjektene er beskrevet med investerings- og driftbudsjett.

I Norge er det to instanser som gir investeringstøtte til biobrenselanlegg med nær-/fjernvarmenett. Disse er

- Enova SF (www.enova.no)
- Innovasjon Norge (www.innovasjon Norge.no)

4.6.1 Innovasjon Norge

Innovasjon Norge gir gjennom sitt bioenergiprogram inntil 25 % investeringsstøtte.

Programmet omfatter støtte til fyrhus, brensellager og varmedistribusjon frem til varmekunde samt kostnader til planlegging, prosjektering og byggetillatelse.

Utstyr til brenselproduksjon og installasjon i varmekundens bygg bortsett fra energimåler og varmeveksler dekkes ikke av programmet.

Det er viktig at man merker seg at det er en forutsetning for støtte fra Innovasjon Norge er at minst 50% av eierandelen bak anlegget skal være hos eier av landbrukseiendom.

4.6.2 Enova SF

Enova SF gir investeringsstøtte gjennom sitt "Program Varme". Støtte gis til nye fjernvarmeanlegg eller utvidelse av eksisterende anlegg og omfatter hele prosjektutviklingen d.v.s. prosjektering, kostnader for byggesøknad og utslippstillatelse, fyrhus, brensellager og kundesentraler med energimåler.

Energileveransen må være minimum 0,5 GWh pr. år og støtten gies fortrinnsvis til større prosjekter eller en portefølje av småprosjekter.

Prosjektstøtten vurderes mot kWh/støttekroner, prosjektets internrente etc. og våre erfaringer er at utløsende støtte med dagens ordninger ligger rundt 15 - 25 % av totalinvesteringen.

4.7 Klimaregnskap

For å synliggjøre miljøgevinst i prosjektene har vi beregnet årlige CO₂-utslipp som funksjon av forskjellige typer brensel. Klimaregnskapet baserer seg på at energisentralene leverer 85% basert på bioenergi og 15% basert på enten på gass eller via eksisterende energisentraler. For sammenligning har vi satt opp tilsvarende energisentralers CO₂ utslipp ved bruk av andre energibærere.

Gass velges normalt som spisslast fordi dette er den spisslastbæreren som gir minst CO₂ utslipp. Elektrisitet gir større CO₂ utslipp ettersom vi benytter kull, ikke vannkraft som basis for denne energiproduksjonen.

Sammenligningen med kullfyrt elektrisitet er en vanlig metode til tross for at nesten all elektrisitet i Norge produseres fra vannkraft. Årsaken til dette er at Norge i dag har et energiunderskudd som i stor grad dekkes inn med import av kullfyrt elektrisitet. Derfor betraktes all vekst i elektrisitetsforbruk som kullfyrt.

I noen prosjekt vil det være lite hensiktsmessig å benytte gass som spisslast. Dette vil være økonomisk forårsaket og de viktigste årsakene vil da være:

- at det finnes eksisterende kjeler med andre energibærere som kan benyttes
- at investeringskostnadene knyttet til gasstank og fordampere synes for store i forhold til prosjektets størrelse.
- at området, via eksisterende kjøpsavtaler på elektrisitet etc, har tilgang på så rimelig energi at valg av andre energibærere synes økonomisk ufornuftige.

Vi har også gjort et samlet klimaregnskap for alle foreslåtte prosjekt, ref kapittel 8.

5 PROSJEKTMULIGHET 1, SOFIEMYR

5.1 Effekt- og varmebehovsvurderinger

Basert på innsamlet informasjon har vi beregnet følgende samlede varme- og effektbehovet for anbefalte biobrenselbaserte fjernvarmenett:

K. Nr.	Navn	Samlet bruksareal (m ²)	Varme forbruk (kWh/år)	Effektbehov (kW)	Kommentar
1	Sofiemyrtoppen skole, avdeling Sofiemyr	3 967	552 000	276	Har ikke vannbåren varme. Bør vurderes konvertert
2	Sofiemyr skole, avdeling Fløysbonn	4 767	627 000	314	Har ikke vannbåren varme. Bør vurderes konvertert
3	Sofiemyrhallen	6 165	1 370 480	685	Delvis vannbåren varme – via elkjel og ventilasjonsanlegg
4	Oppegård videregående skole	7 200	781 920	391	Delvis vannbåren vare – via elkjel og ventilasjonsanlegg
5	Sofiemyrtoppen skole avdeling Sofiemyråsen	880	149 952	75	Har vannbåren varme – via oljekjel og ventilasjon
6	Bl.a Hurlumhei Fløysbonnveien 5	10 000	1 266 000	633	Har vannbåren varme, eldre oljekjel
7	Akzo Nobel	4 400	696 960	348	Delvis vannbåren varme, olje- og elkjel
8	Jernia	20 000	2 000 000	1 000	Har vannbåren varme -80% lager-20% kontor, olje- og elkjel
9	DFDS (uten høylageret)	10 500(2/3) = 7 000	1 083 600	542	2/3 vannbåren varme olje- og elkje
10	Sameiet Kongeveien 49 (Smart Club på 2750 m ² er ikke tatt med)	14 000	1 772 400	886	Har vannbåren varme, oljekjel
11	Landerud-senteret	10 000	2 028 000	1 014	Har vannbåren varme, olje- og elkje
12	Jernia Nybygg	45 000	4 185 000	2 093	Forutsettes bygget med vannbåren varme
SUM		133 376	16 513 312	8 257	

Varmebehovet på Sofiemyr er beregnet til ca 16 600 000 kWh/år med et beregnet effektbehov på ca 8 300 kW. Behovet er i hovedsak knyttet til 9 eksisterende bygg med vannbåren varme, to kommunale bygg som forutsettes konvertert til vannbåren varme og Jernias planlagte nybygg som vi forutsetter bygget med vannbåren varme. Det hersker usikkerhet hva gjelder samlet varmekonsum knyttet til det nye Jerniabygget. Tallene er vurdert og det er benyttet 155 kWh/m² som grunnlag for beregning av dette bygg.

Varme- og effektbehov er beregnet ut i fra opplyste tall på forbruk og installerte effekter, og korrigert mot tall fra Enovas bygningsstatistikk for tilsvarende bygg i samme landsdel.

5.1.1 Utelatte bygg

Sofiemyr består av både kommunale og privateide bygg. I vår kartlegging av området fremkom en del bygg som ikke er tatt med i denne analysen. Dette er i hovedsak bygg med elektrisk oppvarming eller bygg med svært lave varmebehov grunnet varmegjenvinning gjennom ventilasjonsanlegg. Det mest sentrale av disse byggene er høylageret på DFDS bygget (2500 m²) og utleiedelen av Smart Club bygget (2 750 m²). De privateide byggene er utelatt fra varme- og effektgrunnlaget da vi ser det som lite sannsynlig at disse vil bli konvertert.

5.1.2 Konvertering av Bygg

Sofiemyrtoppen skoler (begge avdelinger) har kun elektrisk oppvarming, men er tatt med i varme – og effektgrunnlaget for prosjektet da disse er kommunalt eid, og vurderes som mulige konverteringsobjekter. Bygg med direkte elektrisk oppvarming kan konverteres på flere måter, til store kostnadsforskjeller.

For konvertering av bygg kan vi oppgi følgende tall fra SWECO Grønners erfaringsdatabase (eks mva); kr 500,- pr m², alternativt kr 8 000,- til kr 10.000,- pr radiator og kr 150.000,- pr ventilasjonsaggregat.

Vi anbefaler at kommunen får gjort en vurdering av kostnadene knyttet til konvertering av nevnte bygg, noe det er mulig å få konverteringsstøtte til i forbindelse med en ENØK oppgradering av bygget.

5.1.3 Mulige fremtidige bygg i området

Det finnes planer for en del bygg som pt er for lite konkrete til at vi har tatt disse med i det samlede varme- og effektvurderingen av området. Følgende tabell gir en oversikt over de viktigste av disse byggene:

K. Nr.	Navn	Samlet bruksareal (m ²)	Varme forbruk (kWh/år)	Effektbehov (kW)	Kommentar
14	Nye Sofiemyr Stadion	?			Vannbåren varme anbefales
15	Fremtidig utbygging av Sofiemyrhallen	3 000 Estimert	288 000	144	Vannbåren varme anbefales
16	Fremtidig tilbygg til Sofiemyr Videregående	3 000	189 000	100	Vannbåren varme anbefales

Vi anbefaler kommunen at bioenergi/vannbåren varme tas inn som eget tema i utredningen av alle ovennevnte prosjekt. Vår erfaring tiliser for eksempel at idrettsanlegg vil kunne ha relativt store oppvarmingsareal (store bygninger, varme i dekke etc). Kommunen bør legge føringer ved bruk av blant annet plan- og bygningsloven for fremtidsrettet oppvarming og energifleksibilitet.

5.2 Valg av biobrensel

Basert på anleggets varme- og effektbehov anbefales det å etablere en energisentral basert på flis.

5.3 Bioenergisentral og brensellager

5.3.1 Plassering

Det har vært diskutert alternative løsninger når det gjelder plassering av energisentralen. Vi har sett på to alternative plasseringer:

- Ved krysset Sam Eydes vei og Taraldrud veien nordvest for Kongeveien 49 (Smart Club bygget)
- Tilknyttet byggingen av nye Sofiemyrhallen øst for den eksisterende idrettshallen.

Vårt utgangspunkt har vært at energisentralen plassert som beskrevet i første kulepunkt. Se vedlegg 1.1. Dette er en plassering som gir et godt grunnlag for fornuftig brensellogistikk. Alternative løsninger bør belyses i detaljprosjektering av et anlegg, men de alternative plasseringene vil i utgangspunktet ikke medføre store kostnadsforskjeller med tanke på fjernvarme, dimensjonsendringer etc.

5.3.2 Generelt om valgt bioenergisentral

I henhold til tidligere beskrevne dimensjoneringskriterier vil anlegget på Sofiemyr få en biokjel på ca 4 100 kW. Ref vedlegg 2.1 A,B og C.

Vi har valgt å bygge spesifikasjoner på underlag fra Hollensen Energy AS. Beskrivelsen her er på en kjel på 4,5 MW + røykgasskondensering som vil si at kjelen totalt yter mellom 5 og 5,5 MW. Vi har tatt med en 5 MW gasskjel spisslast/backup. Dette er en noe større kjel enn beregnet behov, men vi benytter denne for også å kunne dekke noe av forventet varme- og effektbehov i fremtidig utbygging etc (ref punkt 5.1.2 og 5.1.3).

Det må imidlertid understrekes at det finnes flere gode og relevante leverandører som bør forespørres i en anbudskonkurranse.

5.3.3 Teknisk beskrivelse av bioenergisentralen:

Bioenergisentralen er komplett og omfatter:

- Flistransport – kran for transport av brensel fra lager til kjel
- Flisinnmating
- Varmtvannskjel
- Forbrenningsrist
- System for forbrenningsluft
- Askesystem
- Røykgass - system med multisyklon, røykgasskondensering og skorstein.
- El.- og styringssystem
- Internt rørsystem
- El.- og mekanisk installasjon
- Dokumentasjon og igangkjøring

5.3.4 Flislager

Et anlegg av denne størrelse skal kunne håndtere mindre homogent brensel i form av flis med stikker / kvister fra bl.a. rydding av beiteområder, høyspentraser, veikanter m.m. Erfaringsmessig har vi sett at et brenselhåndteringssystem bestående av levende bunn / stangmatere og skrue-/skrapetransportører kan ha driftsproblemer ved et lite homogent brensel. Vi har derfor valgt en løsning med robotkran som anvendes i stor grad i våre naboland og også i økende grad i Norge.

Fliskranen kan flytte flisen fra lossepunkt til definerte soner i flislageret. Dette for å sikre riktig fordeling / innblanding hvis det mottas ulike brenselkvaliteter. M.a.o. det lar seg enkelt gjøre å blande forskjellige fliskvaliteter slik at bioenergisentralen får et mest mulig ensartet brensel.

Fliskranen har egen PLC styring som gjør at riktig flis fra lageret basert på signal fra kjelens styringssystem.



Flisgrabb (foto SWECO Grøner AS)

Fliskranen og grabbens er robotstyrt med muligheter også for manuell styring. Kapasiteten, 43 m³/time, er nøye tilpasset bioenergisentralens størrelse.

5.3.5 Brenselsinnmating

Fliskranen transporterer flisen i en innmatingsbuffer / innmatingstrakt. Flisnivået i innmatingstrakten overvåkes ved en nivåmåler. Denne gir alarm hvis flisnivået synker under en fastlagt verdi.



Innmatingssjakt (foto SWECO Grøner AS)

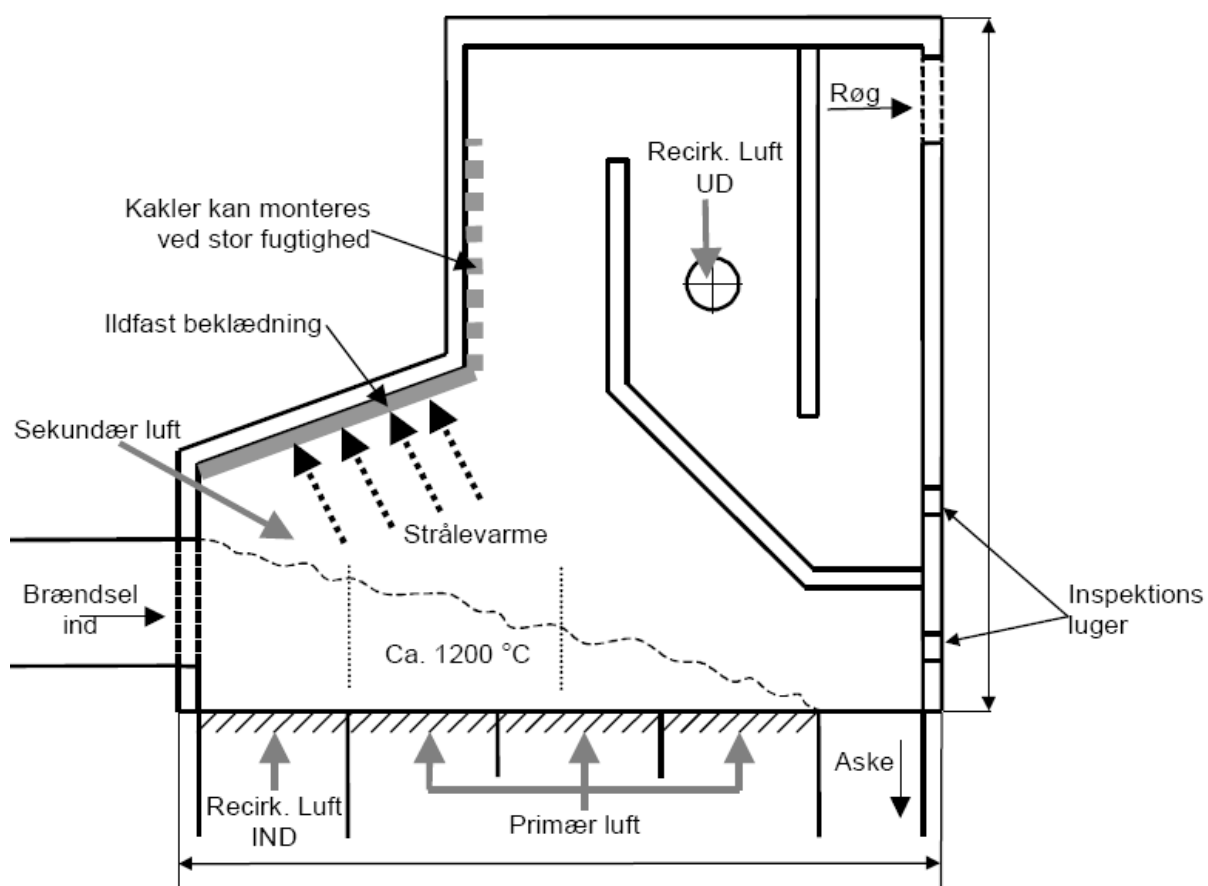
Av sikkerhetsmessige grunner er innmatingstrakten utstyrt med temperaturfølere som utløser et sprinkelsystem som sikkerhet mot tilbakebrenning.

Fra innmatingstrakten mates flisen inn i kjelen ved et hydraulisk stangmattersystem. Innmatingshastigheten reguleres av kjelens styringssystem som reflekterer kjelens belastning.

5.3.6 Varmtvannskjel

Bioenergisentraler krever en spesiell design. Forbrenningskammeret er designet slik at utbrenningen er avsluttet før røykgassene kommer inn i blandingskammeret for deretter å stige opp til det siste kammeret og ut i rørseksjonen.

I forbrenningskammeret er det montert utmuring for å oppnå den riktige temperatur for avbrenning av brenselgassene.



Kjelleillustrasjon (Hollensen Energy AS)

Kjelen er utstyrt med røykgass - resirkulasjon med et blandingsarrangement som sikrer at den maksimale temperaturen ikke overstiger 350 g.C. Røykgassen benyttes til å tørke brensel med fuktighet over 30 – 35 %. Fjernvarmevannet ledes via en rørvarmeveksler (4 rørtrekk) og kjøler røykgassen før den forlater kjelen.

5.3.7 Forbrenningsristen

Forbrenningsristen er en horisontalt liggende trapperist bygget opp av en rekke lameller for å sikre optimal fordeling av brenselet og det oppnås en jevn forbrenning over hele risten.

Risten er delt opp i luftsoner.

i den første sonen ledes en blanding av luft og resirkulert røykgass gjennom ristlamellene og tørker brenselet.

I de øvrige sonene ledes forbrenningsluften gjennom brenselet forbrennes på risten. Brenselet blir helt utbrent før det når askenedfallet.

5.3.8 Systemet for forbrenningsluft

Systemet for forbrenningsluft består av tre forbrenningsluftblåsere som forsyner forbrenningen med den nødvendige mengde luft.

Primærluft tilsettes under ristens forgassings- og forbrenningssoner for å sikre en optimal forbrenning av brenselets faste bestanddel

Sekundærluft tilsettes inn over brenselet for å sikre optimal forbrenning av brenselgassene samt lettflyktige bestanddeler. Sekundærluften tilsettes via en turbulator for å sikre en kraftig turbulens i forbrenningskammeret som gjør at man oppnår en fullstendig forbrenning.

Sekundærluften hentes fra flislageret noe som bidrar til å holde et "undertrykk" i dette.

Resirkulasjonsluften taes ut som en blanding av varm røykgass og luft fra flislageret.

Resirkulasjonsluften ledes under risten i uttørkingssonen. En typisk temperatur på resirkulasjonsluften vil være 250 – 300 g.C for å oppnå god tørking av brenselet.

5.3.9 Askesystemet

Asken som faller gjennom risten, restprodukter fra forbrenningen, faste partikler fra multisyklonen og posefilteret fjernes av askesystemet. Askesystemet er et tørraskesystem og asken transporteres ut i askecontainer. Askesystemet er todelt da

- asken fra røykgasssystemet (flygeasken) må behandles som spesialavfall
- asken fra brennkammeret (bunnasken) kan returneres til skogen eller lignende



Eksempel på todelt askeløsning (mindre anlegg) (foto SWECO Grøner AS)

5.3.10 Røykgass-systemet

Røykgasskanalene forbinder biokjelen (og eventuell gasskjelen) med vifte, multisyklonen, røykgasskondensering og skorsteinen. Kanalene er isolert. Isolasjonen er innkapslet med aluminiumskledning.

For utskilling av grovpartikler i røykgassen føres røykgassen via en multisyklon (et batteri av små sykkloner). Denne er montert på ben og kan justeres i høyden. I bunn av multisyklonen er det en cellemater for utmating av støvpartiklene til en lukket askeskruer.

”Røyksugeren” sørger for at røykgassen trekkes ut av kjelen gjennom multisyklonen etterfølgende røykgasskondensering for så og blåses ut til atmosfæren gjennom skortsteinen.



Kjel med etterfølgende multisyklon og røykgasskondensering (foto Hollensen Energy AS)

Røykgasskondensering går forenklet ut på at det blir sprøytet vann i mot- og medstrøm inn i røykgassen. Røykgassen blir nedkjølt og den energien som hentes ut av røykgassen blir via varmeveksling tilført returvannet fra fjernvarmenettet. Man øker med dette biokjelens effekt. Samtidig får man vasket ut finpartiklene som er igjen i røykgassen etter at den har passert multisyklonen. Dette bidrar til at man ytterligere til å redusere utslippet til omgivelsen. Kondensatvannet går i en lukket sløyfe. Det renses ved en slamavskiller og slammet (som er våt flyveaske) transporteres til containeren for oppsamling av flyvaske.

5.3.11 Skorstein

Anlegget leveres med en 30 m frittstående pipe komplett med nødvendig sikkerhetsutstyr, utvendig diameter 1500 med mer. Denne har to kjerner a 600 mm for biokjel og spisslastkjel.

5.3.12 Styring

Overordnet styres bioenergisentralen fra kjeletavlens PLC (SRO- / SCADA anlegg). Dette er skjermbildebaseret og gir muligheten til god overvåkning, styring og regulering av hele anlegget.

Skjermbildene er oppbygget med et overordnet skjermbilde som viser anleggets hovedkomponenter.

Ved å ”klikke” på den enkelte hovedkomponent fremkommer et nytt bilde som viser detaljer knyttet til og opp mot hovedkomponenten samt de eksakte driftsparametrene. Det er ved dette systemet mulig på en enkel og sikker måte å endre driftsparametrene.

Å benytte eksisterende kjeler som spisslast/backup for de enkelte bygg er noe mer krevende styringsmessig enn ved å ha full spisslast/backup installert i bioenergisentralen.

Eksisterende kjeler i bygg som vil bli forsynt med fjernvarme forutsettes stående, og brukt i situasjoner der dette synes hensiktsmessig og økonomisk fornuftig.

5.4.1 Gasskjel tekniske data

Varmtvannskjelen, Gassmaster er konstruert for å brenne LPG gass. Den har

- maksimal kontinuerlig ytelse på 5,5 MW
- maksimalt arbeidstrykk på 4,0 bar
- prøvetrykk på 6,0 bar
- maksimal fremløpstemperatur på 110 g.C
- røykgasstemperatur på 230 g.C

Kjelen er konstruert i.h.t. EU direktiv nr. 97/23EF for kjeler i et lukket anlegg. Det store forbrenningskammeret sikrer en lav belastning på konstruksjonen da varmeovergangen gjennom kammerets vegger holdes på et lavt nivå. Fra brennkammeret føres røykgassene gjennom to rørtrekk utført av glatte stålrør uten innlegg. Rørenes plassering gjør at de selv ved lav belastning bidrar til nedkjøling av røykgassene.

Kjelens trykkpart er konstruert på en måte slik at stagene i det påsveiste vendekammeret utelukkende skal oppta krefter fra kjelens trykk. Alle krefter fra den termiske belastningen overføres via kanalen til kjelens endebunn. Den høye temperaturen i kjelens kanal og vendekammer ved gassfyring har derfor ingen innflytelse på kjelens levetid. Returvannet føres til og fordeles i kjelen ved hjelp av en innebygd returvannsfordeler. Man oppnår da en sikker oppblanding med det varmere kjelevannet og får dermed et ensartet temperaturforløp i hele kjelen.

5.4.2 Brenner, LPG gass

Brenneren (anbefalt fabrikat Weishaupt) for forbrenning av LPG gass består av

- brennerhus med kombibrennerhode for LPG gass med modulerende luftspjeld
- frekvensregulert forbrenningsluftvifte med lydtemper
- gassrampe



Gassinstallasjon på kjel (foto SWECO Grøner AS)

5.4.3 Interne rørsystem, armatur etc.

I bioenergisentralen som begge er prefabrikkert er det installert et komplett rørsystem omfattende all nødvendig armatur etc. som,

- kjelshuntpumper
- rørsystem med stillstandsoppvarming
- kjelinstrumentering
- energimåler for kjelene
- nødvendige avstengningsventiler
- all armatur, pumper, følere etc.
- avblåsningsrør med sikkerhetsventiler
- oppheng, understøttelse og isolering av rør

Rørsystemet er trykkprøvd og sveist i.h.t. DS/EN25817 klasse C

Det er tatt med 2 nettpumper (Grundfos ”centrifugal in-line” pumper) utlagt for

- $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h} \times H: 40 \text{ mVS} - 1,0 \text{ MW}$ ved $\Delta T = 40 \text{ g.C}$

Nettpumpene er styrt over 2 stk frekvensomformere.

Det er 1 stk flowmåler med ”energirekner” for anlegget.

Anlegget er utstyrt med 1 stk anleggshunt.

Vannbehandlingsutstyret består av 1 stk bløtgjøringsanlegg (Silhorko type SM) som behandler vann med en hårhetsgrad under 0,5 g.dH og 1 stk doseringspumpeanlegg til regulering av pH og iltbindemiddel.

Trykkholderanlegget består av 1 stk 500 ltr. ekspansjonssystem (CIREX C 500 ET 25 EA) Beholderens mål er $\varnothing 800 \times h 1400 \text{ mm}$. Det er et enkelt trykkholderkretsløp i 1” RG med pumpe for statisk trykk opp til 25 mVS, pressostat, kontaktmanometer, ventiler samt nivåkontrollutstyr med flytbare kontakter for automatisk vannpåfylling. Systemet har alarm ved lav vannstand og stopp for pumpe ved tørt løp.

5.4.4 El styring

Det er installert komplett styre- og effekt tavle med automatikk for styring og overvåking av alle komponenter. Styringen er bygget for modulerende drift (lastområde 10 – 100 %) og i.h.t. sterkstrømsbekjentgjørelsen EN 60 204 – 1.

Styringen er med PLC (Siemens) og frekvensomformere (Danfoss). Frekvensomformerne er plassert i el. tavlen.

I tavlefronten er det montert et operatørpanel for visning av driftsparametere og for innregulering av anlegget.

Anlegget er tilrettelagt for nødstrømsaggregat ved strømbrydd.

5.4.5 Gasstank med tilbehør

Gasstanken må være dimensjonert for å ha en reserve samt ta imot en full tankbil. Tanken, på 80 m³ vil være nedgravd. Tankens størrelse er valgt for å oppnå best mulig brensellogistikk og gasspris.

Det må søkes Direktoratet for Samfunnsikkerhet og Beredskap (DSB) om godkjenning for lagring av LPG.

Det vil være en 300 kW fordampner og regulatorstasjon med et utgangstrykk på 4 – 500 mbarg. Fordampneren vil vær tilsluttet fjernvarmekretsen for tilførsel av nødvendig energi,- m.a.o. ikke el.drevet. Fjernvarmekretsen veksles mot en glycolkrets da fordampneren er plassert i eget skap utenfor bygget. Inngående vanntemperatur på fordampneren skal minimum være 75 g.C og maksimum 90 g.C

Nødvendig gassarmatur med bl.a. sikkerhetsutrustning og en kuleventil med pneumatisk aktuator med fjærventil. Denne forrigles mot startsignalet til gasskjelen slik at den åpner straks kjelen får startsignal samt at den lukker samtidig med ventilene på gassrampen. På denne måten unngår man at det står gasstrykk inne i energisentralen når gassanlegget ikke er i drift.

5.4.6 Bygg og grunnarbeider generelt

5.4.6.1 *Generelt*

Bygningsmassen i energisentralen består av kjelehall, flissilo og felles kontorseksjon.

NS 3420, 3 utgave juni 2000 legges til grunn for ferdige overflater. For øvrig vises til PBL 97 og andre relevante forskrifter og standarder. Bygget skal prosjekteres i h.t. gjeldene brannforskrifter og standarder. Alle laster i bruksgrensetilstand i h.t. NS 3490 og NS 3491.

5.4.6.2 *Grunn og fundamenter*

Vi forutsetter at området består av faste morenemasser. Det benyttes drenerende, komprimerbare masser til innvendig gjenfylling mot grunnmurer, til oppfylling under gulv på grunn og til omfylling av rør.

Stedlige masser er tenkt benyttet for utvendig tilbakefylling.

Grensesnitt for VA-grøfter og tilkobling av VA-ledninger er 1m utenfor grunnmur.

Bygget fundamenteres på såler/banketter og ringmurer.

5.4.6.3 *Bæresystem*

Kjelehall

Kjellervegger av betong med pilastere som bæring for dekket over kjeller og sålesøyler i 1 etg. Kjellerveggene isoleres med utvendig EPS.

Bæresystem for 1 etg. består av stålsøyler, stålfagverk og korrugerte stålplater i taket.

Flissilo

Vegger av betong i gruber og silo med pilastre for bæring av overliggende stålplatetak.

Kontor

Ringmur av betong med innvendig isolering med EPS.

Bæresystem av stålsøyler og bjelker i 1 og 2 etg., med dekke av betong over 1 etg., og korrugerte stålplater i tak.

5.4.6.4 *Yttervegger*

Kjelehall

Utføres av isolerte stålkassetter med vindspærre, utlekting og kledning av sinuskorrugerte galvaniserte stålplater.

Vindusfelt i aluminium og leddheiseport.

Flissilo

Betongvegger isoleres og utlektes for lufttet kledning av sinuskorrugerte, galvaniserte stålplater.

Leddheiseporter i løp for gjennomføring.

Kontor

Utføres av isolert bindingsverk med innvendig kledning av gipsplater, utvendig vindspærre, utlekting og kledning med behandlet panel.

Vinduer av tre med malte overflater. Ytterdør i tre.
Leddheiseporier til rom for askecontainere.

5.4.6.5 *Innervegger*

Kjelehall

Vegg mot flissilo utføres av plasstøpt betong.

Vegg mot kontorbygg utføres av stålplatekassetter som klees med gips på siden mot kontor.

Flissilo

Innvendig skillevegger utføres i betong.

Kontor

Skillevegg mot askecontainer utføres som murte vegger av lettklinker.

Øvrige vegger utføres som bindingsverksvegger kledd med gips på begge sider.

5.4.6.6 *Dekker*

Kjelehall

Gulv på grunn utføres som plate mark av betong.

Flissilo

Gulv på grunn utføres som plate mark av betong.

Kontor

Gulv på grunn utføres som plate mark av betong.

Isolering med EPS.

Dekke over 1 etg. utføres av plassbygd betong.

Gulv 2 etg. sparkles og pålegges vinylbelegg.

Himling i 2 etg. av systemhimling.

5.4.6.7 *Tak*

Kjeletak

Isolering med EPS med nødvendig seksjonering og folietekking.

Flissilo

Isolering med EPS med nødvendig seksjonering og folietekking.

Kontor

Isolering med EPS med nødvendig seksjonering og folietekking.

5.4.6.8 *Trapper, ramper, baldakiner*

Kjelehall

Trapp til kjeller av stål.

Ramper og gangbaner forutsatt levert av maskinleverandør.

Flissilo

Kjøreramper av stål

Kontor

Spiraltrapp av stål.

5.4.6.9 *VVS installasjoner*

Rør og opplegg for sanitærinstallasjoner, taksluke, samt brannskap i alle bygg.

Grensesnitt er 1 m utenfor veggliv.

5.4.6.10 Ventilasjon

Kjelehall

Ventilasjon i henhold til gjeldene forskrifter.

Flissilo

Avtrekksvifter i vegg.

Kontor

Ventilasjonsanlegg i henhold til gjeldene forskrifter.

5.5 Overordnet vedrørende drift av sentralen

Vi finner det på sin plass å understreke viktigheten av å sikre en forsvarlig drift fra "dag en" og anbefaler at

- det blir gitt grundig opplæring av driftspersonale både hos leverandøren av anlegget, på et tilsvarende anlegg og i test-/oppstartsperioden
- driftsjef bør ansettes når bygging av anlegget starter slik at han blir kjent med de enkelte komponenter, deres plassering og funksjon
- det øvrige driftspersonale engasjeres og deltar i test, oppstart av anlegget
- man det første året inngår en serviceavtale med leverandøren og at denne, også via modem, er koplet opp mot anlegget og kan gjennom dette til en hver tid gå inn og se hvorledes anlegget driftes.
-

5.6 Brenselsforbruk

Hugget flis med en fuktighet på 30 – 40 % har en brennverdi på 730 kWh/l.m3 mens LPG gass har en brennverdi på 28,2 kWh/m3 eller 14,0 kWh/kg (øvre brennverdi) respektive 26,0 kWh/m3 og 12,8 kWh/kg (nedre brennverdi).

Tabellen nedenfor er basert på at 85 % av varmeenergien leveres av biokjelen.

	Brenselforbruk – flis l.m3	Brenselforbruk – gass kg	Brenselforbruk -kull i elproduksjon kg
85 % bio + 10 % gass +5% el	19 228	131 089	309 470

5.7 Dimensjonering og trasevalg for fjernvarmenett

Vårt utgangspunkt har vært at energisentralen plassert i krysset mellom Sam Eydes vei og Taraldrud veien som angitt på kartet, se vedlegg 1.1. Fjernvarmenett legges ikke dypt (60 cm overdekning), men det forutsettes noe utfordrende å legge fjernvarmerør pga fjell i grunnen. Ingen deler av foreslått trase berører dyrket mark. Det er relativt trafikkerte veier i området slik at også dette kompliserer anleggsarbeidet. Veiene er i tilfredsstillende grad tilrettelagt for alternative kjøreruter. Trasé er lagt ved siden av veger slik at en unngår mest mulig ekstrakostnader for reetablering av vei med asfalt eller annet beleg. For kryssing av veger anbefales boring pga mye trafikk.

Dimensjoner i hovednett og grøftelengde er vist i tabellen nedenfor, ref vedlegg 1.1.

Kurs	Grøftelengde [m]	Effekt [kW]	Dimensjon [DN.]
0-1	200	3 537	150
1-2	77	3 189	150
2-3	18	2 556	125
3-4	207	1 556	125
4-5	420	1 014	100
0-6	116	4 719	200
6-7	312	3 833	150
7-8	63	3 557	150
8-9	81	2 872	150
9-10	186	2 558	125
10-11	28	2 483	125
11-12	322	2 093	125

Stikkledninger varierer fra DN 32 til DN 125.

5.8 Kundesentraler

Resultatet av en beregning av størrelser på kundesentraler i området er gitt i tabellen under

Nr	Plassering	Kundesentraler [kW]
1	Sofiemyrtoppen Skole, avd. Sofiemyr	500
2	Sofiemyrtoppen Skole, avd. Fløysbonn	500
3	Sofiemyrhallen	800
4	Oppegård vdg. Skole	500
5	Sofiemyrtoppen Skole, avd Sofiemyråsen	75
6	bla Hurlumhei	800
7	Akzo Nobel	500
8	Jernia	1 500
9	DFDS	800
10	Smart Club (utleie)	500
11	Landerudsenteret	1 500
12	Jernia, nybygg	2 000

5.9 Investeringsbudsjett og investeringsstøtte

Investeringsbudsjettet er basert på erfaringstall, beregninger og leverandørunderbygde tilbud. Alle tall er ekskl. mva.

Bioenergisentral komplett med silo – ferdig montert og igangkjørt	16 200 000
Gasstank	1 300 000
Fjernvarmenettet – hovedledninger og stikkledninger, ventiler	13 800 000
Kundesentraler og energimålere	2 000 000
Infrastruktur, el, vann og avløp	200 000
Grunnarbeider tomte	400 000
Kjøp av tomt	0*
Bygg	11 100 000
Prosjektering, prosjektledelse	400 000
Byggoppfølging, oppstart	400 000
Uforutsett	1 000 000
Samlet investeringsbudsjett	46 800 000
Mulig forventet investeringstøtte	7 000 000
Netto investeringsbudsjett	39 800 000

* Det forutsettes at Oppegård kommune stiller tomt til disposisjon.

Konverteringskostnader fra el til vannbåren varmeenergi er ikke medtatt i investeringsbudsjettet. Ved å kombinere konvertering med enøktiltak vil man kunne forvente å oppnå støtte fra Enova SF som vist i tabellen under.

Sofiemyrtoppen skoler (begge avdelinger), + eventuelt høylageret på DFDS bygget og utleiedelen av Smart Club bygget	Utredes av kommunen
Forventet konverteringsstøtte	15 – 20%

5.10 Driftsbudsjett

Energisentralen vil ved normal stabil drift kreve fysisk ettersyn kreve 1,5 årsverk pluss en vaktmesterordning

Bemanning	900 000
Vedlikehold	150 000
Vann og avløp	20 000
El.kraft, drift (ikke for varmeproduksjon)	150 000
Forbruksmateriale	20 000
Diverse (forsikringer, askedeponering m.m.)	50 000
Årlige driftsbudsjett	1 290 000

Alle tall er eks. mva

5.11 Kontantstrømsanalyse

Eksempel på realistisk kontantstrømsanalyse og resultatregnskap for de 10 første driftsår basert på en pris for varmeenergien på 55øre/kWh er vist i vedlegg 3.1.

Vi har bevisst ikke lagt frem en modell med varmesalg bestående av et fastledd (effekt- / nettledd) og et variabelt ledd (kraftleddet) men som en samlet pris pr. kWh levert

varmeenergi. Dette for at man på en enklest og mest mulig oversiktlig måte skal kunne danne seg et bilde av den prisen man må ha pr. kWh ved ulike forutsetninger/forhold.

I vedlegg 3.1 er følgende forutsetninger gjort:

- 14,8 % av totalinvesteringen som investeringstøtte fra Enova SF
- 30,0 % av totalinvesteringen som egenkapital
- 55,2 % av totalinvesteringen som serielån til 6 % p.a. rente og nedbetalt over 20 år
- 85 % av varmeenergien levert med hugget skogsflis som brensel til 20 øre/kWh
- 10 % av varmeenergien levert med gass som brensel til 48 øre/kWh
- 5 % av varmeenergien levert med el. som brensel til 70 øre/kWh
- Årlig inflasjon 1,5 %
- Nedskrivningstid for totalinvesteringen / anlegget 25 år

Resultatet er at ved en pris på varmeenergien på 55 øre/kWh vil vi fra 1. driftsår få en positiv kontantstrøm, et positivt driftsresultat før avskrivninger og et positivt resultat før skatt. Dette forutsetter full drift fra første driftsår.

I tabellen nedenfor er nøkkeltallene vist ved ulike priser på varmeenergien for 5. driftsår:

Pris på varmeenergi øre/kWh	Driftsinntekter Kr	Årlig kontantstrøm Kr	Resultat før skatt kr	Avkastning på egenkapitalen %
50	8 763 000	435 000	-149 000	-1
55	9 639 000	1 312 000	728 000	5
60	10 516 000	2 188 000	1 604 000	11

Kontantstrømsanalysen viser at under de gitte forutsetninger med normal avkastning til kapitalen bør prisen på varmeenergien ligge over mellom 55 og 57 øre/kWh

5.12 Nåverdiberegninger i.h.t. Enova SFs modell

Basert på en pris for på varmeenergien og de forutsetninger som er lagt i kontantstrømsanalysen vedlegg 3.1 viser en lønnsomhetsberegning basert på Enovas regnemodell vist i vedlegg 3.2. Det må sies at enkelte elementer som bl.a. inflasjon ikke ligger inne i regnemodellen.

Resultatene viser nøkkeltallene, som er vesentlige med tanke på Enovas vurdering av investeringstøtte til prosjektet, at vi får

- kWh pr. støttekrone 2,26 kWh/kr
- Internrente med investeringsstøtte 7,5 %
- Internrente uten støtte 5,7 %

Prosjektet ligger etter vårt syn an til å kunne oppnå investeringstøtte slik lagt inn i beregningene.

5.13 Miljøbetraktninger

5.13.1 Klimaregnskap

Bioenergi er å betrakte som CO₂ nøytralt. Ved å benytte biobrensel som grunnlast vil man bidra meget positivt hva gjelder et miljøregnskap i kommunen. Vi har basert spisslast/backup på 10% gass og 5% el produsert fra kullkraftverk.

Tabellen nedenfor gir en sammenligning som viser sammenligning av klimagassutslippet for ulike brensel.

Brensel	Energiinnhold [kWh/kg]	CO2-utslipp [kg/kWh]	Virkningsgrad %	Forbruk fossilt brensel (kg)	Årlig CO2-utslipp [kg]
85% bio+ 10% gass + 5% el				440 559	1 104 534
Naturgass	13,26	0,219	95	1 310 892	3 618 063
Olje	11,67	0,305	90	1 572 651	5 032 484
Elektrisitet fra kull	6,67	0,900	40	6 189 397	14 854 553

5.13.2 Utslipp til luft

Anlegget vil utslipp til omgivelsene (luft) vil ligge godt innenfor de anbefalinger som er etablert av SFT, dog sier man at anlegget skal ha et utslipp som er dekket av "best available technology".

	Myndighetenes anbefaling	Leverandørens garanti
Støv	100 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³
CO **)	350 mg/Nm ³	200 mg/Nm ³
NO _x **)	250 mg/Nm ³	250 mg/Nm ³

5.13.3 Askeproduksjon!

Askeproduksjonen er vist i tabellen nedenfor

	kg / år
Askeproduksjon	67 918

Asken separeres som bunn- og flygeaske. Bunnasken (ca. 95%) kan føres tilbake til naturen mens flygeasken skal leveres til spesialdeponi.

5.13.4 Støy fra biltrafikk

Brenselforbruket vil det tilsvare

- Ca 190 vogntog pr. år med biobrensel
- ca. 2 – 4 tankbiler med gass pr. år.

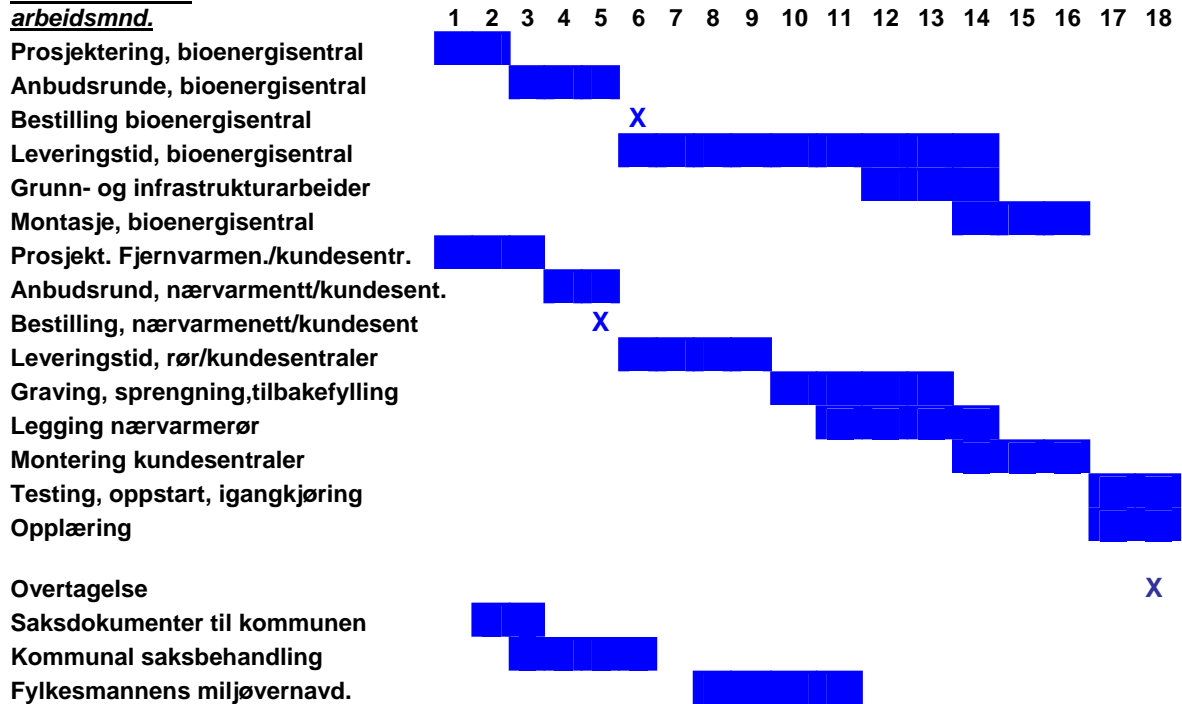
I tillegg vil henting av aske tilsi ca 3 biler pr år. Støy fra trafikk vil med andre ord være marginal.

5.14 Gjennomføringsplan

Samlet utbygging

Aktivitet /

arbeidsmnd.



6 PROSJEKTMULIGHET 2, FLÅTESTAD

6.1 Effekt- og varmebehovsvurderinger

Basert på innsamlet informasjon har vi beregnet følgende samlede varme- og effektbehov for anbefalte biobrenselbaserte fjernvarmenett:

K. Nr.	Navn	Samlet bruksareal (m ²)	Varmeforbruk (kWh/år)	Effektbehov (kW)	VV – kommentar
1	Greverud hagesenter	17 000	1 479 000	822	Vannbåren varme forutsettes. 17000 m ² regulert til utbygging. 9-10 000 m ² av dette til bolig, (110 leiligheter) 3000 m ² til næringsbygg og 4 - 5000 m ² kommunale bygg
2	Harriet Backers vei 20D, seksj 1-40	1 800	249 480	139	Vannbåren basert på olje og el
3	Flåtestad skole	4 812	551 455	276	Vannbåren varme basert på olje, el og varmpumpe
4	Greverud Sykehjem og omsorgsboliger	11 313	2 166 000	985	Vannbåren + vent m/gjv. – olje, el og varmpumpe
SUM		34 925	4 445 935	2 222	

Varmebehovet på Flåtestad er beregnet til ca 4 500 000 kWh med et beregnet effektbehov på ca 2200 KW. Behovet er i hovedsak knyttet til Flåtestad skole, Greverud Sykehjem og omsorgsbolig samt planlagt ny bebyggelse på området som i dag er kjent som Greverud hagesenter. Vi forutsetter dette bygget med vannbåren varme.

Varme- og effektbehov er beregnet ut i fra opplyste tall på forbruk og installerte effekter, og korrigert mot tall fra Enovas bygningsstatistikk for tilsvarende bygg i samme landsdel. For nye bygg knyttet til Greverud hagesenter er ny TEK brukt som grunnlag for beregningene.

6.1.1 Varmepumper

Det er etablert varmpumpe basert på jordvarme som forsyner Flåtestad skole og Greverud Sykehjem og omsorgsbolig. Det gjør at vi i disse byggene finner lavere tall på avlest forbruk av varme enn vi ville funnet i tilsvarende bygg uten varmpumper. Vi har imidlertid valgt å dimensjonere effekt på anlegget som om disse byggene ikke hadde varmpumpe. Dette for at anlegget skal være stort nok til å levere tilstrekkelig effekt uansett pris på elektrisitet.

6.1.2 Fremtidig utbygging i området

Det har vært diskutert å bygge i området. Det gjelder blant annet Flåtestad skole som er planlagt utbygget med 1000 m². All utbygging i området er imidlertid satt på vent grunnet en kraftledning som går gjennom Flåtestad og som vurderes lagt i kabel. Dette er ikke avklart, og vi har derfor ikke tatt med fremtidige utbyggingsareal i dette prosjektet. Vi anbefaler at kommunen legger føringer for nye bygg slik at vannbåren varme og energifleksibilitet velges i alle fremtidige byggeprosjekt.

6.1.3 Vurdering av utelatte bygg

Flåtestad består av både kommunale og privateide bygg. I vår kartlegging av området fremkom en del bygg som ikke er tatt med i denne analysen. Dette er i hovedsak bygg med elektrisk oppvarming (i hovedsak fire boligblokker). Slike bygg kan konverteres til vannbåren varme på flere måter til forskjellige kostnader. Vi anbefaler at kommunen gjennomfører en kartlegging av konverteringskostnader generelt og gjør oppmerksom på at det i Enovasystemet finnes muligheter for støtte til denne typen konvertering.

6.2 Valg av biobrensel

Størrelsen på dette anlegget gjør at det kan være aktuelt med både flis og pellets. I det følgende presenterer vi en løsning som i utgangspunktet er bygget for flis.

6.3 Bioenergisentral og brensellager

6.3.1 Plassering

Vårt utgangspunkt har vært at energisentralen plasseres ved parkeringshuset i Harriet Backers vei. Se vedlegg 1.2. Dette er en plassering kommunen oppgir som aktuell, og det er en plassering som gir et godt grunnlag for fornuftig brensellogistikk. Alternative løsninger bør belyses i detaljprosjektering av et anlegg, men de alternative plasseringene vil ikke medføre store kostnadsforskjeller med tanke på fjernvarme, dimensjonsendringer etc.

6.3.2 Størrelse på biokjel og spisslast/backup

Bioenergi anlegget er dimensjonert for å kunne levere ca 85 % av energien i anlegget. Basert på normale dimensjoneringskriterier gir dette en biokjel på ca 1000 kW med ca 2000 kW backup/spisslast behov.

Et anlegg av denne størrelsen kan bygges med backup på flere forskjellige måter. Et alternativ er å benytte eksisterende kjeler. Følgende tabell gir en oversikt over eksisterende kjeler i byggene i dette prosjektet:

K. Nr.	Navn	Kjeletype	Effekt (kW)	Alder/kommentar
1	Greverud hagesenter	Nye bygg – ingen etablert kjeleeffekt		
2	Harriet Backers vei 20D, seksj 1-40	Olje og el	260++	Oljekjel i drift. 2 elkjeler stående
3	Flåtestad skole	Olje el og varmpumpe	780+600+350	+ Jordvarmepark på 42 hull a 180m
4	Greverud Sykehjem og omsorgsboliger			

Ettersom anlegget også skal dekke utbyggingen ca 17 000 m² areal i Greverud hagesenter ser vi behovet for også å bygge backup/spisslast i den nye energisentralen. Vi har valgt å beskrive denne med gass som energibærer. Eksisterende kjeler forutsettes beholdt for bruk i perioder der dette sees formålstjenelig.

6.3.3 Beskrivelse av bioenergisentral

Det er flere aktuelle leverandører av bioenergisentraler. Vi har i det påfølgende valgt å beskrive en sentral slik den leveres av Hollensen Energy A/S i Danmark. Det må imidlertid understrekes at det finnes flere gode og relevante leverandører som bør forespørres i en anbudskonkurranse.

Vi anbefaler en prefabrikkert bioenergisentral med continerrack på 4 containere for flislager. Dette er en type energisentral som kommer ferdig testet og klare for tilkopling til el. kraft, vann/avløp og fjernvarmenett. Den er også lett å flytte. Med denne siløløsningen betyr dette en betydelig fleksibilitet og minimalt med arbeide knyttet til tømning av brensel. En prinsippsskisse (planskisse) for en tilsvarende bioenergisentral, dog av en annen størrelse, er vist i vedlegg 2.2.

Sentralen er klar for tilkopling for el.kraft, nærvarmenett, vann og avløp. Den krever ikke noe betongfundament men en avrettet, pukket og drenert grunn.

Sentralen måler $b = 8$ m, $l = 12$ m, $h = 4,2$ m. Den er bygd opp på selvbærende stålramme. Innvendig er sentralen kledd med lys grå profilerte stålplater. Utvendige sider er kledd med sinuskorrigerede stålplater, profil trapes, trepanel eller en kombinasjon. Innvendig gulv er sortlakkerte dørkplater. Sider, gavl og tak er isolerte med 100 mm Rockwool.

Det er temperaturstyring for å hindre en temperatur over 30 g.C i sentralen.

Sentralen har 1 stk enkel dør (1050 x 2025 mm) og 1 stk dobbeltdør (2100 x 2025 mm).

Biokjelen har

- en virkningsgrad på ca. 92,6 % ved 100 % last
- en anleggstilgjengelighet uten planlagte stopp for vedlikehold garantert til 98 %,
- et støynivå fra komponenter på maksimalt 80 dB(A) som en middelvei målt over 15 minutter i en avstand på 1 meter fra støykilden
- et utslippsnivå på maks
 - 45 mg/MJ tørr røykgass ved 7 % O₂ for støv
 - 130 mg/MJ tørr røykgass ved 7 % O₂ for CO
 - 90 mg/MJ tørr røykgass ved 7 % O₂ for NO_x



Prefabrikkerte bioenergisentraer, eksempel (foto SWECO Grøner AS)

6.3.4 Varmtvannskjel (biokjelen)

Varmtvannskjelen type Biomaster er designet for brenning av ren biomasse (treflis eller pellets) og utlagt for

- en maksimal kontinuerlig ytelse på 1000 kW
- en minimal kontinuerlig ytelse på 250 kW (i praksis kan den kjøres ned til om lag 100 kW men utslippsgarantiene gjelder kun ned til 25 % av maksimal effekt)
- et maksimalt arbeidstrykk på 6 bar
- et prøvetrykk på 9 bar
- maksimal temperatur på turvannet på 110 g.C
- røykgasstemperatur på 130 g.C

Kjelen er konstruert i.h.t. EU direktiv nr. 92/23EF og tilfredsstillende samtlige norske forskrifter og regelverk.

Den har et stort og spesialutformet forbrenningskammer som sikrer en lav belastning på konstruksjonen i det varmegjennomgangen i forbrenningskammeret og røykgasskanalen holdes på et lavt nivå.

Fra røykgasskanalen ledes røykgassen gjennom 4 trekk utført av glatte stålrør uten innlegg. Plassering av disse rørene gjør at selv ved en lav belastning bidrar disse til nedkjøling av røykgassen.



Biokjel, eksempel (foto: SWECO Grøner AS)

En kjelshuntpumpe er installert for å sikre kjelen mot termiske spenninger og lagdeling av vannet ved lav belastning og returtemperatur på vannet under 70 g.C. Denne blir lagt ut for nettets aktuelle temperaturforhold.

Kjelen er utstyrt med en svingbar dør for direkte adkomst til det bakre vendekammer og forbrenningskammeret. I tillegg er kjelen utstyrt med en rekke stusser, observasjonshjul, luker m.m. for inspeksjon og målinger.

Kjelen er isolert med 100 mm mineralull med en plastbelagt dekkplate i stål.

Kjelen er utstyrt med sikkerhetsventiler, stengeventiler, shuntpumpe, pressostater, termometre, trykk- og temperaturtransmittere m.m.

6.3.5 Forbrenningsristen

Biokjelen har en forbrenningsseksjon spesielt konstruert for å brenne trepellets. Den har en skubberist inndelt i 2 soner. Skubberisten er utført med delvis bevegelige ristklosser. Disse er plassert slik at de enkelt kan skiftes ut etter behov under vedlikeholdsarbeider (erfaringsmessig skiftes ca. 10 % av ristklossene ut årlig).

Risten har

- en bredde på ca. 680 mm
- en lengde på ca. 2 175 mm
- et ristareal på ca. 1,5 m²
- en ristbelastning på ca. 770 kW/m²

Risthastigheten er lastregulert og bevegelsene er hydraulisk drevet.

6.3.6 Brenselinnmating

Brenselinnmatingen kan enten være ved hjelp av en stokerskrue eller en "plugginnmating" via en flissjakt som flisen fra flislageret føres inn i toppen av. Innmatingsskruen er frekvensstyrt og har en 1,1 kW gearmotor.

Innmatingssystemet har temperaturfølere og sprinklingssystem med vann som aktiveres ved høy temperatur (ved en eventuell tilbakebrenning)

6.3.7 Forbrenningsluften

Biokjelen er utstyrt med en primær- og en sekundærvifte som begge er mengde- og O₂ regulerte via frekvensomformere og tilhørende PLC styring.

Viftene er gulvmonterte og utstyrt med lydempere på sugesiden.

6.3.8 Røykgasssystemet

Røykgassviften er frekvensstyrt. Den er gulvmontert og har fleksible forbindelser på trykk- og sugesiden. Viften er isolert og innkapslet for å redusere støynivået og overflatetemperatur. Røykgassviften dimensjoneres for det mottrykk som er i røykgasssystemet + 20 % større røykgassmengde enn den beregnede ved full last.

En multisyklon er installert. Dette er et batteri av små sykkloner som skiller ut støvpartikler (flygeaske) fra røykgassen. I bunn av multisyklonen er det en cellemater for utmating av partiklene (flygeasken) til en skruetransportør (asketransportør)

Røykgasskanalene er isolerte med 80 mm mineralull og innkapslet.

Skorsteinen er av stål. Endelig høyde defineres ved en spredningsberegning. Skorsteinens fundament er integrert i bioenergisentralen slik at det ikke er krav til et separat fundament.

Skorsteinen har to røykrør, et for biokjelen og ett for gasskjelen.

Skorsteinen har følgende

- utvendig diameter 800 med mer
- innvendig diameter (to kjerner) 900 mm
- høyde 12 m
- kappe i Cor-Ten stål
- kjernemateriale i 3 mm Cor-Ten stål
- Isolering 2 x 30 mm rockwool trådvevsmatte
- leder, utvendig fra 2,5 m til skorsteinstopp
- sikkerhetsutstyr, fallsikring inkl. vogn og belte

6.3.9 Askesystemet

Det er to askesystemer. Et for bunnaske og et for flygeaske. Dette da bunnasken kan returneres til skogen eller benyttes i veifyllinger eller lignende, mens flygeasken krever spesialdeponering.

Fra ovnsens ristgjennomfalle skrapes bunnasken automatisk ut til en tverrgående transportskrue (askeskrue). Askeskruen har Ø160, en 0,55 kW gearmotor og en lengde normalt på 4 m. Den er lukket og transporterer bunnasken til en lukket 2 m³ askecontainer.

Fra multisyklonen transporterer en tilsvarende askeskrue flygeasken til en lukket 2 m³ container.

Skruene er reversible. Den delen av skruene som er utenfor sentralen er isolerte og innkapslet.

6.3.10 Gasskjelen

Varmtvannskjelen, Gassmaste, er konstruert for å brenne LPG gass. Den har

- maksimal kontinuerlig ytelse på 2 000
- maksimalt arbeidstrykk på 6,0 bar
- prøvetrykk på 9,0 bar
- maksimal fremløpstemperatur på 110 g.C

- røykgasstemperatur på 230 g.C
- virkningsgrad på 90,5 % ved 100 % belastning
- virkningsgrad på 93,2 % ved 25 % belastning

Kjelen er konstruert i.h.t. EU direktiv nr. 97/23EF for kjeler i et lukket anlegg. Det store forbrenningskammeret sikrer en lav belastning på konstruksjonen da varmeovergangen gjennom kammerets vegger holdes på et lavt nivå. Fra brennkammeret føres røykgassene gjennom to rørtrekk utført av glatte stålrør uten innlegg. Rørenes plassering gjør at de selv ved lav belastning bidrar til nedkjøling av røykgassene.

Kjelens trykkpart er konstruert på en måte slik at stagene i det påsveiste vendekammeret utelukkende skal oppta krefter fra kjelens trykk. Alle krefter fra den termiske belastningen overføres via kanalen til kjelens endebunn. Den høye temperaturen i kjelens kanal og vendekammer ved gassfyring har derfor ingen innflytelse på kjelens levetid. Returvannet føres til og fordeles i kjelen ved hjelp av en innebygd returvannsfordeler. Man oppnår da en sikker oppblanding med det varmere kjelevannet og får dermed et ensartet temperaturforløp i hele kjelen.

6.3.10.1 Kjelshuntpumpe

For å sikre kjelen mot termiske spenninger og lagdeling av vannet ved lav belastning samt mot en returtemperatur fra nettet på under 70 g.C installeres en kjelshuntpumpe. Denne dimensjoneres ut i fra de aktuelle temperaturforhold.

6.3.10.2 Brenner, LPG gass

Brenneren (anbefalt fabrikat Weishaupt) for forbrenning av LPG gass /med brennverdi 26 kW/m³) består av

- brennerhus med kombibrennerhode for LPG gass med modulerende luftspjeld
- frekvensregulert forbrenningsluftvifte med lyddemper
- gassrampe



Gassinstallasjon på kjel (foto SWECO Grøner AS)

6.3.11 Interne rørsystem, armatur etc.

I bioenergisentralen som begge er prefabrikkert er det installert et komplett rørsystem omfattende all nødvendig armatur etc. som,

- kjelshuntpumper
- rørsystem med stillstandsoppvarming
- kjelinstrumentering
- energimåler for kjelene
- nødvendige avstengningsventiler

- all armatur, pumper, følere etc.
- avblåsningsrør med sikkerhetsventiler
- oppheng, understøttelse og isolering av rør

Rørsystemet er trykkprøvd og sveist i.h.t. DS/EN25817 klasse C

Det er tatt med 2 nettpumper (Grundfos ”centrifugal in-line” pumper) utlagt for

- $Q = 30 \text{ m}^3/\text{h} \times H: 40 \text{ mVS} - 1,0 \text{ MW}$ ved delta $T=40 \text{ g.C}$

Nettpumpene er styrt over 2 stk frekvensomformere.

Det er 1 stk flowmåler med ”energirekner” for anlegget.

Anlegget er utstyrt med 1 stk anleggshunt.

Vannbehandlingsutstyret består av 1 stk bløtgjøringsanlegg (Silhorko type SM) som behandler vann med en hårhetsgrad under 0,5 g.dH og 1 stk doseringspumpeanlegg til regulering av pH og iltbindemiddel.

Trykkholderanlegget består av 1 stk 500 ltr. ekspansjonssystem (CIREX C 500 ET 25 EA) Beholderens mål er Ø800 x h 1400 mm. Det er et enkelt trykkholderkretsløp i 1” RG med pumpe for statisk trykk opp til 25 mVS, pressostat, kontaktmanometer, ventiler samt nivåkontrollutstyr med flyttbare kontakter for automatisk vannpåfylling. Systemet har alarm ved lav vannstand og stopp for pumpe ved tørt løp.

6.3.12 El styring

Det er installert komplett styre- og effekt tavle med automatikk for styring og overvåking av alle komponenter. Styringen er bygget for modulerende drift (lastområde 10 – 100 %) og i.h.t. sterkstrømsbekjentgjørelsen EN 60 204 – 1.

Styringen er med PLC (Siemens) og frekvensomformere (Danfoss). Frekvensomformerne er plassert i el. tavlen.

I tavlefronten er det montert et operatørpanel for visning av driftsparametere og for innregulering av anlegget.

Anlegget er tilrettelagt for nødstrømsaggregat ved strømbrydd.

6.3.13 Beskrivelse av gasstank med fordamper

Gasstanken på 17 m³ er komplett og plassert på en stålramme (skid). Tanken er utstyrt med forskriftsmessig instrumentering samt utrustet for fylling av gass fra tankbil.

Fordamperen er basert på varmt vann fra fjernvarmekretsen (og ikke el.kraft) for å få reduserte driftskostnader. Fordamperen er montert i et eget skap på samme stålrammen slik at vi har en komplett enhet. For å forhindre frostdannelse er fjernvarmekretsen i energisentralen vekslet mot en glykolkrets som fører til fordamperen.

En prinsippsskisse for en tilsvarende, men større installasjon er vist i vedlegg 2.3.

6.4 Beskrivelse av biobrensellager

Brensellageret vil være et ”containerrack” hvor opp 3 – 4 containere kan være oppstilt.

Anlegget består hovedsakelig av

- en avlastingsrampe med stativ og bakenforliggende skruetransportør.
- 4 stk selvmatende containere hver med et volum på 30 m³. Disse er utrustet med stangmatere og underliggende hydraulikk – kontroll.
- omlastingsstuk
- automatiskskap
- hydraulikkaggregat med ventilpakke

6.5 Brenselforbruk

Hugget flis med en fuktighet på 30-40% har en brennverdi på 730 kWh/l.m3. Tabellen nedenfor er basert på at 85 % av varmeenergien leveres av biokjelen. Resterende 15% spisslast og backup forutsettes å kunne hentes fra eksisterende kjeler og gass. For å gjøre presentasjonen enkel benytter vi all backup/spisslast på gass.

	Brenselforbruk – flis l.m3	Brenselforbruk - fossilt brensel - gass Kg
85 % bio + 15 % gass	5 200	52 940

6.6 Dimensjonering og trasevalg for fjernvarmenett

Fjernvarmenettet har utgangspunkt i fra forutsatt plassering ved parkeringshuset i Harriet Backers vei. Se vedlegg 1.2. Det antas generelt enkelt å etablere fjernvarmenett i området. Nettet er lagt i eiendomsgrenser der dette er mulig.

Flåtestad skole er i dag knyttet sammen med Greverud Sykehjem og omsorgsbolig via at nærvarme nett. Dette nettes forutsettes opprettholdt.

Hovednettet vil ha dimensjon DN-125.

6.7 Kundesentraler

Resultatet av en beregning av størrelser på kundesentraler i området er gitt i tabellen under

Nr	Plassering	Kundesentraler [kW]
1	Greverud hagesenter	1500
2	Harriet Backers vei 20D, seksj 1-40	150
3	Flåtestad skole	500
4	Greverud Sykehjem og omsorgsboliger	1500

6.8 Investeringsbudsjett og investeringsstøtte

Investeringsbudsjettet er basert på erfaringstall, beregninger og leverandørunderbygde tilbud. Alle tall er ekskl. mva.

Bioenergisentral komplett med containerrack – ferdig montert og igangkjørt	6 800 000
Gasstank, fordampere og armatur	600 000
Fjernvarmenettet – hovedledninger og stikkledninger, ventiler	2 500 000
Kundesentraler og energimålere	650 000
Infrastruktur, el, vann og avløp	50 000
Grunnarbeider tomte	50 000
Kjøp av tomt	0*
Prosjektering, prosjektledelse	200 000
Byggoppfølging, oppstart	200 000
Uforutsett	300 000
Samlet investeringsbudsjett	10 750 000
Mulig forventet investeringstøtte	1 600 000
Netto investeringsbudsjett	9 150 000

*) Vi forutsetter at kommunen stiller tomt til disposisjon

6.9 Driftsbudsjett

Det årlige driftsbudsjettet baserer seg på at eksisterende vaktmesterordning i Oppegård kommune kan ivareta driften. Energisentralen vil ved normal stabil drift kreve fysisk ettersyn en til to ganger pr. uke samt en vaktordning. Bemanningen er derfor vurdert til å være 1/5 årsverk

Bemanning	100 000
Vedlikehold	40 000
Vann og avløp	20 000
El.kraft, drift (ikke for varmemproduksjon)	40 000
Forbruksmateriale	10 000
Diverse (forsikringer, askedeponering m.m.)	20 000
Årlige driftsbudsjett	230 000

Alle tall er eks. mva

6.10 Kontantstrømsanalyse

Eksempel på realistisk kontantstrømsanalyse og resultatregnskap for de 10 første driftsår basert på en pris for varmeenergien på 48 øre/kWh er vist i vedlegg 3.3.

Vi har bevisst ikke lagt frem en modell med varmesalg bestående av et fastledd (effekt- / nettledd) og et variabelt ledd (kraftleddet) men som en samlet pris pr. kWh levert varmeenergi. Dette for at man på en enklest og mest mulig oversiktliglig måte skal kunne danne seg et bilde av den prisen man må ha pr. kWh ved ulike forutsetninger/forhold.

I vedlegg 3.3 er følgende forutsetninger gjort:

- 14,9 % av totalinvesteringen som investeringstøtte fra Enova SF
- 30,0 % av totalinvesteringen som egenkapital
- 55,1 % av totalinvesteringen som serielån til 6 % p.a. rente og nedbetalt over 20 år
- 85 % av varmeenergien levert med hugget skogsflis som brensel til 20 øre/kWh

- 15 % av varmeenergien levert med gass som brensel til 48 øre/kWh
- Årlig inflasjon 1,5 %
- Nedskrivningstid for totalinvesteringen / anlegget 25 år

Resultatet er at ved en pris på varmeenergien på 48 øre/kWh vil vi fra 1. driftsår få en positiv kontantstrøm, et positivt driftsresultat før avskrivninger og et positivt resultat før skatt. Dette forutsetter full drift fra første driftsår.

I tabellen nedenfor er nøkkeltallene vist ved ulike priser på varmeenergien for 5. driftsår:

Pris på varmeenergi øre/kWh	Driftsinntekter Kr	Årlig kontantstrøm Kr	Resultat før skatt kr	Avkastning på egenkapitalen %
43	2 029 000	62 000	-71 000	-2
48	2 265 000	298 000	165 000	5
53	2 501 000	534 000	400 000	12

Kontantstrømsanalysen viser at under de gitte forutsetninger med normal avkastning til kapitalen bør prisen på varmeenergien ligge over mellom 48 og 50 øre/kWh

6.11 Nåverdiberegninger i.h.t. Enova SFs modell

Basert på en pris for på varmeenergien og de forutsetninger som er lagt i kontantstrømsanalysen vedlegg 3.3 viser en lønnsomhetsberegning basert på Enovas regnemodell vist i vedlegg 3.4. Det må sies at enkelte elementer som bl.a. inflasjon ikke ligger inne i regnemodellen.

Resultatene viser nøkkeltallene, som er vesentlige med tanke på Enovas vurdering av investeringstøtte til prosjektet, at vi får

- kWh pr. støttekrone 2,67 kWh/kr
- Internrente med investeringsstøtte 7,4 %
- Internrente uten støtte 5,6 %

Prosjektet ligger etter vårt syn an til å kunne oppnå investeringstøtte slik lagt inn i beregningene.

6.12 Miljøbetraktninger

6.12.1 Klimaregnskap

Bioenergi er å betrakte som CO₂ nøytralt. Ved å benytte biobrensel som grunnlast vil man bidra meget positivt hva gjelder et miljøregnskap i kommunen. Vi har basert spisslast/backup at all spisslast/backup leveres fra gasskjel i energisentral

Tabellen nedenfor gir en sammenligning som viser sammenligning av klimagassutslippet for ulike brensel.

Brensel	Energiinnhold [kWh/kg]	CO2-utslipp [kg/kWh]	Virkningsgrad %	Forbruk fossilt brensel (kg)	Årlig CO2-utslipp [kg]
85% bio+ 15% gass				52 940	146 116
Naturgass	13,26	0,219	95	352 936	974 103
Olje	11,67	0,305	90	423 410	1 354 913
Elektrisitet fra kull	6,67	0,900	40	1 666 392	3 999 342

6.12.2 Utslipp til luft

Anlegget vil utslipp til omgivelsene (luft) vil ligge godt innenfor de anbefalinger som er etablert av SFT, dog sier man at anlegget skal ha et utslipp som er dekket av "best available technology".

	Myndighetenes anbefaling	Forventet fremtidig krav*
Støv	150 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³
CO	-	150 mg/Nm ³
NO_x	-	250 mg/Nm ³

*) De ligger en anbefaling i dept. til innskjerpinger.

6.12.3 Askeproduksjon

Askeproduksjonen er vist i tabellen nedenfor

	kg / år
Askeproduksjon	18 286

Asken separeres som bunn- og flygeaske. Bunnasken (ca. 95%) kan føres tilbake til naturen mens flygeasken skal leveres til spesialdeponi.

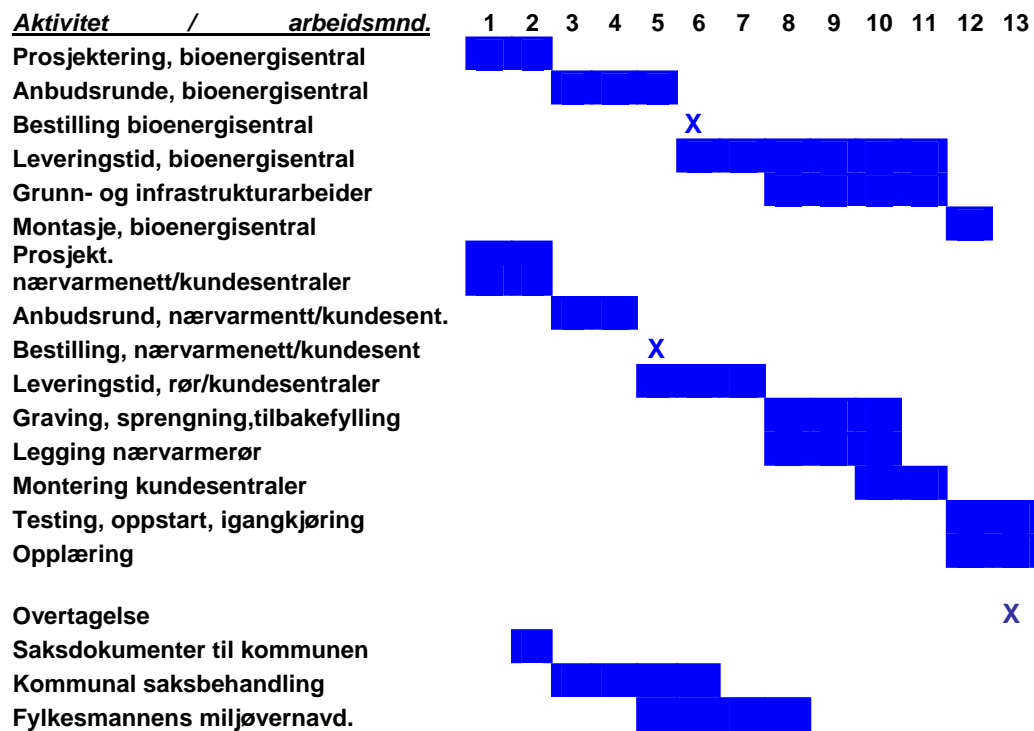
6.12.4 Støy fra biltrafikk

Brenselforbruket vil tilsvare

- 50 - 55 vogntog pr. år med biobrensel
- ca. 1 - 2 med tankbil med gass pr. år.

I tillegg vil henting av aske tilsi ca 2 biler pr år. Støy fra trafikk vil med andre ord være marginal.

6.13 Gjennomføringsplan



7 PROSJEKTMULIGHET 3, HØYÅS

7.1 Effekt- og varmebehovsvurderinger

Basert på innsamlet informasjon har vi beregnet følgende samlede varme og effektbehovet for anbefalte biobrenselbaserte fjernvarmenett:

K. Nr.	Navn	Samlet bruksareal (m ²)	Varmeforbruk (kWh/år)	Effektbehov (kW)	VV – kommentar
1	Sætre AS/ Selvaag	24 000	2 289 600	1 272	Selvaag planlegger tretrinns utbygging av 300 leiligheter (blokk og rekkehus) i området.
2	Tårnåsen-senteret	6 800	1 652 400	661	Bygget har ikke vannbåren varme, men stor del av oppvarmingen via ventilasjonsanlegg som kan konverteres.
3	Høyås bo- og rehabiliterings senter	8 463	1 560 000	624	Har vannbåren varme i kombinasjon el, olje og jordvarme for bassenget og ventilasjonsanlegg. Panelovner og v.kabler i rommene.
4	Tårnåsen aktivitets-senter og omsorgsboliger	3 246	498 586	199	Bygges i 2007 Vannbåren varme-basert på gass
5	Hellerasten skole - gammel og ny del	8 211*	704 504	352	Todelt - gammel del uten VV, men ventilasjonsanlegget skal rehabiliteres – VV forutsettes i ny del
6	Gimleveien barnehage	664	84 859	34	Har vannbåren varme via olje og elkjel
SUM		51 384	6 789 949	3 143	

* Omfatter gamle skoledel 3511 og en planlagt utvidelse på 4700 m². (SFO, skole, idrettshall)

Varmebehovet på Høyås er beregnet til ca 6 800 000 kWh med et beregnet effektbehov på ca 3 100 KW. Behovet er knyttet både til eksisterende bygg og nybygg

Varme- og effektbehov er beregnet ut i fra opplyste tall på forbruk og installerte effekter, og korrigert mot tall fra fra Enovas bygningsstatistikk for tilsvarende bygg i samme landsdel. Selvågs nye bygg er estimert basert på nye TEK.

7.1.1 Konvertering av Bygg

Som det går frem av tabellen over har vi også inkludert bygg som pr i dag ikke har vannbåren varme, men som kan konverteres. Dette gjelder hovedsakelig Tårnåsensenteret og den gamle delen av Hellerasten skole.

Vi har også vurdert andre bygg (Kirken, eldreboliger etc) men vi vurderer det som lite sannsynlig at disse byggene vil bli konvertert og koblet til.

Den gamle delen av Hellerasten skole er tatt med fordi kommunen ønsker å vurdere konvertering og tilknytning av denne. Vi forutsetter at denne delen av skolen konverteres.

7.1.2 Varmepumper

Det er etablert varmpumpe basert på jordvarme som forsyner Høyås bo- og rehabiliteringssenter. Dette utgjør 125 kW og ca 250 000 kWh. Jordvarme forutsettes å inngå som grunnlast i nettet. På de kaldeste dagen er det trolig aktuelt å koble ut varmpumpen og forsyne bygget med bioenergi ved høyere temperatur. Ved beregning av potensialet for bioenergi ser vi dermed bort fra varmpumpen i denne omgang.

7.2 Valg av biobrensel

Størrelsen på dette anlegget gjør at det kan være aktuelt med både flis og pellets. I det følgende presenterer vi en løsning som i utgangspunktet er bygget for flis.

7.3 Bioenergisentral og brensellager

7.3.1 Plassering

Når det gjelder plasseringen av energisentralen på Høyås har vi tatt utgangspunkt i at denne legges nord-vest for trafostasjonen. Se vedlegg 1.3. Dette er en sentral beliggenhet i nettet og denne plasseringen burde legge et godt grunnlag for fornuftig brensellogistikk. Alternative løsninger bør belyses i detaljprosjektering av et anlegg, men det vil ikke medføre store kostnadsforskjeller med tanke på fjernvarme, dimensjonsendringer etc.

7.3.2 Størrelse på biokjel og spisslast/backup

Bioenergi anlegget er dimensjonert for å kunne levere ca 85 % av energien i anlegget. Basert på normale dimensjoneringskriterier gir dette en biokjel på ca 1500 kW med et backup/spisslastbehov på ca 3000 kW. Her kombinerer vi bruk av gass og el.

2/3 av totalt varme- effektbehov kommer fra bygg som pr i dag ikke har installert kjeleeffekt som kan benyttes i backup/spisslast. Det må derfor også legges inn full spisslast/backup i energisentralen. Eksisterende kjeler (Tårnåsen b.b.s., Gimleveien, b.h) forutsettes beholdt til drift der dette sees hensiktsmessig.

Det er flere aktuelle leverandører av bioenergisentraler. Vi bygger følgende spesifikasjoner på underlag fra Hollensen Energy AS. Det må imidlertid understrekes at det finnes flere gode og relevante leverandører som bør forespørres i en anbudskonkurranse.

7.3.3 Energisentralen

Energisentralen er ferdig prefabrikkert og leveres som to moduler med all el. / mek. installasjoner fra leverandøren. Dette gjør at bygningsarbeidene, montasjetiden og ikke minst montasjekostnadene blir betydelig reduserte.

Av grunnarbeider kreves en komprimert, gruset og avrettet plate. Det er ønskelig at den prefabrickerte sentralen heves ca. 15 cm over grunnen og det anbefales derfor at den legges på H-bjelker dimensjoner for å bære nødvendig last.

Fasadene er i sinuskorrigerede stålplater, tre eller en blanding av disse.

I vegger og tak er det 10 cm isolering samt ventilasjon for å hindre at temperaturen kommer over 40 g.C.

Energisentralens ytre mål er

- bredde = 8,2 m
- lengde = 15,6 m
- høyde = 4,2 m
-

Det er en enkeltdør (1 050 mm x 2 025 mm) og en dobbeltdør (2 100 mm x 2 025 mm) i energisentralen.



Containerrack for flis (foto: SWECO Grøner AS)



Montering av prefabrikkert bioenergicentral (foto SWECO Grøner AS)

7.3.4 Flislageret

Flislageret er dimensjonert for 4 døgns full drift med flis. Flislageret er basert på containerrack med 4 - 6 containere. Flisbil leverer en full fliscontainer samtidig med at den tar med seg en tom containerkjører.

7.3.5 Tekniske data

Varmtvannskjelen er konstruert for

- en effekt på 1 500 kW
- maksimalt arbeidstrykk på 6,0 bar
- prøvetrykk på 9,0 bar
- designtemperatur på 110 g.C
- røykgasstemperatur på 190 g.C ved 90 g.C på fremløp
- 92,6 % virkningsgrad ved 100 % belastning

Hoveddimensjonene er l = 3 940 mm, b = 2 790 mm, h = 3 050 mm. Vekten uten vann er 12,2 tonn.

For øvrig er kjel identisk med kjelen beskrevet underkapittel 6.3.3.



Brennkammer (foto Hollensen Energy A/S)



Brennkammer (foto SWECO Grøner AS)

7.3.6 Spisslast/backup – gasskjel

For spiss- og "back up" varmtvannskjel er det beskrevet 2 MW kjel for LPG gass og en 700 kW elkjel.

7.3.6.1 Tekniske data gasskjel

Varmtvannskjelen, Gassmaster er konstruert for å brenne LPG gass. Den har

- maksimal kontinuerlig ytelse på 2 000 kW
- maksimalt arbeidstrykk på 6,0 bar
- prøvetrykk på 9,0 bar
- maksimal fremløpstemperatur på 110 g.C
- røykgasstemperatur på 230 g.C
- virkningsgrad på 90,5 % ved 100 % belastning

For øvrig er kjel og gasstank med fordampner identisk med kjelen beskrevet underkapittel 6.3.10 og 6.2.13.

7.3.7 Elkjel

Det er inkludert 1 stk el-kjel AEG 700 kW, 3 x 400 V komplett med rørinstallasjon, isolering og kappe som "back up"/spisslast.



Elkjel (foto SWECO Grøner AS)

7.3.8 Drift

Vi finner det på sin plass å understreke viktigheten av å sikre en forsvarlig drift fra "dag en" og anbefaler at

- det blir gitt grundig opplæring av driftspersonale både hos leverandøren av anlegget, på et tilsvarende anlegg og i test-/oppstartsperioden
- driftsjef bør ansettes når bygging av anlegget starter slik at han blir kjent med de enkelte komponenter, deres plassering og funksjon
- det øvrige driftspersonale engasjeres og deltar i test, oppstart av anlegget
- man det første året inngår en serviceavtale med leverandøren og at denne, også via modem, er koplet opp mot anlegget og kan gjennom dette til en hver tid gå inn og se hvorledes anlegget driftes.

7.4 Brenselsforbruk

Hugget flis med en fuktighet på 30 – 40 % har en brennverdi på 730 kWh/l.m3 mens LPG gass har en brennverdi på 28,2 kWh/m3 eller 14,0 kWh/kg (øvre brennverdi) respektive 26,0 kWh/m3 og 12,8 kWh/kg (nedre brennverdi).

Tabellen nedenfor er basert på at 85 % av varmeenergien leveres av biokjelen.

	Brenselsforbruk – flis l.m3	Brenselsforbruk – gass kg	Brenselsforbruk -kull i elproduksjon kg
85 % bio + 10 % gass +5% el	8 000	54 000	127 000

7.5 Dimensjonering og trasevalg for fjernvarmenett

Det vurderes relativt enkelt å legge fjernvarmerør i området. Trasé er lagt ved siden av veger slik at en unngår mest mulig ekstrakostnader for reetablering av vei med asfalt eller annet beleg. For kryssing av veger anbefales boring pga stor trafikkbelastning på vegene.

Fjernvarmetrase er vist på kart i vedlegg 1.3.

Hovednettet vil ha dimensjon DN-100.

7.6 Kundesentraler

Resultatet av en beregning av størrelser på kundesentraler i området er gitt i tabellen under

Nr	Plassering	Kundesentraler [kW]
1	Sætre AS/ Seelvaag	1 500
2	Tårnåsen- senteret	800
3	Høyås bo- og rehabiliterings senter	800
4	Tårnåsen aktivitets- senter og omsorgsboliger	200
5	Hellerasten skole - gammel og ny del	500
6	Gimleveien barnehage	50

7.7 Investeringsbudsjett og investeringsstøtte

Investeringsbudsjettet er basert på erfaringstall, beregninger og leverandørunderbygde tilbud. Alle tall er ekskl. mva.

Bioenergisentral komplett – bio + gass ferdig montert og igangkjørt	6 800 000
Gasstank, fordampere og armatur	600 000
Fjernvarmenettet – hovedledninger og stikkledninger, ventiler	4 100 000
Kundesentraler og energimålere	700 000
Infrastruktur, el, vann og avløp	100 000
Grunnarbeider tomte	100 000
Kjøp av tomt	0*
Prosjektering, prosjektledelse	200 000
Byggoppfølging, oppstart	200 000
Uforutsett	300 000
Samlet investeringsbudsjett	13 100 000
Mulig forventet investeringstøtte	2 200 000
Netto investeringsbudsjett	10 900 000

*Det forutsettes at kommunen stiller tomt til disp.

7.8 Driftsbudsjett

Det årlige driftsbudsjettet baserer seg på at eksisterende vaktmesterordning i Oppegård kommune kan ivareta driften. Energisentralen vil ved normal stabil drift kreve fysisk ettersyn en til to ganger pr. uke samt en vaktordning. Bemanningen er derfor vurdert til å være 1/5 årsverk

Bemanning	100 000
Vedlikehold	40 000
Vann og avløp	20 000
El.kraft, drift (ikke for varmemproduksjon)	40 000
Forbruksmateriale	10 000
Diverse (forsikringer, askedeponering m.m.)	20 000
Årlige driftsbudsjett	230 000

Alle tall er eks. mva

7.9 Kontantstrømsanalyse

Eksempel på realistisk kontantstrømsanalyse og resultatregnskap for de 10 første driftsår basert på en pris for varmeenergi på 44 øre/kWh er vist i vedlegg 3.5.

Vi har bevisst ikke lagt frem en modell med varmesalg bestående av et fastledd (effekt- / nettledd) og et variabelt ledd (kraftleddet) men som en samlet pris pr. kWh levert varmeenergi. Dette for at man på en enklest og mest mulig oversiktliglig måte skal kunne danne seg et bilde av den prisen man må ha pr. kWh ved ulike forutsetninger/forhold.

I vedlegg 3.5 er følgende forutsetninger gjort:

- 16,8 % av totalinvesteringen som investeringstøtte fra Enova SF
- 30,0 % av totalinvesteringen som egenkapital
- 53,2 % av totalinvesteringen som serielån til 6 % p.a. rente og nedbetalt over 20 år
- 85 % av varmeenergien levert med hugget skogsflis som brensel til 20 øre/kWh
- 15 % av varmeenergien levert med gass som brensel til 48 øre/kWh
- Årlig inflasjon 1,5 %
- Nedskrivningstid for totalinvesteringen / anlegget 25 år

Resultatet er at ved en pris på varmeenergien på 44 øre/kWh vil vi fra 1. driftsår få en positiv kontantstrøm, et positivt driftsresultat før avskrivninger og et positivt resultat før skatt. Dette forutsetter full drift fra første driftsår.

I tabellen nedenfor er nøkkeltallene vist ved ulike priser på varmeenergien for 5. driftsår:

Pris på varmeenergi øre/kWh	Driftsinntekter Kr	Årlig kontantstrøm Kr	Resultat før skatt Kr	Avkastning på egenkapitalen %
39	2 811 000	60 000	- 115 000	- 3
44	3 171 000	420 000	245 000	6
49	3 531 000	781 000	605 000	15

Kontantstrømsanalysen viser at under de gitte forutsetninger med normal avkastning til kapitalen bør prisen på varmeenergien ligge over mellom 44 og 46 øre/kWh. Prosjektet er med andre ord meget under de gitte forutsetninger meget godt.

7.10 Nåverdiberegninger i.h.t. Enova SFs modell

Basert på en pris for på varmeenergien og de forutsetninger som er lagt i kontantstrømsanalysen vedlegg 3.3 viser en lønnsomhetsberegning basert på Enovas regnemodell vist i vedlegg 3.4. Det må sies at enkelte elementer som bl.a. inflasjon ikke ligger inne i regnemodellen.

Resultatene viser nøkkeltallene, som er vesentlige med tanke på Enovas vurdering av investeringstøtte til prosjektet, at vi får

- kWh pr. støttekrone	2,96 kWh/kr
- Internrente med investeringsstøtte	8,1 %
- Internrente uten støtte	6,0 %

Prosjektet ligger etter vårt syn meget godt og kan derfor komme i en situasjon hvor det av Enova SF vil bli vurdert deretter og støtten vil, i et verste tilfelle, bli redusert

7.11 Miljøbetraktninger

7.11.1 Klimaregnskap

Bioenergi er å betrakte som CO₂ nøytralt. Ved å benytte biobrensel som grunnlast vil man bidra meget positivt hva gjelder et miljøregnskap i kommunen. Vi har basert spisslast/backup på 10% gass og 5% el produsert fra kullkraftverk.

Tabellen nedenfor gir en sammenligning som viser sammenligning av klimagassutslippet for ulike brensel.

Brensel	Energiinnhold [kWh/kg]	CO ₂ -utslipp [kg/kWh]	Virkningsgrad %	Forbruk fossilt brensel (kg)	Årlig CO ₂ -utslipp [kg]
85% bio+ 10% gass + 5% el				181 149	454 163
Naturgass	13,26	0,219	95	539 013	1 487 676
Olje	11,67	0,305	90	646 643	2 069 259
Elektrisitet fra kull	6,67	0,900	40	2 544 958	6 107 900

7.11.2 Utslipp til luft

Anlegget vil utslipp til omgivelsene (luft) vil ligge godt innenfor de anbefalinger som er etablert av SFT, dog sier man at anlegget skal ha et utslipp som er dekket av "best available technology".

	Myndighetenes anbefaling	Forventet fremtidig krav*
Støv	150 mg/Nm ³	100 mg/Nm ³
CO	-	150 mg/Nm ³
NO_x	-	250 mg/Nm ³

*) De ligger en anbefaling i dept. til innskjerpinger.

7.11.3 Askeproduksjon

Askeproduksjonen er vist i tabellen nedenfor

	kg / år
Askeproduksjon	27 900

Asken separeres som bunn- og flygeaske. Bunnasken (ca. 95%) kan føres tilbake til naturen mens flygeasken skal leveres til spesialdeponi.

7.11.4 Støy fra biltrafikk

Brenselforbruket vil tilsvare

- 80 - 55 vogntog pr. år med biobrensel
- ca. 1 - 2 med tankbil med gass pr. år.

I tillegg vil henting av aske tilsi ca 2 biler pr år. Støy fra trafikk vil med andre ord være marginal.

7.12 Gjennomføringsplan

<u>Aktivitet</u> / <u>arbeidsmnd.</u>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Prosjektering, bioenergisentral	■	■											
Anbudsrunde, bioenergisentral			■	■	■	■							
Bestilling bioenergisentral						X							
Leveringstid, bioenergisentral						■	■	■	■	■	■		
Grunn- og infrastrukturarbeider								■	■	■	■		
Montasje, bioenergisentral												■	
Prosjekt. nærvarmenett/kundesentraler	■	■											
Anbudsrund, nærvarmentt/kundesent.			■	■	■								
Bestilling, nærvarmenett/kundesent						X							
Leveringstid, rør/kundesentraler					■	■	■	■	■	■	■		
Graving, sprengning, tilbakefylling								■	■	■	■		
Legging nærvarmerør								■	■	■	■		
Montering kundesentraler											■	■	
Testing, oppstart, igangkjøring												■	■
Opplæring													■
Overtagelse													X
Saksdokumenter til kommunen		■											
Kommunal saksbehandling			■	■	■	■	■						
Fylkesmannens miljøvernadv.					■	■	■	■					

8 SAMLEDE KLIMAREGNSKAP FOR PROSJEKTENE

Klimaproblematikk og CO2 regnskap er i vinden. Vi vil derfor belyse et samlet klimaregnskap med samlet reduksjon i CO2 utslipp gitt at alle prosjekt gjennomføres som anbefalt.

Samlet energibehov er på ca 27 800 000 kWh og samlet installasjon av effekt i biokjeler på ca 7500 kW. For en forenklet presentasjon sier vi at all spisslast/backup dekkes av gass. Det gir følgende samlede klimaregnskap:

Brensel	Energiinnhold [kWh/kg]	CO2-utslipp [kg/kWh]	Virkningsgrad %	Forbruk fossilt brensel (kg)	Årlig CO2-utslipp [kg]
85% bio+ 15% gass				330 426	911 976
Naturgass	13,26	0,219	95	2 202 842	6 079 843
Olje	11,67	0,305	90	2 642 705	8 456 656
Elektrisitet fra kull	6,67	0,900	40	10 400 748	24 961 796

Som det fremgår av tabellene vil besparelsene i CO2 utslipp avhenge av hvilken alternativ energibærer man sammenligner seg med. Det er imidlertid ingen tvil om at besparelsene er store.

Sammenlignet med oljefyring vil energisentralene basert på 85% bioenergi og 15% naturgass gi en årlig reduksjon i CO2-utslipp på:

$$8\,456\,656 - 911\,976 = 7\,544\,680 \text{ tonn}$$

Sammenlignet med elektrisitet basert på importert kullkraft vil energisentralene basert på 80% bioenergi og 20% naturgass gi en årlig reduksjon i CO2-utslipp på:

$$24\,961\,796 - 911\,976 = 24\,049\,820 \text{ tonn}$$

Alle anbefalte anlegg vil medføre reduksjon i CO2 utslipp i størrelsesorden 94% sammenlignet med utslippene knyttet til import av kullkraftsbasert elektrisitet.

9 EIERSKAPSBETRAKTNINGER – NÆRINGSUTVIKLING

Anleggene på Sofiemyr, Flåtestad og Høyås omfatter kommunale offentlige og private bygg. Kommunen bør etter vårt syn ta et initiativ for å sikre utbygging som vil kunne gi fremtidsrettet, miljøriktig og forutsigbar varmeenergi og ta eierskap til prosjektene i en neste fase.

En vurdering av kommunen, hvis de velger å føre prosjektene videre, bør gjøres med tanke på å sikre seg en fjernvarmekonsesjon og gjennom dette før en ”styring” med fremtidig prising av varmeenergien. Alle prosjektene er av en størrelse hvor kommunen bør ha føringen og drive prosjektene fremover inntil man etter all sannsynlighet vil velge å invitere private interesser til deltagelse.

9.1 Ferdigvarmeleveranse

Ferdig varme er en aktuell mulighet i særdeleshet hvor det er offentlig eid bygningsmasse. Man går da ut med en anbudskonkurranse for å levere ferdig varmeenergi i en langsiktig avtale.

Vi anser dette som lite relevant for prosjektene i Oppegård kommune.

9.2 Brenselsproduksjon

Vi har valgt å fokusere de store prosjektene på flis da det er vår oppfatning at dette vil gi den beste økonomien i anleggene som er beskrevet.

Vi er av den oppfatning at det bør ligge godt til rette for flisproduksjon i kommunen, samtidig med at det sannsynligvis er lokale interesser som ønsker å starte slik produksjon hvis grunnlaget er tilstede og det tilrettelegges for dette.

Brensel i form av flis vil likeledes være sikret gjennom planlagte og eksisterende brenselsterminaler i regionen.

9.2.1 Flisproduksjon

Det skilles det mellom foredlet bioenergi og bioenergi som kan lages lokalt. Pellets og briketter er foredlet bioenergi som lages maskinelt og som distribueres til forbruk. Flis er ”uforedlet” bioenergi som i større grad lages lokalt. Følgende er en beskrivelse på hvordan lokal flisproduksjon kan etableres.

Rundvirke anbefales soltørket i naturen. Dette vil normalt redusere fuktinnholdet fra ca. 55 % til 35 % ved om lag 6 mnd. liggetid. Om man da velger å samle rundtømmeret på en brenselterminal for soltørking hvor også flishuggingen finner sted, eller om man velger å samle rundtømmeret ved skogsbilvei for så å la det soltørke for deretter å flishugge på stedet er et pris og logistikkspørsmål for en brenselleverandør. Det er viktig å påse at flisen etter hugging ikke legges på fuktig mark men tildekkes, fortrinnsvis under letak, for å hindre optak av fuktighet etter soltørking.

Fuktighetsreduisering fra 55% til 35% har positive effekter. For det første øker brennverdien på flisen. For det andre minsker risiko for dannelse av sopp- og muggsporer og varmgang i flishaugen. Sopp- og muggsporer kan ha negative helsemessige virkninger og varmgang kan gi effekttap ved at den kjemiske nedbrytningen av brenselet igangsettes. Flis med 35% fuktighet kan håndteres i forskjellige lagringsvolum, og benyttes av flere

forbrenningsteknologier. Frakt fra flishuggingsterminal til forbruk blir således et håndterbart logistikkspørsmål avhengig av størrelse på kjel og valg av siloløsning.

10 EN KOMMUNES ROLLE SOM TILRETTELEGGER

Kommunen har et ansvar hva gjelder bruk av økonomisk- og miljøvennlig (ny fornybar) varmeenergi. Det er sterke føringer i dagens samfunn for dette og nåværende regjering har lagt klare føringer og målsettinger i Soria Moria erklæringen og Statsbudsjett for 2007.

En kommune er normalt en stor eier (og drifter) av bygningsmasse og har dermed stor påvirkning hva gjelder strategi og føringer om miljøriktig og fremtidsrettet bruk av varmeenergi. En kommune har m.a.o. en betydelig påvirkningskraft for at det tilrettelegges for ny fornybar energi.

I.h.t. *Plan og Bygningslovens pgr. 26*, heter det

”Ved regulering kan det i nødvendig utstrekning gis bestemmelser om utforming og bruk av arealer og bygninger i reguleringsområdet. Bestemmelsene kan sette vilkår for bruken eller forby former for bruk for å fremme eller sikre formålet med reguleringen. Det kan også påbyes særskilt rekkefølge for gjennomføring av tiltak etter planen. Det kan ikke fastsettes bestemmelser om vannføring eller vannstand. Bestemmelser etter første ledd bør angi minst lekeareal pr. boenhet og nærmere regler for innhold og utforming av slike arealer.”

I praksis, og slik et stadig økende antall kommuner praktiserer denne paragrafen, sier man ” Utbyggeren plikter å bekoste utført utredning om spørsmål om bruk av vannbåren nær-/fjernvarme i nærings-/industriområde. Utredningen skal forelegges kommunestyret som tar standpunkt til om nær- / fjernvarmeanlegg skal etableres. Bestemmer kommunestyret at dette skal skje, er utbygger forpliktet til å ta med et slikt anlegg som en del av utbyggingskostnadene i området og til å ta med forpliktelse til bruk av denne varmekilden i kjøpekontrakt med tomtekjøperen”.

I *Energiloven pgr. 5-1* (konsesjon for fjernvarmeanlegg) heter det,

” Fjernvarmeanlegg kan ikke bygges eller drives uten konsesjon. Det samme gjelder ombygging og utvidelse av fjernvarmeanlegg. Departementet kan fastsette hvor stor ytelse eller hvor mange abonnenter et fjernvarmeanlegg skal ha for at denne bestemmelsen kommer til anvendelse. Departementet kan fastsette at denne bestemmelsen ikke får anvendelse på fjernvarmeanlegg som forsyner offentlige institusjonsbygg, større forretningsbygg, industriell virksomhet, borettslag eller boligsameier.”

Norges Vassdragsvesen (NVE) skriver følgende i sine retningslinjer,

” Et fjernvarmeanlegg er konsesjonspliktig etter energiloven pgr. 5-1 hvis begge følgende kriterier er oppfylt

- anlegg som forsyner eksterne forbrukere (energiloven pgr. 1-3)
- anlegg som har en ytelse over 10 MW (forskrift til energiloven pgr. 5-1)”

Med eksterne brukere menes andre brukere enn selskapet som produserer varmenergien. Energiloven åpner også for at anlegg under 10 MW kan søke konsesjon.

Er det først gitt en konsesjon kan et fjernvarmeselskap, med henvisning til Plan og Bygningsloven pga. 66a, søke en kommune om å vedta tilknytningsplikt.