



EXAMENSARBETE | BACHELOR'S THESIS

NÄRVÄRMEANLÄGGNINGAR
TEKNISK UNDERLAGSRAPPORT OCH
SAMMANSTÄLLNING AV
DRIFTSERFARENHETER

Mattias Kjällquist

Energiingenjörsprogrammet
Högskolan i Halmstad

Henrik Gadd

Halmstad den 23 maj 2011

Sammanfattning.

I takt med att intresset för närvärmeanläggningar har ökat har även behovet av hjälpmedel som kan förenkla den initiala projekteringen för potentiella entreprenörer blivit mer relevant. Energikontoret Skåne, LRF, Länsstyrelsen och Skogsstyrelsen sitter i styrgruppen för ett EU-finansierat närvärmeprojekt som drivs av LRF bland annat med syfte att skapa möjligheter för att få igång fler närvärmeanläggningar i regionen och för att hjälpa landsbygdsföretag att utveckla affärsidéer inom området. Det finns redan god kunskap och goda exempel på lyckade närvärmeanläggningar runt om i Skåne, men det finns ett behov av att samla in och sammanställa mer information ifrån dessa anläggningar för att underlätta för framtida projekt.

Tanken med arbetet har varit att försöka beskriva de steg som ingår i den initiala projekteringen av en närvärmeanläggning genom att tekniskt gå igenom de olika komponenterna och deras påverkan på varandra. Främst handlar det om att förstå olika bränslens egenskaper och påverkan på förbränningsförloppet. Detta är viktigt dels för att få ut maximal prestanda ifrån sin anläggning, för dess livslängd, för att dimensioneringen ska bli riktig samt för att lönsamhetskalkylen ska hålla vad den lovar.

Tanken har sedan också varit att beskriva andra aspekter vid projektering, så som vilka tillstånd som behövs och hur mycket tid samt kunskap som krävs för att driva en anläggning. Studiebesök på faktiska anläggningar har även gjorts för att få förståelse till bränsleval och systemlösningar samt att få reda på driftserfarenheter.

Abstract.

As the interest for planning minor local heating plants has increased the need to develop tools that are able to ease the initial planning for potential entrepreneurs also has become more relevant. Energikontoret Skåne, LRF, Länsstyrelsen and Skogsstyrelsen are sitting in the steering group of a EU-financed minor central heating plant project run by LRF with the purpose of creating opportunities to get more plants started and also to try and help local entrepreneurs on the countryside to come up with business concepts within the business area. There are already good examples on minor central heating plants all around Skåne, but there is a need to collect and compile information about these plants to make it easier for future local heating plants.

The idea behind this rapport has been to try and explain the different steps that come into the initial planning of a local heating plant by describing the different components and how they affect each other. Foremost this rapport tries to explain the different types of fuels and how they affect the combustion process. This is important to understand to get as much energy out of the fuel as possible, to get a solid plant with a long life and also to make sure the dimensioning of the plant and the profitability calculation will be accurate.

The idea have also been to explain other aspects that comes into the planning of a local heating plant, such as what permits are required and how much time and knowledge is needed to run a plant. A couple of study visits to minor central heating plants have also been made to gather practical knowledge about active local heating plants.

Förord:

Jag vill tacka Cecilia Thapper, Nils-Gunnar Cato, Ewa Marie Rellman, Kjell Kristensson och Helena Nilsson som alla sitter i styrgruppen för LRFs närvärmeprojekt för att jag har fått möjligheten till att få skriva detta examensarbete. Jag vill också tacka Henrik Gadd som har varit min handledare på Halmstad högskola och Kjell Kristensson igen som även varit min handledare på energikontoret Skåne för viktig och bra input under arbetets gång. Till sist vill jag tacka Christer Ericsson, Arne Malm och Göran Hansson för att jag fick möjligheten att komma ut och titta på deras närvärmeanläggningar.

Innehållsförteckning

1	BAKGRUND:	6
1.1.	EXERGI	7
1.2.	FJÄRRVÄRME OCH NÄRVÄRME:	8
2.	SYFTE:	10
3.	METOD:	11
4.	ÖVERGRIPANDE STEG I ETT NÄRVÄRMEPROJEKT:	12
5.	VAL AV BRÄNSLE	13
5.3.	BIOBRÄNSLE:	15
5.3.1.	SKOGSBRÄNSLEN:	16
5.3.1.1.	FLIS	16
5.3.1.2.	FÖRÄDLADE TRÄDBRÄNSLEN	17
5.3.2.	AGRARA BRÄNSLEN:	17
5.3.2.1.	SPANNMÅL:	19
5.3.2.2.	HALM:	19
5.3.2.3.	SALIX:	20
6.	VAL AV TEKNIK:	21
6.1.	PANNOR OCH FÖRBRÄNNING:	21
6.2.	PANNKONSTRUKTION:	23
6.3.	PANNREGLERING:	23
6.4.	PANNVERKNINGSGRAD OCH EMISSIONER:	24
6.5.	PANNCENTRAL:	25
6.6.	DISTRIBUTION:	26
7.	ALLMÄNT OM ANMÄLAN/MILJÖKRAV, UPPHANDLING/PROJEKTERING OCH ÖVERTAGANDE/DRIFT:	28
7.1.	ANMÄLNINGSPLIKT OCH MILJÖKRAV:	28
7.2.	PROJEKTERING OCH UPPHANDLING:	28
7.3.	ÖVERTAGANDE OCH DRIFT:	29
8.	STUDIEBESÖK:	30
8.1.1.	SÖSDALA:	30
8.1.2.	ÅSTORP:	30
8.1.3.	BOLLERUP:	31
9.	DISKUSSION:	32
LITTERATURFÖRTECKNING		34

1 Bakgrund:

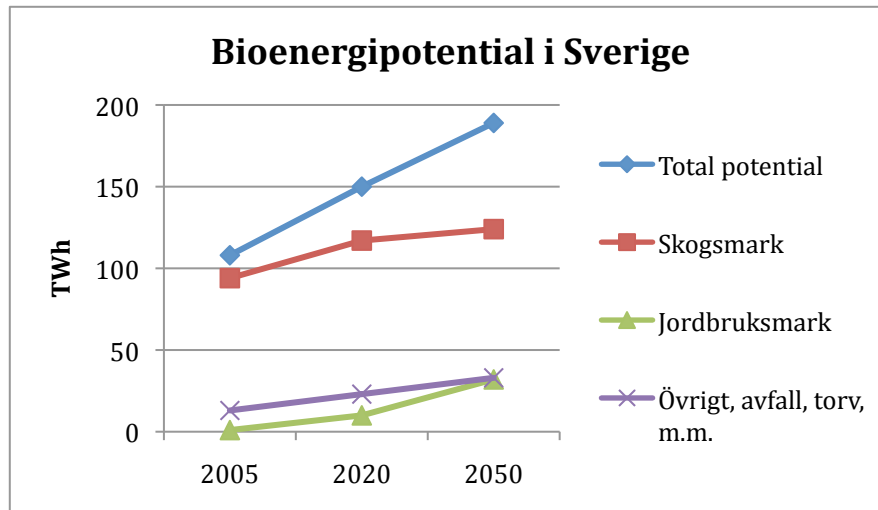
Klimatförändring kan ses som nutidens och kommande generationers främsta hot mot en fortsatt ekonomisk utveckling. Inom forskarvärlden råder det nu så gott som konsensus om att människans livsstil de senaste 100 åren har haft en negativ inverkan på miljön¹. Även om klimatförändringen i allra högsta grad är ett globalt problem har ansvarsfördelning på globalnivå gjort det svårt att enas om tydliga mål och åtgärder. I FN:s ramkonvention (UNFCCC) står det dock att de länder som bär störst ansvar för koldioxidutsläppen, de industrialiserade länderna, också bär det yttersta ansvaret när det kommer till att ta ledningen och komma igång med klimatförändringsarbetet.

EU företräder medlemsstaterna i de internationella klimatförhandlingarna. I väntan på ett globalt beslut har EU drivit igenom EU2020 direktivet som säger att de totala utsläppen av koldioxid ska minskas med 20%, av EU:s totala energikonsumtion ska 20% hästamma ifrån förnybar energi samt att man ska nå ett mål av 20% energieffektivisering till år 2020 (med 1990 års mätvärden som basår). Utifrån detta direktiv har Sverige blivit ålagda att skära ner på sina koldioxidutsläpp till 49% av sina totala utsläpp till 2020. Då det i Sverige finns goda förutsättningar när det kommer till en omställning mot ett mer hållbart energianvändande har man valt att tecknat egna nationella mål. Man har skärpt till kravet ifrån EU direktivet 2020 med 1% så att man nu istället ska skära ner på koldioxidutsläppen till 50%. Man har även satt ett mål som säger att energianvändningen i Sveriges bebyggelse ska halveras till år 2050.

Även om det finns goda förutsättningar för ett mer hållbart samhälle i Sverige skiljer sig utvecklingspotentialen åt en hel del beroende på vilken energikälla man väljer att titta på. Tittar man till elproduktion har Sverige byggt ut sin vattenkraft till en nivå att fortsatt storskalig utbyggnad inte kan anses vara miljöetiskt hållbart samtidigt som utbyggnaden av den svenska kärnkraften fortfarande är ett ämne för het debatt både när det kommer till säkerhet som hållbarhet med tanke på slutförvaringen av bränslet. Däremot finns det en god potential i vindkraft då Sverige har en stor landareal per capita och även mycket kust som lämpar sig väldigt bra för vindkraftsetablering. Detta har föranlett ett beslut om ett planeringsmål för svensk vindkraftsetablering på 30TWh till år 2020.

Tittar man på bioenergi så har Sverige en skog som växer snabbare än den avverkas vilket betyder att man har en utnyttjad resurs som kan användas till el- och värmeomvandling i kraftvärmeverk eller som uppvärmning i mindre värmeverk och villapannor. Det finns även en god potential i det Svenska jordbruket där agrara bränsletekniker snart kan ses som lika utvecklade som de bränsletekniker som utnyttjas vid förbränning av skogsprodukter. Lägg där till avfallsförbränning som även har en utvecklingspotential så har man en möjlig resursökning från ca 127 TWh 2010 till 189TWh 2030 (se figur 1) och detta utan att ta ny mark i anspråk, det handlar enbart om att utnyttja resurser bättre.

¹ Vetenskapsredaktionen, svt, den 12 5 2010, http://svt.se/2.108068/1.1955993/forkrossande_majoritet_enig_om_klimatforandringarna?lid=puff_1960408&lp_os=rubrik.



Figur 1 Bioenergipotential i Sverige fram till 2050(Sidén, 2009)

1.1. Exergi

Även om det finns goda förutsättningar i Sverige för ett hållbart samhälle och att alla indikatorer tyder på att vi kommer att nå koldioxidutsläppsmålet tidigare än 2020 så gäller det att inte slå sig till ro utan tänka långsiktigt och globalt. Därför är det viktigt att man resonerar runt vilken energi som används till vad. För att bestämma kvaliteten på energi kan man använda sig av uttrycket exergi. Exergi säger i grunden att man inte kan jämföra 50 gradigt vatten som enbart kan användas till uppvärmning med elenergi som kan användas till samma uppvärmning men också till att driva en elmotor som omvandlar elenergi till kinetisk rörelseenergi med nära 100% verkningsgrad. Utifrån det resonemanget kan man då säga att elenergi lämpar sig bättre i till exempel eldrivna motorer än att direktvärma radiatorer².

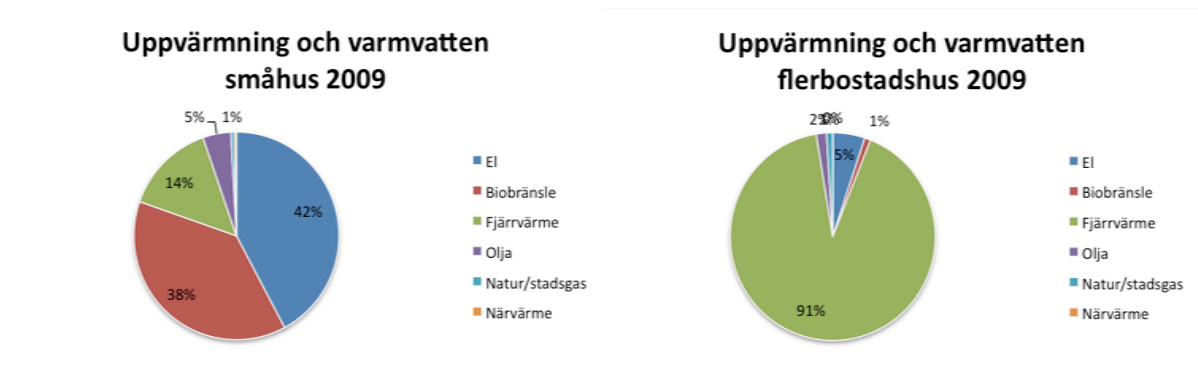
Exergi är en faktor som för tillfället känns väsentlig att prata om när man tittar på energianvändningen i Sverige. På grund av att man har en negativ nettoproduktion av elkraft vissa år blir man beroende av att importera elkraft som ofta är producerad med hjälp av fossila bränslen. Så länge Sverige har förutsättningar som kräver elimport måste en minskning av elanvändningen ses som en av de viktigare åtgärderna om man vill minska utsläppen av koldioxid. Därför, beroende på olika förutsättningar, finns det bättre och sämre alternativ när det kommer till konvertering bort ifrån en gammal oljepanna eller direktverkande el. Tummregeln som genomsyrar den här rapporten utgår ifrån att kvaliteten på energin ska så långt det går bestämma vilket uppvärmningsalternativ som bör premieras. Därför är det för tillfället att föredra uppvärmning med förbränning av biobränslen, främst då på grund av den outnyttjade potentialen som finns tillgänglig, över andra former av uppvärmning där möjligheten finns och istället använda elenergin till nyttigare saker. Ett exempel kan vara att titta på en närvärmeanläggning på 200kW som kräver ca 10MWh el om året för att fungera och som producerar ca 600MWh värme om året och jämföra denna med värmepumpar med ett antaget CoP värde till 3 som kommer behöva 200MWh el för att producera samma värme. Eftersom närvärmeanläggningen puttar ut 60 kWh värme per kWh el samtidigt som värmepumpen bara puttar ut 3 kWh värme per kWh el, kommer elen till bättre användning i en närvärmeanläggning en när den används för att driva

² Sidén, G. (2009). *Förnybar energi* (1:1 uppl.). Studentlitteratur.

värmepumpar. Att det sedan tillkommer bränsle för att få fram den producerade värmen i närvärmeanläggningen är inte relevant utifrån diskussionen om ett fossilbränslefritt hållbart samhälle så länge vi har en tillväxt av biobränslen samtidigt som vi importerar el de kallaste månaderna av året.

1.2. Fjärrvärme och närvärme:

Sverige började tidigt med sin omställning av sitt energisystem genom att man redan på mitten av 80-talet ålade kommunerna att börja jobba mot att göra sig oberoende av fossila bränslen i bostäder och lokaler. Detta faktum tillsammans med 50-60 talets miljonprojekt där man började bygga flerbostadshus med ett gemensamt värmesystem banade vägen för fjärrvärmens utveckling. 2009 svarade fjärrvärmerna för ca 91% av den totala uppvärmningen av flerbostadshus och för ca 60% av den totala uppvärmningen i svenska byggnader. Däremot minskar andelen fjärrvärme om man tittar på villor och småhus där den bara står för 14% av den totala uppvärmningen och även desto längre ifrån tätbebyggda områden man kommer. Detta beror på att lönsamheten minskar desto glesare det blir mellan värmekunderna.



Figur 2 Uppvärmning och varmvatten för småhus, resp flerbostadshus 2009; (SCB, 2009)

Den viktigaste parametern för att se lönsamhet i ett fjärrvärmesystem är därför den så kallade linjetätheten (MWh/m). Denna visar om det finns tillräckligt med kunder/värmebehov för att summan av omvandling och distribution ska bli lägre än konkurrerande värmealternativ³. Det är denna parameter som begränsar anslutning till fjärrvärmesystemet i icke tätbefolkade områden som till exempel mindre villaområden i utkanten av en större stad eller landsbygdsorter. Ofta är inte heller småskaligheten vidare intressant för de större energibolagen och det är här det kan vara intressant att titta på om förutsättningarna finns för ett mindre, lokalt fjärrvärmenät som ansluts till en mindre värmeanläggning. Men förutsättningarna för ett sådant system beror fortfarande på värmebehovet/linjetätheten, för även om systemet är mindre grundar det sig på samma lönsamhetsprinciper.

Grundtanken med ett närvärmesystem är den samma som i ett fjärrvärmesystem, det vill säga man har en central värmekälla vars uppgift är att värma upp ett energibärande medium, oftast vatten, som sedan distribueras ut i ett kulvertsystem ut till värmekonsumenten. Fördelarna med ett sådant system är att man flyttar ut produktionen ifrån en mindre lokal-, till en större central produktion vilket kan ses

³ Svend Frederiksen and Sven Werner, *Fjärrvärme; Teori, teknik och funktion*, 1:12 (Studentlitteratur, 1993)

som bekvämligt ifrån ett användarperspektiv. Storskaligheten ger generellt en högre verkningsgrad på energiomvandlingen men betyder även att man får en ofrånkomlig förlust i det nödvändiga distributionssystemet som måste byggas för att nå ut till användarna som ansluts. För att systemet ska anses vara lönsamt måste, precis som i ett fjärrvärmesystem, summan av den lägre produktionskostnaden och den tillkommande förlusten i distributionsnätet vara lägre än de anslutna kundernas alternativa sammanlagda värmekostnad⁴.

⁴ Frederiksen, S., & Werner, S. (1993). *Fjärrvärme; Teori, teknik och funktion* (1:12 ed.). Studentlitteratur.

2. Syfte:

I takt med att intresset för närvärmeanläggningar har ökat har även behovet för hjälpmedel/verktyg som kan underlätta och rationalisera processen för potentiella entreprenörer vid både det initiala stadiet och djupare in i projektering av en närvärmeanläggning blivit mer relevant.

Energikontoret Skåne, LRF, Länsstyrelsen och Skogsstyrelsen sitter tillsammans i styrgruppen för ett EU-finansierat närvärmeprojekt som drivs av LRF med syfte att skapa möjligheter för att få igång fler närvärmeanläggningar i regionen och hjälpa landsbygdsföretag att utveckla affärsidéer inom området. Det finns redan god kunskap och goda exempel på lyckade närvärmeanläggningar runt om i Skåne, men det finns ett behov av att samla in och sammanställa mer information ifrån dessa anläggningar för att underlätta för framtida projekt.

Syftet med denna rapport är:

- Att beskriva de olika stegen i uppbyggnaden av en anläggning. Gå igenom tänkbara bränslen samt förbränningsteknik, beskriva panncentral och distributionsnät.
- Att titta på faktiska anläggningar för att få förståelse för:
 - Varför man valt den systemlösning/bränsle man gjort?
 - Hur projekteringen av anläggningen såg ut?
 - Driftserfarenheter?
 - Om man kunnat göra om anläggningen idag, vad hade man då förändrat?

2.1. Avgränsningar

Pågrund av storleken av andra poster kommer denna rapport främst att fokusera på val av bränsle samt förståelse för bränslets inverkan på förbränningsförloppet och för pannans verkningsgrad. Andra poster så som anmälan, projektering och drift kommer enbart beröras väldigt generellt.

Det finns inte heller någon klar storleksmässig definition på vad som anses vara en närvärmeanläggning och i mångt och mycket kan man säga att tekniken och bränslena inte varierar nämnvärt förrän man kommer upp i storlekar över 10MW. Denna rapport kommer dock främst att titta på anläggningar mellan 0,5-2,5 MW.

Rapporten kommer även enbart att fokusera på fastbränsleanläggningar. Även om det finns tekniker för att elda andra typer av biobränslen så som biogas och biodiesel kommer dessa bara att beröras i den avslutande diskussionen. Detta beror dels på att det inte finns så många småskaliga anläggningar som eldar med annat än fastbränsle, vilket i så fall skulle betyda att rapporten skulle gå emot sitt syfte att peka på goda exempel och driftserfarenheter från andra närvärmeanläggningar, men även för att det skulle innebära ett moment till i beskrivandet av annan typ av teknik och utrustning.

3. Metod:

Detta har genomgående varit en litteraturstudie. Generellt kan man säga att den grundläggande informationen har hämtats ifrån kurslitteratur och anteckningar tillhörande energiingenjörsutbildningen med inriktning mot förnyelsebara energikällor på halmstad högskola under perioden HT 2008-VT 2011, där (Sidén, 2009), (Alvarez, 2006) och (Frederiksen & Werner, 1993) varit de oftast återkommande informationskällorna. Grundläggande struktur av rapporten har sedan hämtats ifrån diverse internetpublikationer och hemsidor för pannstillverkare och projektörer. Mer djupgående kunskap om förbränning och om bränslen har till stor del hämtats ifrån SP:s hemsida och även bioenergiportalen som har fungerat lite som en spindel i nätet för informationsinsamling. En mindre fältstudie har även genomförts genom ett antal studiebesök på närvärmeanläggningar, detta för att få ett mer praktiskt perspektiv gällande drift av dessa anläggningar.

Även om det finns väldigt mycket information om de olika delarna i en närvärmeanläggning har det ändå varit svårt att hitta information som förklarar sambanden mellan de olika delarna, då den sällan har varit samlade på ett och samma ställe. Det har även varit svårt att hitta information specifikt för det effektintervall/anläggningsstorlek som jag har valt att titta på vilket påverkat rapporten i det att den fått en mer generaliserande karaktär än vad det från början var menat. Om detta beror på att frågeställningen inte varit tillräckligt relevant eller om anläggningar i detta intervall är ett relativt nytt fenomen får lämnas därhän, en kort utveckling av personliga intryck angående detta finns att läsa i diskussionskapitlet.

4. Övergripande steg i ett närvärmeprojekt:

Vad som kan tänkas trigga igång ett närvärmeprojekt kan variera en hel del. Det kan vara en lantbrukare eller en större fastighetsägare med gott om utrymme som bestämt sig för att uppgradera en gammal oljepanna. Det kan även vara ett byalag eller en lokal förening som gått ihop för att dela på sina värmekostnader och drift eller så kanske kommunen har ett uttalat miljömål som innefattar att göra sig av med sina gamla oljepannor.

Det finns inga tydliga regler eller storleksmässiga avgränsningar på vad som anses vara en närvärmeanläggning men generellt kan man säga att anläggningen ska betjäna mer än en användare. Man kan även utgå ifrån regler för anmälnings- och tillståndsplikt vid uppförandet av en anläggning. Här kan man dra en gräns mellan 0,5-10MW. Under 0,5MW finns det ingen anmälningsplikt och är anläggningen större än 10MW krävs det en tillståndsplikt vilket betyder att man måste göra en MKB (miljökonsekvensbeskrivning).

Vid projekteringen av en närvärmeanläggning kan man lite krasst dela upp handlingsplanen i ett antal projekteringssteg. Det första steget är att en grundläggande intresseanmälan, ett kundunderlag och inventering på vad det finns för kunskap inom ledningsgruppen/initiativtagarna görs. Kanske det finns personer med kunskap inom vissa områden eller som kanske redan driver annan verksamhet som kan gynna den fortsatta projekteringen. Nästa steg blir sedan att välja bränsle, detta beror på att bränslevallet är grundläggande för resten av anläggningen då det bestämmer vilken typ av panna man behöver och även vilken typ av lagringsutrymme som kan tänkas behövas för bränslet. Efter bränsle väljer man sedan teknik, här väljer man pannan och man dimensionerar även upp systemet, det är här man gör en grov kostnadskalkyl som visar på om anläggningen kan bli lönsam eller inte. Det är inte förrän i det fjärde steget som det fysiskt börjar hända något, det är här man anlitar en entreprenör, lägger ut olika delar av anläggningen för upphandling och i slutändan beställer sin anläggning. Det är även i samband med detta steg som det kan vara bra att kontakta myndigheter för att anmäla sin framtida anläggning. Det sista steget är att anläggningen trimmas in och överlämnas till ägare som tar över driften.



5. Val av bränsle

Anledningen till att det första steget i ett närvärmeprojekt är att bestämma vilket bränsle man ska använda beror på att olika bränslen har olika beskaffenheter. Beroende på bränslets storlek, elementära sammansättning samt fukttinnehåll får det olika förbränningsegenskaper. Detta gör valet av bränsle till en viktig parameter vid den fortsatta uppbyggnaden av förbränningsanläggningen.

Man delar in bränslen i bibränslen och fossila bränslen men ser man utifrån grundtanken att ett närvärmesystem ska vara en bra miljöinvestering samtidigt som det ska finnas möjlighet till andra positiva effekter så som nya marknader som kan leda till jobb i form av bränsleleverans eller askhantering, är det enda intressanta eldningsalternativet att titta på bibränsleanläggningar. Väljer man sen att lägga till den ekonomiska faktorn så är eldningsoljans prisutveckling sådan att det för närvarande inte går att motivera att elda med annat än bibränslen^(Figur4).

	Pellets	Flis	El	Eldningsolja
Pris [kr/kWh]	0,54	0,20	1,10	11700 [m ³]
Förbrukning [kWh]	25000	25000	25000	25000
Energiinnehåll [kWh/m ³]	3200	900	-	10000
Verkningsgrad	0,85	0,75	100	0,90
Bränsle [m ³]	9,19	37	-	2,78
Årskostnad [kr]	13500	6700	27500	32500

Tabell 1 Årskostnad för bränsle för en normalvilla med 25MWh

Att sedan hitta vilket som är det mest ekonomiska bibränslet beror både på lokala förutsättningar och på bränslemarknaden i sig. Det mest miljövänliga alternativet är ju om man kan hitta lokala leverantörer och undvika onödiga transporter.

5.1. Ursprung och hållbarhet:

Fossila bränslena som geologiskt lagrat kol, olja och naturgas kallar vi för ändliga resurser på grund av att det har tagit jorden flera hundra miljoner år att bygga upp detta lager. Förbränner man dessa resurser i den takt vi gör för närvarande så leder det till en nettotillförsel av koldioxid i atmosfären. Biobränslen avger också koldioxid när dessa förbränns, men till skillnad ifrån de fossila bränslena så ingår denna koldioxid redan i kolets biotiska kretslopp som är en del av fotosyntesen. Fotosyntesen är livsviktig då denna omvandlar koldioxid till syre och glykos. Detta gör att så länge tillväxten av nya träd och växter är lika stor som uttaget kommer inte någon ny koldioxid att tillföras atmosfären⁵. Det handlar alltså om en balans mellan tillväxt och uttag snarare än om bränslets ursprung, det är inte användningen av de fossila bränslen i sig som är problemet. Problemet är att vi plockar ut mer av de

⁵ Petersson, G. (2006). Kemisk miljövetenskap.

fossila bränslena än vad sedimenteringen av döda alger och plankton kan återbära till berggrunden och det leder till en ökning av koldioxid i atmosfären. Ett bra exempel är torv som har en återbildningstakt på ett par tusen år. Torven klassificeras som ett förnybart bränsle i Sverige eftersom tillväxten i svenska torvmyrar uppgår till ca 20 miljoner m³ per år samtidigt som uttaget ligger på ca 2-4 miljoner m³. I Finland räknar man också torven som ett biobränsle men i övriga Europa klassas torv som ett fossilt bränsle. Det bör även nämnas att när man bryter torv så går det åt en hel del insatsenergi och torvmyren kan ta en hel del skada därför krävs det en noggrann provning enligt torvlagen och en miljökonsekvensbeskrivning innan man får lov att skörda torv. Den årliga torvtillväxten motsvarar ungefär en energimängd på 20TWh och idag bryts ungefär en femtedel av den årliga tillväxten vilket skulle betyda en uttagspotential på 16TWh⁶.

5.2. Bränslen och förbränningsegenskaper:

Olika bränslen skiljer sig åt när det kommer till energiinnehåll och förbränningsegenskaper. Ett bränsles elementära sammansättning består av grundämnena kol, väte, syre samt en mindre mängd svavel och kväve samt ibland även en del klor, allt beroende på bränslets ursprung. Bränslet består även av olika mängder och olika typer av oorganiska ämnen så som mineraler och tungmetaller. Till sist innehåller även bränslet en större eller mindre del fukt. Då dessa delar av bränslet påverkar förbränningsegenskaperna på olika sett är det brukligt att man delar upp bränslet i tre delar, dessa är brännbar substans, aska och fukt.

Den brännbara substansen kan förekomma i fast form, då bestående av rent kol s.k. koks, och i form av flyktiga beståndsdelar som har förgasats vid bränslets uppvärmning. Det är i den brännbara substansen bränslets kemiska energi finns bundet och som frigörs till värmeenergi vid förbränning.

Askan har ingen direkt påverkan på förbränningsförloppet, men den kan ställa till med problem i eldstaden genom att tändning, samt slutförbränning kan försvåras. Detta är speciellt fallet hos bränslen med hög askhalt och låg smältpunkt på askan, så som spannmål. Även om askan inte avger någon energi vid förbränning består den av många näringsämnen som är viktiga för marken som bränslet skördats från. Därför är det viktigt att askan tas om hand och återförs så att marken inte utarmas. Näringsämnen så som kalcium, magnesium, kalium och fosfor finns i olika mängder i olika askor⁷.

Fukthalten i ett biobränsle är också en viktig parameter i det att vatten inte reagerar med syre i förbränningsreaktionen utan istället kräver energi för att fukten ska förångas. Resultatet av detta blir att förbränningstemperaturen sänks vilket kan leda till en ofullständig förbränning.

För att kunna identifiera den mängd energi man kan få ut vid förbränning använder man sig av ett mått kallat värmevärdet. Man skiljer på det kalometriskt och det effektiva värmevärdet. Det kalometriskt värmevärdet är den värme man teoretiskt kan få ut om man kan återvinna den energi som går åt att förånga fukten i bränslet. I

⁶ Sidén, G. (2009). *Förnybar energi* (1:1 ed.). Studentlitteratur.

⁷ Alvarez, H. (2006). *Energi Teknik* (Upplaga 3:3 ed.). Studentlitteratur.

förbränningsammanhang talar man ofta istället om det effektiva värmevärdet, vilket är den energi man får ut ur bränslets torrsbstans, eller det kalometriska värmevärdet minus den energi som binds i vattenångan i rökgaserna. Har man ingen rökgasåtervinning försvinner den energin ut genom skorstenen.

Bränslets fysiska struktur och aggregationsform spelar också roll för bränslets förbränningsegenskaper. Beroende på bränsle eller på var någonstans man befinner sig i själva förbränningsfasen kan bränslet uppträda i, fast, flyttande eller gasform. Det som skiljer dessa tillstånd åt är främst fukthalt samt förmåga att blanda sig med förbränningsluften, där gas blandar sig bäst och har lägst fukthalt och det fasta tillståndet blandar sig sämst och har högst fukthalt. Energiinnehållet i biobränslen i förhållande till fossila bränslen är lägre vilket betyder att det krävs en större kvantitet bränsle per utvunnen MWh för biobränslen (se figur.4).

	Eldningsolja	Träpellets	Spannmål	Halm 4-kantbal	Ved Bar/Löv	Flis Bar/Löv
Vattenhalt %	0	7-9	12-15	15-20	20-30	25-50
Volymvikt kg/m ³	840	650	500-800	150	330	200
Effektivt värmevärde kWh/ton	11900	4800-4900	4000-4200	3700-4000	3500-3900	3300-3700
kWh/m ³	10000	3100-3200	2100-3200	550-600	1150-1300	800-900
Verkningsgrad	85-90	80-85	75-85	75-80	75-80	75-80

Tabell 2 Exempel på olika biobränslets energiinnehåll och fukthalt i förhållande till eldningsolja;

5.3. Biobränsle:

Biobränslen är bränslen som består av biologiskt material, så kallad biomassa. Biomassa kommer ifrån solenergi som har omvandlats till kemisk energi genom fotosyntesen. Det är även denna fotosyntes som vid förbränning av biobränslen tar upp den koldioxid som släpps ut i form av nya växter. I teorin kan man därför säga att biobränslen idag är ett koldioxidneutralt bränsle. I praktiken är detta dock inte helt sant då det ofta krävs transporter och insatsenergi vid odling, skörd och förädling av biobränslen. Genom att göra en systemanalys av bränslets väg från råvara till förbrukning kan man se hur stor mängd faktisk koldioxid ett visst bränsle ger upphov till, detta kallas för att man tittar på bränslets energikvotbalans. Så länge man jämför med fossila bränslen så är detta nettotillskott (ca 4% av den energi man får ut av bränslet) ändå mindre än det man får ut vid förädling och transport av de fossila bränslena (ca 12% av uttagen energi ifrån bränslet)⁸.

Positivt med biobränslet är att det är diversifierat. Med det menas att bioenergi kan hämtas ur många olika typer av råvaror och det finns många olika möjligheter till förädling. Biobränslen kan användas till förbränning i form av ved och flis, energigrödor ifrån åkermark eller ifrån organiskt avfall ifrån hushåll och industrier. Biobränslen kan också förädlas till pellets, etanol och biogas. Detta öppnar för möjligheter till att kunna använda sig av lokala bioenergiråvaror och därmed minska transportkostnader och miljöpåverkan.

⁸ Petersson, G. (2006). Kemisk miljövetenskap.

Avfallsförbränning lämpar sig idag inte i mindre värmeanläggningar utan gör sig bäst i stora kraftvärmeverk med rökgaskondensering och med mer avancerad rökgasrening. Detta beror på att fukthalten kan vara hög i avfallet och det krävs en god kontroll på emissioner. Detta betyder att i närvärmeanläggningar är det bränslen som kommer ifrån skogen eller ifrån jordbruket som är intressanta att titta på.

5.3.1. Skogsbränslen:

Runt 85% av den bioenergi som används i Sverige kommer ifrån skogen. Detta är kanske inte så konstigt med tanke på att omkring 23 miljoner hektar av Sveriges yta består av skogsmark, vilket är mer än 50% av Sveriges totala areal. Då avverkningen av skog ligger runt 70-80 miljoner m³sk årligen och den årliga tillväxten runt 100 miljoner m³sk betyder det att skogen växer i förhållande till den årliga avverkningen med ca 20-30% årligen. Läger man där till en årlig kvantitet av stubbar, rötter och grot av ca 60-80 miljoner m³ så finns det en väldigt god utvecklingspotential för bioenergi ifrån skogen i Sverige⁹. All denna rest kan förvisso inte användas till förbränning utan en mindre del måste återföras för att marken inte ska bli utarmad. Det finns även en väl utvecklad pannteknik och en stabil bränslemarknad vilket gör att det finns en bra långsiktig säkerhet att elda med träbränslen.

5.3.1.1. Flis

Flis omfattar träbränslen som flisats eller krossats till smådelar och som är någon eller några centimeter i diameter. Flis kan komma ifrån skogsavverkning så kallad skogsflis och består då främst av grot (grenar, toppar och avverkningsrester), ifrån returträ även kallat RT-flis, samt ifrån energiskog (salix). Flis kan variera en hel del i kvalitet och detta beror främst på variationen i bränslets fukthalt. Fukthalten i sig beror inte bara på vilken typ av flis man använder sig av, där RT-flis eller flis ifrån sågverk oftast har den lägsta fukthalten och skogsflis och salix har en högre fukthalt, utan den kan även variera beroende på årstid och hur flisen har lagrats. Det är viktigt att bestämma sig för om man planerar att elda med blöt eller torr flis då variationen kan vara så stor att pannan kan få svårt att hantera ytterligheterna¹⁰.

Generellt kan man säga att desto större anläggning man har desto fuktigare flis kan man utnyttja. Detta beror på att flis med hög fukthalt gör sig bäst i anläggningar med rökgaskondensering och den tekniken är ofta för dyr för att användas i mindre anläggningar. Dock är detta en sanning med modifikation då torr flis även kan användas till annan produktion så som tillverkning av spånplattor vilket betyder att den är mer priskänslig än den blöta flisen.

Har man en gammal oljepanna finns möjligheten att konvertera den till flis, detta görs med hjälp av en förugn. Pågrund av flisens högre fukthalt och behov av en god uppblandning av luft för att få till en bra förbränning så är detta långt ifrån en optimal lösning och bör bara ses som en temporär lösning, kanske i uppstartsfasen när man inte har ett fullt utbyggt distributionsnät. Förugnen gör att man tappar från 35-50% av oljepannans effekt och även att det tillkommer en hel del extra jobb med sotning av pannan.

⁹ Sidén, G. (2009). *Förnybar energi* (1:1 ed.). Studentlitteratur.

¹⁰ Bohlin, F., & m.fl. (1999). *Energi från skogen*. SLU, Uppsala.

Flis är annars ett mycket vanligt bränsle i närvärmeanläggningar idag vilket dels kan ha att göra med att priset på flis har varit fördelaktigt i förhållande till främst de förädlade bränslena som pellets. Den andra förklaringen är att flispannor har en relativt god acceptans mot andra bränslen så som spannmål och pellets vilket gör att om man har en flexibel panna blir man mindre känslig för prissvängningar på bränslemarknaden.

5.3.1.2. Förädlade träbränslen

De förädlade träbränslena så som pellets och briketter består av olika biprodukter från skogsindustrin som kutterspån, sågspån och bark. Efter att det torkats pressar man samman detta till kompakta stycken. Det man får ut av att pressa ihop bränslet är ett högre energiinnehåll per massenhet bränsle samtidigt som man även får en standardiserad styckestorlek på bränslet vilket gör att det får bättre förbränningsegenskaper. Man kan även mala ner den torkade trämassan till pulver som sedan kan eldas i speciella pulverbrännare vilket förbättrar förbränningsegenskaperna än mer. Denna teknik är dock inget som används i mindre anläggningar utan lämpar sig främst i större värme- och kraftvärmeverk¹¹.

Pellets är precis som flis ett väletablerat bränsle som har ökat mycket på senare år och främst då på småhusmarknaden. Bränslet är välutbrett och det faktum att energitätheten i bränslet är högt är det inte lika priskänsligt för transportavstånd som mindre energitäta bränslen så som flis eller halm.

Pelletspannor lämpar sig väldigt bra i mindre närvärmesystem <750kW, där man kanske vill lägga ner minimalt med tid på drift och tillsyn. I större anläggningar blir det ofta svårare att konkurrera mot flisen. Detta beror dels på att priset på flis är så väldigt mycket lägre än på pellets samt även på grund av att förbränningsverkningsgraden på flis ökar med storleken på anläggningen. Däremot kan en gammal oljepanna, precis som med flis, konverteras till pellets och detta med ett bättre resultat än med flisen. Detta beror på att pellets har ett högre värmevärde samt ett jämnare bränsleutförande och att det finns speciella pelletsbrännare. Om man sätter in en pelletsbrännare i en befintlig oljepanna minskar effekten precis som vid en konvertering till flis. Skillnaden är att minskningen stannar vid ca 30%.

5.3.2. Agrara bränslen:

Idag kommer ca 1 TWh av den totala bioenergin i Sverige ifrån jordbruket. Det finns en stor potential i bioenergi från jordbruket som på sikt skulle kunna uppgå till 32 TWh om man räknar in restprodukter och användning av mark i träda¹². Av den totala svenska åkermarksarealen som uppgår till ca 3,2 miljoner hektar är det ca 4% eller ca 200000 ton spannmål som används till energigrödor. Av dessa 4% går idag 75% till etanolproduktion.¹³

Även om det är etanolproduktionen som dominerar bioenergin ifrån jordbruket så har intresset för att elda med spannmål ökat på senare år. Detta kan i mångt och

¹¹ Bohlin, F., & m.fl. (1999). *Energi från skogen*. SLU, Uppsala.

¹² Sidén, G. (2009). *Förnybar energi* (1:1 ed.). Studentlitteratur.

¹³ JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (den 21 06 2010). *Bioenergiportalen*. Hämtat från www.bioenergiportalen.se

mycket spåras till att vi har haft sjunkande priser på spannmål samtidigt som klimatsdiskussionen har varit väldigt mycket i fokus. Samtidigt har även tekniken tagit steg framåt och det finns nu både spannmålsbrännare samt bränsleflexibla pannor som kan hantera spannmålets speciella förbränningsegenskaper. Den största nackdelen med agrara bränslen för förbränning är dock att spannmålspriset fortfarande ligger högt i förhållande till vad priset på t.ex. flis eller pellets gör vilket då gör det ointressant att elda med spannmål. Att man även ifrån EU:s sida 2009 valt att ta bort energigrödestödet som infördes i samband med att EU:s jordbrukspolitik reformerades 2003 gör det än mer osäkert för odlare och värmeproducenter att satsa på spannmål.

Förutom att spannmål för eldning konkurrerar mot livsmedelsindustrin råder det även konkurrens om spannmålsresurserna inom biobränslemarknaden. Den största delen av bioenergin ifrån jordbruket går idag till transportsektorn och främst då till etanolproduktion och till viss del RME (syntetdiesel). Detta beror på att teknikutvecklingen inom transportsektorn främst fram till nu har valt att tro på etanol och RME produktion. Etanolproduktionen i Sverige framställs främst utav vete med 1/3 inblandning av rågvete och korn. Det finns en väl fungerande teknik att framsälla etanol ifrån sockerbetor, denna teknik används i bla Frankrike, Tyskland och Schweiz, men den har inte fått fotfäste i Sverige än. Det finns även ett antal pilotanläggningar för produktion av etanol från flis men dessa är inte utvecklade för storskalig produktion än. Uppgraderad biogas är också på frammarsch som fordonsbränsle men saknar fortfarande storskalighet och en fungerande infrastruktur. Detta betyder att den enda teknik som i dag används kommersiellt i Sverige är spannmålsbaserad och att det alltså inte just nu finns några konkurrerande alternativ i transportsektorn på samma sätt som det finns vid bostadsuppvärmning där man kan använda en mängd olika typer av biobränslen.

Så på grund av att det går lika bra att elda oförädlade restprodukter ifrån skogsindustrin som att elda agrara bränslen gör det att spannmål för förbränning endast är intressant att använda när det finns ett överskott och priset är så låga att de kan konkurrera med skogsindustrins restprodukter i form av t.ex. flis. Lägg där till att det krävs speciella pannor för att förbränna spannmål så kommer eldning med spannmål sannolikt att vara det minst lönsamma alternativet över den överskådliga tiden.

Detta till trots så är fortfarande all typ av spannmål för energianvändning konkurrenskraftig mot fossila alternativ. Det finns också intressanta grödor som lämpar sig väldigt bra för värmeproduktion främst i form av halm som är en restprodukt ifrån all spannmålsodling samt salix, rörflen och hampa som är energigrödor. Även havre som historiskt sett är det billigaste spannmålet kan under rätt förutsättningar vara ett intressant bränsle till förbränning. Det finns även möjlighet att köpa på sig spannmål som inte blivit godkänt för livsmedelsproduktion till reducerat pris, detta alternativ saknar dock långsiktig säkerhet då tillgången kan vara begränsad och variera en hel del beroende på skörd från år till år¹⁴.

¹⁴ LRF, Lantmännen. (2005). Värm gården med spannmål. (Nr:42546).

5.3.2.1. Spannmål:

Spannmålseldning kräver speciella krav på eldningsutrustning och eldningsteknik. Spannmål innehåller större mängder svavel och klor, dessa ämnen gör att rökgaserna blir sura vilket kan leda till korrosionsangrepp på panna och skorsten. Även om effekterna inte är helt klarlagda i mindre anläggningar kan man i större anläggningar till viss del komma undan korrosionsangrepp genom att man blandar in additiv så som kalkstensmjöl eller bikarbonat och på så sätt neutraliserar de sura rökgaserna. Spannmål skiljer sig även ifrån träbränslen i det att bränslet innehåller en högre halt aska och denna aska har även en lägre smältpunkt vilket gör att det finns risk för sintring vid för höga panntemperaturer. Det som händer vid sintring är att brännbar substans bakas in i aska och slagg och på det sättet går förlorad som bränsle vilket leder till en sämre pannverkningsgrad. Sintring kan även ställa till problem i pannan i form av att slaggen sätter sig på värmeöverförande ytor och även på rosten vilket kan ställa till problem med frammatning av nytt bränsle in i förbränningskammaren, leda till sämre primärluftsintag och även ge problem med att askan inte faller igenom rosten och istället bildar ännu mer beläggning.

Det är först och främst havre som används vid förbränning och detta beror dels på att havren är den spannmålsgröda som har högst värmevärde och även högst asksmältpunkt, samt att det även är den gröda som historiskt sett har det lägsta priset på spannmålsmarknaden.

5.3.2.2. Halm:

Att använda halm som bränsle är intressant utifrån att det är en restprodukt ifrån odling av spannmål och oljeväxter som bara utnyttjas till en liten del i form av djurfoder och strö vid djurhållning. En viss del måste även plöjas ner i åkrarna för att jorden ska behålla sin produktionsförmåga. Som bränsle används i Sverige idag ca 100.000 ton halm per år, detta är ungefär halm ifrån 30000 hektar vilket svara för några få procent av den totala spannmålsarealen. Det finns potential för att öka uttaget av halm till 1 miljon ton. Detta skulle betyda en potential ökning mellan 3.5-7 TWh per år beroende på halmkvalitet och förbränningsverkningsgrad¹⁵.

Halm kan antingen förbrännas riven i mer eller mindre automatiserade, flödesmatande system eller satsvis i stora balar som lastas in med hjälp av hjullastare eller liknande, de sistnämnda kallas för gårdspannor och levereras som färdiga små hus bestående av panna och ackumulator tank. För att märkeffekt ska kunna hållas krävs det att sådana pannor fylls på var 6:e timma och då detta är ett manuellt arbete krävs det en del jobb med en gårdspanna, för att undvika detta överdimensionerar man ofta systemet så att det räcker med att ladda pannan en gång om dagen.

Den automatiserade pannan fungerar mer som en vanlig flispanna med den skillnaden att det krävs någon form av halmrivare då halmen kommer levererad i balar. Den matas med den rivna halmen på ett transportband. I och med att den är automatiserad och att det är ett ständigt flöde av bränsle in till förbränningskammaren får man dels en kontinuerlig jämn förbränning vilket

¹⁵ JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (den 21 06 2010). *Bioenergiportalen*. Hämtat från www.bioenergiportalen.se

betyder en högre verkningsgrad och som ett resultat av det mindre emissioner. Annars gäller samma förhållanden vid förbränning av halm som för spannmål.

5.3.2.3. Salix:

Även om salix påminner väldigt mycket om trädbränsle i sin elementära sammansättning och att man det går under benämningen energiskog, så är salix en gröda som tar jordbruksmark i anspråk. Salix planteras med sticklingar där sticklingarna kapas till i samband med planteringen. Salix skördas efter 3-5 år. Efter skörden växer det ut nya skott från stubbarna och det går därefter att återupprepa skörden under en period upp mot trettio år. Skörden sker under perioden november till april och ger flis med en fukthalt på ca 50 procent som kan eldas i flisanläggningar med pannor som är intrimmade mot fuktig flis.

Salix har haft svårt att få fäste i Sverige, detta antas ha att göra med att grödan har en hög återställningskostnad av åkermarken när odlingen bryts samt att det finns oro för att salixodlingar förändrar landskapsbilden vilket bland annat kan skada turistnäringen. Men ser man utanför Sveriges gränser förväntas salix kunna bli en viktig bioenergigröda främst i länder och regioner där man inte har någon vidare utbredning av skogsmark.

6. Val av teknik:

När bränslet är valt går man vidare med dimensioneringen av systemet. Hjärtat av anläggningen är panncentralen. Där inhyses pannan, bränslelager utrustning för rökgasrening och en kontrollcentral. Ackumulatortank och rökgaskondensering är teknik som kan hjälpa till att höja upp system- och pannverkningsgrad men är inte lönsamma i mindre anläggningar då det är en kostsam utrustning. När det kommer till val av panna så är det väldigt få pannor som är gjorda för att kunna hantera en bred variation av bränslen, därför bör man vara noggrann med att välja rätt panna och tillhörande kringutrustning. Pannleverantörer garanterar allt som oftast bara märkeffekter och emissionsvärden för bränslet pannan är konstruerad för. För att hålla ordning på emissioner och för att hålla en hög pannverkningsgrad styr man ofta pannorna med hjälp av O_2 -styrning som grundar sig på förhållandet mellan bränsle och lufthalten i pannan. Till sist måste man ha ett distributionsnät som leder ut värmen till kunderna. Detta är en stor kostnadspost för anläggningen och det är även denna kostnad som avgör om en anläggning kommer bli lönsam eller inte.

6.1. Pannor och förbränning:

En pannas uppgift är att frigöra den kemiska energi som finns i bränslet och omvandla denna till rörelse- och/eller till värmeenergi. Det finns många olika typer av bränslen och de har alla olika energiinnehåll och förbränningsegenskaper (se kap3). För att få ut så mycket som möjligt av bränslets energi gäller det att ge bränslet goda möjligheter till en fullständig förbränning. Detta tillåts endast om pannan är rättkonstruerad och rätt intrimmad för det specifika bränslet. Det som händer om man inte passar panna mot bränsle är att det blir väldigt svårt att hålla en jämn förbränningstemperatur samt en bra luftinblandning vilket är av yppersta vikt för att få till en bra pannverkningsgrad och låga emissioner¹⁶.

Vid förbränning reagerar ett antal ämnen, främst kol (C) och väte (H_2), kemiskt med syre. Förutom kol och väte reagerar även syret med svavel, kväve och andra grundämnen som kan tänkas finnas i bränslet. Alla reaktionerna förutom den mellan syre och kväve är exoterma vilket betyder att de genererar värme. Reaktionen mellan syre och kväve är istället endoterm, dvs den förbrukar värme, denna reaktion är inte önskvärd då den leder till NO_x utsläpp¹⁷.

Förbränning av fastbränsle sker i fyra steg. Torkning av bränslet är det första steget och handlar om att fukten i bränslet ska förångas. När bränslet når 100 grader avgår fukten som vattenånga. Energin som går åt till att förånga fukten i bränslet tillför inte någon nyttig energi till systemet och har man inte tillgång till rökgaskondensering, vilket man sällan har i mindre anläggningar, är förångningen en ren förlust. Detta betyder att desto mera fukt i bränslet desto sämre effektivt värmevärde får det. I nästa steg avgår de lättflyktiga beståndsdelarna i bränslet, detta kallas för pyrolys och sker runt 200 och pågår upp till 500 grader. Vid förgasningen tränger syremolekylerna in i bränslestyckena och reagerar med koksen vilket leder till att de lättflyktiga gaserna avgår. De gaser som frigörs under pyrolysen är väldigt energirika och i det tredje steget förbränns dessa med hjälp av luft som kan tillföras i ett eller flera steg. Hur effektiv förbränningen kommer bli handlar väldigt mycket om hur väl

¹⁶ Bohlin, F., & m.fl. (1999). *Energi från skogen*. SLU, Uppsala.

¹⁷ Alvarez, H. (2006). *Energi Teknik* (Upplaga 3:3 ed.). Studentlitteratur.

denna lufttillförsel görs. Till sist förbränns den koks som återstår när de flyktiga komponenterna av bränslet har avgasats. Detta är en långsam fas och återstoden behöver god tid på sig för att brinna färdigt¹⁸.

För att få till en fullständig förbränning måste man hålla ordning på 3 parametrar, temperatur, turbulens och tid. En hög temperatur är viktig för att de olika förbränningsreaktionerna ska komma igång och gå snabbt i de olika faserna. Dock kan inte temperaturen vara för hög då man riskerar att få problem med sintring och termisk NO_x bildning då syre och kväve reagerar med varandra. Sintringen beror på bränsleegenskaperna medan den termiska NO_x bildning inte är ett problem så länge man har en panntemperatur under 1200 grader. Temperaturen kan även bli för låg och man riskerar då att få problem med oförbrända rökgaser, vilket både är dåligt utifrån emissionsperspektivet men även utifrån pannverkningsgraden då det betyder att man inte tar till vara på bränslets totala energiinnehåll. För att inte få problem med detta bör temperaturen i pannan vara minst 800 grader överallt där gasförbränningen sker¹⁹.

Turbulensen handlar om att ge syret en möjlighet att omsluta bränslet så att syremolekylerna kommer åt hela bränslet. För fastbränsle är därför styckestorleken och dess regelbundenhet viktig. Desto jämnare nivå på bränslestyckena desto bättre kommer uppblandningen att bli, detta är en anledning till att man generellt har en bättre verkningsgrad i en panna som eldas med förädlade bränslen så som pellets än med flis som kan variera mer i utförande. Även aggregationstillståndet är av vikt. Beroende på vilket steg i förbränningen som bränslet befinner sig i, det vill säga, vilket aggregationstillstånd bränslet uppträder i har det olika förutsättningar för en effektiv förbränning. Bäst uppblandning får man när bränslet befinner sig i gastillstånd och sämst när det är i det fasta tillståndet. Det är på grund av detta man måste tillföra luften på mer än ett ställe i pannan. Man skiljer på primär, sekundär och ibland även på ett tredje intag kallat tertiärluftsintag. Primärluften är den första luften som bränslet möter och det är denna som blandas upp med bränslet i den fasta formen. Sekundärluften och tertiärluften ansvarar för att förbränningen av de lättflyktiga gaserna som lämnat bränslet förbränns. En bra inblandning gör att man inte behöver lika stort luftöverskott vilket i sin tur ger hetare förbränningsgaser vilket slutligen kommer resultera i en effektivare värmeöverföring och en högre pannverkningsgrad.

Tiden är den tredje viktiga parametern för en god förbränning. Här handlar det om att ge syret tillräckligt med tid att hinna reagera med bränslet. Denna tid varierar också beroende på bränsleegenskaper. Det är främst fukthalten och styckestorleken på bränslet som är de viktigaste parametrarna här. Desto högre fukthalt och större bränslestycken desto längre tid behöver bränslet i pannan för att förgasas och förbrännas.

Det som händer om man inte får pannan rätt intrimmad mot bränslet är att pannverkningsgraden kommer att bli sämre samt att man kommer få högre emissioner. Detta beror på att bränslet inte fått möjlighet brinna ut fullständigt vilket

¹⁸ Leckner, B., & m.fl. *Förbränningsförlopp i en bädd av biobränslen 3*. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik. Statens energimyndighet.

¹⁹ Alvarez, H. (2006). *Energi Teknik* (Upplaga 3:3 ed.). Studentlitteratur.

gör att man inte utnyttjat allt energiinnehåll utan låtit en del försvinna ut i skorstenen och i askan.

6.2. Pannkonstruktion:

Det är upp till pannkonstruktionen att garantera att förutsättningarna för de tre parametrarna, temperatur, turbulens blir rätt. Konstruktionen av en förbränningspanna kan indelas i tre delar, förbränningsanordning, eldstad och panna. Dessa tre delar inhyses oftast i samma utrymme men uppdelningen underlättar vid beskrivningen av pannans funktion och tekniska utförande²⁰.

Förbränningsanordningens funktion är att ge bränslet möjlighet att brinna effektivt och med en god verkningsgrad. Det är denna del av själva pannkonstruktionen som bestämmer om man behöver tre luftintag eller om det räcker med bara två. Förutom att man vill ha en jämn förbränning med en önskad effekt vill man även kunna reglera effekten för olika laster. Detta kan göras med hjälp av att man har mer än en rökgaskanal och beroende på last eller bränslevariation kan man leda rökgaserna till rätt zon för att rätt temperatur ska uppnås. Det är denna teknik som används i allbränslepannor som kan elda mer än en typ av bränsle.

Eldstaden är det område som omger elden. Denna ska vara konstruerad utifrån förbränningsanordningen så att elden får plats i eldstaden och att inte lågorna kommer åt nedkylda ytor. Den måste även vara stor nog för att ge förbränningsgaserna tillräcklig tid inne i eldstaden att förbrännas. Om förbränningsgaserna lämnar eldstaden för snabbt får man en ofullständig förbränning vilket betyder en sämre verkningsgrad samt att man riskerar att tunga kolväteföreningar bildas.

Pannan är den del där den omvandlande värmen tas tillvara. Detta sker genom att ett medium, oftast vatten, värms upp av rökgaserna som bildats vid förbränningen och sedan leds vidare till en växlare eller till någon form av värmelager.

6.3. Pannreglering:

Vid förbränning bildas koldioxid [CO₂] från bränslets kol, vattenånga [H₂O] från bränslets innehåll av väte samt andra mindre önskvärda föreningar så som kolväten [CH], kolmonoxid[CO] och kväveoxider[NO]. Katalysatorn i förbränningsförloppet är syre och förbränning kan ske med ett underskott eller överskott av luft vilket brukar benämnas som fet respektive mager blandning. Man använder sig av bokstaven λ [lambda] för att beskriva förhållandet mellan luft och bränsle.

- $\lambda = 1$ kan ses som ett idealförhållande, detta kallas för stökiometrisk förbränning och kan inte uppnås i en faktisk förbränning. Med stökiometrisk förbränning menas att allt syre går åt i förbränningsreaktionen och att även all den brännbara substansen kommer till nytta. I verkligheten uppstår det alltid ojämnheter i förbränningszonen vilket skapar luftunderskott på ett ställe och ett överskott på ett annat.

²⁰ Bioenergia.fi. (den 16 09 2010). *Bioenergia.fi*. Hämtat från http://bioenergia.fi/se/www/hem/fakta_om_bioenergi/

- $\lambda < 1$ betyder att man har ett bränsleöverskott och då en fet blandning, dvs ett underskott av luft. För att hålla nere risken för bränsle NO_x bildning är det fördelaktigt att försöka hålla primärluften lite under det stökiometriska värdet. Detta gör att man tvingar kväveatomerna i bränslet att bilda kvävemolekyler (N_2) istället för att binda sig till syre atomerna och bilda NO_x .
- $\lambda > 1$ betyder att man har ett bränsleunderskott och då en mager blandning, dvs ett överskott på luft. Detta strävar man att få i sekundär- och tertiär zonen för att garantera att pyrolys gaserna innehållande CO och diverse kolväten som metan CH_4 och eten C_2H_4 förbränns fullständigt. Desto högre lambda värde man har desto större är sannolikheten att man får till en fullständig uppblandning av förbränningsgaser och luft. Dock är inte ett högt luftöverskott en 100% garanti på att man får en fullständig förbränning då ett för högt luftöverskott leder till att rökgaserna inte blir lika heta och då blir inte värmeöverföringen lika effektiv och detta resulterar i den sämre verkningsgraden. Den lägre temperaturen resulterar även i att halten oförbränt ökar i rökgaserna²¹.

Det är lambda värdet man använder för att styra förbränningen i mindre anläggningar. Detta görs genom att man har ett antal lambda sonder som läser av luftförhållandet i pannan. Ofta har man en sond vid varje förbränningszon då man vill ha olika bränsle/luft förhållanden i de olika zonerna. Tillsammans med anläggningens regleringssystem kan sedan fläktar styras och på så sätt reglera förbränningen. Detta kallas för O_2 -styrning och är en automatisk reglering som är viktig för att man ska kunna få ut en så hög pannverkningsgrad som möjligt.

6.4. Pannverkningsgrad och emissioner:

Verkningsgrad är ett begrepp med många betydelser. Detta kan vara viktigt att hålla i minnet när man ska jämföra pannor. Det finns allt ifrån förbränningsverkningsgrad, systemverkningsgrad, årsverkningsgrad osv. Med pannverkningsgraden tar man hänsyn till:

- Förluster i fritt värme ifrån rökgaserna. Ju högre rökgastemperatur och ju högre luftöverskott desto högre förluster.
- Förluster i oförbränt, det vill säga förluster ifrån oförbrända kolväten, kolmonoxid och i askan.
- Konvektionsförluster ifrån pannytor.

Pannverkningsgraden får man fram genom att beräkna förhållandet mellan den omvandlade energin (värmenergin ut från pannan) och den insatta energin (bränslet). Värdet på den insatta energin får man ifrån bränsleleverantören antingen direkt i form av kwh/vikt eller i form av fukthalt och utifrån det kan man sen värdera bränslets energiinnehåll. Den omvandlade energin får man fram genom att ta fram genom att gånga temperaturdifferensen mellan framledning och retur, massflödet på värmebäraren och värmebärarens värmekoefficient med varandra.

Även om det inte finns några direkta krav på emissionsvärden i anläggningar med effekt mellan 0,5-10MW (se 7.1) kan det vara bra att veta att en dålig pannverkningsgrad är en indikation på dåliga miljövärden. Så även om biobränslen

²¹ Leckner, B., & m.fl. *Förbränningsförlopp i en bädd av biobränslen 3*. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik. Statens energimyndighet.

är klimatneutrala utifrån växthusgaser så finns det ändå ämnen i bränslet som kan vara ohälsosamma för omgivningen.

- Kolmonoxid (CO): Kolmonoxid anses hälsofarligt då det binds hårt till hemoglobinet i de röda blodkropparna och gör att blodet inte kan transportera syre normalt. Detta kan få effekter för hjärt-kärlsystemet och hjärnan.
- Flyktiga organiska kolväten (VOC): Flyktiga organiska kolväten som bildas vid ofullständig förbränning anses ha negativa miljö- och hälsoeffekter såsom cancerrisker och bildandet av marknära ozon.
- Kolväteföreningar [PAH]: Står för polycykliska aromatiska kolväten, dessa bildas också vid ofullständig förbränning och anses vara cancerframkallande.
- Kväveoxider [NO_x]: Kväveoxider bildas vid förbränning av biobränslen och i trafikavgaser. Kväveoxider är inte direktkopplade till förbränningseffektiviteten, men kan minimeras genom att man styr lufttillförseln (air-staging) och genom att man håller temperaturen under 1200 grader i pannan. Kväveoxider har negativa effekter både på miljö- och hälsa såsom bildandet av marknära ozon, luftrörsproblem, astma m.m.²².

Då det idag inte finns andra krav på emissionskontroll än på stoft utsläpp och det ofta kostar pengar för att få prova och använda kvalitets- och miljömärkningssystem finns det inte någon direkt märkning som garanterar utsläppsnivåer för pannor i mindre närvärmesystem. Dock är tekniken i dagens pannor generellt väldigt god och de garanterar en hög och jämn pannverkningsgrad även vid låglast. Detta sammanfaller även med det faktum att en hög pannverkningsgrad är lika med en god förbränning vilket betyder mindre emissioner. En faktor som kan komma att betyda förändring angående verkningsgrads- och emissionskrav för pannstillverkare är att provmetoder inom EU, som tidigare varit olika för olika länder, nu håller på att standardiseras. Då länder som Tyskland, Österrike och Schweiz använder sig av ett bidragssystem för uppsättning av småskaliga förbränningsanläggningar där man har höga krav på emissioner och verkningsgrader kan det även komma att bli EU standard vilket kommer betyda nya förutsättningar för närvärmeanläggningar även i Sverige.

6.5. Panncentral:

Förutom pannan, krävs det en del kringutrustning för att pannan ska kunna fungera. Bränslelager, bränsletransportör, rökgasrening och reglercentral är exempel på utrustning som krävs för att pannan ska fungera. Hur man vill dimensionera detta lager är lite beroende på vilken typ av utrymme man har och hur mycket tid man vill lägga på att fylla på lagret. En tumregel kan annars vara att bränslelagret dimensioneras utifrån att det ska räcka för 4-5 dagar i kallt väder, detta för att systemet ska vara självgående över helger och högtider och då endast jour för driftsstörningar ska behövas.

Bränsletransportören samt bränsleinmatning är en känslig del av utrustningen som kan ställa till med driftsproblem. Det som ofta vållar problem vid bränsleinmatning är att bränslets struktur kan variera vilket kan leda till stockning av bränslet i skruvarna. Därför har valet av skruv i förhållande till vilket bränsle man använder en stor betydelse för att anläggningen ska fungera felfritt. Man kan välja att ha en skruv

²² Bohlin, F., & m.fl. (1999). *Energi från skogen*. SLU, Uppsala.

ifrån bränslelagret som matar in bränslet i pannan eller så kan man välja att ha två skruvar. Har man bara en skruv så är man mer bunden till att placera bränslelagret i anslutning till pannan, och på samma plan/nivå. Vid användning av två skruvar blir placeringen av förrådet lite mer flexibelt. Två skruvar är också att rekommendera utifrån ett säkerhetsperspektiv då detta ger anläggningen ett bättre bakbrandskydd. Detta beror på att i tvåskruvsmatningen man har ett fallschakt mellan skruvarna som ger ett avbrott i bränslekedjan mellan bränsleförrådet och pannan vilket i sin tur hindrar bakbrand. Fallschaktet fungerar också som ett vattenlås och vattenfylls om brand uppstår.

Rökgasreningen i pannor inom intervallet 0,5-10MW har allt som oftast bara rökgascykloner då dessa som regel är tillräckliga för att hålla stofthalterna under de krav som finns. Multicyklonaggregat, som består av ett antal parallellkopplade småcykloner, använder sig av centrifugalkraften och fungerar så att rökgaserna blåses in i konformade rör och stoftet slungas mot väggarna och faller neråt samtidigt som rökgaserna stiger upp. Beroende på panneffekt väljs antalet cykloner och gasflöde ut för att man ska få en optimal stoftreningseffekt.

Det krävs även ett visst underhåll av pannan för att den ska fungera optimalt. Dock är dagens pannor ofta automatiserade och detta gör att sotning och askutmatning sker automatiskt. Även tändningen av pannan sker per automatik och styrs av pannans reglercentral.

Det finns även kringutrustning i form av ackumulatortank och rökgaskondensering som kan ses som mindre nödvändig men som kan hjälpa till att höja pann- och systemverkningsgraden. Dessa är väldigt mycket beroende av storlek på anläggningen och det är tveksamt om det går att försvara installationen av denna typ av utrustning i anläggningar i intervallet 0,5-2,5MW.

6.6. Distribution:

Grundtanken i en närvärmeanläggning är den lägre produktionskostnad man får i en storskalig värmeanläggning i förhållande till de lokala uppvärmningsalternativen. Men på den kostnadsfördel man får i form av en central värmeanläggning måste även en distributionskostnad läggas. Det är denna distributionskostnad som blir avgörande när det kommer till att se om det finns någon lönsamhet i närvärmeanläggningen. Med andra ord om distributionskostnaden är mindre än skillnaden i kostnaden för lokal och central värmeproduktionen kan man säga att närvärmeanläggningen är konkurrenskraftig. Om distributionskostnaden åter upp kostnadsfördelen som den centrala värmeanläggningen står för blir det inte lönsamt²³.

Själva kulverten är oftast uppbyggd i tre lager. Först har man själva medieröret som leder vattnet, detta är vanligtvis gjort i stål men kan även vara i koppar. Medieröret är sedan beklätt med någon form av isolering. Vanligast är mineralull eller polyuretanskum. Mineralullen har en mycket hög temperaturlåghet och ett lågt värmeledningstal, ca 0,04 W/mK. Nackdelen med mineralullen är dock att den är känslig mot vattendränkning vilket kan leda till att mineralull kan ge en korrosiv miljö för medieröret. Polyuretanskum, även kallad PUR-isolering, har också en ett

²³ Frederiksen, S., & Werner, S. (1993). *Fjärrvärme; Teori, teknik och funktion* (1:12 ed.). Studentlitteratur.

låg värmeledningstal, ca 0,03 W/mK. Skummet används ofta i så kallade direktskummade plastmantelrör och betyder att skummet "kläms in" mellan medierör och det skyddande mantelröret och blir på så sätt en enhet. Fördelarna med PUR-isoleringen är att det är ett styvt material som är väldigt oömt, detta underlättar transporter och montering. PUR skummet har även låg densitet och slutna celler vilket gör att skummets vattenupptagningsförmåga är väldigt låg. Till sist omsluts röret av ett skyddande mantelrör av plast.

Att gräva ner kulvert är dyrt, ett sätt att få ner kostnaden lite är dock att anlägga tvillingrör där fram- och returledningen ligger omslutna i samma mantelrör. Detta gör att materialåtgången blir mindre.

Beroende på hur systemet är uppbyggt och vilken last man ligger på kan förlusterna i distributionsnätet variera från 10% upp till 30% av producerad värme. Ett sätt att minska förlusterna i distributionsnätet är att inte överdimensionera rördiametern, detta gör också att man får en lägre kapitalkostnad. Dock så stiger kostnaderna för pumparbetet ganska snabbt när man minskar på rördiametern, detta beror på att pumparbetet är proportionellt mot flödes hastigheten i kubik.

Distributionsnätet är en tung post i en närvärmeanläggning, beroende på hur tätbebyggt området är och vilken typ av värmekunder man har varierar den, men ofta kan den stå för 30-50% av den totala investeringskostnaden. Beroende på vilken typ av kulvert man väljer, diameter och markförhållanden kan kostanden för kulverten uppgå till runt 3700 kr/m för de lite billigare tvillingrören som då innefattar både fram- och returledning.

7. Allmänt om anmälan/miljökrav, upphandling/projektering och övertagande/drift:

7.1. Anmälningsplikt och miljökrav:

För anläggningar mellan 0,5 – 10 MW har man bara anmälningsplikt att tänka på, detta betyder ett mer förenklat prövningsförfarande. Prövningsförfarandet grundar sig på naturvårdsverkets publikation: allmänna råd 87:2 – ”Fastbränsleeldade anläggningar 500kw – 10 MW” som innehåller generella rekommendationer om tillämpningar av lagar och regler. Denna publikation är gammal och rekommendationer gällande utsläppsvärden, skorstenshöjd och hantering av restprodukter är inte längre gällande. Men fortfarande är det enda utsläppskravet i detta intervall stoftutsläpp som inte får vara högre än 100 mg/Nm³ tg (normalkubikmeter torr gas)²⁴.

Det finns även krav på skorstenshöjd. Hur man beräknar nödvändig skorstenshöjd kan hittas i Naturvårdsverkets Allmänna råd 90:3 – ”Skorstenshöjd beräkningsmetod”. Det krävs även bygglov för uppsättning av panncentral och kulvertsystem. Förutom allt detta tillkommer även grundläggande arbetsmiljö, och säkerhetsföreskrifter, så som buller nivåer, elinstallationer och hur arbetsmiljön ska vara utformad. Dessa föreskrifter kan beställas ifrån arbetsmiljöverkets hemsida.

För pannor med en mindre tillförd effekt mindre än 0,5 MW finns det ingen prövningsplikt, mellan intervallet 0,3-0,5 MW krävs det dock bygglov enligt BBR (Boverkets byggregler). För pannor eller anläggningar med en effekt över, eller sammanlagt, 10MW krävs idag tillståndsprövning vilket betyder att man gör en miljökonsekvensbeskrivning (MKB).

7.2. Projektering och upphandling:

Beroende på vad man har för erfarenhet och intresse skiljer sig behovet av kunskap sig åt en hel del. Många pannleverantörer kan idag mer eller mindre erbjuda allt ifrån enbart leverans till totalentreprenad med inkluderande driftutbildning. Ofta så finns dock ett mycket brett kunnande ute i bygden när det kommer till både förbränning, bränslen och distribution vilket kan underlätta alla stegen ifrån projektering, genomförande och drift.

I vilken grad man än väljer att lägga ut uppförandet av anläggningen på entreprenad och beroende på hur många olika entreprenörer man anlitar måste köpare och säljare alltid vara överens om omfattning och garantier av entreprenaden, detta görs genom att kontrakt ställs upp. Kontraktet är viktigt för att säkerställa garantier och hur dessa ska verifieras vid övertagandet. Det är viktigt att garantierna inte bara är uppsatta för att nå de prestandamässiga kraven utan även att de stämmer överens med de miljökrav som anläggningen måste uppfylla. Detta så att anläggningen blir godkänd vid miljöbesiktningen som måste göras tillsammans med tillsynsmyndigheten. Vid kontraktsskrivning är det även viktigt att tänkbar utbildning av driftspersonal ingår så att beställaren klarar av att driva anläggningen efter övertagande. Det kan även vara bra att ha i åtanke att om man väljer att anlita flera parter än en vid uppsättningen av anläggningen att göra klart hur ansvarsfördelning ser ut om inte anläggningen fungerar som den ska när man startar

²⁴ Statens energimyndighet. (2005). *Närvärme med biobränslen*. Statens energimyndighet.

upp så att det inte slutar med att alla skyller på varandra vilket i slutändan kan leda till långa rättsliga processer²⁵.

7.3. Övertagande och drift:

Vid övertagandet av anläggningen är det viktigt att säljare och beställare är överens om att entreprenören levererar vad kontraktet vid upphandlingen lovat. Detta görs genom att anläggningen trimmas in och prestandaprovas tillsammans med entreprenören. Prestandaprovet ska vara utformat så att både de entreprenadmässiga garantierna samt de miljömässiga kraven fångas upp då även tillsynsmyndighet måste komma och göra en separat miljöbesiktningen, en så kallad uppstartsbesiktning.

När det sedan kommer till driften av en närvärmeanläggning kan arbetsinsatsen som krävs variera beroende på hur anläggningen drivs. Driver man en anläggning med egenproducerat bränsle går det åt mycket tid att skörda, flisa och torka bränslet. Men den dagliga driften av pannan kräver inte mer än ett par timmar i veckan. Oftast är det påfyllning av bränsle förrådet som tar upp den mesta tiden. En anläggning kräver även jour beredskap vilket underlättas om man är ett par stycken som driver anläggningen och som kan dela på jouransvaret. Valet av bränsle spelar också roll här, använder man ett förädlat bränsle som pellets så är pannan väldigt självgående så länge bränslelagret är fyllt. Ett bränsle som flis kräver oftast ett par timmars tillsyn i veckan då variationen i bränslet kan variera med leveranser och då även kräver justering av pannan för att man ska få en optimal förbränning.

²⁵ Statens energimyndighet. (2005). *Närvärme med biobränslen*. Statens energimyndighet.

8. Studiebesök:

Jag fick möjlighet att komma ut och se tre anläggningar för att få ett begrepp om hur en närvärmeanläggning fungerar i verkligheten. Två av dessa anläggningar eldar med flis och anledningen man angav till bränslevalet var att det var det enda som höll i lönsamhetskalkylen vid projekteringen. Halm, som rent ekonomiskt borde kunna vara konkurrenskraftigt mot flis, var inte ett alternativ med tanke på det extra jobb som krävs samt osäkerhet till tekniken. Även den tredje anläggning använder sig av flis men man använder även halm som komplement till flisen, detta på grund av att pannan tillhör ett jordbruksgymnasium och man får en hel del rest ifrån sitt jordbruk som man inte har någon användning av. Ingen av anläggningarna använder sig av rökgaskondensering, trots att man eldar med blöt flis, och anledningen till detta beror på kostnaden i förhållande till anläggningsstorlekarna, samma sak gäller för ackumulatortank.

	Sösdala	Åstorp	Bollerup
Panneffekt	1,5MW+600kW	1,5X2,5MW+230 kW	800kW
Producerad energi[MWh]	4000	7000*	2000*
Kulvertlängd[m]	2500	2000*	-
Rökgaskondensering	Nej	Förberett för installation	Nej
Ackumulatortank	Nej	Nej	Nej
Investeringskostnad	Flis	Flis	Flis/Halm
Investeringskostnad [kr]	20milj*	-	10milj

Tabell 3 Anläggningsinformation för 3 besökta anläggningar. (Antagna värden markerade med*)

8.1.1. Sösdala:

Sösdala närvärmeanläggning startades upp av 5 lantbrukare som letade efter ett sätt att generera lite extrainkomster. Efter att man försökt att få kommunen ombord, vilket man inte lyckades med direkt, valde man istället att knytta en större värmekund till sig och sedan införskaffa sig en portabel pelletspanna på 600kW. Att man valde denna lösning berodde på svårigheten man hade med att sälja en produkt som inte fanns, utan först skulle projekteras och byggas. Detta visade sig vara rätt väg och när pannan väl var igång började fler att visa intresse. Detta har nu lett till att man 2009 drog igång en ny 1,5MW panna samtidigt som man gjort om sin pelletspanna till en flispanna och använder den under sommarmånaderna när man har låglast.

8.1.2. Åstorp:

Precis som i Sösdala startade man upp sin verksamhet småskaligt med en liten portabel pelletspanna på 230kW samtidigt som man knöt en större värmekund i ett industriområde till sig. Expansionen har sedan dess gått fort genom att allt fler stora värmekunder i området anslutit sig. Detta har gjort att man på kort tid har fått en god lönsamhet då värmetätheten varit hög och kulvertnätet inte har behövts byggas ut så mycket. Efter att först köpt in en 1,5MW panna, har Peab nu tagit över driften och man har precis installerat en 2,5MW panna och på så sätt

ökat kapaciteten än mer. När kapaciteten för dessa kommer att utnyttjas fullt ut är anläggningen även förberedd för att installera in en rökgaskondensering som då kommer att öka systemverkningsgraden på anläggningen. Man har även flyttat den gamla pellets pannan till en närliggande by där den värmer upp en kyrka, närliggande församlingshem och scout gården.

8.1.3. Bollerup:

Till skillnad ifrån anläggningarna i Sösdala och Åstorp så är värmekunden i Bollerup den egna verksamheten. Anläggningen servar 250 studentlägenheter och tillhörande kurslokaler, stall och verkstäder. Pannan man använde sig av är en "förstärkt" flispanna som ska vara mer tålig för halmens högre värden av korrosiva ämnen, så som klorväten och svaveldioxid. I denna panna har man även installerat dubbla bränsleinmatningssystem, en för flis och en för halmen. Frågan jag ställde mig var hur pannverkningsgraden var i ett sådant system och det fick jag aldrig något direkt svar på. Antagligen beror det på att man faktiskt inte riktigt vet. Då 2/3 av bränslet kommer från det egna skogsbruket och det egna jordbruket och den sista 1/3 kommer ifrån gårdar i närområdet så är den spontana känslan att värmevärdet kan variera väldigt mycket från och till. Att man sedan hade konverterat bort 100 m³ olja och 1 GWh direktverkande el med anläggningen gör ju att man förstår att verkningsgraden kanske känns ganska så oväsentlig. Anläggningen som kostade 10 miljoner kr betalar ju av sig på bara ett par år ändå.

9. Diskussion:

Är man intresserad av att bygga en närvärmeanläggning men inte har någon direkt kunskap och erfarenhet känns det ändå inte som om det är något som bör avskräcka en från att gå vidare med sina funderingar. Det finns idag en mängd väl fungerande anläggningar där man både kan få inspiration och utbyta erfarenhet om man är nyfiken. Kraven på anläggningar känns som de är gjorda för att uppmuntra snarare än att kväva, detta kan förvisso bero på att pann- och reglertekniken är väl utvecklad och att pannorna i detta intervall emissionsmässigt är väldigt rena. Det enda egentliga kravet på en anläggning idag är på stoftutsläpp och det uppnås oftast med en standard multicyklon. Antagandet att en ny EU kvalitetsstandard som håller på att förhandlas fram och som bland annat innefattar förbränningspannor kommer göra att pannstillverkarna tvingas att pressa emissionerna ännu lägre kommer göra att pannorna blir ännu bättre i framtiden.

Vid projektering av en anläggning finns det idag en rad pannleverantörer som kan erbjuda allt ifrån totalentreprenad till att bara leverera pannan. Rent tekniskt så är även dagens pannor väldigt användarvänliga och kräver väldigt lite av sin ägare i form av drift och kunskap. Den enda som man egentligen behöver hålla i minnet är vad luften fyller för funktion för förbränningsförloppet så att man förstår hur man ska reglera pannan för bästa verkningsgrad och även ha en förståelse för variansen på bränslekvalitet och främst då vad fukthalten gör med förbränningstemperaturen.

Tittar man sen på driften av en anläggning bör inte heller den avskräcka en potentiell närvärmeprojektör som, beroende lite på vilken typ av installation man väljer, generellt inte rör sig om mer än ett par hundra timmar per år plus jour vilket man bör vara ett par stycken om att dela på. Vid uppstartsfasen kan dock detta röra sig om många fler timmar och snarare bli både en heltidstjänst med krav på övertid, då underlättar det om man är ett par stycken som gått ihop för att driva anläggningen.

När det kommer till bränsleval handlar det mycket om att identifiera effektbehovet på systemet och den tid man känner att man vill lägga på anläggningen. Vill man ha ett system som kräver minimal övervakning och inte ska vara större än 700-800kW är pellets troligen det bästa alternativet, vill man ha en lite större anläggning med en stabil väl beprövad teknik väljer man någon form av flis, antagligen då den blötare varianten då det ger en mer stabil prisbild. Vill man istället försöka bättra på sina vinstmarginaler, är beredd på att spendera lite mer tid i sin anläggning och att chansa på en inte lika beprövad teknik väljer man istället att elda med halm. Halm är också ett bränsle som helt klart börjar vinna marknadsandelar, detta beror nog en hel del på att man i Danmark har god erfarenhet av halm och spannmål och därifrån ser en gryende marknadspotential i framförallt södra Sverige för halm- och spannmålspannor. Vill man sen istället vara riktigt progressiv så väljer man en allbränslepanna som påstås klarar allt ifrån flis till spannmål och köper sedan in det bränsle som är billigast för dagen.

Det svåraste med att starta upp en ny anläggning kan annars vara att övertyga de potentiella värmekunderna att skriva avtal på något som inte finns än. Det krävs ofta att man kan visa på att man kan få ett system att fungera. Därför är ett bra sätt att påbörja sin närvärmeanläggning att binda till sig en större värmekund och köpa in

en portabel närvärmeanläggning eller om man har en gammal oljepanna konvertera den med hjälp av en förugn eller en pelletsbrännare. Denna kan sedan användas antingen som hjälp vid spetslast eller ta över driften under låg last när man byggt ut systemet fullt ut.

De driftserfarenheter jag kunde utläsa utifrån mina studiebesök är annars att anläggningarna fungerar väldigt bra, på de två flisanläggningarna pratade man om en pannverkningsgrad på 90% och minimalt med driftsstop. De stop man har haft har i huvudsak handlat om problem med bränsleinmatning men med jousystem som larmar till mobiltelefonen och automatstart är uppstarten av anläggningen enkel. Slitage på pannor och kringutrustning är för tidigt att utvärdera då ingen av pannorna jag besökte var äldre än 3 år. Detta kan ju annars framförallt vara intressant att följa upp i allbränslepannan som har högre krav på sig då den ska kunna hantera olika förbränningstemperaturer och även olika halter av emissioner.

När det kommer till funderingar runt anläggningen och saker man kunde gjort annorlunda så är det samma sak där, allting har gått väldigt smidigt och ingen kunde/ville peka på något man gjort som man önskat att man gjort annorlunda.

Det mest intressanta med mina studiebesök har helt klart varit att se att kunskapen och erfarenheten om förbränning och anläggningsdrift ute hos dessa anläggningsägare varierade en hel del. Initiativtagaren i den ena anläggning har jobbat som konsult inom energibranschen i många år samtidigt som i de andra anläggningarna har ägarna bara utgått från en idé och sedan lärt sig under projektets gång. Tydligt är att alla fått det till att fungera vilket är ett tecken på att det inte krävs specialkompetens för att få en närvärmeanläggning att fungera.

Litteraturförteckning

- Alvarez, H. (2006). *Energi Teknik* (Upplaga 3:3 uppl.). Studentlitteratur.
- Bioenergia.fi. (den 16 09 2010). *Bioenergia.fi*. Hämtat från http://bioenergia.fi/se/www/hem/fakta_om_bioenergi/
- Bohlin, F., & m.fl. (1999). *Energi från skogen*. SLU, Uppsala.
- Frederiksen, S., & Werner, S. (1993). *Fjärrvärme; Teori, teknik och funktion* (1:12 uppl.). Studentlitteratur.
- JTI - Institutet för jordbruks- och miljöteknik. (den 21 06 2010). *Bioenergiportalen*. Hämtat från www.bioenergiportalen.se
- Leckner, B., & m.fl. *Förbränningsförlopp i en bädd av biobränslen 3*. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut, Energiteknik. Statens energimyndighet.
- LRF, Lantmännen. (2005). *Värm gården med spannmål*. (Nr:42546).
- Petersson, G. (2006). *Kemisk miljövetenskap*.
- SCB. (2009). *Statistiska centralbyrån*. Hämtat från www.scb.se
- Sidén, G. (2009). *Förnybar energi* (1:1 uppl.). Studentlitteratur.
- Statens energimyndighet. (2005). *Närvärme med biobränslen*. Statens energimyndighet.
- Vetenskapsredaktionen. (den 12 5 2010). *svt*. Hämtat från http://svt.se/2.108068/1.1955993/forkrossande_majoritet_enig_om_klimatforandringarna?lid=puff_1960408&lpos=rubrik