

Utfasing av oljekjeler i kommunale bygg

Arendal kommune



nettkonsult

ET SELSKAP I AGDER ENERGI

Rapporttype	
Utfasing av oljekjeler i kommunale bygg	
Prosjektnr: 510912 Arbeidsordre: 69926	Oppdragets tittel: Utfasing av oljekjeler i kommunale bygg
Prosjektleder: Kristoffer Oustad	Forfattere: Kristoffer Oustad
Utførende instans: Agder Energi Nettkonsult AS	
Oppdragsgivere: Arendal kommune	Sammendrag: I forbindelse med mål om å bli en klimanøytral kommune har Arendal iverksatt et arbeid med utfasing av oljekjeler i kommunale bygg. Gjennom dette arbeidet har det blitt gjort en gjennomgang av fyringsanlegget i 13 kommunale bygg. Fyringsanleggene har blitt gjennomgått og det har blitt gjort en vurdering av aktuelle løsninger for å konvertere varmesentral til å kunne benytte fornybare og klimanøytrale energikilder. Enkelte bygg ligger også innenfor konsesjonsområder for fjernvarme, og i den sammenheng kan det være aktuelt å se på mulighetene for å knytte seg til et fjernvarmenett. Det har videre blitt gjort en investeringsanalyse for etablering av ny varmesentral og en lønnsomhetsvurdering basert på nytt anlegg mot å fortsette å fyre med eksisterende anlegg. Ved å konvertere alle bygg til å benytte fornybar energi kan man oppnå en reduksjon i utslipp av fossilt CO ₂ på opp til 1390 tonn per år. Dette er basert på et årlig energibehov på 3,45 GWh, fordelt på 0,95 GWh olje og 2,5 GWh elektrisitet. Det er imidlertid viktig at dette sees opp mot at strømmen som brukes i dag da vil erstatte "europeisk" elektrisitetsproduksjon.
Oppdragsgivers referanse: Sven Håkon Jørgensen	
Tilgjengelighet til rapporten: Begrenset	Fire emneord: Eksisterende kjelanlegg, fornybar energi, CO ₂ og økonomi.
Antall sider:	Dato: 3. juli 2008 Godkjent: Arild Olsbu

Sammendrag

Gjennom arbeidet med utfasing av oljekjeler i kommunale bygg i Arendal kommune har det blitt gjort en gjennomgang av 13 fyringsanlegg. Flestparten av anleggene består av en oljekjel og en elektrokjel, men det er også enkelte bygg som forsynes med kun en energikilde. Det ble hovedsaklig gjort en visuell inspeksjon av anleggene, og alder og hvordan driftingen av anleggene har vært de siste årene som har blitt vektlagt i vurderingen av anleggene.

For hvert anlegg har det blitt gjort en vurdering av hvilket alternativ som vil være det gunstigste for å forsyne bygget med "klimanøytral" energi. Dette innebærer også en vurdering plassbehov og hvilke praktiske forhold som ligger til rette for et nytt anlegg. De aktuelle energikildene som har blitt vurdert er biobrensel og omgivelsesvarme utnyttet via varmepumper. Fra Arendal kommune sin side har det også blitt ytret ønsker om å se på muligheter for å fyre eksisterende oljekjelanlegg på biodrivstoff. Det har ikke vært mulig å oppdrive anlegg med driftserfaringer for dette i Norge, og signalene som blir gitt fra kjel- og brennerleverandører, forskningsmiljøer og brenselleverandører er noe avvikende. På en annen side eksiterer det imidlertid teknologi til å håndtere denne type brensel, og det kan være aktuelt å prøve dette ut som et pilotprosjekt før det innføres i større skala.

Slik prisforholdet mellom olje og elektrisitet og biobrensel er per mars 2008 har samtlige prosjekter negativ nåverdi. Den siste perioden har elektrisitetsprisene vært betraktelig lavere enn hva man kan forvente i forhold til at kraftmarkedet blir mer og mer internasjonalt i tiden fremover.

Motivasjonen for å gjennomføre en utfasing av oljekjeler og fyring med elektrisitet bør i hovedsak ikke være basert på de økonomiske analysene basert på dagens energipriser, men sees i et mer langsiktig og miljørelatert perspektiv. Det er også en del anlegg som per definisjon er utslitt, og det vil være naturlig å velge en fremtidsrettet og fornybar energiløsning ved utskifting av disse anleggene. For enkelte bygg kan det være mest fornuftig å se på mulighetene for å knytte seg til et felles varmedistribusjonsnett. Dette gjelder i hovedsak de byggene som ligger innenfor eksisterende og omsøkt konsesjonsområde for fjernvarme, som per 2008 er Heimdalsveien 6 og Myra skole.

Ved å konvertere varmeproduksjonen i alle de 13 byggene til fornybar energi, kan det oppnås en utslippsreduksjon av fossilt CO₂ på opp til 1390 tonn per år. Dette er basert på et årlig energibehov på 3,45 GWh, fordelt på 0,95 GWh olje og 2,5 GWh elektrisitet. Det er imidlertid viktig at dette sees opp mot at strømmen som brukes i dag da vil erstatte "europeisk" elektrisitet, som i stor grad er produsert fra ikke-fornybare energikilder.

Innholdsfortegnelse

1	INNLEDNING	2
2	VALG AV ENERGIBÆRER	3
2.1	BIOBRENSEL	3
2.2	BIODRIVSTOFF	5
2.3	VARMEPUMPE	6
2.4	SOLENERGI	7
2.5	GASS	8
2.6	FYRINGSOLJE	9
2.7	ELEKTRISITET	9
2.8	ENERGIPRISER	9
3	BYGNINGSOVERSIKT	11
3.1	"DET BLÅ BYGGET"	11
3.2	STUENES UNGDOMSSKOLE OG STOKKEN BARNESKOLE	14
3.3	HIS BO- OG OMSORGSSENTER	17
3.4	HISØY SKOLE	18
3.5	MYRA SKOLE	20
3.6	PLANKEMYRA BO- OG OMSORGSSENTER	21
3.7	TROMØYHALLEN	23
3.8	FLOSTA BO- OG OMSORGSSENTER	25
3.9	FLOSTA SKOLE	27
3.10	MARGARETASTIFTELSEN	28
3.11	BJORBekk ADMINISTRASJONSBYGG	30
3.12	HEIMDALSVeien 6	31
4	VURDERING	33
4.1	ANLEGG SOM BØR SKIFTES MED HENSYN TIL DRIFTSSIKKERHET	33
4.2	ANLEGG SOM BØR SKIFTES UT MED HENSYN TIL GOD DRIFTSØKONOMI	34
4.3	ANLEGG SOM BØR SKIFTES MED HENSYN TIL GODT TILRETTELAGTE FORHOLD	34
5	CO₂-REGNSKAP	35
6	SØTTEPROGRAM	37
6.1	VARMEPRODUKSJON	37
6.2	LOKALE ENERGISENTRALER	37
6.3	INNOVASJON NORGE	37
7	OPPSUMMERING	38

1 Innledning

Klima og energibruk er temaer som i løpet av den siste tiden har fått langt større fokus enn tidligere, både politisk og i media. Kyotoavtalen legger internasjonale føringer og restriksjoner for utslipp av CO₂ og dermed energibruk for hvert land som har ratifisert avtalen. Bruk av biobrensel er i følge Kyotoavtalen CO₂-nøytralt, mens bruk av fossile brensel og et merforbruk av elektrisitet fører til en økning i utslipp av CO₂. Denne rapporten og arbeidet med utfasing av oljekjeler i kommunale bygg er en oppfølging av klima- og energiplan for Arendal kommune 2006. Klima- og energiplanen retter seg mot nasjonale og internasjonale målsetninger både med hensyn til energibruk og utslipp av klimagasser. I klima- og energiplanen er det satt opp følgende målsetninger for å nå disse målene:

- Stabilisere elektrisitetsforbruket på 2003-nivå.
- Dreie energibruken over mot fornybare energikilder.
- Stabilisere utslippene av klimagasser på 1990-nivå (gjelder ikke industrien).

Gjennom denne rapporten vil det bli gjort en vurdering av 13 utvalgte kommunale bygg med vannbårne oppvarmingssystemer. Hovedandelen av disse byggene har en kombinasjon av oljekjeler og elektrokjeler, og det vil bli gjort en vurdering av hvilke muligheter det er for å konvertere disse varmesentralene til å kunne levere varme produsert fra fornybar energi. Det er en rekke tekniske og praktiske forhold som vil være med på bestemme hvilke løsninger som vil være aktuelle for hvert bygg. Basert på dette vil det også bli gjort en investeringsanalyse for etablering av et nytt anlegg.

Samtidig vil målsetningene i klima- og energiplanen også legge føringer for hvilke energibærere som er aktuelle å ta med i en plan for å konvertere eksisterende varmesentraler. Det er en klar sammenheng mellom valg av energibærer og utslipp av klimagasser, og dermed vil det ikke bare være økonomien for hvert prosjekt som vil være avgjørende for hvilke tiltak som kan bli gjort i etterkant av denne rapporten.

2 Valg av energibærer

Valg av energibærer er avhengig av flere faktorer, både praktiske og politiske. Blant de praktiske faktorene er plassering av det aktuelle bygget (hovedsaklig atkomstmulighetene til fyrhuset) og hvilke energiresurser det kan være aktuelt å benytte. Eksempelvis kan det nevnes at det kan være aktuelt å se på et sjøvannsbasert varmepumpeanlegg dersom bygget ligger sentralt i forhold til sjøen og det er relativt uproblematisk å tilrette for et slikt anlegg. Det politiske er ofte et resultat av mer overordnede faktorer, hovedsaklig energi- og klimapolitikk og hvilke internasjonale og nasjonale forpliktelser man har knyttet seg til, eksempelvis Kyotoavtalen.

Gjennom arbeidet som er gjort med utfasing av oljekjeler i kommunale bygg i Arendal er valg av energibærer gjort på grunnlag av befaring på hvert enkelt bygg og med hensyn til de funksjonskrav som stilles. Dette kan være på krav til temperatur på vannet fra varmesentralen eller hvordan oppvarmingssystemet i bygget er utformet.

Enova har program for investeringsstøtte til konvertering til fornybar energi. Av de alternativene som er satt opp som aktuelle for den kommunale bygningsmassen i Arendal kommune vil det kunne gis støtte til alle anlegg basert på fornybar energi. Det gis ikke støtte til å rehabilitere eksisterende oljekjel- eller elektrokjelanlegg, tilsvarende nye anlegg eller gassfyrte anlegg.

2.1 Biobrensel

Biobrensel leveres hovedsakelig i tre former, flis, pellets og briketter. Det er flere egenskaper som skiller disse typene biobrensel fra hverandre, noe som også vil gi utslag i både vedlikeholdet, driftssikkerheten og investeringskostnader. Pellets er et foredlet sylindereformet produkt (diameter opp til 20 mm) som har en meget stabil kvalitet, og det vil av den grunn være lettere å forutse driften av et slikt anlegg. Briketter er også et foredlet sylindereformet biobrensel, men har en større diameter enn pellets (diameter over 20 mm). Dette gjør at det ikke har de samme "flytende egenskapene" som pellets, og kan derfor ikke pumpes inn i siloen ved leveranser av brensel. For briketter må det etableres en bygningsmessig silo hvor en lastebil kan tippe brikettene ned i siloen. Flis har ofte en noe mer variabel kvalitet, spesielt med tanke på fuktinnhold dersom den ikke fabrikk tørkes. Et høyt fuktinnhold i flisen vil redusere virkningsgraden til anlegget, og det brukes mer energi til å fordampe dette vannet. Det vil være viktig å ta høyde for dette når anlegget skal dimensjoneres. I likhet med briketter, må det etableres en silo som man kan tippe flisen oppi fra en lastebil.

Større anlegg fyres vanligvis med flis eller briketter. Pellets er et brensel som er dyrere i innkjøp, mener det ofte mer gunstig å bruke det i mindre og mellomstore anlegg. Grunnen til dette er for å sikre en mer stabil drift av anlegget, og å holde vedlikeholdskostnadene så lave som mulig.

For mindre biobrenselanlegg er modulbaserte varmesentraler ofte den gunstigste løsningen dersom eksisterende fyrrom ikke er egnet for plassering av et biobrenselanlegg. Dette er en prefabrikkert varmesentral som leveres i en container og er enkelt å koble til et eksisterende vannbåret varmeanlegg. Varmesentralen leveres med to rørstusser "ut av veggen" som tilkobles nytt eller eksisterende anlegg, og kjøres i gang av leverandøren. I tillegg settes det opp en brensel silo, som må plasseres lett tilgjengelig i forhold til brenselleveranser. Siloen kan leveres i flere utforminger. For pellets er dette alt fra klassiske "landbrukssiloer", som er den billigste løsningen, til løsninger som er mer tilpasset varmesentralens og/eller byggets utforming og omgivelser. Dersom det benyttes flis

eller briketter er man avhengig av å ha en silokonstruksjon hvor man kan tippe brenselet ned i siloen. Dette krever ofte bygningsmessige siloer, men det finnes også prefabrikkerte løsninger for dette.

2.1.1 Lokale bioenergiressurser

I forbindelse med å investere i og drifte et biobrenselanlegg vil det være vesentlig å kartlegge de lokale energiresursene. Det finnes en rekke typer biobrenselanlegg med forskjellige krav til brensel, og det er viktig å spesifisere hvilken type brensel man ønsker å benytte overfor leverandøren av anlegget. De mest vanlige formene for biobrensel er pellets, briketter og flis.

I Agder-fylkene er det ingen produksjon av pellets, men blant annet Statoil leverer pellets i denne regionen. Statoil er blant annet leverandør av pellets til Arendal kommune sitt biobrenselanlegg ved Lunderød skole. I Åmli er det produksjon av briketter.

Flis er i mange tilfeller et avfallsprodukt fra industri. Kjeltype setter krav til type flis (størrelse, fuktinnhold, sammensetning) for å kunne oppnå gode driftsresultater. Rivningsflis og "avfallsflis" er ofte problematisk på grunn av uforutsigbar sammensetning. Denne type flis har ofte en fraksjon av kjemikalier, som blant annet maling og lim, noe som vil være skadelig for kjelanlegget. I tillegg vil ikke denne type brensel kunne defineres som CO₂-nøytal på grunn av den kjemiske sammensetningen.

Det er hovedsaklig det lokale landbruket som er leverandør av skogsflis. Dette er i stor grad et "avfallsprodukt" fra skogbruket, men det kreves likevel et arbeid for å hente ut denne ressursen fra skogen, samt å foredle den til et produkt som kan benyttes i et biobrenselanlegg.

2.1.2 Bondevarme

Et alternativ til at varmeleveransen skjer i kommunal regi er å inngå avtale med lokale aktører innenfor landbruket, såkalt bondevarme. I slike tilfeller er det vanlig at varmeleverandøren står som eier og ansvarlig for drift og vedlikehold av varmesentral og distribusjonsnett. Dette frigjør kunden for en del drifts- og vedlikeholdsansvar, og kunden vil kun forholde seg til en varmepris fra leverandøren. Det finnes også andre eiermodeller som kan være aktuelle for slike løsninger. En løsning kan være at Arendal kommune og landbruksaktøren står som eiere av 50 % av anlegget hver og at landbruksaktøren står for hele varmeleveransen.

Bondevarme fører til en økt verdiskapning og sysselsetting i det lokale landbruket og distriktene. Potensialet for å utnytte bioenergi fra landbruket (skogbruket) er betydelig, og det er store lokale ressurser som ellers ikke har noe bruksområde. Varmeleverandører produserer skogsflis fra eget virke, som også har en positiv effekt på kulturlandskapet siden mange steder er i ferd med å gro igjen. I Norge produseres det omkring 16 TWh (16 000 000 000 kWh) fra bioenergi, mens beregninger viser at basert på dagens situasjon er potensialet på omkring 30 TWh per år. Med endrede rammebetingelser, eller en generell økning i energiprisene, vil dette potensialet være betydelig høyere. Erfaringstall fra Sverige viser til at det genereres 200-500 arbeidsplasser per levert TWh. Innovasjon Norge har gunstige støtteordninger for å stimulere landbruksaktører som ønsker å etablere seg innenfor varmemarkedet.

Det kan være aktuelt med leveranse av bondevarme for enkelte anlegg som er omtalt i denne rapporten. Det vil imidlertid være mest aktuelt for de anleggene hvor det er disponibel plass og gode atkomstforhold til siloanlegg for flis.

2.2 Biodrivstoff

I løpet av de siste årene har det blitt satt inn store ressurser i å fremstille drivstoff fra biologisk materiale. Biodrivstoff deles ofte opp i bio-olje og biodiesel, og har forskjellige egenskaper, både med hensyn til kjemisk sammensetning og forbrenningsegenskaper. Biodrivstoff har hovedsaklig blitt markedsført mot transportsektoren, men det har også blitt gjort forsøk hvor biodrivstoff benyttes i tradisjonelle oljefyringsanlegg. Det er først og fremst biodiesel som har blitt benyttet til dette formålet.

På grunn av forskjellige forbrenningsegenskaper i forhold til fyringsolje kan firing med biodrivstoff by på utfordringer for det tekniske anlegget. Dette gjelder spesielt for brenner og varmeveksler i kjelen. De kjemiske egenskapene er også av betydelig forskjell, og på grunn av biodrivstoffets korrosive egenskaper, settes det strenge krav til en del komponenter. Dette gjelder spesielt rør, dyser, pakninger og deler utført i enkelte metallegeringer. I tillegg til at biodrivstoff er korrosivt, har det også en begrenset holdbarhet. Det opereres med litt forskjellige tall for dette, men normalt sett blir det opplyst om en holdbarhet på cirka 3 måneder. Per 2008 er det også begrenset tilgang på biodrivstoff. Dette vil også være en viktig faktor å ta med i en beslutningsprosess for valg av energibærer.

Det faktum at det ikke er noen gjeldende standard for biofyringsolje gjør det også problematisk for leverandører av utstyr å tilpasse sine produkter. For biodiesel er det standarden EN14214 som er gjeldende.

2.2.1 Leverandør av biodrivstoff

BV Energi er et norsk selskap som produserer og selger biodiesel som tilfredsstillende den europeiske standarden EN14214 som blir satt i forhold til bruk av drivstoff i biler. I tillegg produserer de biofyringsolje, men denne tilfredsstillende ikke EN14214-standard. Fra produsenten blir det opplyst at det er små variasjoner som skiller biofyringsoljen fra biodiesel, og at begge skal kunne brukes i et fyringsanlegg. BV Energi importerer rapsolje fra det europeiske markedet og produserer biodieselen ved en fabrikk på Hurum. BV Energi hevder at ved bruk av biofyringsoljen de produserer vil partikkelutslippet være levere enn ved forbrenning av fossile brensler. NO_x-utslippet kan bli høyere eller lavere, avhengig av hvilke temperaturer oljebrennernen opererer på. Ved høyere temperatur øker NO_x-utslippet. BV Energi tilsetter antioksidanter i produksjon av deres biodiesel, slik at holdbarheten øker til cirka 9 måneder.

BV Energi har etablert en fyllestasjon for 100 % biodiesel ved Midtstøl Transport på Stoa i Arendal som har en kapasitet på 50 000 liter. Biodiesel levert fra BV Energi har per 20. februar 2008 en pris på 8,61 kr/liter (93 øre/kWh) eks.mva. fra fyllestasjon. Basert på dagens situasjon kan BV Energi også levere biofyringsolje til 6,50 kr/liter (71 øre/kWh) eks. mva. per februar 2008. I tillegg kommer transportkostnader. For å få ned kostnadene og hvis etterspørselen etter biofyringsolje blir stor nok i Norge, vil BV Energi vurdere å produsere fyringsoljen fra avfallsprodukter, som for eksempel fiskeavfall eller slakteavfall.

2.2.2 Vurdering

Det er viktig å understreke at det er en diskusjonen omkring biodrivstoff innenfor en rekke forskningsmiljøer, produktutviklere og produsenter av biodrivstoff. Gjennom arbeidet som har blitt

gjort i forbindelse med dette prosjektet har det ikke vært mulig å få et entydig og tilstrekkelig godt svar på om det vil være mulig å benytte biodrivstoff i eksisterende oljefyringsanlegg. Dette gjelder både hvilke konsekvenser dette eventuelt vil få for driften av anlegget og kostnader for oppgradering av anlegget til å kunne håndtere biodrivstoff. Basert på de opplysningene omkring biodrivstoff, både med hensyn til kjemiske egenskaper og usikkerheter i forhold til hvilke driftsresultater det gir, er det valgt å ikke ta med dette som et aktuelt alternativ til valg av primær energikilde. Det er imidlertid viktig å understreke at dette kan endre seg på sikt. På en annen side har det blitt gjort vellykkede forsøk med biofyringsolje eller biodiesel i eksisterende oljekjeler. Det bør likevel tas en teknisk sjekk av anlegget for å gjøre eventuelle tilpassninger det eventuelt blir testet ut. Dette bør kontrolleres opp imot leverandøren av den aktuelle oljekjelen. Det kan også være aktuelt å kjøre et pilotprosjekt med dette før det gjøres en videre beslutning.

2.3 Varmepumpe

En varmpumpe henter opp varme fra et medium, vanligvis grunnvarme, luft eller vann (sjøvann, ferskvann, spillvarme, avløpsvann, etc). Varmen som blir "hentet opp" øker i temperatur som følge av at en kompressor øker arbeidstrykket i varmpumpen og dermed øker også temperaturen til arbeidsmediet i varmpumpen. Varmeuttaket varierer fra type varmpumpe og hvilke temperatur mediet varmen hentes fra har, men vanligvis opereres det med en effektfaktor på rundt 3. Det vil si avgitt varme er 3 ganger så høy som den tilførte elektriske energien. Differansen mellom avgitt energi og tilført energi defineres som fornybar energi.

Varmepumper i det effektområdet det er aktuelt å se på i dette prosjektet har en begrensning i forhold til hvilken temperatur de kan levere ut på et vannbåret varmesystem (driftstemperaturen). Den maksimale driftstemperaturen på slike anlegg ligger mellom 60 og 65 °C, men dimensjoneres ofte med en driftstemperatur på rundt 50-55 °C. En så lav temperatur tilfredsstiller ikke de kravene som er satt ved dimensjonering av eksisterende vannbårne anlegg, som ofte er dimensjonert med en driftstemperatur på mellom 70 og 80 °C. Disse anleggene er vanligvis dimensjonert for å kunne dekke effektbehovet ved dimensjonerende utetemperatur, som for Arendal er -19 °C. I praksis innebærer dette at et varmpumpeanlegg ikke klarer å dekke hele effektbehovet i de kaldeste periodene, men slik klimaet har vært de siste årene har det ikke vært behov for dette. Et varmpumpeanlegg vil kunne dekke mesteparten av effektbehovet over et normalår. I de kaldeste periodene kan det være aktuelt å forvarme med varmpumpe og at en spisslastkjel dekker det resterende behovet, eventuelt kan det være nødvendig å ta varmpumpeanlegget ut av drift og kun kjøre med spisslast. Dette gjelder i de tilfellene hvor temperaturen på returvannet er høyere enn driftstemperaturen på varmpumpeanlegget. Til tross for dette antas det at et varmpumpeanlegg kan lever cirka 75 % av det årlige energibehovet til oppvarmingsformål. For produksjon av varmt forbruksvann kan det være aktuelt å forvarme vannet med varmpumpe og sette inn en elektrokolbe for å ta det siste temperaturløftet (normalt opp til 65 °C).

2.3.1 Grunnvarme

Grunnvarme "hentes opp" fra grunnen eller grunnvannet, og normalt sett blir det bort brønner/hull med en dybde på 150 til 200 meter. Hvor mye varme man kan hente ut fra et slikt anlegg varierer med grunnforholdene og tilsiget av grunnvann, men på forprosjektsstadium er det vanlig å regne med at varmpumpen avgir en effekt på 50 W per meter brønn (Kilde: Sørlandet Brønnboring AS). Borehullene bør plasseres med en avstand på 10 til 15 meter fra hverandre for å forhindre tilising

eller stor nedkjøling i grunnvannstanden. I disse hullene legges det en lukket glykolkrets som "henter opp" varmen fra grunnvannet. Før det iverksettes full utbygging av et varmepumpebasert varmanlegg, gjøres det vanligvis en prøveboring på det aktuelle området for å forvise seg om tilsiget av grunnvann, og dermed forventet effektuttak.

Prisen for brønnboring ligger omkring 200 kr/m (inkl. kollektorslange og glykol), men avhenger også av grunnforhold og antall brønner (kilde: Sørlandet Brønnboring AS, pris per mai 2007). I tillegg kommer kostnader for samlestocker og grøftegraving frem til varmesentralen.

2.3.2 Uteluft

Et annet alternativ er å "hente" varmen fra utelufta. Installasjonsmessig er dette den enkleste løsningen, og varmen "hentes opp" via en utendørs fordampner (tørrkjøler). Dette er en varmeveksler hvor det skjer en varmeveksling med utelufta ved at det monteres vifter som trekker luften gjennom veksleren. Viftene vil generere noe støy og eventuelt vibrasjoner, og det vil være viktig å ta hensyn til dette ved plasseringen, slik at dette ikke er til sjenanse for den daglige driften ved bygget.

2.3.3 Sjøvann

Det er i utgangspunktet to måter å utnytte varmepotensialet i sjøvann på i et varmepumpeanlegg. For mindre anlegg legges det en glykolfylt kollektorslange (lukket krets) i sjøen, på samme måte som for alternativet med grunnvarme. Det stilles ikke like store krav til dybde for legging av denne kollektorslangen som for "åpne anlegg". For større anlegg pumpes sjøvannet inn til varmesentralen og varmeveksler direkte mot fordampneren på varmepumpa, et såkalt "åpent anlegg". For at et slikt anlegg skal fungere optimalt, både med hensyn til drifting og god virkningsgrad, bør følgende tekniske krav møtes:

- Stabile temperaturforhold.
- Vanninntaket bør ligge på en dybde på cirka 30 meter eller dypere. Dette er både for å oppnå stabile temperaturforhold og begrense omfanget av tilgroing av det tekniske utstyret.
- Lav hastighet på vannet ved inntaket. Dette gjøres ved å ha et større tverrsnitt på røret ved inntaket.
- Inntaket bør utstyres med et filter/nett, med liten motstand, for å forhindre at store objekter kommer inn i vanninntaket.
- Fordampneren/varmeveksleren (mellom varmepumpa og sjøvannet) må ha en rustfri utførelse.

2.4 Solenergi

Jorda mottar årlig i størrelsesorden 15000 ganger mer energi fra sola enn det årlige globale energibehovet og Norge mottar cirka 1500 ganger mer energi fra sola enn det årlige forbruket. Det er imidlertid viktig å understreke at dette gjelder hele landarealet og kun er et teoretisk tall.

Solceller og solfangere to teknologier å utnytte solenergien på. Solceller benyttes til elektrisitetsproduksjon, og vil ikke være interessant å se på i denne utredningen, mens solfangere benyttes til å produsere varmt vann. Et solfangeranlegg består av en termisk solfanger som vann sirkuleres gjennom, et pumpeanlegg og en buffertank. Temperaturdifferansen mellom vannet i selve solfangeren og buffertanken styrer pumpeanlegget, og når temperaturen i solfangeren er høyere enn temperaturen på vannet i buffertanken, starter pumpeanlegget. På denne måten øker temperaturen

på vannet i buffertanken og man får et varmelagringsmagasin som øker fleksibiliteten og brukstiden til anlegget.

Energiuttaket fra et solfangeranlegg er avhengig av en rekke faktorer, men i størst grad er det antall soldager for det aktuelle stedet som spiller inn. Følgelig vil det være en årlig variasjon med hensyn til værforhold, men også på mindre solrike dager produserer solfangeranlegget varmt vann. For Sør-Norge kan det forventes et energiutbytte på 300-600 kWh/m² solfangerflate. Investeringskostnadene for et solfangeranlegg har blitt oppgitt til et sted mellom 800 og 1300 kr/m². Solfangeranlegg installeres normalt sett kun i nye bygg, og da som en integrert del av bygningsmassen.

En av de store utfordringene med å benytte solenergi til oppvarmingsformål er at solinnstrålingen er minst i om vinteren, det vil si i den perioden behovet er størst. Samtidig er det ikke alltid et slikt anlegg kan levere en tilstrekkelig høy temperatur til å dekke varmebehovet ved dimensjonerende forhold i eksisterende bygningsmasse. Fra en rekke produsenter blir det opplyst om at solfangeranlegg primært bør anses som et supplement til andre (fornybare) energiløsninger i et varmeanlegg. Solfangeranlegget vil ha størst dekningsbidrag i begynnelsen og slutten av fyringssesongen, samt kunne dekke oppvarming av varmt tappevann om sommeren. Basert på disse opplysningene vil ikke solfangeranlegg bli vurdert som et reelt alternativ til å dekke grunnlasten i et varmeanlegg.

2.5 Gass

I sentrale deler av Europa benyttes naturgass og propangass som primær energikilde, både til oppvarmingsformål og til kraftproduksjon. På grunn av Norges unike posisjon i forhold til vannkraft er det ingen tradisjon for bruk av gass her til lands. I den senere tid har det imidlertid blitt mer og mer aktuelt å benytte seg av gass som energikilde. Dette gjelder i første rekke gasskraftverk, men gass har også blitt mer aktuelt til boligoppvarming og som et mer miljøvennlig alternativ til oljefyring. Utslippene av CO₂ reduseres med opp til 25 % ved å erstatte oljefyring med gass. Foreløpig er det ikke vedtatt å legge til CO₂-avgift på gass. Det vil likevel være risikabelt å basere seg på at dette vil vedvare.

Med bakgrunn i målsetningene i klima- og energiplanen vil det ikke være en tilfredsstillende løsning å bytte ut eksisterende anlegg med tilsvarende anlegg fyrt på gass. Det er likevel viktig å poengtere at kun ved å bytte ut en del av de gamle oljekjelanleggene med ny gassfyrte anlegg vil det være en miljø- og energigevinst. Mange av de eldre anleggene kan ha en virkningsgrad på ned til 60 % og i tillegg er utslippene fra forbrenning av gass er lavere enn for olje.

Varmesentraler som settes opp med biobrenselanlegg eller varmepumper som grunnlast, er avhengig av en spisslastenhet om kan dekke varmebehovet i de kaldeste periodene, samt kunne dekke hele varmebehovet dersom grunnlastenheten faller ut eller krever vedlikehold. Tradisjonelt sett har det vært vanlig at det settes inn en oljekjel som spisslast. Det forutsettes imidlertid at det benyttes gass, fortrinnsvis propangass, som spisslast for de anleggene som skal skiftes ut. Fordelen er at man har et brenselager og man slipper faste kostnader til nettleie og tilknytningsavgift, som påfaller med elektriske kjelanlegg.

Den finnes flere modeller for eierskap og vedlikehold av gasstanker. En løsning er at gassleverandøren eier og vedlikeholder gasstankanlegget og at "leie" av tanken inngår i gassprisen. Gassleverandøren er også ansvarlig for prosjektering av anlegget og at gjeldene forskrifter for lagring

av gass under trykk overholdes. Ved slike avtaler er det vanlig at det inngår en avtale om levering av gass med en fast leverandør (eieren av gasstankanlegget) over en bestemt periode. En annen løsning er at Arendal kommune kjøper gasstankanlegget og står fritt til å velge gassleverandør.

2.6 Fyringsolje

Fra enkelte kilder blir det hevdet at dersom de gamle, og fortrinnsvis "utdaterte", oljefyringsanleggene i kommunale bygg blir byttet ut med nye rentbrennende anlegg vil kommunene i Norge i stor grad være på vei mot å imøtekomme sine forpliktelser i forhold til Kyoto-avtalen.

Det står en rekke nye oljekjeleanlegg i kommunale bygg per 2008, og det vil være svært uheldig å ta disse helt ut av drift. Disse anleggene kan i stor grad fungere som spisslast og reservekapasitet. Dersom det viser seg å være vellykket med bruk av biodrivstoff i modifiserte eksisterende oljekjeleanlegg, kan det være en løsning å gå over til å fyre med biodrivstoff som primær energikilde ved de enkelte anlegg.

2.7 Elektrisitet

Mange av de kommunale byggene som har vannbåren varme har en oljekjel og en elektrokjel. I de siste årene har det i stor grad kun blitt benyttet elektrisitet til fyring på grunn av de lave kraftprisene. Disse anleggene har uprioritert kraft, eller kraft med utkoblingsklausul, som innebærer at i løpet av en gitt tidsfrist må man koble ut elektrokjelen. Det vil ikke forsvare seg med prioritert kraft til elektrokjeleanlegg siden de faste kostnadene, nettleie og avgifter, føre til at dette blir u hensiktsmessig dyrt. På grunn av dette er det normalt sett installert en oljekjel i tillegg til elektrokjelen. Med et slikt anlegg kan man også velge den billigste driften basert på energipriser.

I store deler av landet har det blitt innført momentanutkobling av elektrokjeler. Dette innebærer at netteier i området kan kreve at elektrokjelen kobles ut i løpet av kort tid etter varsling. Dette setter større krav til rask veksling mellom elektrokjel og det øvrige kjeleanlegget, som vanligvis er en oljekjel. Per februar 2008 foregår denne vekslingen ved de fleste anleggene manuelt. Det finnes automatikk som kan styre denne vekslingen, og det finnes i tillegg applikasjoner som veksler mellom energibærer basert på pris. Dette er et system som til enhver tid er oppdatert med de siste energiprisene og dermed kan regne ut det mest lønnsomme alternativet.

Siden målsetningen til kommunen er å fase ut bruken av fossilt brensel og redusere/stabilisere bruken av elektrisitet til oppvarming, vil det i denne rapporten ikke bli vurdert hvorvidt det kan være aktuelt å sette inn automatikk med kjelvelgersystem.

2.8 Energipriser

Prisen for de ulike energibærerne vil være avgjørende for driftsøkonomien for de ulike anleggene. I denne analysen er det satt opp ett prisoverslag for fjernvarme levert ut fra varmesentral (produsert fra pellets og propangass) og ett for eksisterende oppvarmingsløsning (elektrisitet og/eller olje). Prisingen av fjernvarme er basert på at 80 % produseres fra pellets og de resterende 20 % fra propangass.

- Prisen for fjernvarme basert på biobrensel settes til 47 øre/kWh inkl. drift og vedlikehold, korrigert for virkningsgrad. Det er her tatt utgangspunkt i en pris på pellets på 32 øre/kWh og

en sats på drift og vedlikehold på 8 øre/kWh. For gass er det regnet en energipris på 45 øre/kWh og en sats på drift og vedlikehold på 4 øre/kWh. Priser er eks. mva.

- Prisen for eksisterende løsning (el/olje) settes til 65 øre/kWh inkl. drift og vedlikehold, korrigert for virkningsgrad. Dette er basert på en gjennomsnittspris på olje og elektrisitet på 55 øre/kWh og en sats på drift og vedlikehold på 4 øre/kWh. Priser er eks. mva.
- Prisen for fyring med biodiesel er vurdert til 107 øre/kWh inkl. drift og vedlikehold, korrigert for virkningsgrad. Prisen for fyring med biofyringsolje er vurdert til 83 øre/kWh inkl. drift og vedlikehold, korrigert for virkningsgrad. Det er antatt en sats på drift og vedlikehold på 4 øre/kWh. Priser er eks. mva.

3 Bygningsoversikt

I Tabell 1 er det satt opp en oversikt over de kommunale byggene som det er sett på gjennom dette arbeidet. Det er kun sett på varmesentralen og de forhold som er tilknyttet oppvarmingsdelen av bygget, bortsett fra det interne varmeanlegget i bygget som inkluderer rørstreck, radiatorer og varmebatterier. Arealet og energiforbruket er også tatt med der det er tilgjengelig data, for også å ha et underlag for å si noe om bruken av bygget. For de bygg det ikke har vært tilgjengelig forbruksdata, har det blitt benyttet normtall for beregning av energibehov.

Bygg	Areal m/ VBV [m ²]	Oljekjel [kW]	Olje [kWh/år]	Elkjel [kW]	EI [kWh/år]
"Det blå bygget"	1800	-	-	225	175 000
Stuenes skole	4870	260	0	225	600 000
Stokken barneskole	2550	285	200 000	-	-
His bo- og omsorgssenter	3312	350	450 000	-	-
Hisøy skole	3300	570	-	450	200 000
Myra skole	3218	350	-	500	200 000
Plankemyra bo- og omsorgssenter	2219	720	-	500	450 000
Tromøyhallen	1754	290	-	80	140 000
Flosta skole	3137	280	-	250	190 000
Flosta bo- og omsorgssenter	800	215	-	135	90 000
Margaretastiftelsen	4680	330	-	350	460 000
Bjorbekk administrasjonsbygg	2400	130	250 000	-	-
Heimdalsveien 6	349	70	45 000	-	-
Sum			945 000		2 505 000

Tabell 1: Bygningsoversikt.

I de følgende delkapitler vil det bli gjort en vurdering av hvert enkelt anlegg. Dette innebærer en vurdering av dagens anlegg, hvilke forhold som ligger til rette for etablering av en ny varmesentral, samt en økonomisk analyse ved etablering av ny varmesentral. I den økonomiske analysen er det benyttet energibehovet som oppført i Tabell 1. For enkelte av byggene er det et større potensial for leveranse av varme ved at hele oppvarmingssystemet konverteres til vannbåren varme. Det er videre benyttet en kalkulasjonsrente på 7 % ved beregning av nåverdi for prosjektene.

3.1 "Det blå bygget"

Arendal kommune disponerer et kontorbygg på Eydehavn, omtalt som "Det blå bygget". Bygget ble oppført rundt 1965 som en del av bygningsmassen til daværende Eydehavn Smelteverk. Det er vannbåren varme i bygget, og det benyttes en elektrokjel på 225 kW til oppvarming.

3.1.1 Tilstand på teknisk anlegg

Det tekniske anlegget i varmesentralen er per definisjon utslitt. Det er mangelfull isolering av rør og ventiler i forhold til dagens standard. Bildet viser samlestokken i fyrrommet. Vaktmester fortalte at sentralvarmeanlegget (radiatorer m.m.) internt i bygget også er i en dårlig forfatning. Det er også fra

hver enkelt konvektor at styringen av anlegget skjer ved at man regulerer vannmengden med en strupeventil. I denne analysen vil det imidlertid kun bli satt fokus på varmesentralen.

Varmen produseres av en elektrokjel som forsynes med prioritert kraft. Dette er en løsning som er dyr i drift, med hensyn til nettleie og tilkoblingsavgift, og er ikke i samsvar med målsetningen i klima- og energiplanen. På grunnlag av dette, samt tilstanden til anlegget, anbefales det å etablere en ny varmesentral med en systemløsning som imøtekommer de miljø- og funksjonskravene som stilles til et moderne anlegg basert på fornybar energi.

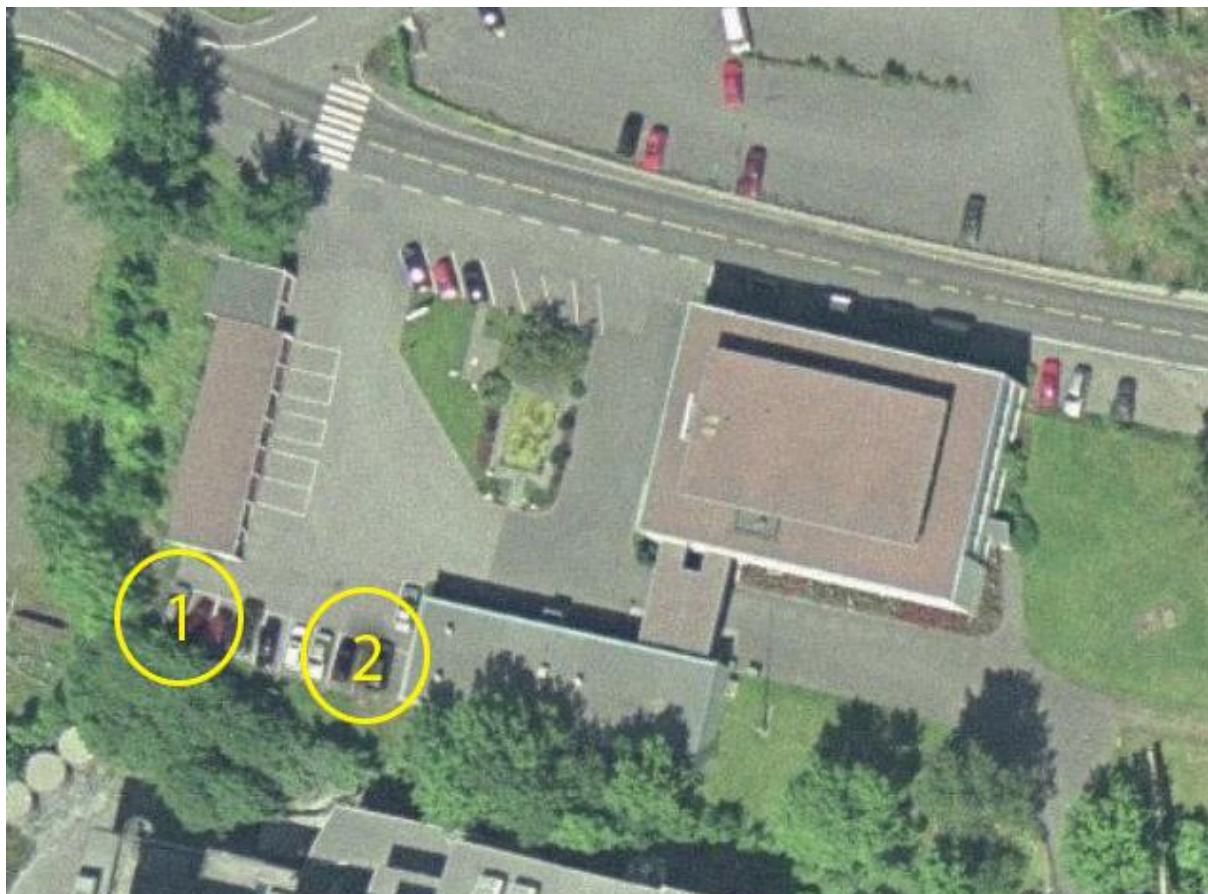


3.1.2 Vurdering av ny varmesentral

Det eksisterende fyrrommet er lite egnet for et nytt anlegg basert på biobrensel. Et slikt anlegg krever større plass, og i tillegg må det settes av plass til brenselilo på utsiden av fyrrommet. Den mest hensiktsmessige løsningen vil være å etablere et nytt fyrrom i enden av bygget fyrrommet er i per i dag. Et annet alternativ vil være å sette opp en modulbasert varmesentral (container). På denne måten står man friere i forhold til plassering av anlegget. Fra dette anlegget må det legges varmerør i bakken frem til et tilkoblingspunkt for byggene, enten til et felles tilknytningspunkt eller frem til hvert bygg. Atkomsten til anlegget og brenselilo er også viktig å betrakte, spesielt i forhold til brenselleveranser. Biobrensel transporteres med lastebil og det er viktig å legge opp til at fylling av silo kan skje uten driftspersonell til stede.

For "Det blå bygget" vil det være aktuelt å etablere en ny varmesentral i form av et modulbasert biobrenselanlegg fyrt på pellets. Til å dekke spisslasten og reservekapasitet har det blitt sett på å benytte en gasskjel. Biobrenselanlegget dimensjoneres for å ha en lengst mulig driftstid ved høyest mulig virkningsgrad, som erfaringsmessig tilsier en installert effekt på omkring 50 % av dimensjonerende effekt. For dette anlegget er det sett på et biobrenselanlegg på 150 kW og en gasskjel på 250 kW.

Figur 1 viser et oversiktsbilde av "Det blå bygget", og hvor gule sirklene indikerer aktuelle plasseringer av varmesentral. For alternativ 1 blir det et noe lenger rørstrekk enn for alternativ 2. Fordelene med alternativ 1 er at anlegget ikke vil være så synlig på plassen, samt at man ivaretar parkeringsplassene som ligger nærmest bygget. I tillegg vil ikke varmesentralen være til hinder for en eventuell utvidelse av bygningsmassen. Det er forutsatt at det må legges en rørtrasé på cirka 50 meter fra varmesentralen og frem til påkoblingspunktene.



Figur 1: "Det blå bygget", Eydehavn. (Kilde: www.norgebilder.no)

Om sommeren er varmebehovet svært lite, kun til forbruksvann, så det bør gjøres en vurdering om oppvarming av forbruksvannet skal dekkes av varmesentralen eller at det settes inn separate varmtvannsberedere med elektrokolbe. Erfaringsmessig viser det seg at for mindre anlegg er det mest lønnsomt å sette inn separate varmtvannsberedere. Dette begrunnes med høye driftskostnader ved drifting av en varmesentral ved lav last og en høyere investeringskostnad for et vannbåret oppvarmingssystem for varmt forbruksvann.

I forbindelse med utbygging av nytt havneområde på Eydehavn, vil det være gunstig å se på et felles energisystem for dette området. "Det blå bygget" ligger innenfor dette området, og på sikt kan det være aktuelt å knytte dette bygget til et felles varmedistribusjonsnett.

For dette bygget kan det også være aktuelt med "bondevarme".

3.1.3 Økonomi

I Tabell 2 er det satt opp investeringskostnader for en ny varmesentral basert på biobrensel med gass som spisslast. Det er forutsatt at det velges en containerløsning for biobrenselanlegget som kan romme spisslastkjelen. Det er ikke tatt med kostnader til varmtvannsberedere for varmt forbruksvann.

	Pris [kr]	Merknad
Container med biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 000 000	150 kW pelletfyrt anlegg
Gasskjel (inkl. skorstein og automatikk)	200 000	250 kW
Bygningsmessig, diverse, etc.	100 000	
Fjernvarmerør inkl. grøft	200 000	3500 kr/meter
Uforutsett	225 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	155 000	+ 10 %
Sum	1 880 000	

Tabell 2: Investering varmesentral. Pris eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene for biobrenselanlegg anslått til kr 1 880 000 eks. mva. Totalprosjektet har en negativ nåverdi (-1,55 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

Ved en utskiftning av det eksisterende vannbårne varmeanlegget i bygget forutsettes det at alt av konvektorer/radiatorer og rørføringer byttes ut. Prisen for et slikt arbeid er i stor grad avhengig av hvor enkelt det er å føre frem rør og sanere det eksisterende anlegget. I denne analysen er denne kostnaden vurdert til 800 kr/m², som innebærer en total kostnad på kr cirka 1 500 000 eks. mva.

3.2 Stuenes ungdomsskole og Stokken barneskole

Stuenes ungdomsskole og Stokken barneskole ligger på samme område, og i denne analysen har det blitt vurdert til at det vil være mest hensiktsmessig å se på disse to byggene under ett. Begge byggene har vannbåren varme. I fyrrommet på ungdomsskolen er det installert en olje- og elektrokjel, på henholdsvis 260 og 225 kW. På barneskolen er det kun installert en oljekjel på 285 kW. Det er viktig å understreke at det ikke er installert reservekapasitet i dette anlegget. Dette vil følgelig få alvorlige konsekvenser dersom oljekjelen faller ut på grunn av feil eller behov for vedlikehold.

3.2.1 Tilstand på teknisk anlegg

Både olje- og elektrokjel på ungdomsskolen fungerer greit. Selve oljekjelen er relativt gammel, men det ble nylig satt inn en ny oljebrenner. Bildet viser varmesentralen på ungdomsskolen. Det ble satt inn ny oljekjel på barneskolen høsten 2005, og dette anlegget fungerer bra. I denne forbindelse ble det også lagt om til vannbåren varme i den nyere delen av barneskolen, samt at ventilasjonsanlegget også ble koblet til dette anlegget.



3.2.2 Vurdering av ny varmesentral

Både fyrrommet på ungdomsskolen og barneskolen kan romme et biobrenselanlegg, men det er også andre forhold som må vektlegges før det kan settes inn et biobrenselanlegg. Et biobrenselanlegg krever i mange tilfeller egen pipe på grunn av at en olje- og biobrenselkjel opererer ved forskjellig trykk. Pipa fra hvert av fyrrommene går gjennom bygningsmassen, og det kan være problematisk å få plass til ytterligere en pipe. En ny pipe må eventuelt settes opp på utsiden av bygget. Det er også viktig at det tilrettelegges for plassering av brenselsilo, et godt tilpasset matesystem og gode atkomstmuligheter.

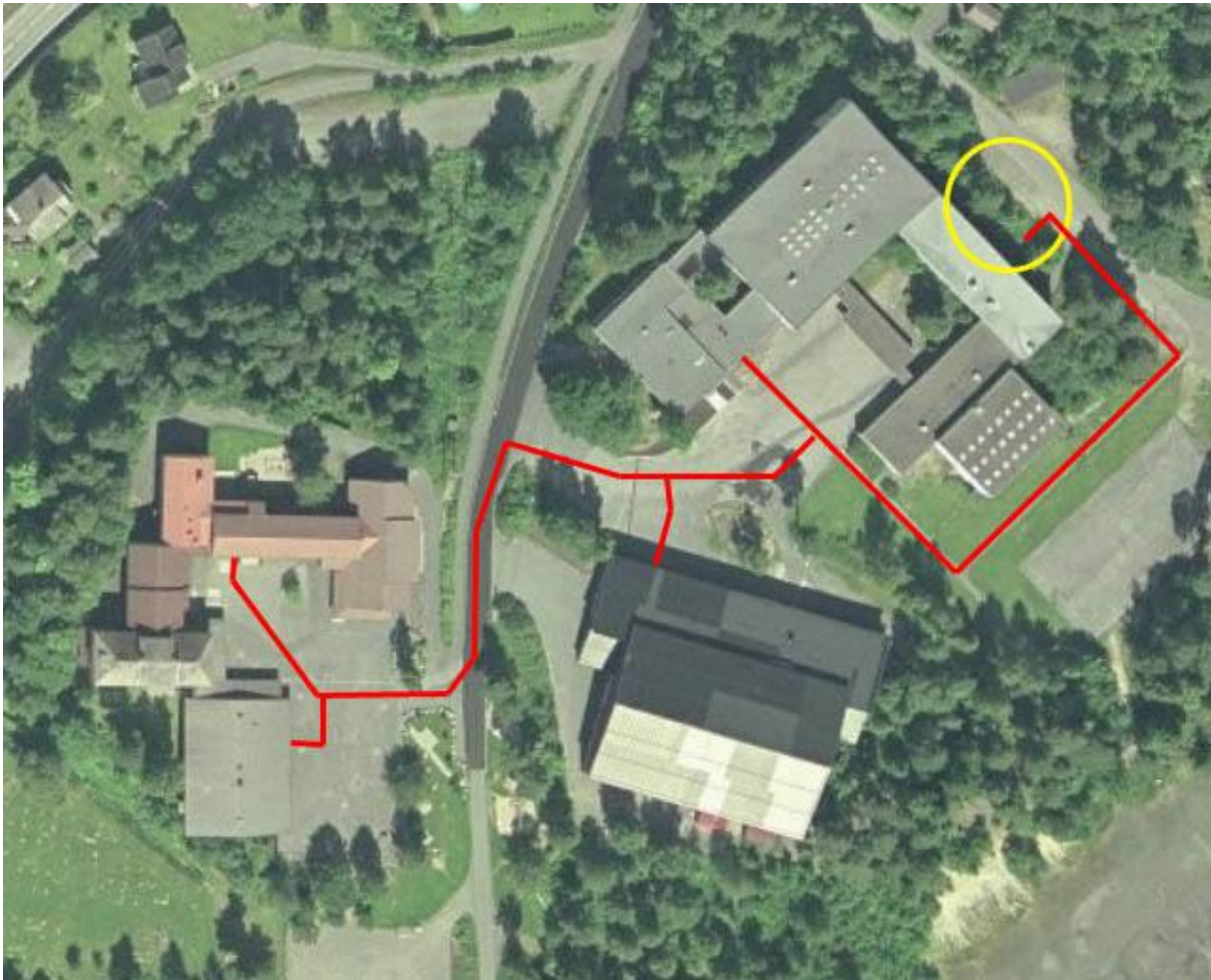
For de to skolene ved Stuenes er det samlede effektbehovet omkring 500 kW. Dersom det etableres en ny varmesentral vil det være viktig å ta høyde for mulige utvidelser. Stueneshallen, som ligger mellom de to skolene, varmes opp av elektrisitet og det vil være gunstig å konvertere det eksisterende varmeanlegget til vannbåren varme ved en etablering av et felles varmeanlegg for de to skolene.

En løsning vil være å sette opp en felles varmesentral for hele bygningsmassen. Dette krever at det legges infrastruktur for fjernvarme fra varmesentralen og frem til tilknytningspunktene i hvert bygg. Figur 2 på viser et oversiktsbilde av området med de to skolene og den gule sirkelen indikerer en aktuell plassering av varmesentralen. Ved plasseringen er det tatt hensyn til at det skal være gode atkomstmuligheter til anlegget, og at brenselleveranser kan skje uavhengig av aktiviteter på skolen eller skoleplassen. For en slik løsning må det påregnes å legge et rørnett på 400-500 meter, avhengig av blant annet grunnforhold og hvor det velges å sette opp tilknytningspunkter. Det er her forutsatt at det settes inn en kundesentral/varmeveksler i hvert bygg. På denne måten reduseres risikoen for forurensing av fjernvarmenettet dersom det oppstår skader på det interne varmeanlegget i et av byggene, og varmeanlegget trenger ikke å tas ut av drift.

For et skolebygg med store garderobeanlegg og et betydelig varmtvannsforbruk vil det være gunstig å produsere varmtvannet fra varmesentralen. Ved Stuenes ungdomsskole er det også et svømmebasseng som varmes fra den eksisterende varmesentralen. Ved etablering av en ny varmesentral vil det være naturlig at denne også leverer varme til svømmebassenget.

Dersom det etableres en felles varmesentral for denne bygningsmassen vil det være en del kjelanlegg som ikke kan benyttes i den nye varmesentralen. Det anbefales å se på hvilke muligheter det er for å bruke noe av dette, fortrinnsvis oljekjeler, som spisslast ved andre anlegg.

Et alternativ kan være å gjøre dette til et prosjekt for leveranse av "bondevarme".



Figur 2: Stokken og Stuenes skoler, Saltrød. (Kilde: www.norgebilder.no)

3.2.3 Økonomi

Investeringskostnadene for en varmesentral basert på biobrensel og gass som spisslast fremgår av Tabell 3. Det er forutsatt at det velges en containerløsning for biobrenselanlegget som kan romme spisslastkjelen. I den økonomiske analysen er det tatt med kostnader for konvertering til vannbåren varme ved Stueneshallen, samt at det er også tatt høyde for byggets energibehov til oppvarming.

	Pris [kr]	Merknad
Container med biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 500 000	400 kW pelletfyrt anlegg.
Gasskjel (inkl. skorstein, automatikk og gasstank)	300 000	900 kW
Bygningsmessig, diverse, etc.	200 000	
Fjernvarmerør inkl. grøft	2 500 000	5000 kr/meter
Konvertering til VBV ved Stueneshallen	2 000 000	700 kr/m ²
Uforutsett	1 000 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	750 000	+ 10 %
Sum	8 250 000	

Tabell 3: Investering varmesentral. Pris eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene for et nærvarmeanlegg ved Stuenes anslått til kr 8 250 000 eks. mva. Totalprosjektet har en negativ nåverdi (-6,3 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.3 His bo- og omsorgssenter

His bo- og omsorgssenter (Elim) forsynes med vannbåren varme. Varmen produseres fra et oljekjelanlegg på omkring 350 kW. Årlig forbruk av olje er cirka 60 000 liter, og med en antatt virkningsgrad på 75 %, tilsvarer dette et årlig varmebehov på 450 000 kWh. Den reelle virkningsgraden til kjelen er trolig en del lavere, men deler av tapet blir nyttegjørt ved at strålingsvarmen fra kjelen delvis blir utnyttet til oppvarming av arealet som ligger over og vegg-i-vegg med fyrrommet.

3.3.1 Tilstand på teknisk anlegg

I fyrrommet på His bo- og omsorgssenter står det en gammel oljekjel som er omkring 50 år gammel. Brenneren har blitt skiftet flere ganger, men kjelen er i en så gammel at den bør skiftes ut. Det er også en annen gammel (olje)kjel som fungerer som reservekapasitet. Dette anlegget er også i en slik forfatning at det ikke kan fungere som et alternativ til oppvarming. Hovedargumentene for å skifte ut dette anlegget er både med hensyn til driftssikkerhet og et betydelig varmetap fra anlegget. I tillegg til disse argumentene er det også en miljøgevinst ved å skifte ut anlegget med et anlegg basert på fornybar energi. Bildet viser oljekjelen som forsyner His bo- og omsorgssenter med varme.



3.3.2 Vurdering av ny varmesentral

Det er satt av to store rom, omkring 30-40 m² hver, til fyrrom ved His bo- og omsorgsboliger. Ved etablering av en ny varmesentral vil det kun være behov for ett av disse rommene for å få plass til et biobrenselanlegg og en spisslastkjel. En løsning kan være å benytte det andre rommet til pelletsilo, og at det bygges om for å imøtekomme funksjonskravene for en slik silo. Dette innebærer hovedsaklig at siloen legges opp med nok fall frem til mateskruen. En slik løsning vil være gunstig med hensyn til at man får utnyttet areal som i dag ikke benyttes til noe, samtidig som det ikke vil være behov for å sette opp en silo på utsiden av bygget (som mest sannsynlig ville fått en slik plassering at den vil være til hinder for utsikten fra enkelte rom). En annen løsning kan være å benytte eksisterende heissjakt som pelletssilo. Heisen er ute av drift, men det vil kreve en liten ombygging av sjakta. Dette vil ikke være i betydelig større grad enn for å benytte et av fyrrommene til silo. Det er også greie atkomstforhold til yttervegg av fyrrommet og heissjakta for fylling av pellets. Eksisterende pipeløp vil trolig kunne benyttes til både biobrenselanlegget og spisslastkjelen, til tross for at de krever separate skorstein.

Forholdene for å etablere et biobrenselanlegg ved His bo- og omsorgssenter ligger godt til rette, både med hensyn til plass og at det eksisterende anlegget bør skiftes ut i løpet av kort tid. Biobrenselanlegget bør ha en størrelse på mellom 150 og 200 kW, mens spisslastenheten dimensjoneres til å dekke hele effektbehovet, det vil si 350 kW.

3.3.3 Økonomi

I Tabell 4 er det satt opp investeringskostnader for en ny varmesentral basert på biobrensel med gass som spisslast. Det er forutsatt at det rommet som i dag rommer reservekjelen bygges om til pelletsilo.

	Pris [kr]	Merknad
Biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og plassbygd silo)	1 250 000	200 kW pelletsfyrte anlegg.
Gasskjel (inkl. skorstein og automatikk)	200 000	350 kW
Bygningsmessig, diverse, etc.	100 000	
Rørarbeider	50 000	
Uforutsett	250 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	200 000	+ 10 %
Sum	2 050 000	

Tabell 4: Investering varmesentral. Pris eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 2 050 000 eks. mva. Totalprosjektet har en negativ nåverdi (-1,2 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.4 Hisøy skole

Det er nylig utført en omfattende ombygging og utvidelse av Hisøy skole. I den forbindelse ble det også etablert en ny varmesentral som forsyner 3300 m² av bygningsmassen med varme.

3.4.1 Tilstand på teknisk anlegg

Varmesentralen består av en oljekjel med en brennerkapasitet på 570 kW og en elektrokjel på 450 kW. Varmeelementene i elektrokjelen gikk i stykker kort tid etter oppstart, men disse har blitt skiftet. Vaktmester opplyste at siden dette har anlegget fungert bra.

3.4.2 Vurdering av ny varmesentral

Rommet som er avsatt til varmesentral ved Hisøy skole er av begrenset størrelse, og det vil i det minste kreves at et av kjelanleggene fjernes for at det skal være plass til en biokjel i eksisterende fyrrom. Plasseringen av fyrrommet gjør det også vanskelig å sette opp en brenselsilo uten at den er til hinder for



utsikt og dagslys for klasserommene i etasjen over fyrrommet. Et alternativ kan være å sette opp en container med et biobrenselanlegg i nærheten av fyrrommet, hvor det ikke vil være til sjenanse for den daglige driften av skolen. For å føre frem varmen vil det da være behov for en rørstrek fra biobrenselanlegget og frem til eksisterende fyrrom, som illustrert i Figur 3.



Figur 3: Oversiktsbilde over Hisøy skole. (Kilde: www.norgebilder.no)

Et varmpumpeanlegg krever alt i alt mindre plass enn et biobrenselanlegg. Det er likevel en del forhold som må ligge tilrette for at det skal være aktuelt for å erstatte en eksisterende varmesentral med en løsning basert på varmpumpe. Den tilgjengelige plassen i eksisterende fyrrom er vurdert til å være for liten til å sette inn et varmpumpeanlegg. I tillegg vurderes et biobrenselanlegg som en bedre løsning siden dette anlegget leverer varme med den temperaturen som det vannbårne anlegget er dimensjonert for.

For dette prosjektet kan det også være aktuelt å se på en løsning med "bondevarme".

3.4.3 Økonomi

Investeringskostnadene for en varmesentral basert på biobrensel fremgår av Tabell 5. Det er forutsatt at det velges en containerløsning for biobrenselanlegg og at eksisterende fyrrom benyttes som spisslastsentral.

	Pris [kr]	Merknad
Container med biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 250 000	200 kW pelletfyrt anlegg.
Spisslastkjel	-	
Bygningsmessig, diverse, etc.	100 000	
Fjernvarmerør inkl. grøft	400 000	3500-5000 kr/meter
Uforutsett	250 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	200 000	+ 10 %
Sum	2 200 000	

Tabell 5: Investering varmesentral. Pris eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 2 200 000 eks. mva. Totalprosjektet har en negativ nåverdi (-1,8 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.5 Myra skole

Myra skole ligger i cirka 600 meter i luftlinje fra Arendal idrettspark og den fremtidige videregående skolen. Ved dette anlegget er det planlagt et fjernvarmeanlegg basert på overskuddsvarme fra kjøleanlegget til kunstisbanen i idrettsparken. Slik bebyggelsen i området er nå vil det ikke være lønnsomt å knytte Myra skole til dette anlegget. Dersom det kommer flere bygg som kan ta imot fjernvarme på strekket mellom idrettsparken og skolen kan vil det bli mer aktuelt å se på å knytte skolen til dette anlegget.

3.5.1 Tilstand på teknisk anlegg

I 2005 ble det gjort en omfattende renovering av Myra skole. I den forbindelse ble det også satt inn en nytt VVS-anlegg. Varmesentralen består av en oljekjel med en brennerkapasitet på 350 kW og en elektrokjel på 500 kW. Vaktmester ved Myra skole opplyste om at det siste året har det kun blitt brukt elektrisitet til fyring, og at anlegget har fungert bra.

3.5.2 Vurdering av ny varmesentral

Varmesentralen, sammen med ventilasjonsanlegget, står innebygget i et eget tilbygg på taket av skolen. Skolebygget er på to etasjer. Varmesentralen utgjør et eget rom, og det vil trolig være vanskelig å sette inn et biobrenselanlegg i eksisterende fyrrom. Plasseringen av fyrrommet gjør det også vanskelig med hensyn til brenselforsyning og askeutmatning. Brenselsiloen må eventuelt settes på bakkenivå og derifra må det etableres et matesystem som frakter pelleten frem til biobrenselanlegget. For at slik matesystem skal fungere optimalt og uten driftsforstyrrelser bør avstanden fra silo til kjelanlegget være minst mulig og i hovedsak kun bestå av rette strekk.



Et varmpumpeanlegg krever alt i alt mindre plass enn et biobrenselanlegg. Det er likevel en del forhold som må ligge tilrette for at det skal være aktuelt for å erstatte en eksisterende varmesentral med en løsning basert på varmpumpe. Den tilgjengelige plassen i eksisterende fyrrom er vurdert til å være for liten til å sette inn et varmpumpeanlegg.

3.5.3 Økonomi

I forhold til å fase ut bruken av olje og elektrisitet til oppvarmingsformål ved Myra skole, vurderes den mest hensiktsmessige løsningen å være å knytte skolen til fjernvarmeanlegget ved Arendal Idrettspark. Antatte investeringskostnader fremgår av Tabell 6.

	Pris [kr]	Merknad
Varmesentral	-	
Spisslastkjel	-	
Kundesentral	100 000	
Fjernvarmerør inkl. grøft	2 400 000	3500-5000 kr/meter
Uforutsett	-	
Prosjektering, administrasjon, etc.	250 000	+ 10 %
Sum	2 750 000	

Tabell 6: Investering for tilkobling til fjernvarmeanlegg. Priser eks. mva.

Det er valgt å ikke sette opp en økonomisk vurdering av alternativet med å koble Myra skole til fjernvarmeanlegget. Dersom skolen skal tilknyttes fjernvarmeanlegget vil det være fjernvarmeleverandøren som må dekke kostnadene med legging av rør og etablering av kundesentral. Fjernvarmeleverandøren vil trolig inngå avtaler om leveranse av fjernvarme til andre kunder på strekket mellom Arendal Idrettspark og Myra skole, slik at kostnadene med å legge rør ferm til skolen blir "fordelt" på flere kunder. Med fjernvarme vil det ikke være et behov for en lokal varmesentral for Myra skole. I et slikt tilfelle kan det være aktuelt å benytte oljekjelen som spisslastkjel ved et annet kommunalt anlegg.

3.6 Plankemyra bo- og omsorgssenter

Plankemyra bo- og omsorgssenter ble ferdigstilt i 2003. Bygget er delt opp i en del med leiligheter og en del som utgjør sykehjemmet. Det er forskjellige oppvarmingsløsninger for hver av delene, noe som er uheldig med hensyn til å kunne etablere et nytt varmeanlegg basert på fornybar energi. I leilighetsdelen er det et elektrisk oppvarmingssystem, mens i delen som utgjør sykehjemmet er det vannbåren varme. Bygget totalt er på 6709 m², hvorav 2219 m² har vannbåren oppvarming, samt at hele byggets ventilasjonssystem henter varme fra det vannbårne anlegget.



3.6.1 Tilstand på teknisk anlegg

Det ble satt inn en ny oljekjel på 720 kW og en elektrokjel på 500 kW da bygget ble oppført. Det vil si at det tekniske anlegget er å regne som nytt, og basert på samtale med vaktmester, har det ikke vært noen vesentlige driftsproblemer med anlegget. I 2007 ble det kun fyrte med elektrisitet.

3.6.2 Vurdering av ny varmesentral

Det eksisterende fyrrommet ved Plankemyra bo- og omsorgssenter ligger i underetasjen og cirka midt i bygningsmassen, som innebærer at det ikke har noen vegg ut mot friluft. Dette gjør det vanskelig med hensyn til å benytte eksisterende fyrrom til et biobrenselanlegg. I tillegg vil det måtte gjøres et omfattende rørarbeid i sjakten (som røykgasspipa fra oljekjelen går i) for å få plass til en pipe for biobrenselanlegget. Det er også en del estetiske forhold å ta hensyn til ved etablering av et biobrenselanlegg, og spesielt for løsninger med pellets vil siloen være dominerende med mindre den integreres i bygningsmassen. En vanlig pellesilo er omkring 8 meter høy. Det vil også være viktig å ta hensyn til å kunne etablere et velfungerende matesystemet for biobrenselet, som i mange tilfeller er det "svakeste leddet" i et biobrenselanlegg.

Den mest nærliggende løsningen for å etablere et biobrenselanlegg ved Plankemyra bo- og omsorgssenter vil være å etablere et separat fyrhus i form av en containerbasert varmesentral. Fra denne sentralen må det legges rør frem til eksisterende fyrhus, som også vil kunne fungere som en spisslast og reservekapasitet. I forbindelse med en eventuell konvertering av oppvarmingsløsning vil det være sentralt at hele bygningsmassen har vannbåren varme.

For dette prosjektet kan det også være aktuelt å se på en løsning med "bondevarme".

Varmepumpe kan også være en aktuell løsning for dette bygget. I de periodene det er behov for ytterligere effekt kan dette dekkes av spisslast og det siste temperaturløftet for å nå kravet for varmt forbruksvann kan dekkes ved å installere en elektrokolbe i varmtvannsberederne. Ved bruk av en varmpumpe er det mest nærliggende å "hente" varmen fra utelufta. Det kunne også vært aktuelt med sjøvann, men på grunn av at det er et stort kaianlegg for båter (som kan skape problemer med hensyn til ankring og fortøyning av båter) og relativt grunt, vil ikke det bli vurdert i denne fasen. Vifterommet på Plankemyra bo- og omsorgssenter er plassert på taket, og i forlengelsen av dette kan det være aktuelt å sette opp en utedel (fordamper) for varmpumpeanlegget.

3.6.3 Økonomi

Investeringskostnadene for en varmesentral er basert på et frittstående biobrenselanlegg, og fremgår av Tabell 7. Det er forutsatt at det ikke vil innebære store bygningsmessige arbeider å føre frem rør til eksisterende fyrrom. Videre er det forutsatt at eksisterende fyrrom benyttes som spisslastsentral.

	Pris [kr]	Merknad
Varmepumpeanlegg basert på uteluft	1 400 000	350 kW
Spisslastkjel	-	
Bygningsmessig, diverse, etc.	250 000	
Uforutsett	250 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	200 000	+ 10 %
Sum	2 100 000	

Tabell 7: Investering varmesentral. Priser eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 2 100 00 eks. mva. Prosjektet har en negativ nåverdi (-1,2 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.7 Tromøyhallen

Tromøyhallen ligger ved Roligheten skole og kan sees på som en del av en større bygningsmasse. Det er imidlertid et eget fyringsanlegg for Tromøyhallen, og det er kun dette bygget som har vannbåren varme.

3.7.1 Tilstand på teknisk anlegg

Fyringsanlegget ved Tromøyhallen består av en oljekjel på 290 kW og to Oso el-sentraler / elkjeler på 40 kW hver. Disse el-sentralene er utformet som en stor varmtvannsbereeder, og på grunn av installasjonens bufferkapasitet er ikke behov for en så stor effekt for å dekke behovet. De siste årene har det hovedsaklig blitt fyrert med elektrisitet, og varmeanlegget dekker både oppvarming og varmt forbruksvann. Varmt forbruksvann blir også produsert i disse el-sentralene.



3.7.2 Vurdering av ny varmesentral

Fyrhuset til Tromøyhallen ligger i andre etasje i den eksisterende bygningsmassen. Rommet er relativt lite og ikke velegnet kunne romme ytterligere store tekniske installasjoner. Selv ved en utskifting av eksisterende varmeanlegg vil det også være behov for relativt store varmtvannsbereedere på grunn av byggets bruksmønster. Siden det er et høyt forbruk av varmt vann i bygget er man også avhengig av et system som kan levere en tempertur som tilfredsstillt krav til hygiene, blant annet med hensyn til legionella, noe som innebærer at temperaturen på varmtvannet bør ha en minste verdi på 65 °C. På grunn av dette er det valgt å se bort fra en løsning med varmpumpe eller solfangere. Solfangeranlegg integreres normalt sett som en del av bygningsmassen, og er dermed ikke så aktuelt for eksisterende bygningsmasse.

Et alternativ er å etablere et eksternt fyrhus basert på biobrensel. Dette bør settes opp i umiddelbar nærhet til eksisterende fyrrom, for dermed å kunne koble de to enhetene sammen. Det eksisterende fyrrommet kan fremdeles fungere som fyrrom for spisslast og reservekapasiteten. Siden fyrrommet ligger i andre etasje, vil det være vanskelig å sette opp et velfungerende system for mating av biobrensel til anlegget. Matesystemet er i stor grad det svakeste punktet i et biobrenselanlegg, og for å oppnå en god systemløsning er det viktig å tilstrebe færrest mulig bend/svinger, som ofte er hvor brensløst setter seg fast.

For dette prosjektet kan det også være aktuelt å se på en løsning med "bondevarme".

På grunn av byggets store takareal kunne det vært aktuelt å benytte seg av solfangere til å dekke deler av varmebehovet. På grunn av store garderobeanlegg er det et stort forbruk av varmt vann i løpet av hele skoleåret. Et slikt anlegg vil kunne levere høy nok temperatur til å dekke både varmt tappevann og varme til ventilasjonsanlegget i store deler av året. Det er likevel viktig å ta med i betraktningen at et slikt anlegg vil fungere som et supplement, og det vil fremdeles være behov for et anlegg som kan dekke mesteparten av lasten over fyringssesongen.



Figur 4: Tromøyhallen. (Kilde: www.norgebilder.no)

3.7.3 Økonomi

Investeringskostnadene for en varmesentral basert på biobrensel fremgår av Tabell 8. Det er forutsatt at det velges en containerløsning for biobrenselanlegg som også kan romme spisslastkjel.

	Pris [kr]	Merknad
Container med biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 000 000	100 kW pelletfyrt anlegg.
Spisslastkjel	200 000	350 kW
Bygningsmessig, diverse, etc.	100 000	
Uforutsett	200 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	150 000	+ 10 %
Sum	1 650 000	

Tabell 8: Investering varmesentral. Priser eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 1 650 000 eks. mva. Prosjektet har en negativ nåverdi (-1,4 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.8 Flosta bo- og omsorgssenter

Flosta bo- og omsorgssenter ble bygd rundt 1950, men i 2003 ble det gjennomført en rehabilitering av bygningsmassen. Store deler av det interne røropplegget i bygget er skiftet ut og er i god stand. Bo- og omsorgssenteret er delt opp i tre avdelinger, A, B og C fordelt på to bygg, samt noen mindre leilighetsbygg. Det oppvarmede arealet ved avdelingene A, B og C er anslått til 2600 m² basert på plantegninger av bygningsmassen. Av det totale arealet er det kun 800 m² som er varmet opp med vannbåren varme. Dette er arealet som utgjør avdeling A.



3.8.1 Tilstand på teknisk anlegg

Det er installert en olje- og en elektrokjel på henholdsvis 215 og 135 kW. Vaktmester ved Flosta bo- og omsorgssenter kunne opplyse om at det nesten utelukkende har blitt fyrt med elektrisitet de siste årene, men at oljekjelen kun har blitt kjørt i kortere perioder, i all hovedsak "prøvekjøring". Oljekjelen er omkring 30 år gammel, men brenneren ble skiftet for ikke så mange år tilbake. Anlegget fungerer bra, men etter all sannsynlighet er virkningsgraden en del lavere enn for tilsvarende moderne kjelanlegg.

3.8.2 Vurdering av ny varmesentral

I en vurdering av ny varmesentral for Flosta bo- og omsorgssenter bør det først og fremst vurderes om hele bygningsmassen (avdeling A, B og C) skal knyttes til et felles varmeanlegg. Dette innebærer at oppvarmingssystemet i avdeling B og C må konverteres til vannbåren varme.

Det eksisterende vannbårne varmanlegget er dimensjonert for et temperaturnivå som ikke kan dekkes med kommersiell varmepumpeteknologi for det aktuelle effektbehovet. På grunnlag av dette er det valgt å se på en løsning med et biobrenselanlegg som kan dekke varmebehovet for hele bygningsmassen. Totalt effektbehov for hele bygningsmassen er anslått til mellom 150 og 200 kW. Det er valgt å se på et anlegg med en total effekt på 200 kW, med en biobrenselenhet på 100 kW.

Spisslasten designes til å kunne dekke hele effektbehovet. For dette anlegget er det valgt å benytte en gasskjel.

Figur 5 viser et ortofoto av Flosta bo- og omsorgssenter. Bildet er tatt i juli 2003 og trolig i den perioden bygningsmassen ble rehabilitert. Inntegnet rørtrasé for et nærvarmeanlegg er cirka 100 meter. Legging av fjernvarmerør og graving av grøfter vil ikke påvirke den daglige driften av senteret i vesentlig grad. Det mest hensiktsmessige vil være å legge rørrettet med pre-isolerte plastrør. Dette er betydelig billigere både i innkjøp og legging. Forslag til plassering av varmesentral er markert med en gul sirkel. Ved plassering av varmesentralen er det tatt hensyn til at anlegget skal ha gode atkomstmuligheter ved leveranser av brensel og vedlikeholdsarbeid.

Det er forutsatt at eksisterende fyrrom i avdeling A benyttes som tilknytningspunkt for denne delen av bygget. For de øvrige avdelingene er det kun antatt plassering av tilknytningspunkt. For dette anlegget er det ikke tatt høyde for å sette inn kundesentraler ved hvert bygg. Anlegget er relativt lite, og med en kostnad på omkring kroner 70 000 eks. mva. per tilknytningspunkt, er det valgt å utelate separate kundesentraler for hvert bygg/kunde.

Et alternativ kan være å gjøre dette til et prosjekt for leveranse av "bondevarme".



Figur 5: Flosta bo- og omsorgssenter. (Kilde: www.norgebilder.no)

3.8.3 Økonomi

Investeringskostnadene for en varmesentral basert på biobrensel og gass som spisslast fremgår av Tabell 3. Det er forutsatt at det velges en containerløsning for biobrenselanlegget som også kan

romme spisslastkjelen. Denne løsningen dimensjoneres også for å kunne dekke varmebehovet for avdeling B og C.

	Pris [kr]	Merknad
Container med biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 000 000	150 kW pellettfyrt anlegg.
Gasskjel (inkl. skorstein, automatikk og gasstank)	200 000	250 kW
Bygningsmessig, diverse, etc.	50 000	
Fjernvarmerør inkl. grøft	250 000	2500 kr/meter
Uforutsett	250 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	200 000	+ 10 %
Sum	1 950 000	

Tabell 9: Investering varmesentral. Priser eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 1 950 000 eks. mva. Prosjektet har en negativ nåverdi (-1,8 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

Ved en utskiftning av det eksisterende vannbårne varmeanlegget i bygget forutsettes det at alt av konvektorer/radiatorer og rørføringer byttes ut. Prisen for et slikt arbeid er i stor grad avhengig av hvor enkelt det er å føre frem rør og sanere det eksisterende anlegget. I denne analysen er denne kostnaden vurdert til 800 kr/m², som innebærer en total kostnad på kr cirka 1 500 000 eks. mva.

Et alternativ til å etablere en varmesentral for hele bygningsmassen er å sette inn en liten pelletskjel, på omkring 40-50 kW, som kan forsyne avdeling A med varme. Det er imidlertid usikkert om eksisterende fyrrom vil ha nok plass til et slikt anlegg.

3.9 Flosta skole

Flosta skole ble totalrenovert i 2007. I den forbindelse ble det etablert et nytt fyrhus med en olje- og elektrokjel. Skolen har et oppvarmet areal på 3137 m².

3.9.1 Tilstand på teknisk anlegg

Oljekjelen og elektrokjelen er nye av 2007. Oljekjelen har en ytelse på 280 kW og elektrokjelen har en ytelse på 250 kW. Anlegget har hovedsaklig blitt fyrt med elektrisitet, men i perioden hvor bassenget ved skolen ble satt i drift ble også oljekjelen benyttet. Ved normal drift av bassenget er det svært lite behov for varme fra kjelanlegget. Bassenget forsynes i stor grad med varme fra ventilasjonsanlegget som har et tilpasset varme-gjenvinningsystem for oppvarming av bassenvannet.



3.9.2 Vurdering av ny varmesentral

Eksisterende fyrhus ved Flosta skole har gode atkomstmuligheter, og det vil i utgangspunktet ikke være noen vesentlige hindringer i å etablere et biobrenselanlegg i eksisterende fyrhus. Det er hovedsaklig plassering av silo som kan bli en utfordring med hensyn til estetikk. Siloen bør plasseres nærmest mulig fyrhuset for å unngå lange strekk med mateskruer fra silo frem til brenner. En brensel silo kan "stedtilpasses", men er også avhengig av en del funksjonskrav, som blant annet fall fra sidevegger frem til skrue. Prefabrikkerte pelletsiloer er normalt sett opp mot 10 meter høye og utformet som "klassiske" landbrukssiloer. Det kan derfor være en løsning å kle siloen inne, spesielt med hensyn til estetikk. Basert på befaring på stedet utpeker plassen rett foran fyrrømmet seg som et gunstig sted å plassere en silo. Det er gode atkomstforhold, og ved å "integre" siloen som en del av bygningsmassen, kan dette bli en elegant og velfungerende løsning.

3.9.3 Økonomi

I investeringsanalysen for å etablere et biobrenselanlegg ved Flosta skole er det forutsatt at eksisterende fyrrøm benyttes. Siden oljekjeler er helt ny, er det også forutsatt at denne benyttes som spisslastkjel dersom det settes inn et biobrenselanlegg. På sikt kan det være aktuelt å konvertere til gass.

	Pris [kr]	Merknad
Biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 000 000	150 kW pelletfyrt anlegg.
Spisslastkjel (eksisterende oljekjel)	-	
Bygningsmessig, diverse, etc.	100 000	
Rørarbeider	100 000	
Uforutsett	200 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	140 000	+ 10 %
Sum	1 540 000	

Tabell 10: Investeringskostnader. Priser eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 1 540 000 eks. mva. Prosjektet har en negativ nåverdi (-1,2 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.10 Margaretastiftelsen

Margaretastiftelsen ble restaurert i 2005, og i den forbindelse ble det også ført opp et tilbygg til det gamle bygget. Hele bygningsmassen har vannbåren varme, og har et samlet areal på 4680 m².

3.10.1 Tilstand på teknisk anlegg

Varmeanlegget ved Margaretastiftelsen består av en oljekjel på 330 kW og en elektrokjel på 350 kW. Dette anlegget er fra 2003 og i god stand. Vaktmester ved Margaretastiftelsen opplyste at det kun har blitt fyrt med elektrisitet det siste året.

3.10.2 Vurdering av ny varmesentral

Ved etablering av ny varmesentral ved Margaretastiftelsen vil det være mest hensiktsmessig å benytte eksisterende fyrrom som varmesentral, både for grunnlast- og spisslastenhet. For en løsning basert på biobrensel forutsetter dette imidlertid at det kan settes av plass til en silo ved utsiden av fyrrommet. Plassering av en silo kan komme i konflikt med solforhold og utsikt for enkelte leiligheter, og det er derfor viktig at det søkes en løsning som integrerer siloen best mulig med den øvrige bygningsmassen. Fyrrommet ligger i underetasjen like ved inngangspartiet. Sett fra et teknisk perspektiv vil det derfor være gunstig å plassere en brenselsilo ved inngangspartiet, integrert i bygningsmassen, og om mulig delvis under bakkenivå.



Matesystemet vil da bli av begrenset størrelse, noe som er en fordel med hensyn til driftssikkerhet. Plassering av en silo ved inngangspartiet kan også ha den fordelen at det virker skjermende for vær og vind. En slik løsning forutsetter at det benyttes pellets som brensel.

Omgivelsene ved Margaretastiftelsen er godt egnet for et varmpumpeanlegg som "henter" opp grunnvarme. Varmepumpa for et slikt anlegg dimensjoneres til å dekke cirka halvparten av effektbehovet, fra 150-200 kW, som innebærer at det må bores omkring 15-20 brønner, avhengig av grunnvannsforhold. Kostnadene med bønnboring, legging av kollektorslange, samlestokker og rørføringer frem til fyrrommet er anslått til kroner 1 600 000. I tillegg kommer en varmpumpeinstallasjon på omkring kroner 1 000 000. Prisene er eks. mva. Siden varmeanlegget i bygget er dimensjonert for høyere temperatur enn det et slikt anlegg leverer og en løsning med varmpumpe er dyrere basert på de forutsetninger som er lagt til grunne, velges det i første omgang å gå videre med et biobrenselanlegg.

3.10.3 Økonomi

Investeringskostnadene for en ny varmesentral er satt opp i Tabell 10. I den økonomiske vurderingen er det tatt utgangspunkt i å etablere et biobrenselanlegg fyrt på pellets. Det er forutsatt at eksisterende oljekjel benyttes som spisslastkjel.

	Pris [kr]	Merknad
Biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 000 000	150 kW pelletfyrt anlegg.
Spisslastkjel (eksisterende oljekjel)	-	
Bygningsmessig, diverse, etc.	200 000	
Rørarbeider	100 000	
Uforutsett	200 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	150 000	+ 10 %
Sum	1 650 000	

Tabell 11: Investering varmesentral. Priser eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 1 650 000 eks. mva. Totalprosjektet har en negativ nåverdi (-0,8 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

3.11 Bjorbekk administrasjonsbygg

Arendal kommune disponerer et større kontorbygg på Bjorbekk. Bygget har et samlet areal på 3956 m², og det er antatt at 2400 m² varmes opp med vannbåren varme. Det resterende arealet har elektrisk oppvarming.

3.11.1 Tilstand på teknisk anlegg

Varmesentralen består av en oljekjel på 130 kW, og er antakeligvis i mellom 20 og 30 år gammel. Brenneren har blitt byttet ut siden anlegget var nytt, og er trolig cirka 10 år gammel. Det er ingen andre kjelanlegg i tillegg til denne oljekjelen som kan forsyne bygget med varme.



3.11.2 Vurdering av ny varmesentral

Det eksisterende fyrrommet ligger relativt midt inne i bygningsmassen. Rommet har ingen yttervegger med direkte tilgang til rommet, og rommet ligger et nivå lavere enn nivået på uteplassen rommet har yttervegg mot. Det er heller ikke atkomstmuligheter til denne uteplassen med større kjøretøy. Ellers er det god plass i fyrrommet, og det vil være uproblematisk å plassere et biobrenselanlegg der. En løsning kan være å benytte naborommet til fyrrommet til å lage en bygningsmessig silo. Det er uvisst om dette lar seg gjennomføre med hensyn til den daglige driften og plassbehovet i bygget, men det tas ikke stilling til i denne rapporten. Fra dette rommet må det videre føres frem et rør for påfylling av pellets til fasaden av bygget. Dette ansees som uproblematisk. Dette gjør det mulig å levere brensel til anlegget uten at det er driftspersonell til stede.

Før det eventuelt besluttes å etablere en ny varmesentral, bør det gjøres en avklaring om denne også skal kunne dekke varmebehovet for hele bygningsmassen og ikke bare den delen som har vannbåren varme per i dag. I tillegg til at dette vil være et riktig grep i forhold til klima- og energiplanen for Arendal kommune, vil det også bedre lønnsomheten ved driften av anlegget. Merinvesteringene for å øke anleggets størrelse er erfaringsmessig marginale kontra å senere måtte utvide eller sette opp et separat anlegg.

3.11.3 Økonomi

I den økonomiske vurderingen er det tatt utgangspunkt i å etablere et biobrenselanlegg fyrt på pellets. Det er forutsatt at det settes inn en ny spisslastkjel. I valg av størrelse på kjelanlegg er det også tatt høyde for en fremtidig konvertering til vannbåren oppvarming for hele bygningsmassen.

	Pris [kr]	Merknad
Biobrenselanlegg (inkl. skorstein, automatikk og pelletsilo)	1 000 000	150 kW pelletfyrt anlegg.
Spisslastkjel	200 000	350 kW
Bygningsmessig, diverse, etc.	200 000	
Rørarbeider	100 000	
Uforutsett	250 000	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	200 000	+ 10 %
Sum	1 950 000	

Tabell 12: Investeringer varmesentral. Priser eks. mva.

Som det fremgår av tabellen er investeringskostnadene anslått til kr 1 950 000 eks. mva. Prosjektet har en negativ nåverdi (-1,5 MNOK) med de gitte forutsetningene, og på grunnlaget er det ikke mulig å beregne en internrente for prosjektet.

Ved en utskiftning av det eksisterende vannbårne varmeanlegget i bygget forutsettes det at alt av konvektorer/radiatorer og rørføringer byttes ut. Prisen for et slikt arbeid er i stor grad avhengig av hvor enkelt det er å føre frem rør og sanere det eksisterende anlegget. I denne analysen er denne kostnaden vurdert til 800 kr/m², som innebærer en total kostnad på kr cirka 1 300 000 eks. mva.

3.12 Heimdalsveien 6

I Heimdalsveien 6 ligger et kommunalt boliganlegg på 566 m², og av dette arealet er det 349 m² som er definert som bruksareal. Bygget varmes opp med vannbåren varme via en oljekjel med en brennereffekt på cirka 70 kW. Det foreligger planer om å utvide dette bygget med opp til 200 m², og det vil være vesentlig å se på en varmeløsning som kan dekke varmebehovet for hele bygningsmassen.

3.12.1 Tilstand på teknisk anlegg

Oljekjelen som står i Heimdalsveien 6 er omkring 30 år gammel. Fra en av de kommunalt ansatte som jobber der ble det opplyst om at det har vært en del driftsproblemer med anlegget i løpet av de siste årene. Anlegget er også, per definisjon, utgått på dato med hensyn til hva som forventes som levetid for et slikt anlegg.

3.12.2 Vurdering av ny varmesentral

Fyrrommet i Heimdalsveien 6 ligger mot yttervegg, og det er relativt god plass i fyrrommet. For anlegg som er så små som dette bør det vurderes om varmebehovet kan dekkes med kun en



energikilde, primært for å redusere investeringskostnadene.

I forbindelse med diskusjonen omkring bruken av biofyringsolje eller biodiesel som et alternativ til konvensjonell fyringsolje, kan dette vært aktuelt anlegg for å prøve ut hvordan dette fungerer. Det forutsettes at det installeres et nytt oljefyringsanlegg og at dette tilpasses til fyring med biodrivstoff. Det bør også gjøres en beslutning i forhold til hvilken type biodrivstoff som skal benyttes i anlegget.

Heimdalsveien 6 ligger innefor konsesjonsområdet for fjernvarme i Arendal sentrumsområde. Det vil i den forbindelse være mest nærliggende å forhøre seg med Agder Energi Varme AS, som er fjernvarmekonsesjonær for dette området, om vilkårene for leveranse av fjernvarme til bygget.

3.12.3 Økonomi

I den økonomiske vurderingen er det tatt utgangspunkt at det installeres et nytt oljekjelanlegg tilpasset fyring med biodrivstoff, fortrinnsvis biodiesel. I tillegg bør det installeres en elektrokjel som kan fungere som en reservekapasitet.

	Pris [kr]	Merknad
Oljekjel tilpasset biodrivstoff (biodiesel)	150 000	80 kW
Ny oljetank og tilbehør tilpasset biodrivstoff	50 000	
Elektrokjel	100 000	75 kW
Rørarbeider	20 000	
Uforutsett	-	+ 15 %
Prosjektering, administrasjon, etc.	30 000	+ 10 %
Sum	350 000	

Tabell 13: Investering ny varmesentral. Priser for tilpassing til biodrivstoff er usikre. Priser eks. mva.

Dagens pris på biodiesel og biofyringsolje er høyere enn for fossil fyringsolje. Basert på disse prisene vil prosjektet følgelig ha en negativ nåverdi.

4 Vurdering

Gjennom det arbeidet som har blitt gjort i forbindelse med utfasing av oljekjeler i kommunale bygg i Arendal kommune har det vært noen anlegg som utpeker seg, både med hensyn til teknisk tilstand på anlegget og hvilke muligheter det for å etablere nytt anlegg.

For de byggene som ligger innefor konsesjonsområde for fjernvarme, Myra skole og Heimdalsveien 6, vil det mest nærliggende være å undersøke hvilke muligheter det er for å knytte disse byggene til fjernvarmenettet. Heimdalsveien 6 ligger innenfor konsesjonsområdet til Agder Energi Varme AS hvor det i løpet av 2008 vil være et operativt fjernvarmeanlegg. Dette anlegget vil også levere varme til Sørlandet Sykehus Arendal som ligger i underkant av 200 meter unna. Myra skole ligger innenfor konsesjonsområdet til Arendal kommune. Det er per 2008 ikke et fjernvarmeanlegg i drift i dette området, og det er planlagt at et fjernvarmeanlegg skal settes i drift i dette området i løpet av 2012.

4.1 Anlegg som bør skiftes med hensyn til driftssikkerhet

Enkelte anlegg er per definisjon utslitt og/eller så gamle at det er behov for en oppgradering for å sikre en sikker varmeleveranse. Enkelte anlegg har heller ikke reservekapasitet dersom kjelanlegget settes ut av drift. For enkelte bygg, spesielt boenheter, er det viktig at man sikrer varmeleveransen med et primært energisystem i tillegg til en reservekapasitet. Reservekapasiteten vil i tillegg fungere som en spisslastenhet i de kaldeste periodene. Gjennom det arbeidet og befaringene som har blitt gjort i forbindelse med utfasing av oljekjeler i kommunale bygg i Arendal kommune, utpeker følgende bygg seg som de mest aktuelle med hensyn til å etablere en ny varmesentral.

1. **His bo- og omsorgssenter.** Oljekjelanlegget her er omkring 50 år gammelt og i den siste perioden har det vært en del driftsproblemer. Dette gjelder i stor grad forsyning av olje, men anlegget i sin helhet er per definisjon utslitt. Det er også en rekke forhold som gjør det interessant å se på å sette inn et nytt biobrenselanlegg her. Deler av bygningsmassen åpner for muligheter til å integrere et nytt anlegg uten at det vil endre byggets daglige drift eller visuelle forhold.
2. **Heimdalsveien 6.** Det har vært en del driftsproblemer med oljekjelen som står i Heimdalsveien 6. Hvis det er aktuelt for Agder Energi Varme AS å levere fjernvarme til dette bygget, vil dette være den beste løsningen. Eventuelt kan det være aktuelt å gjøre et pilotprosjekt med fyring med biodrivstoff. Det bør settes inn en elektrokjel i tillegg.
3. **"Det blå bygget".** Varmeanlegget, som kun består av en elektrokjel, ved "Det blå bygget" på Eydehavn er i svært dårlig forfatning. Kjelanlegget har blitt forsynt med prioritert kraft, noe som er uheldig og dyrt på grunn av høy nettleie og faste avgifter. Eksisterende fyrrom vil ikke være stort nok til å romme et biobrenselanlegg, men forholdene ligger godt til rette for å etablere en containerbasert varmesentral, og det kreves korte rørstrekk for å koble bygningsmassen til varmesentralen.
4. **Bjorbekk administrasjonsbygg.** Oljekjelen som står i dette bygget er gammel og med hensyn til det som forventes av et slikt anlegg, er det modent for utskiftning. Fyrrommet er stort nok til å romme både et biobrenselanlegg og spisslast, men det er noen bygningsmessige utfordringer å få etablert et velfungerende silo- og matesystem for pellets.

4.2 Anlegg som bør skiftes ut med hensyn til god driftsøkonomi

Slik situasjonen er i dag med relativt lave strømpriser er det ingen anlegg som utpeker seg i forhold til å oppnå gode økonomiske driftsresultater.

4.3 Anlegg som bør skiftes med hensyn til godt tilrettelagte forhold

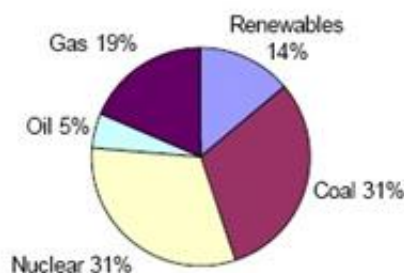
Plass og atkomstforhold er to faktorer som setter en del begrensninger i forhold til hvor lett det vil være å etablere en varmesentral basert på fornybar energi. Det er i første rekke biobrenselanlegg som er det mest plasskrevende anleggene, men det er også en del forhold som skal ligge til rette for å sette inn et varmepumpeanlegg i eksisterende bygningsmasse. Følgende bygg har gode forhold for tilrettelegging av ny varmesentral.

1. **His bo- og omsorgssenter.** Fyrrommet er stort nok til å romme både et biobrenselanlegg og spisslastkjeler. Samtidig er det flere muligheter for å integrere en brensel silo i bygningsmassen uten at dette vil gå utover den daglige driften og bruken av bygget. Det er også gode atkomstforhold til både fyrrom og siloanlegg.
2. **Flosta skole.** Dette anlegget er helt nytt, og det er satt av god plass i fyrrommet. Ved å omdisponere plassen i dette rommet vil det være nok plass til å sette inn et biobrenselanlegg. Fyrrommet ligger også lett tilgjengelig, og dersom det er aksept for å sette opp en silo på skoleplassen, ligger forholdene svært godt tilrette for å etablere et biobrenselanlegg ved Flosta skole.
3. **Stuenes ungdomsskole og Stokken barneskole.** Forholdene for å etablere et nærvarmeanlegg ved denne bygningsmassen ligger godt tilrette. Det er gode atkomstforhold og muligheter for å sette opp en ny varmesentral. Et viktig moment å ta med i denne betraktningen er at det bør legges opp til å kunne forsyne Stueneshallen, som ligger mellom de to skolebyggene, med vannbåren varme.

5 CO₂-regnskap

I forhold til CO₂-utslipp og hvor mye utslippene reduseres med ved å konvertere fornybare energikilder i forhold til å bruke elektrisitet til oppvarming er helt avhengig av konteksten og i hvilken sammenheng dette er satt inn i. Argumentasjonen i forhold til reduksjon i CO₂-utslipp må sees i en europeisk målestokk og kan ikke argumenteres med at Norge reduserer sine CO₂-utslipp, siden nesten all elektrisitetsproduksjon i Norge er basert på vannkraft, som defineres som fornybar energi. Norge var i 2007 en netto eksportør av fornybar elektrisk kraft med 10 TWh, mens i 2006 importerte Norge 1 TWh. Dette illustrerer at det svinger en god del. Til nå har man regnet med at i et normalår importerer Norge 7-8 TWh. Dette betyr at hvis Norge i større grad bruker vannbåren varme basert på fornybar energi fremfor elektrisitet til oppvarming, vil Norge eksportere mer kraft til Europa. Med en økt andel fornybar elektrisk kraft kan det europeiske markedet redusere sin elektrisitetsproduksjon basert på fossile energikilder og dermed redusere utslippet av fossilt CO₂. I de årene Norge produserer for lite kraft i forhold til eget forbruk vil ikke behovet for å importere like mye fossil kraft fra Europa dersom større deler av energien kan distribueres via vannbårne anlegg. Dette betyr at om Norge importerer eller eksporterer må man se på dette i en europeisk målestokk når det gjelder kutt i CO₂-utslipp. Fordeling av energibærere til elektrisitetsproduksjon i EU er vist i Figur 6.

EU 25 electricity generation by fuel in 2003



Figur 6: Elektrisitetsproduksjon i EU 2003.

Dersom man antar at fordelingen av forbruk mellom biobrensel og gass/olje er henholdsvis 80 og 20 % ved etablering av ny varmesentral, blir spesifikt utslipp av CO₂ 0,12 kg CO₂ per kWh varme produsert. For kull, olje og gass er det spesifikke CO₂-utslippet henholdsvis 1,33 kg CO₂/kWh, 0,60 kg CO₂/kWh og 0,33 kg CO₂/kWh. Ved å bruke fordelingsprosenten til olje, gass og kull i Figur 6 kan man finne en tilnærmet verdi i forhold til utslipp av CO₂ ved produksjon av elektrisk kraft innenfor EU, og gir et utslipp på 0,5 kg CO₂ per kWh.

Basert på disse tallene får man et CO₂-utslippet på 1571 tonn med dagens energibruk i de byggene som er analysert i denne rapporten. Dette forutsetter at det tas utgangspunkt i elektrisitet som er produsert innenfor EU med en fordeling som angitt i Figur 6. Ved å gjennomføre en utfasing av olje- og elektrokjelene i disse byggene og erstatte det med fornybar energi basert på biobrensel, vil dette utslippet reduseres til 180 tonn. Dermed blir CO₂-utslippet redusert med 88 %.

Anlegg	Varmebehov [kWh/år]	CO2 tonn/år Elektrisitet = 100 % "europeisk" kraft	CO2 tonn/år Elektrisitet = 50/50 vannkraft og "europeisk" kraft	CO2 tonn/år Resultat ved gjennomføring av utfasingsprogrammet
Oljefyrte kjeler	945 000	319	319	-
Elektrokjeler	2 505 000	1252	626	-
Sum	3 450 000	1571	945	180

Tabell 14: Utslipp av klimagasser, mål i CO₂-ekvivalenter.

For oljefyringsanleggene er det benyttet en gjennomsnittlig virkningsgrad på 80 %.

6 Søtteprogram

6.1 Varmeproduksjon

Enovas program for varme har som formål å fremme leveranse av varmeenergi til bygningsoppvarming og prosessvarme, i lokale energisentraler eller i fjernvarmesystemer i Norge. Varmeleveransen skal være basert på fornybare energikilder, som jomfruelige biobrensler, energigjenvinning fra avfall (inklusive bio- og deponigass), industriell spillvarme og varmepumper. Programmet godtar varmeenergi i form av prosessvarme, varme, kjøling og termisk produsert elektrisitet. Prosjekter som støttes må representere varig leveranse av fornybar varmeenergi.

Enova ønsker å rette programmet mot prosjekter med en fornybar energileveranse større enn 0,5 GWh/år og en installert effekt på mer enn 100 kW. For å imøtekomme disse kravene vil det være aktuelt at en eventuell søknad til Enova omfatter flere bygg. På denne måten reduseres også mengden arbeid og behandlingstid forbundet med en søknad om investeringsstøtte.

6.2 Lokale energisentraler

Det har også blitt besluttet av Enova å opprette et eget program for lokale energisentraler. Programmet skal gi investeringsstøtte til konvertering av varmesentraler basert på olje og el, samt økt installering av energisentraler basert på fornybare energikilder som fast biobrensel, termisk solvarme og varmepumpe. Dette er programmet vil være det mest relevante å søke på i denne sammenheng.

6.3 Innovasjon Norge

Innovasjon Norge har også støtteordninger for etablering av varmforsyning basert på bioenergi. Programmet skal stimulere jord- og skogbrukere til å produsere, bruke og levere bioenergi i form av brensel eller ferdig varme. I tillegg til å gi økt verdiskaping skal det legges vekt på de ringvirkninger og den kompetanseeffekt programmet kan bidra til.

7 Oppsummering

Motivasjonen for å gjennomføre en utfasing av oljekjeler og fyring med elektrisitet bør i hovedsak ikke være basert på de økonomiske analysene basert på dagens energipriser, men sees i et mer langsiktig og miljørelatert perspektiv. Med mål om å bli en klimanøytral kommune vil det alltid være noen grep som er nødvendig å gjøre til tross for at det ikke er bedriftsøkonomisk lønnsomt, deriblant konvertering til fornybar energi.

En del av de kommunale anleggene er per definisjon er utslitt, og det vil være naturlig å velge en fremtidsrettet og fornybar energiløsning ved utskifting av disse anleggene. Det er også viktig at man begynner "i det små" og danner seg en del erfaringer om innkjøp av anlegg og drift. Dette kan gjøre det enklere å tilpasse løsninger for andre bygg og anlegg. For enkelte bygg kan det være mest fornuftig å se på mulighetene for å knytte seg til et felles varmedistribusjonsnett. Dette gjelder i hovedsak de byggene som ligger innenfor eksisterende og omsøkt konsesjonsområde for fjernvarme, som per 2008 er Heimdalsveien 6 og Myra skole. Siden energibehovet ved Heimdalsveien 6 er så lavt vil det være tvilsomt at det vil være aktuelt å forsyne dette bygget med fjernvarme.

Ved å konvertere varmeproduksjonen i alle de 13 byggene til fornybar energi, kan det oppnås en utslippsreduksjon av fossilt CO₂ på opp til 1390 tonn per år. Dette er basert på et årlig energibehov på 3,45 GWh, fordelt på 0,95 GWh olje og 2,5 GWh elektrisitet. Det er imidlertid viktig at dette sees opp mot at strømmen som brukes i dag da vil erstatte "europeisk" elektrisitet, som i stor grad er produsert fra ikke-fornybare energikilder.