Træpillehåndbogen

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ

TEKNOLOGISK INSTITUT

Skov & Landskab

1	Dansk energipolitik for træpiller
2	Markedet for træpiller
3	Råvarer til træpiller
4	Produktion af træpiller
5	Produktionsteknik
6	Brændselskvalitet
7	Distribution af træpiller
8	Forbrænding af træpiller
9	Fyringsteknik
10	Bestemmelse af kedelstørrelse
11	Mindre træpilleanlæg
12	Blokvarmecentraler
13	Fjernvarmeværker
14	Kraftvarmeværker
15	Sikkerhedsforhold
16	Aske og askehåndtering
17	Arbejdsmiljø
18	Energi og miljøforhold
19	Love og bekendtgørelser
20	Referenceanlæg
21	Vejviser til leverandører af træpiller
22	Vejviser til leverandører af træpille- og briketteringsanlæg
23	Vejviser til stoker- og kedelleverandører
24	Vejviser til certificerede installatører af træpilleanlæg
25	Vejviser til rådgivere
26	Vejviser til myndigheder
27	Nøgletal
28	English summary
29	
30	
31	

Forord

Formålet med denne Træpillehåndbog er at give et overblik over det danske træpillemarked og samle faglig viden om træpiller og træpillefyring.

Håndbogen er baseret på indsamling og bearbejdning af eksisterende materiale, samt mindre udredninger, der har givet ny viden på området.

Træpillehåndbogens primære målgruppe er branchens fagfolk, men håndbogen har også nyttig information til nye brugere af træpiller.

Træpillehåndbogens findes dels i ringbogsform, dels i elektronisk form på pellets.dk-teknik.dk. Ringbindsformen sikrer, at kapitler kan udskiftes efterhånden som indholdet opdateres.

Håndbogen er udarbejdet i et samarbejde mellem

- dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
- Teknologisk Institut
- Forskningscenter Skov & Landskab.

En følgegruppe har desuden bidraget med værdifulde input:

- Jacob Stene, Statoil
- Jacob Schou Hansen, BAXI
- Lars T. Bloch, Sprout-Matador
- Finn Bertelsen, Energistyrelsen
- Benny Hansen, Danske Spånproducenter
- Bent Sørensen, Viborgegnens Energikontor
- Hans Poulsen, Niels Winther, Torben Poulsen, EcoNordic

Håndbogen er finansieret af Energistyrelsen, dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ og annoncer fra branchens aktører.

Jeg vil gerne benytte lejligheden til at takke alle, der har bidraget med oplysninger til håndbogen.

Jeppe Bjerg
31. december 2002

Rekvireres hos:	dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Adresse:	Gladsaxe Møllevej 15, 2860 Søborg
Tlf og fax:	Tlf.: 39 555 999, Fax: 39 696 002
Projektnr.:	15850
ISBN:	87-7782-092-4
Projektansvarlig:	Jeppe Bjerg
Hovedforfattere:	Jeppe Bjerg, Sten Frandsen og Peter D. Jensen
Medforfattere:	Mogens G. Larsen, Morten Tony Hansen, Nina Jensen, Anders Evald og Jesper Werling

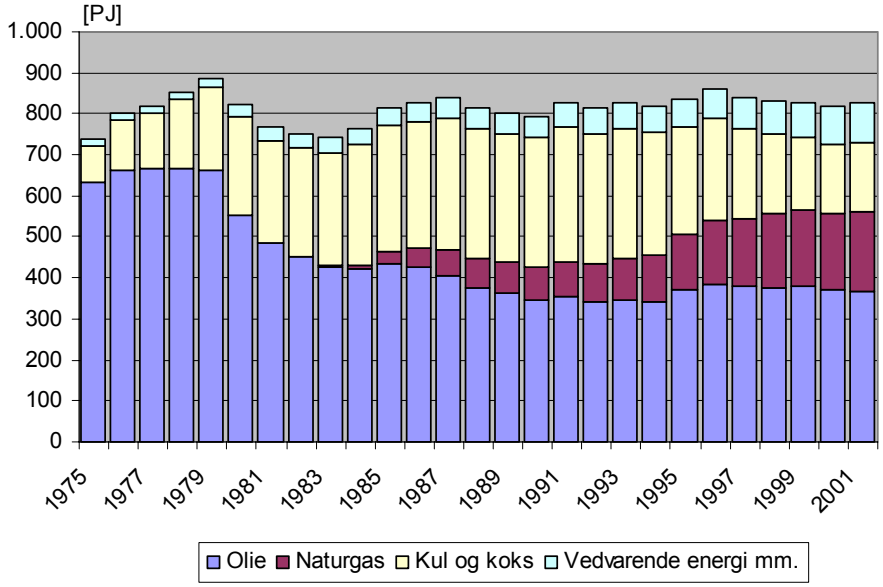
© dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ

1. Dansk energipolitik for træpiller

En aktiv dansk energipolitik har gennem mere end 25 år medvirket til, at Danmark er blevet førende indenfor vedvarende energi. Deriblandt at skabe rammerne for en kraftig udvikling af træpillemarkedet, der i dag er det næststørste i Europa.

1.1 Historik - energiplaner har støttet pillemarkedet

Siden den første oliekrise har dansk energipolitik været med til at ændre energiforbruget i Danmark markant – som det ses i figur 1.1. Forbruget har været meget stabilt omkring 800 PJ og andelen af vedvarende energi er steget til 12% af det samlede forbrug.



Figur 1.1: Danmarks bruttoenergiforbrug fordelt på brændsler /1/

Dansk Energipolitik 1976

Den første energiplan havde til formål at sikre Danmark mod forsyningskriser som energikrisen i 1973/74. Den bevirkede et storstilet skift fra olie til kul i energiforsyningen.

Energiplan 81

Den anden plan lagde vægt på samfundsøkonomiske og miljømæssige hensyn og fortsatte arbejdet med at mindske afhængigheden af importeret brændsel. Med støtteordninger for brug af halm og træ og voksende afgifter på olie og kul blev biomasse konkurrencedygtigt som brændsel. De første kulfyrede fjernvarmeværker blev sidst i 1980'erne omstillet til fyring med træpiller og markerede starten på et dansk træpillemarked.

Energi 2000

Den tredje energiplan i rækken var Energi 2000 fra 1990. Den var et ambitiøst forsøg på at øge brugen af miljøvenlige brændsler. Energi 2000 argumenterer for at bruge biobrændsler ud fra, at biomasse er CO_2-neutral, sparer udenlandsk valuta, skaber danske arbejdspladser, og udnytter restprodukter fra bl.a. industrien. Gennem planperioden

blev flere fjernvarmeværker omstillet til træpiller og brugen af træpiller i mindre anlæg startede og tog mere fart.

Energi 21

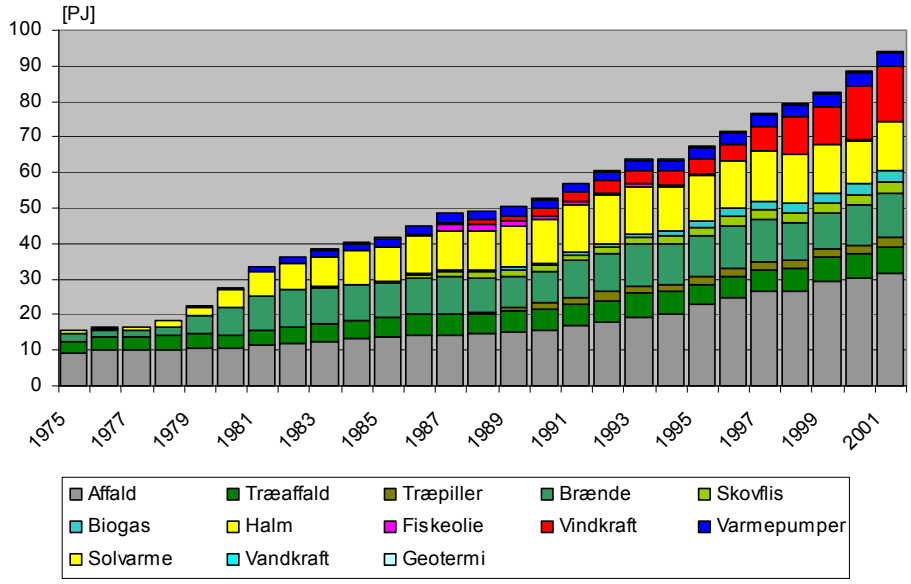
Den fjerde og seneste energiplan er Energi 21 fra 1996. Planen sigter på, at forbruget af udtømmelige, fossile energikilder, og udledningerne fra energiproduktion skal reduceres yderligere. CO_2-udledningen skal være halveret i år 2030 i forhold til 1990.

Kyotoaftalen

På FN's klimakonference i Kyoto i 1997 blev EU's reduktion fastsat til 8% i 2012 i forhold til 1990-niveauet. Danmarks CO_2-mål skal opnås ved at energiintensiteten forbedres med 50% frem til 2030 og vedvarende energi skal bidrage med 35% af bruttoenergiforbruget i 2030.

Biomasse den største vedvarende energikilde

Når der tales om vedvarende energi i Danmark tænker de fleste umiddelbart på vindmøller. Men som det fremgår af figur 1.2, så er biomasse og affald langt den vigtigste kilde til Danmarks forsyning af vedvarende energi. Biomasse og affald bidrog med 72 PJ i 2001, hvilket skal stige til 85 PJ i 2005 og 145 PJ i 2030. Stigningen frem til 2005 vil primært ske ved at de centrale elværker bruger mere halm og flis.



Figur 1.2: Forsyning med vedvarende energi i Danmark /1/

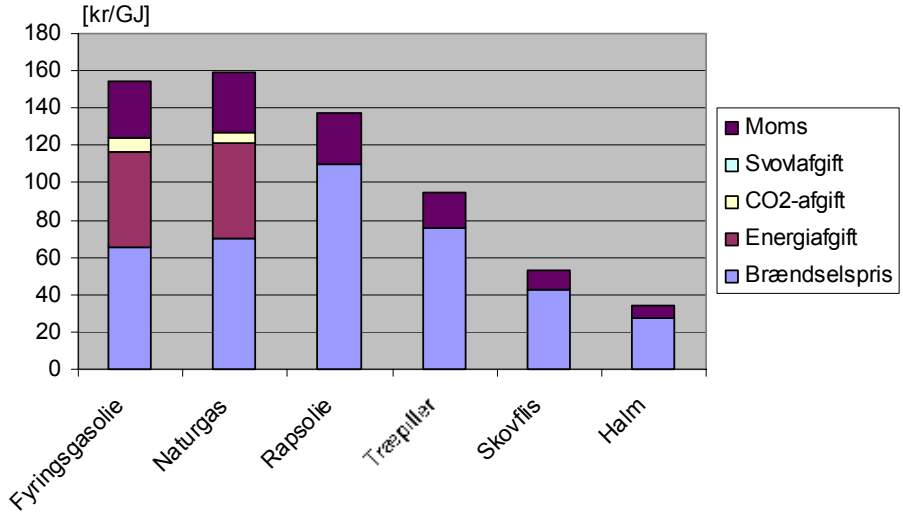
Forbruget af træ er primært i form af brænde, træaffald, træpiller og flis. Forbruget af træpiller udgør indtil nu omkring 3 PJ/år / 1/.

1.2 Virkemidler til at opnå energimålene

I perioden, hvor de fire energiplaner har været gældende, har skiftende regeringer arbejdet med mange forskellige midler til at nå planernes mål. For træpillemarkedet har de vigtigste virkemidler været dels afgiftsfritagelse for biobrændsler, dels støttemidler til information, demonstration og etablering af anlæg.

Afgifter

Afgiftsstigninger på kul bidrog stærkt til den store anvendelse af træpiller i fjernvarmeværker. Afgifter på fossile brændsler er fortsat et af de væsentligste virkemidler som fremmer anvendelsen af træpiller. Som det ses af figur 1.3, er træpiller væsentlig billigere end fyringsolie og naturgas, fordi træpiller er afgiftsfritaget.



Figur 1.3: Priser og afgifter på brændsler til opvarmning for mindre forbrugere – oktober 2002 /2/.

Varmeforsyningsloven

Varmeforsyningsloven af 13. juni 1990 blev vedtaget af Folketinget for at iværksætte aktiviteterne foreslået i Energi 2000. Loven blev bl.a. udmøntet i forudsætningsskrivelser, hvorved Energiministeren kunne regulere brændselsvalget i blokvarmecentraler og fjernvarmeværker mv. En række kulfyrede og tidligere kulfyrede værkers omstilling til fyring med træpiller blev herigennem stadfæstet.

I alt er omkring 35 kulfyrede fjernvarmeværker uden for de store fjernvarmenet med relativt simple ombygninger omlagt til træpillefyring. De første biomassefyrede kraftvarmeværker blev ligeledes igangsat.

CO_2-lovene

Varmeforsyningsloven blev fulgt op af tre love, der åbnede mulighed for at give tilskud til omstillingsprocessen til de miljøvenlige brændsler. Energiministeren kunne derved modvirke, at forbrugerne fik højere varmepriser p.g.a. omstillingen. Lovene omfatter bl.a. tilskud til omstilling til biobrændsler i fx erhvervsvirksomheder, tilskud til elproduktion baseret på biobrændsler. På finansloven for 2001 var der budgetteret med tilskud til erhvervsvirksomheder fra CO_2–puljen på i alt 177 mio. kroner. Tilskuddene ophørte i 2002.

Værkpuljen

Med Værkpuljen er der ydet statstilskud til bl.a. brug af biobrændsler gennem tilskud til omstilling af fjernvarmeværker til kraftvarmeværker på biobrændsler samt til at fremme anvendelse af biobrændsler i områder uden kollektiv forsyning. Tilskud fra Værkpuljen er løbende blevet reduceret og er på finansloven fra 2002 budgetteret med 14 mio. kroner.

Biomasseaftalen

I 1993 indgik regeringen, Det konservative Folkeparti, Venstre og Socialistisk Folkeparti en aftale om øget brug af biomasse i energiforsyningen. Aftalen fokuserer især på at øge brugen af biobrændsler i de centrale elværker. Målet var, at der senest i år 2000 anvendes 1,2 mio. tons halm og 0,2 mio. tons flis årligt.

Efterfølgende er aftalen blevet modificeret flere gange. I en tillægsaftale fra 1997 blev målene ændret således at det nu også er muligt at anvende træpiller. Målene i 2005 er nu:

- 1 mio. tons halm
- 200.000 tons flis
- 200.000 tons valgfri biomasse

Status for biomasseaftalen

Samtidig blev kraft-varmeproduktion på biomasse tilladt i naturgasområder. Status for 2002 er, at der årligt bliver anvendt 630.000 tons halm og 200.000 tons flis, mens kapacitet til anvendelse af 500.000 tons træ/år er under opførelse.

Dette har resulteret i, at Energi E2 har valgt at benytte træpiller på det nye kraftvarmeværk i Avedøre ved København. Avedøre II er indviet i 2002 og skal bruge 300.000 tons træpiller årligt, hvilket betyder en fordobling af træpilleforbruget i Danmark.

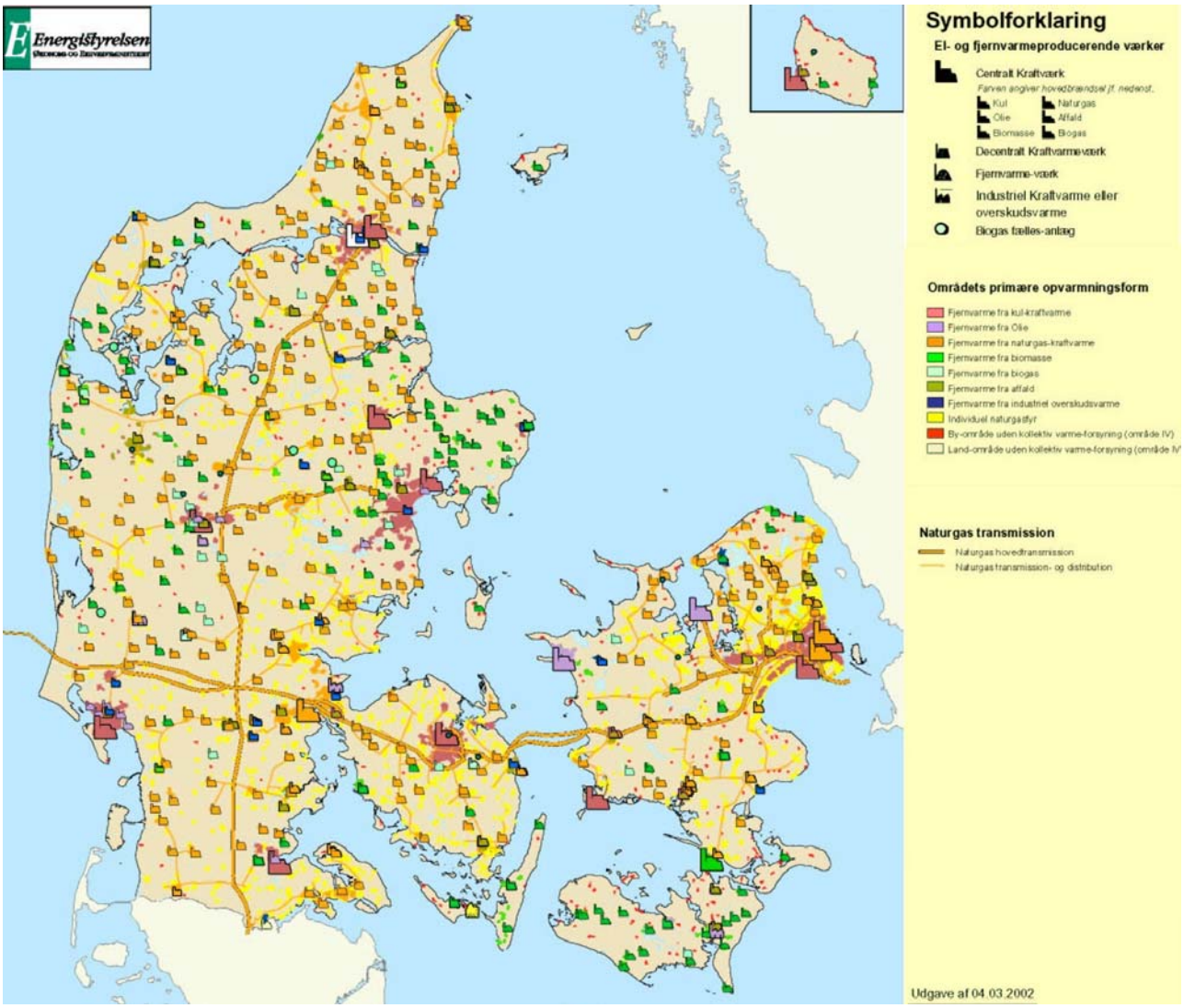
UVE-ordningen

Energistyrelsens ordning med titlen "Udviklingsprogrammet for Vedvarende Energi" har haft til formål at fremme den teknologiske udvikling af bl.a. træpillefyrede anlæg. Programmet har bl.a. støttet den teknologiske udvikling af mindre træpillekedler frem mod meget effektive kedler og understøttet en række informationsaktiviteter, der har skærpet opmærksomheden om træpiller og øget brugen af dem i mindre anlæg. UVE-ordningen er ophørt ultimo 2001.

1.3 Politisk enighed og perspektiver for fremtiden

Det er karakteristisk, at skiftende regeringer, folketingsflertal og energiministre siden midten af 1980'erne og frem til 2001 har fastholdt betydningen af en aktiv energipolitik med stigende vægt på den ressourcebaserede og miljøansvarlige linie. Danmark har derved opnået en global førerstilling inden for flere VE-områder. Førerstillingen har både været gældende såvel indenfor udbygningen med træpilleanlæg, som med resultater indenfor for forskning og udviklingen af nye lovende teknologier.

Danmarks el- og varmeforsyning er illustreret på Danmarkskortet i figur 1.4. Udbygningen med biomassefyrede fjernvarmeværker er mest markant i områder uden naturgas. Kortet afspejler også at udbygningen med individuel naturgasforsyning, hvor anvendelse af træpiller ikke støttes, er meget markant.



Figur 1.4: El- og varmeforsyningen i Danmark /3/

Energipolitiske mål-sætninger

Den nuværende regering har endnu ikke fremlagt en samlet energipolitisk plan, men har erklæret følgende overordnede energipolitiske mål:

- Effektiv og sikker energiforsyning
- Reduceret miljøbelastning

Effektiv energiforsyning skal opnås gennem liberalisering af el- og gasmarkederne, og regeringen undersøger i øjeblikket mulighederne for frit brændselsvalg. Dette kunne åbne op for anvendelse af træpiller i områder, der i dag er forbeholdt fjernvarme og naturgas.

Mindre støtte til anvendelse af biobrændsler i Danmark

Regeringen står fast på Danmarks forpligtelser til reduktion af CO_2-udledningerne med 21% i forhold til 1990-niveau. Men en større del af disse forpligtelser skal opfyldes gennem investeringer i udlandet gennem:

- Kvotehandel
- Joint Implementation
- Clean Development Mechanisms

I overensstemmelse hermed skete der i 2001 en omprioritering i brugen af statens finanser. Herved er en del af midlerne til at opnå målene i energiplanerne stoppet. Begrundelsen for omprioriteringen er bl.a, at Danmark mere end opfylder den gældende energiplan og nu vil vente på andre lande.

Konkret har omprioriteringen betydet, at der ikke længere er støttemidler til investeringen i træpillefyrede anlæg eller til demonstration og modning af træpille-teknologierne til markedet. Forskning og udvikling i energiteknologier understøttes fremover i et vist omfang af Statens Energiforskningsprogram (EFP - ca. 40 mio. kr. i 2002) samt af elselskabernes offentlige forpligtelse (PSO – ca. 110 mio. kr. i 2002). Yderligere forskning samt udvikling og modning af teknologierne til brug på markedet, er op til markedskræfterne.

Åbning for frit brændselsvalg?

Afgiftsstrukturen på brændsler er fastholdt, og der lægges fra statslig side mere og mere op til en opblødning af forudsætningerne - i sidste ende kan det ende med et friere brændselsvalg. Derved vil det potentielle marked for træpiller øges betragteligt.

1.4 Referencer

/1/ Energistyrelsen 2002. ”Energistatistik 2001.” www.ens.dk

/2/ dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ 2002. Beregnet på baggrund af priser fra rundspørge til træpilleproducenter, Oliebranchens Fællesråd, HNG, Emmelev Mølle og DFF.

/3/ Energistyrelsen 2002. ”Energi i kort og tal” www.ens.dk

2. Markedet for træpiller

Kapitlet beskriver udviklingen i forbrug og priser på træpiller, samt potentialet for varmeforsyning med træpiller i Danmark.

Potentialet for varmeforsyning med træpiller er beskrevet udfra en analyse af varmeforsyningen i områder uden for kollektiv forsyning med fjernvarme eller naturgas.

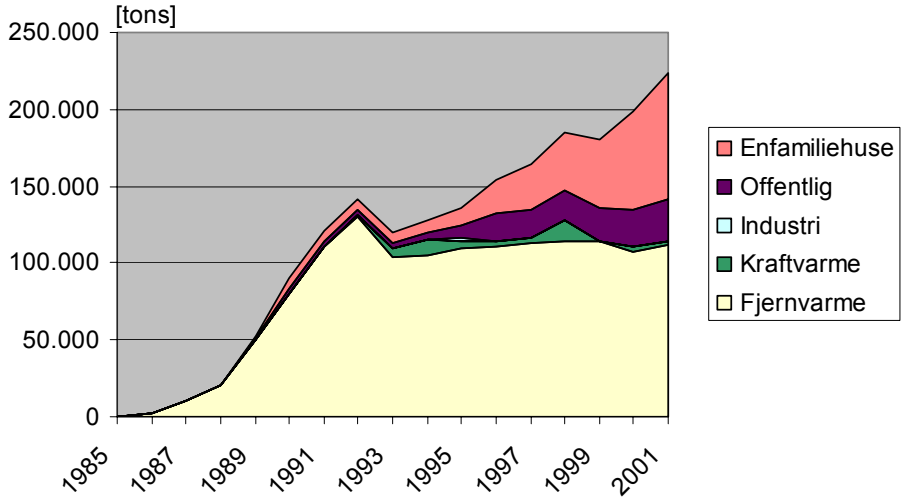
2.1 Forbruget af træpiller

Træpiller er hidtil brugt i varmeforsyningen

Træpiller kan anvendes i anlæg til både kraft- og varmeproduktion, men har indtil 2001 næsten udelukkende været brugt i den danske varmeforsyning. Med etableringen af Avedøreværkets multifuel-kedel til bl.a. træpiller vil forbruget til kraft-varmeproduktion imidlertid udgøre omkring halvdelen af det samlede danske træpilleforbrug fra 2003.

Fjernvarmeværker bruger omkring 110.000 tons/år.

Anvendelsen af træpiller startede sidst i firserne, hvor en række kulfyrede fjernvarmeværker blev omstillet til træpillefyring. I starten af 1990'erne var alle kulfyrede varmeværker omstillet, og der er ikke siden bygget nye træpillefyrede fjernvarmeværker af større betydning (se kapitel 13). Forbruget i fjernvarmeværker har derfor ligget nogenlunde konstant omkring 110.000 tons/år siden da – se figur 2.1.



Figur 2.1: Udviklingen i forbruget af træpiller i Danmark 1985 – 2001 /1/

Statistik om træpiller

Fra midten af 1990'erne begyndte forbruget i individuelle varmeforsyningssystemer hos private, i institutioner og i større bygninger at stige kraftigt. Udover afgiftsfritagelse for træpiller så bidrog indførelse af en standardtilskudsordning i 1995 for anlæg under 250 kW til denne udbygning. Standardtilskudsordningen indebar en godkendelse af træpillefyr og medførte en generel forbedring af fyringsteknik i de små anlæg. Senere blev der oprettet en certificering af installatører af træpilleanlæg, der forbedrede sikkerhed og drift af de små anlæg. Det samlede danske træpilleforbrug i 2001 steg således til 223.000 tons ifølge Energistatistik 2001.

Ny undersøgelse viser større forbrug af træpiller

Energistyrelsen har i efteråret 2002 gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt producenter, forhandlere og importører af træpiller med henblik på at indføre en ny metode til opgørelse af træpilleforbruget i Danmark /2/. Mere end 100 producenter, forhandlere og importører af træpiller er kontaktet. Den foreløbige konklusion (udfra 2/3 besvarelser) er, at markedet hidtil har været undervurderet i Energistatistikken:

- det samlede forbrug er større end forventet (>300.000 tons/år)
- import er dobbelt så stor som forventet (>150.000 tons/år)
- forbruget for private og større varmecentraler er større end forventet (~200.000 tons/år)

På baggrund af den nye undersøgelses foreløbige resultater sammenholdt med Energiproducenttællingen vurderes træpilleforbruget i 2001 at være større end 300.000 tons i 2001 – se figur 2.2. Oplysninger, der er indhentet til denne håndbog om produktion og import af træpiller i 2001 (se kapitel 4) antyder at forbruget måske var over 350.000 tons i 2001.

	Forbrug [tons/år]
Mindre private	>160.000
Fjernvarmeværker	112.000
Institutioner, industri, større bygninger m.m.	~25.000
Eksport	~5.000
Total	**>300.000 tons/år**

Figur 2.2: Træpilleforbruget i Danmark 2001 (vurderet)

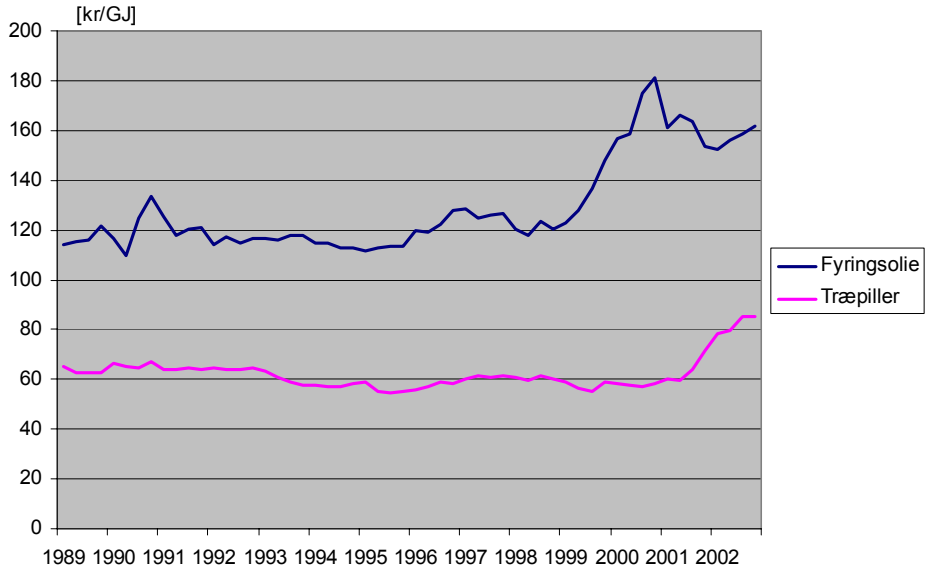
Næststørste træpillemarked i Europa

I 2001 var det danske træpillemarked næststørst i Europa - kun det svenske marked var større med et forbrug omkring 700.000 tons/år. Hvis de nye opgørelser for træpilleforbruget holder stik og Avedøreværket kommer til at bruge 300.000 tons/år vil det danske træpillemarked i fremtiden efterspørge mere end 600.000 tons/år.

2.2 Prisudvikling på træpiller

Træilleprisen følger ikke olieprisen

Træpilleprisen for private forbrugere har længe ligget langt under olieprisen regnet per energienhed som det ses i figur 2.3. Dog har der i sidste halvdel af 2001 været væsentlige stigninger i træpilleprisen. Det er usikkert om prisstigningen på træpiller er midlertidig, eksempelvis som følge af råvaremangel, og derfor eventuelt vil falde igen. Desuden ses det, at prisudviklingen på træpiller ikke er direkte forbundet med udsving i olieprisen.

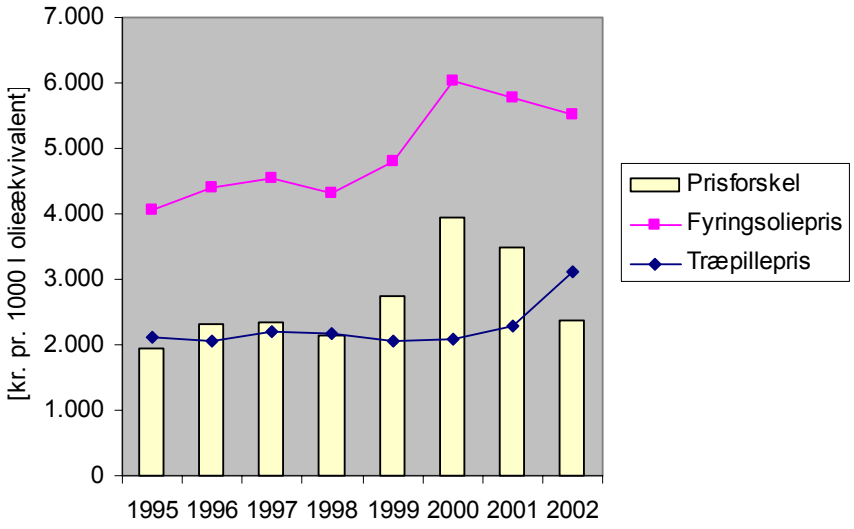


Figur 2.3: Prisudviklingen på fyringsgasolie og træpiller for private forbrugere /3 /

Træpilleprisen stiger – men besparelsen er blot tilbage på tidligere tiders leje

Det er de årlige brændselsbesparelser, der skal finansiere den ekstra investering i et forholdsvist dyrere træpilleanlæg. I figur 2.4 er vist brændselsbesparelsen pr. 1.000 liter olie ved omstilling til træpillefyring. Siden 1995 har prisforskellen udgjort omkring 2.200 kr. pr. 1.000 liter olie, mens den med de stigende oliepriser steg til næsten 4.000 kr. pr. 1.000 liter olie i 2000. I denne periode skete en rigtig stor omstilling til træpillefyring med udsigten til kort tilbagebetalingstid på investeringen.

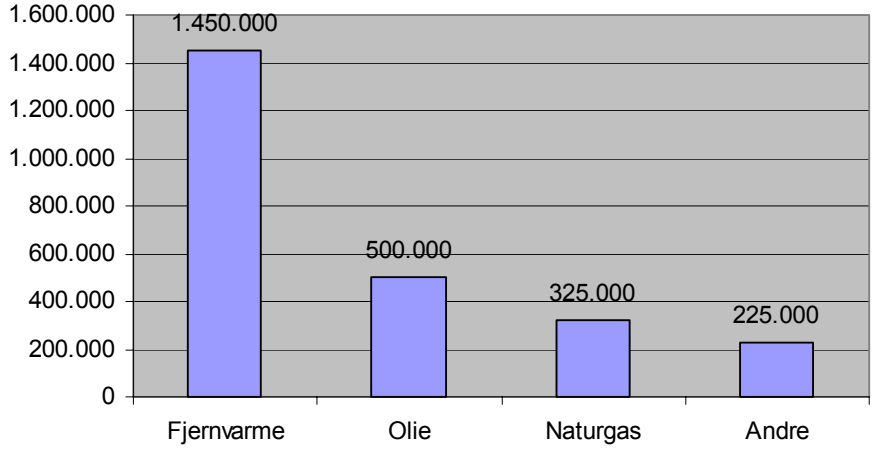
De stigende træpillepriser og den faldende oliepris siden da har betydet, at besparelsen igen er reduceret til omkring 2.400 kr. pr. 1.000 liter olie. Besparelsen er dermed nede på niveauet før 1999, men til forskel for denne periode, er der ikke længere tilskud til etablering af mindre anlæg. Derfor er etableringen af nye træpilleanlæg sandsynligvis heller ikke på samme niveau.



Figur 2.4: Besparelse i brændselsomkostninger ved skift til træpiller for årene 1995 til 2002. Baseret på gennemsnitlige årlige priser på fyrings-olie og træpiller /4 /

2.3 Den danske varmeforsyning

Over halvdelen af de danske husstande opvarmes med fjernvarme som det ses i figur 2.5. Derefter følger individuelle oliefyr og naturgasfyr.



Figur 2.5: Opvarmningssystem i 2,5 mio. danske husstande /1/

Nye træpillemarkeder ligger udenfor kollektiv forsyning

I områder med kollektiv forsyning af fjernvarme eller naturgas forventes det ikke at forbruget af træpiller øges i nærmeste fremtid. I dag anvendes 110.000 tons træpiller i fjernvarmesektoren, men det forventes ikke, at der bygges nye kedler til fjernvarmeproduktion på træpiller på grund af stigende priser på træpiller – se kapitel 13 /5/.

I naturgasområder er der ofte en tilslutningspligt til naturgasnettet ved udskiftning af opvarmningssystem. Udbygning af varmeforsyningen

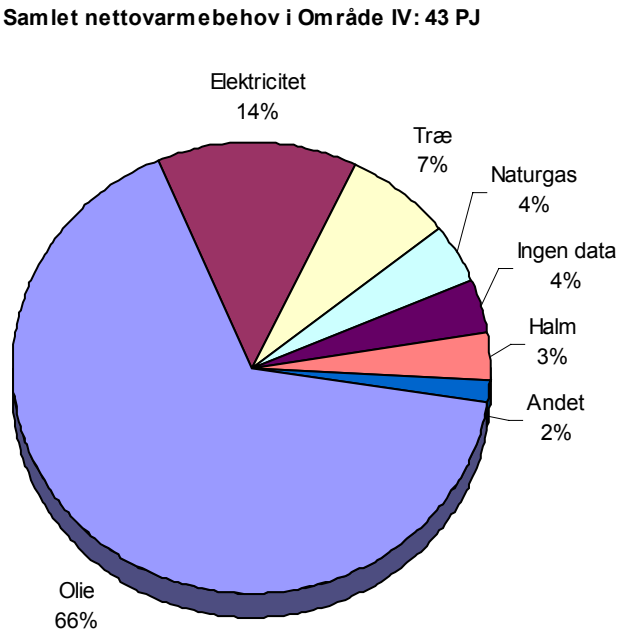
med træpiller må derfor forventes at ske i områder udenfor kollektiv varmeforsyning.

Træpiller i reserveanlæg på decentrale kraftvarmeværker?

Et nyt markedssegment for træpiller kunne være de decentrale naturgasfyrede kraftvarmeværker. På grund af høje gaspriser og faste tretarifs elafregningspriser er det ikke rentabelt at producere kraftvarme i lavlast-perioder med lave priser for elproduktionen. Derfor overvejer flere værker at producere varme på billigere brændsler. Træpilleanlæg er en oplagt mulighed som stand-by eller reserveanlæg på grund af høj driftssikkerhed og lav anlægsinvestering. Det kræver dog en ændring af de gældende regler, hvor 90% af varmen skal produceres ved samproduktion af kraft og varme.

2.4 Forsyning udenfor fjernvarme og naturgasnet

I Danmark er der ca. 510.000 ejendomme i områder, der ikke er udlagt til forsyning med naturgas eller fjernvarme[1]. Disse ejendomme har et samlet nettovarmebehov til rumopvarmning på 43 PJ, hvoraf ca. 2/3 nu opvarmes med olie se figur 2.6. [2]



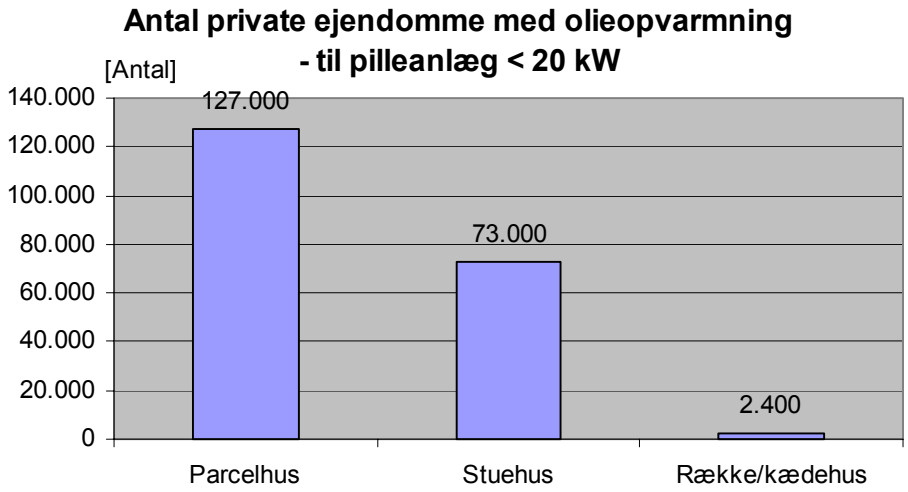
Figur 2.6: Opvarmningsbehovet for ejendomme udenfor kollektiv forsyning fordelt på opvarmningsform /6/

Det potentielle marked for biomassefyr er især udskiftning af oliefyr, fordi disse anlæg allerede har installeret vandbåret centralvarmesystem. Men også halm- og flisfyringsanlæg er mulige markeder på grund af træpilleanlæggenes højere komfort.

[1] Kaldet Område IV i Varmeplanlægningen
[2] Udfra BBR-registrets oplysninger og et beregnet nettovarmebehov er træpilleforbruget beregnet udfra en generel forudsætning om 75% årsvirkningsgrad. Analysens forudsætninger er nærmere beskrevet i /6/

2.5 Private forbrugere med oliefyr

Der findes samlet 203.000 private forbrugere med oliefyr, der ved korrekt dimensionering kunne have et træpilleanlæg under 20 kW. De fleste ejendomme er parcelhuse i mindre byer efterfulgt af stuehuse på eksisterende og nedlagte landbrug.



Figur 2.7: Antal private ejendomme med olieopvarmning, der kunne omlægges til pilleanlæg < 20 kW

Det samlede varmebehov for private forbrugere er 17 PJ med 9,8 PJ i parcelhuse og 6,8 PJ i stuehuse. Varmebehovet svarer til et potentielt træpillemarked[3] på:

- Parcelhuse: 750.000 tons/år
- Stuehuse: 520.000 tons/år

Udfra samme analyse er det tekniske potentiale for opvarmning med træpiller i ejendomme, der i dag opvarmes med oliefyr beregnet – se figur 2.8.

[3] Varmebehovet kan omregnes til træpilleforbrug udfra en generel forudsætning om en årsvirkningsgrad på 75% og en brændværdi på 17,5 GJ/ton. Herved beregnes træpilleforbruget ved et varmebehov som 1.000 GJ = 76,2 ton træpiller.

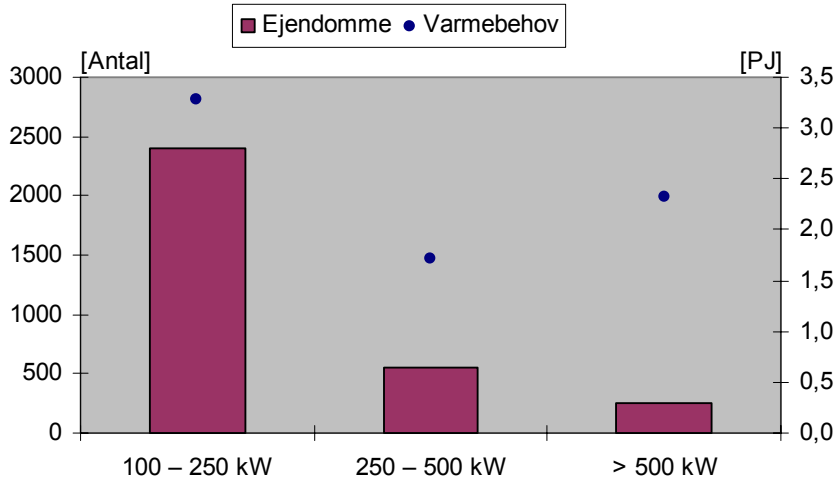
	Antal	Potentielt træpilleforbrug
Parcelhuse	127.000	750.000 tons træpiller
Stuehuse	73.000	520.000 tons træpiller
Skoler og institutioner	1.050	70.000 tons træpiller
Virksomheder	6.700	180.000 tons træpiller
Total		ca. 1.500.000 tons træpiller

Figur 2.8: Teknisk potentiale for opvarmning med træpiller i ejendomme opvarmet med oliefyr udenfor kollektiv forsyning

2.6 Potentialet for blokvarmecentraler

Der findes omkring 3.200 blokvarmecentraler[4] udenfor kollektiv forsyning. Selvom de i antal udgør under 1% repræsenterer de 17% af behovet for rumopvarmning i området udenfor kollektiv energiforsyning.

Langt de fleste blokvarmecentraler har et nettovarmebehov, der svarer til træpilleanlæg mellem 100 og 250 kW, som det ses af figur 2.9. Denne anlægsstørrelse bør derfor tiltrække sig særlig opmærksomhed blandt anlægsproducenterne. I dag er der kun 5 danske producenter af træpillekedler mellem 100 og 250 kW.



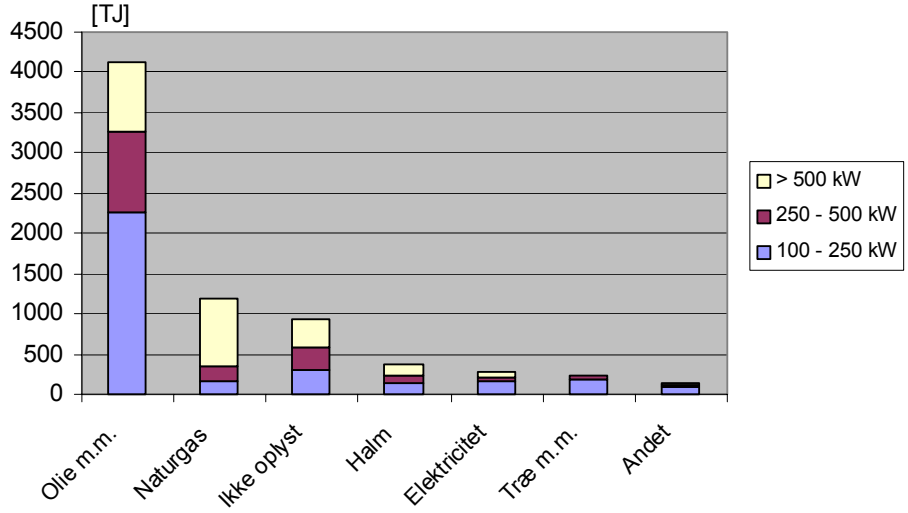
Figur 2.9: Fordelingen af ejendomsstørrelser. Antal og nettovarmebehov for forskellige størrelser af blokvarmecentraler /6/

Varmebehovet for blokvarmecentraler

Det samlede nettovarmebehov for blokvarmecentraler i Område IV er 7,3 PJ svarende til et træpillemarked på ca. 500.000 tons/år. Størrelsesfordelingen er illustreret i figur 2.10, hvor det kan konstateres, at en relativt stor del af de større anlæg over 500 kW er opvarmet med naturgas[5].

[4] Blokvarmecentraler er i analysen defineret som ejendomme med et nettovarmebehov over 900 GJ/år, svarende til en installeret effekt på 100 kW ved 2.500 fuldlastækvivalenttimer. En ejendom kan omfatte en eller flere bygninger.

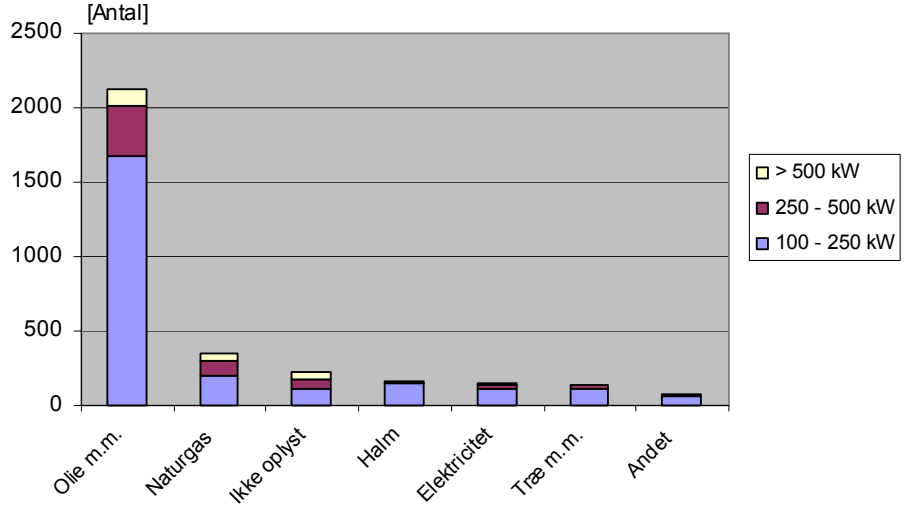
[5] Selvom bygninger i Område IV ifølge varmeplanlægningen ikke er udlagt til naturgasforsyning, er det ikke nogen hindring for, at bygninger kan være tilsluttet gasnettet.



Figur 2.10: Nettoopvarmningsbehov fordelt på forskellige opvarmnings-former og anlægsstørrelser /6/

Brændselsanvendelse

Det er især oliefyr og elektrisk opvarmning, som træpilleanlæg skal erstatte. Som det fremgår af figur 2.11, er omkring 2.100 ejendomme opvarmet med fyringsolie, hvilket er over 2/3 af blokvarmecentralerne. Derudover er de 160 blokvarmecentraler, der primært opvarmes med elektricitet også interessante. Ejere af disse ejendomme er generelt motiverede for at skifte til andre opvarmningsformer pga. høje elpriser. Til trods for, at der skal investeres i et centralvarmeanlæg, vil træpiller ofte være et økonomisk attraktivt alternativ.

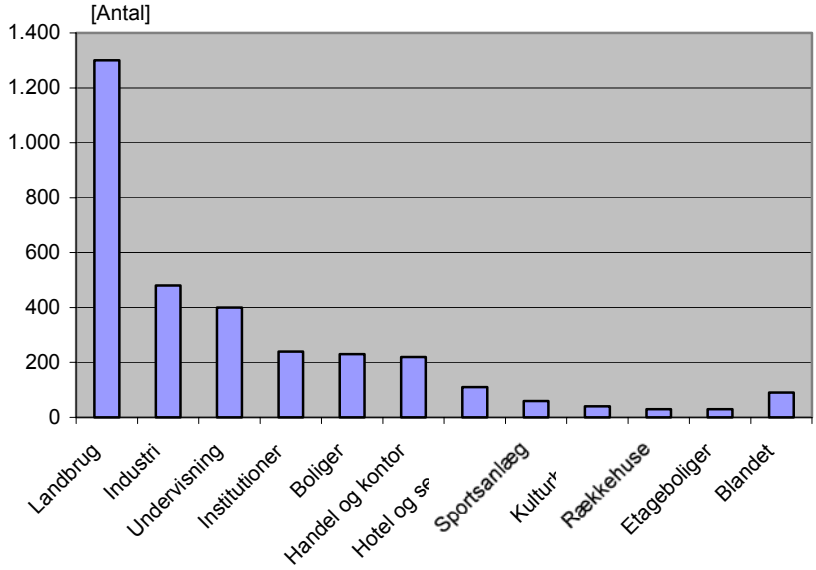


Figur 2.11: Hovedopvarmningsmiddel fordelt på antal ejendomme og anlægsstørrelse /6/

Til trods for stigende naturgaspriser må ejendomme opvarmet med dette brændsel ikke anses for at være en del af det potentielle marked. Dertil er de politisk bestemte vilkår for skift fra naturgas til træpiller for dårlige.

Anvendelse af ejendom

Det er vigtigt at gøre sig klart, at det er vidt forskellige typer ejendomme, der udgør det potentielle marked. I figur 2.12 er vist hovedanvendelsen af blokvarmecentralernes bygninger. Landbrugs- og industri ejendomme udgør hhv. ca. 1.300 og 480 af de 3.200 større ejendomme. Etageejendomme findes der kun 30 af i Område IV, mens antallet af potentielle blokvarmecentraler til rækkehuse er dårligt beskrevet i analysemodellen og sandsynligvis overstiger de 33 ejendomme, der er angivet her.



Figur 2.12: Hovedanvendelse af blokvarmecentraler i Område IV /6/

Landbrug og godser er ofte motiverede for omstilling til biobrændsler, idet de selv råder over brændselsressourcen, har erfaring og teknik til håndtering af brændslet, samt egen interesse i at optimere driftsøkonomien mest muligt. I industrivirksomheder er der også umiddelbar interesse i optimering af driftsøkonomien, men her er fyringsanlæggets driftssikkerhed i højsædet og anlægget skal køre uden for stor indsats af tid og personale. Til trods for Energistyrelsens kampagne for anvendelse af biobrændsler i industrien er manglende viden og usikkerhed overfor biobrændselsanlæg stadig stor.

Træforarbejdende virksomheder er særtilfælde, der oftest er meget motiverede for biobrændselsanlæg, idet brændslet er et affaldsproblem fra virksomhedens primære produktion.

I erhvervsejendomme er den del af varmeforbruget, der medgår til rumopvarmning afgiftsbelagt, mens den del der benyttes til procesformål – eksempelvis staldopvarmning – er afgiftsfritaget. Derfor vil en væsentlig del af landbrugs- og industriejendommene være økonomisk interessante at opvarme med biobrændsler. En del af landbrugsejendommene er selvforsynende med biobrændsel i form af halm eller flis, hvilket gør det yderligere interessant at anvende biobrændsel.

Skoler og institutioner udgør den næste store gruppe. Disse ejendomme har ofte en pedel eller teknisk ansvarlig, der kan passe et træpilleanlæg.

2.7 Referencer

/1/ Energistyrelsen. ”Energistatistik 2001.” www.ens.dk 2002.

/2/ Winther, Kim 2002. Indlæg på Dansk Træpillekonference 2002.

/3/ Baseret på prisoplysninger fra OFR og leverandører af træpiller. dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2002.

/4/ Baseret på prisoplysninger fra OFR, DFF og leverandører af træpiller. dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2002.

/5/ Jensen, Viktor. Danske Fjernvarmeværkers Forening. Indlæg på Dansk Træpillekonference 2002.

/6/ Bjerg, J. ”Marked og Barrierer for blokvarmecentraler.” dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2001

3. Råvarer til træpiller

Kapitlet beskriver råvarer til træpiller og alternative brændselspiller.

3.1 Tilladte råvarer

Det er i ”Biomasseaffaldsbekendtgørelsen” /1/ fastslået, hvilke råvarer, der kan karakteriseres som biomasse, og hvilke der er affald. Denne skelnen har betydning for, hvad der rent faktisk lovligt må brændes i biomasseanlæg, og for hvad der lovligt må anvendes som råvare i fremstilling af træpiller.

Endvidere har det betydning for om kommunen har anvisningspligt overfor materialet som affald, hvilket indebærer affaldsafgift på brændslet samt at det skal behandles på et anvist anlæg, oftest i et dedikeret affaldsforbrændingsanlæg.

Bekendtgørelsen definerer desuden piller og briketter, der er lavet af disse materialer, som biomasse. De tilladte rene biomasseråvarer er beskrevet i figur 3.1.

1. Råtræ, herunder bark, skovflis og ubehandlet savværksflis
2. Rent træ (herunder spåner og savsmuld) uden indhold af: lim, lak, imprægnering, maling, folie, laminat, søm, skruer, beslag etc.
3. Træaffald fra produktion og bearbejdning af rent, limet træ, med et indhold af op til 1% lim (blandt 6 navngivne typer).
4. Halm (herunder indbindingssnor fra halmballer)
5. Kerner og sten fra frugter og bær
6. Frugttrester (tørre frugtdele)
7. Nødde- og frøskaller (herunder korn- og frøafharpning)
8. Ubehandlet kork
9. Ubehandlet korn og ubehandlede frø
10. Ubehandlet bomuld og hør
11. Ispinde med et indhold af fødevaregodkendt paraffin op til 1%
12. Grøntpiller
13. Malt
14. Stråtag
15. Tobaksaffald i form af hele eller neddelte tobaksblade, -stilke m.v.

Figur 3.1: Rene biomassebrændsler ifølge Biomasseaffaldsbekendtgørelsen /1/

Brændselspiller eller –briketter indeholdende råvarer, der ikke er på listen betragtes som affaldspiller og skal behandles derefter.

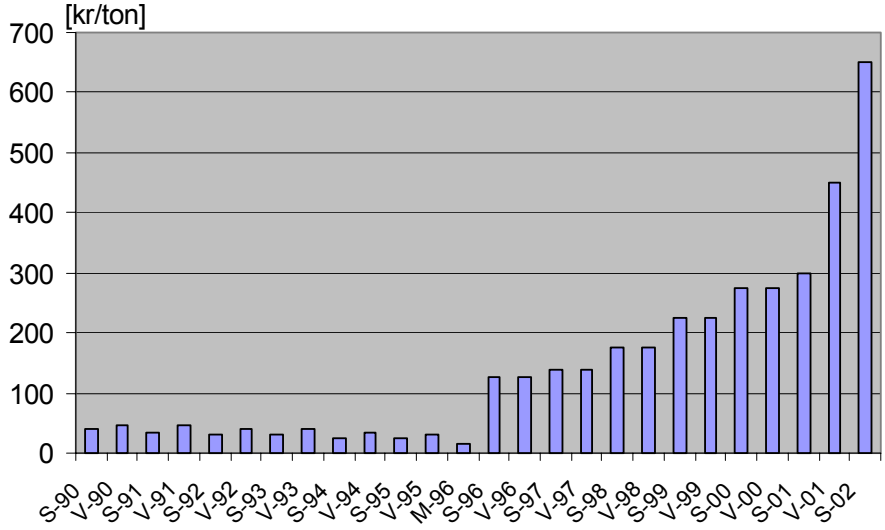
3.2 Råvaremarkedet

Råvarepriser stiger kraftigt

Prisen for spåner fra den enkelte virksomhed er afhængig af mængde og kvalitet samt virksomhedens geografiske beliggenhed. Indtil midten af 1990'erne var der meget lave priser på spåner. Priserne varierede fra at virksomheder skulle betale for at komme af med spånerne til at få 20 kr/m^3.

I 2001 og 2002 har der været meget kraftige prisstigninger på primære råvarer. Råvareprisen har i flere tilfælde været højere end tidligere års træpillepris ab fabrik. I dag er priserne i flere tilfælde over 600 kr/ ton.

Prisudviklingen for medlemmer af Foreningen af Spånproducenter er gengivet i figur 3.2. Priserne er angivet for hhv. sommer og vinterpriser. Tidligere har vinterpriser været en smule højere end sommerpriser, men siden vinteren 2000/2001 er prisen kun steget.



Figur 3.2: Udviklingen i priser på spåner for medlemmer af Foreningen af Spånproducenter /2/

Denne prisstigning på råvarer anføres af danske træpilleproducenter som årsagen til den stigende træpillepris i Danmark.

Råvaremængder

En stor del af de tørre råvarer, der kunne anvendes til træpiller, bruges i dag til andre formål:

- Strøelse
- Overfladebehandling i pladeindustrien
- Opvarmning hos den træforarbejdende industri

Den disponible mængde af tørre råvarer til træpilleproduktion i Danmark 2001 har i en årrække ligget omkring 150.000 tons/år.

Tømning af spånsiloer

Der har i de seneste år været en øget fokus på problematikken omkring tømning af spånsiloer indenfor træ- og møbelindustrien på grund af flere ulykker. Spånsiloer skal kunne tømmes uden at det er nødvendigt

at åbne for adgang for personer, og spånsiloer skal være indrettet, så brodannelse og anden sammenpakning af spåner kan fjernes udefra.

3.3 Råvarer til alternative brændselspiller

I et projekt, der undersøgte mulighederne for produktion af brændselspiller på alternative råvarer blev mængder og priser i Danmark for 2002 opgjort – se tabel 3.3.

	Mængder	Kommentarer	Pris
Tørt træaffald	170.000 tons/år	Efterspurgt til træpiller	550 kr./ton
Halm	> 500.000 tons/år	Efterspurgt til el, strøelse m.m.	400 kr./ton
Kornafrens	> 100.000 tons/år	Usikker mængde,10-12% aske	200 kr./ton
Frøafrens	20.000 tons/år		
Hørfrøafrens	< 1.000 tons/år		
Ærteskaller	10-15.000 tons/år	Svingende mængder	
Solsikkerskaller	< 20.000 tons/år	Svingende mængder	650 kr./ton
Sojaskaller	Oplyses ikke	Proteinrig, ej brændsel	
Sheaskaller	10-25.000 tons/år	Svingende mængder	450 kr./ton
Kakaoskaller	Ukendt	Dårlige til pelletering	
Sukkerroeaffald	10-20.000 tons/år	Fiberrigt, ej brændsel	
Kaffeskaller	< 500 tons/år	Lugtgener	
Olivensten	Ukendt	Ingen fast import	

Tabel 3.3: Mængder og –priser på alternative råvarer i 2002, der kan anvendes til fremstilling af brændselspiller /3/.

Mængder af alternative råvarer til rådighed for brændselspilleproduktion og prisen på råvarerne afhænger naturligvis af udbud og efterspørgsel. Hvis en egentlig industriel produktion af alternative brændselspiller blev etableret ville disse priser sandsynligvis stige som det er sket for priserne på tørre spåner og savsmuld til træpiller.

3.4 Referencer

/1/ Bekendtgørelse nr. 638 af 3. juli 1997 fra Miljø- og Energiministeriet BEK nr 638 af 03/07/1997

/2/ Mortensen, P.F. Teknologisk Institut Træteknik. Sekretær for Foreningen af Spånproducenter

/3/ Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 35 af 22. januar 2001

/4/ Nikolaisen et. al.. ” Kvalitetskarakteristik af biobrændselspiller” Projekt med deltagelse af Teknologisk Institut, dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, Tech-wise, Brigham Young University, Utah, USA, Bioteknologisk Institut og Sprout-Matador. Citeret fra artiklen ”Piller til et hungrende marked” i Dansk BioEnergi nr. 61-62 april 2002, samt indlæg på Dansk Træpillekonference 2002, september 2002.

4. Produktion af træpiller

Kapitlet beskriver produktion og import af træpiller til Danmark.

4.1 Produktion i Danmark

Kapacitet

Skønnet total produktionskapacitet i Danmark p.t. er 330.000 til 400.000 tons /1/. Med etablering af ENERGI E2s produktionsanlæg på Junckers i Køge med en kapacitet på 180.000 tons når produktionskapaciteten i Danmark fra 2003 op på mellem 500-600.000 tons/år. Opgørelse af produktionskapacitet er altid behæftet med en hvis usikkerhed, idet produktionskapacitet ofte sættes lig med produktionssystemets tekniske kapacitet. Den reelle produktionskapacitet er derudover især afhængig af tilgængelighed af råvarer, maskiner, bemanding og lagerkapacitet.

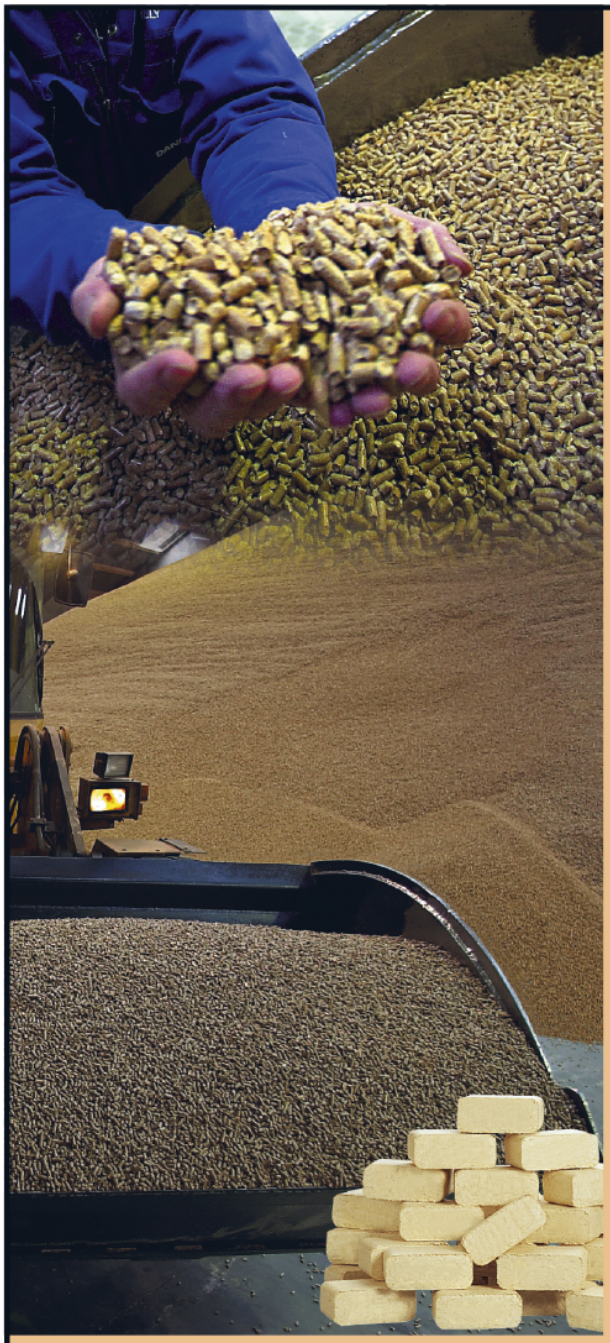
Produktion

Dansk produktion af træpiller foregår alt overvejende i Jylland, hvilket hænger sammen med lokaliseringen af træforarbejdende industrier i den del af landet, hvor møbelindustrien er stærkt repræsenteret – se figur 4.1.

Produktionssteder:

- Vildbjerg
- Haastrup
- Kjellerup
- Roslev
- Mors
- Års
- Vejen
- Bindslev
- Assens
- Køge

Figur 4.1: Produktion af træpiller i Danmark. Køge (rød stjerne) starter produktion i 2003 /1/



Biobrændsel

Dansk producerede træpiller

- af høj kvalitet

Produktion:
125.000 tons årligt

Desuden import af baltiske træpiller til industri og fjernvarme

Salg af træbriketter på paller

dlg Trading

Tlf. 33 69 88 88

Den samlede danske produktion af træpiller i 2001 var omkring 200.000 tons baseret på en rundspørge blandt de største danske producenter af træpiller – se figur 4.2.

Produktionsanlæg	Kapacitet 2001 [tons/år]	Produktion 2001 [tons]
HP Briketter	120.000	110.000
Dangrønt	75.000	45.000
Bodilsen	25.000	25.000
Spanvall A/S	50.000	5.000
Nordjydsk Minkkom	2.500	<2.000
TREKA	50.000	<1.000
Danpill	n.a.	skønnet <1.000
Junckers	(~ 180.000 in 2003)	-
Total	**300.000 tons/år**	**190.000 tons**

Figur 4.2: Kapacitet og produktion på træpillefabrikker i Danmark

Foruden danske råvarer blev materiale til træpilleproduktion importeret fra bl.a. Tyskland i 2001.

4.2 Import af træpiller til Danmark

Fra en rundspørge til forhandlere af træpiller er der skabt et overblik over, hvilke lande der eksporterer træpiller til Danmark. Der er i øjeblikket ikke statistiske oplysninger om import af træpiller. Udfra informationer fra danske importører, udenlandske producenter, myndigheder og landerapporter er der udarbejdet en vurdering af træpilleimporten til Danmark i 2001 – se figur 4.3. Det er værd at bemærke, at importen fra Nord Amerika er steget væsentligt i 2002, hvor den forventes at komme op på 60.000 tons.

Eksportland	Skønnet import af træpiller i 2001 [tons]
Sverige	25.000
Finland	16.000
Estland	65.000
Letland	35.000
Litauen	20.000
Nord Amerika	5.000
Tyskland	<3.000
Norge	<2.000
Polen	<1.000
Træpilleimport 2001	**170.000 tons**

Figur 4.3: Lande der eksporterer træpiller til Danmark, med en vurdering af mængderne i 2001

4.3 Referencer

/1/ Østergård, T.EcoNordic. Indlæg af Thomas Østergård på Dansk Træpillekonference 2002.

5. Produktionsteknik

Kapitlet beskriver produktionsteknik til træpilleproduktion fra råmaterialet modtages på pelleteringsfabrikken og indtil de færdige piller er klar.

5.1 Råmateriale

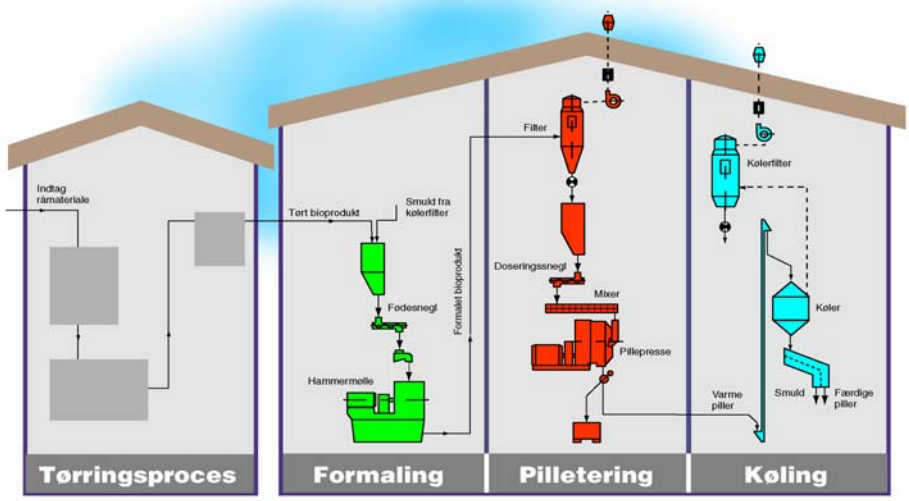
Restprodukter fra træindustrien i form af høvlspåner og træsmuld udgør stadig den største del af det råmateriale, som anvendes til fabrikation af træpiller i Danmark. Den øgede efterspørgsel efter råmateriale har medført, at træpillefabrikanterne også er begyndt at tørre og findele hele træstammer, for at sikre tilstrækkeligt med råmateriale.

Både løv- og nåletræ anvendes til træpilleproduktion. I en enkelt produktion udgør andelen af nåletræ typisk 70 til 95% af råmaterialet og løvtræ den resterende andel.

Ofte blandes det rensede råmateriale fra flere træarter for at sikre et ensartet ligninindhold. Dette er vigtigt da ligninet binder pillerne sammen og mængden af lignin varierer mellem forskellige træsorter, således at hårdt træ, som eksempelvis bøg normalt har et lavere ligninindhold end blødt træ, som rødgran. Det er meget vigtigt at sikre, at opblandingen er så jævn og ensartet som muligt. Anvendelse af uensartet materiale medfører risiko for stop under presning.

5.2 Pelleteringsproces

Fra råmaterialet modtages på pelleteringsfabrikken, og indtil de færdige træpiller er klar til levering, har det gennemgået en proces, der består af formaling, pelletering samt nedkøling – se figur 5.1.



Figur 5.1: Flow diagram over pelleteringsprocessen /1/

Fortørring

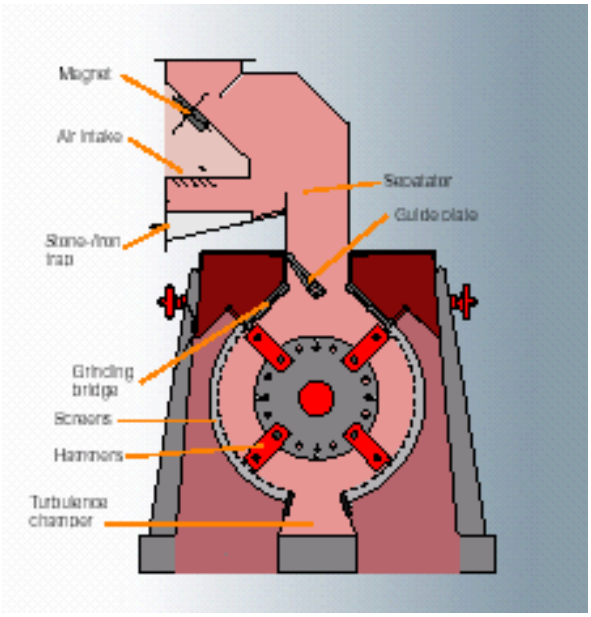
Vandindholdet i råmaterialet skal være omkring 10%. Er vandindholdet i råmaterialet for højt skal det tørres inden den egentlige pelleterings-proces kan startes. Fortørringen er af stor betydning for det færdige produkt, da råmateriale med et vandindhold over 15% er vanskeligt at pelletere.

Rensning

Ved levering af råmaterialet til pelleteringsfabrikken fjernes uønsket materiale, eksempelvis metal ved hjælp af magneter og sold.

Formaling

Herefter formales råmaterialet i en hammermølle – se figur 5.2. Træmelet transporteres videre til udskilning i en cyklon, alternativt et filter. Formalingen er nødvendig da råmaterialet ved modtagelse kan være meget uensartet i størrelse, dog typisk under 5 mm i diameter.

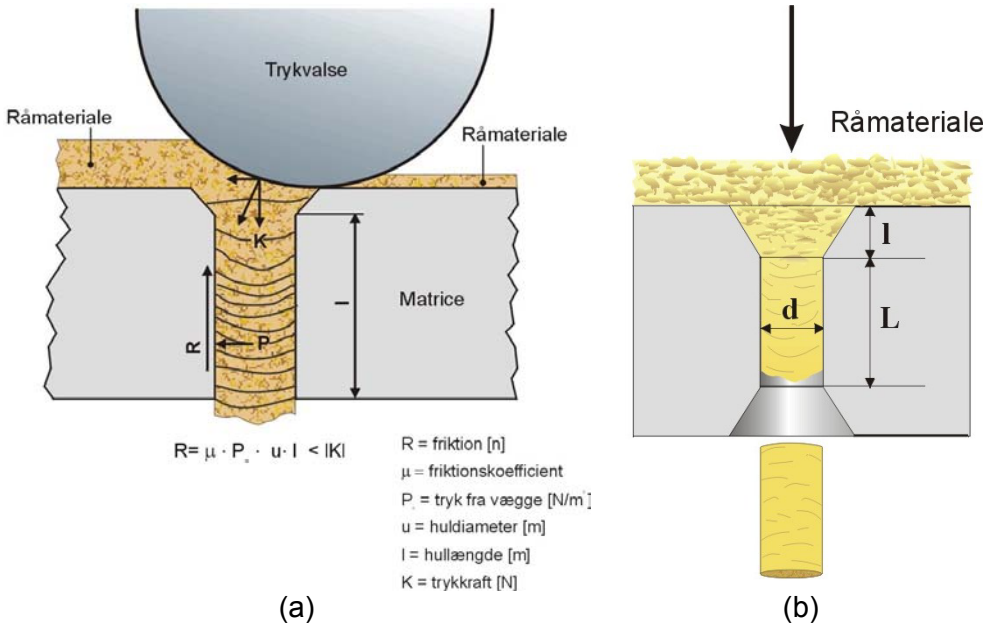


Figur 5.2: Hammermøllen findeler og homogeniserer høvlspåner og savsmuld /1/

Presning

Før træpillerne presses tilføres 1 - 2% vand i form af damp til råmaterialet, som derved opvarmes til cirka 70°C. Opvarmningen sikrer, at træets indhold af lignin frigives og bidrager til at øge sammenbindingen af det færdige produkt. Det nu plastiske lignin og træsmuld føres til pillepresseren.

Pelleteringen er illustreret i figur 5.4 (a) og (b). Råmaterialet ligger i et lag foran valsen, der presser materialet ned i matricen. Når en valse atter ruller henover hullet presses nyt materiale ned i hullet, hvorved råmaterialet komprimeres til piller.

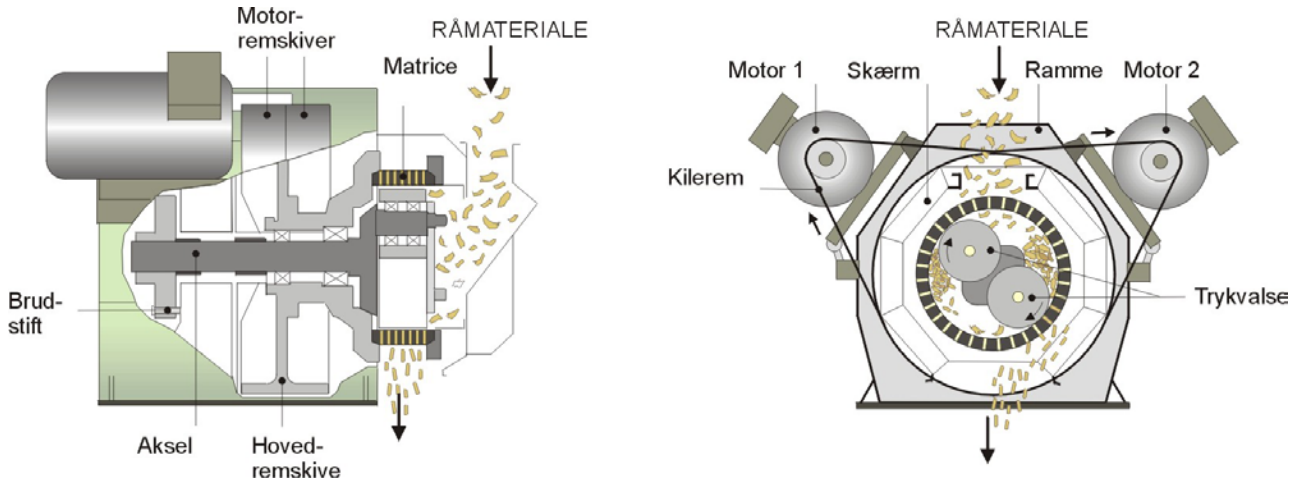


*Figur 5.4: Pelleteringsprincip (a) og kompressionsforhold (b) - kompressionsforholdet = d/(L+2*l). /2/*

Der er seks forhold der har betydning for komprimeringen – og dermed pillekvaliteten /3/:

1. Sammenhængen mellem råvareegenskaber, maskinens kompressionskapacitet og sammentrykningsprocessenMatricens friktionsegenskaber
2. Overfladen og materialet af matrice og valser
3. Matricens længde og diameter – figur 5.4 (b)
4. Lagtykkelsen af råmaterialet – og dermed tykkelsen af den mængde, der presses ind i matricen
5. Kompressionsfrekvensen – d.v.s. omdrejningshastigheden

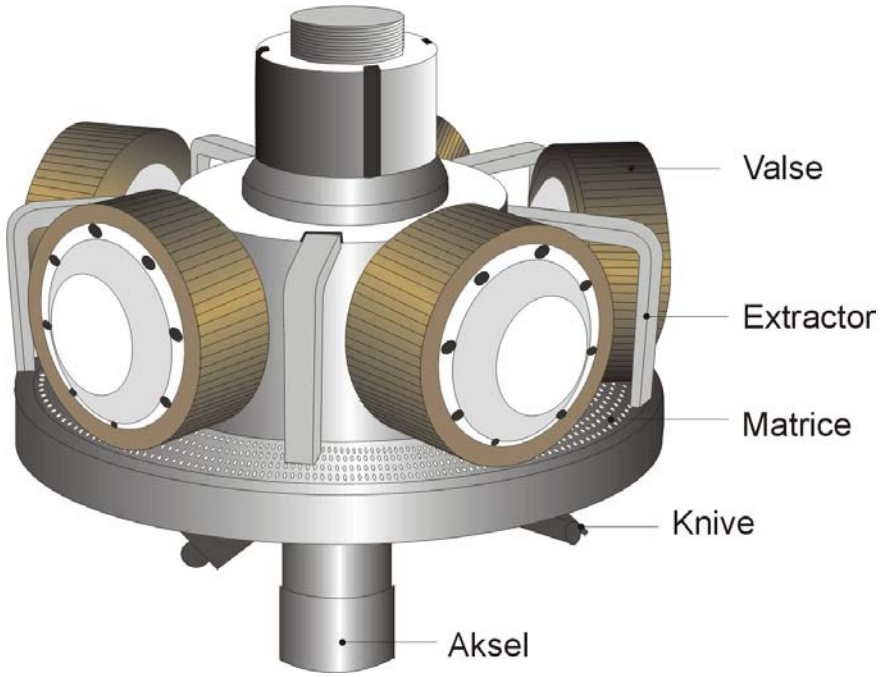
Afstanden mellem matricen og valsen har indflydelse på pillekvalitet, slid på maskinen og energiforbruget ved processen. Forsøg har vist at en forøgelse af afstanden fra 0 til 1 mm medfører 20% højere energiforbrug, men reducerer samtidig mængden af smuld med 30% /4/.



Figur 5.5: Pelleteringsmaskine med ringmatriceprincip. Råmaterialet føres ind i tromlen, hvor en eller flere valser presser materialet til piller gennem cylindriske rør. På ydersiden af tromlen skæres pillerne af i passende længder /4/.

Matricer

Til presning af piller anvendes enten en ringmatrice (figur 5.5) eller en fladmatrice (figur 5.6). Råmaterialet føres ind i tromlen, hvor en eller flere valser presser materialet til piller gennem cylindriske rør. Når pillerne er passeret gennem matricen afskæres eller brækkes de i passende længder.



Figur 5.6: Skematisk fremstilling af fladmatriceprincippet. Råmaterialet føres ind i tromlen, hvor en eller flere valser presser materialet til piller gennem cylindriske rør. På ydersiden af tromlen skæres pillerne af i passende længder /4/

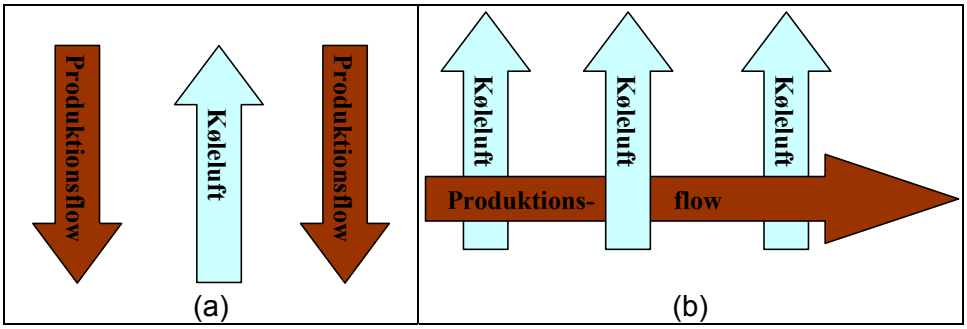
Matricerne kan udskiftes, således at man kan variere diameteren af de cylindriske rør, herved kan der fremstilles brændselspiller med forskellig diameter. Hver produktionsenhed har dog altid den samme diameter. I Danmark er den typisk 8 mm.

Presningen foregår under tryk, hvilket øger temperaturen af råmaterialet yderligere. Størrelsen af trykket i matricen afhænger bl.a. af typen af råvare, generelt gælder dog, at med stigende indhold af hårdt træ i råmaterialet skal der et øget tryk til pelleteringen. Materiale som kræver et højere tryk end det anvendte kan blokere hullerne i matricen og derved afbryde pelleteringsprocessen.

Afkøling

De stadig varme og elastiske piller transporteres til et køleapparat for nedkøling til lidt over stuetemperatur. Nedkølingen øger pillernes holdbarhed, hvilket begrænser smulddannelsen under den senere transport og håndtering.

Ved modstrømskøling bevæges piller og køleluft mod hinanden således at den varme luft anvendes til de varmeste piller og omvendt – se figur 5.7. Modstrømskøling giver en gradvis afkøling af pillerne, hvilket hindrer, at pillerne bliver udsat for et varmestress, som kan give et dårligere slutprodukt.



Figur 5.7: Køleprincipper til træpiller, (a) modstrømsprincip og (b) tværgåendeprincip. Begge typer anvendes i Danmark

Fjernelse af smuld

Efter afkølingen bliver pillerne siet for at fjerne smuld dannet under produktionen. Pillerne lagres enten i løsvægt eller pakket i sække, og smuldet føres tilbage til produktionen.

5.3 Referencer

/1/ Illustration fra Sprout-Matador, Glentevej 5-7, 6705 Esbjerg

/2/ Oravainen, H. 1999. Undervisningsmateriale. Illustration fra VTT Processes, 2001

/3/ Kytö & Äijälä 1981. Citeret fra ”Wood pellets in Finland – technology, economy and market, VTT Processes, 2001

/4/ Alakangas, E. et al. ”Wood pellets in Finland – technology, economy and market” 2001

6. Brændselskvalitet

Kvaliteten af brændselspiller kan variere betydeligt. Parametre som har indflydelse på pillernes kvalitet er bl.a. råvare, holdbarhed og vandindhold. Kvaliteten af træpiller kan være vanskelig at vurdere og forbrugeren bør derfor sikre sig, at producenten leverer et produkt som lever op til en række minimumskrav. Dette kapitel beskriver:

- Forskellige typer af brændselspiller.
- Træpillekvalitetens betydning for distribution, håndtering, forbrænding, miljø og økonomi.
- Krav til træpillernes kvalitet
- Redskaber for brugeren til vurdering af træpillernes kvalitet.
- Perspektiverne for fremtidig standardisering og certificering.

6.1 Typer af brændselspiller

Dimensionerne af brændselspiller varierer fra 3 til 25 mm i diameter afhængigt af matricen, som anvendes til fremstillingen. Længden varierer generelt fra 5 til 40 mm. Er produktet over 25 mm kaldes det briketter – se figur 6.1.

Figur 6.1: Dimensionerne af brændselspiller varierer fra 3 til 25 mm i diameter (i forgrunden) afhængigt af matricen, som anvendes til fremstillingen. Over 25 mm kaldes produktet briketter (i baggrunden).

Typisk 8 mm træpiller

I Danmark sælges hovedsagligt 8 mm piller, men 6 mm træpiller vinder også frem. Piller fra samme parti vil have samme diameter, hvilket giver et meget ensartet produkt, som er let at håndtere.

Alternative råvarer

I hovedparten af de piller som produceres i Danmark indgår såvel dansk som udenlandsk træ som råmateriale. Med et øget forbrug vil en produktion af brændselspiller af andet materiale end træ blive aktuelt, eksempelvis halm, olivensten og mandelskaller.

Rådgivning om træpiller

dk-TEKNIK tilbyder analyser, uddannelse og rådgivning inden for alle aspekter vedrørende træpiller.

Rådgivning om brændsler

- Analyse af træpiller
- Kvalitetssikring af træpiller
- Anvendelse af alternative brændsler

Bygherre- og driftsrådgivning

- Tørreanlæg
- Pelleteringsanlæg
- Varmecentraler
- Fjernvarmeanlæg

Opdateret markedsinformation

- Standarder og lovgivning
- Danske og internationale markeder

dk-TEKNIK leder the European Pellet Centre, der formidler viden om de europæiske træpillemarkeder, og har siden 1986 været leder for Videncenter for Halm- og Flisfyring. dk-TEKNIKs laboratorium er DANAK-akkrediteret til analyse af faste biobrændsler.

www.dk-teknik.dk

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Gladsaxe Møllevej 15 • 2860 Søborg • Tel.: 39 555 999 • Fax: 39 696 002
www.dk-teknik.dk • dk-teknik@dk-teknik.dk

© dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ

6.2 Kvalitetens betydning for forbrugeren

Fyring med træpiller er normalt ganske ukompliceret og behovet for tilsyn og pasning af fyret er ofte begrænset. Nogle gange opstår dog fyringstekniske problemer, hvor bl.a. askemængden stiger, hvorefter anlægget slagger til og virkningsgraden falder. Disse problemer skyldes i mange tilfælde dårlig kvalitet af træpiller – i andre tilfælde forkert valg og indstilling af anlæg.

Pillekvalitet kan være meget forskellig

I perioder, hvor der er mangel på råvarer til fremstilling af træpiller ses ofte brændselspiller af meget svingende brændselskvalitet da leverandører ser sig nødsagede til købe, hvad de kan få - se figur 6.2.

Figur 6.2: Fire forskellige kvaliteter træpiller solgt på det danske marked i 2001. I nederste højre hjørne ses en god kvalitet træpiller uden smuld, som er produceret på rent, tørt vedtræ. Pillerne i nederste venstre hjørne er en blanding af piller fremstillet af to forskellige typer råvarer, som har medført kraftig, glasagtig slaggedannelse i et mindre fyr på grund af pillernes lave askesmeltepunkt. De mørke piller i øverste venstre hjørne gav en porøs slagge, der medførte at askesneglen i et mindre anlæg blokerede. Pillerne i øverste højre hjørne havde et meget højt indhold af smuld ved levering hos forbrugeren. For disse piller kunne konstateres brodannelse i indfødningssystemet og dårlig forbrænding. /1/

Er pillerne mørke, kan det være fordi de indeholder en mørk træsort eller bark, men det kan også skyldes sværtet træ som følge af en voldsom tørring af en fugtig råvare.

Dårlige træpiller skaber fyringsmæssige problemer

Den svingende kvalitet af træpiller har skabt problemer for brugere med små anlæg. Flere har meldt om fyringsproblemer i anlæg, der hidtil har kørt upåklageligt. I figur 6.3 er angivet nogle eksempler på fyringstekniske problemer og deres mulige brændselsmæssige årsag.

Problem	**Årsagen kan være, at træpillerne:**
Meget aske i fyret	• indeholder råmaterialer som bark, frøafrens eller anden biomasse med et højere askeindhold end rent vedtræ • indeholder tilsatsstoffer eller urenheder som jord og sand • indeholder affaldsmateriale
Slagge i fyret	• indeholder råmaterialer som bark, frøafrens eller anden biomasse med lavt askesmeltepunkt • indeholder tilsatsstoffer eller urenheder som jord og sand • indeholder affaldsmateriale
Belægninger og korrosion	• indeholder anden biomasse end rent vedtræ eller andre materialer med betydende indhold af flygtige komponenter som bl.a. svovl og klor
Dårlig forbrænding	• har for højt indhold af smuld • har for højt fugtindhold
Brodannelse i indfødningssystem	• har for højt indhold af smuld • har for højt fugtindhold

Figur 6.3: Eksempler på fyringstekniske problemer og deres mulige brændselsmæssige årsag /1/

6.3 Kvalitetskrav

Lovgivningsmæssige krav

Ifølge biomasseaffaldsbekendtgørelse nr. 638 må der kun anvendes rent træ (spåner, savsmuld, slibestøv) til fremstilling af træpiller i Danmark/2/. Basismaterialet må maksimalt indeholde 1% lim, og fremmedmaterialer som plastic, metal, imprægnering samt alle former for maling må ikke forefindes. Endeligt må der ved produktion af træpiller normalt ikke tilsættes bindemiddel. Piller, som indeholder fremmede bindemidler eller andre urenheder, klassificeres som affald og er belagt med affaldsafgift og må typisk kun forbrændes på affaldsforbrændingsanlæg (se kapitel 3).

Krav til smuldindhold

En vigtig faktor for kvaliteten af brændselspillerne er andelen af smuld i varen. Smuldet fremkommer ved produktion af pillerne, ved håndtering på værket og under transport. Smuld dannet ved produktion bliver normalt frasorteret hos producenten, hvorimod det øvrige smuld kan give anledning til problemer. Smuldet hindrer pillerne i at bevæge sig, hvilket kan føre til brodannelse over indføringssneglen i pillesiloen. Smuld og piller separerer let og giver et uensartet materiale, hvilket medfører ujævn brændselstilførsel. Som regel gælder, at jo mindre anlægget er, des mere følsomt er det over for smuld i pillerne.

Totalt bør andelen af smuld i pillerne ikke overstige 8%, men grundet den ujævne lejring af piller og smuld er det yderst vanskeligt at kontrollere dette forhold /3/.

Krav til holdbarhed

Holdbarheden af brændselspiller har stor betydning for forbrugeren. Træpiller med lav holdbarhed er særligt følsomme overfor mekanisk stress under transport og ved håndtering hos forbrugeren, hvilket resulterer i dannelse af smuld. Holdbarheden bestemmes blandt andet af ligninindhold, vandindhold og hvor hårdt pillerne er presset. Også fugtpåvirkning efter presning har stor betydning og det er derfor vigtigt at opbevare pillerne tørt.

Krav til vandindhold

Vandindholdet i piller ligger oftest på 5-10% af totalvægten. Vandmængden i træpiller har betydning for brændværdien, som i træpiller oftest ligger mellem 4,7 og 5,0 MWh/ton træpiller /ref4/. Den store variation i vandindhold, som kendes fra træflis, forekommer ikke i træpiller. Dette skyldes, at det ikke kan lade sig gøre at pelletere basismateriale med et vandindhold på over cirka 15 %. Ydermere vil pillerne svulme op og falde fra hinanden, hvis de udsættes for fugt efter presning.

6.4 Kontrol og sikring af kvalitet

Der er mange forhold fra råmateriale, fremstillingsproces, distribution og lagerforhold, der er afgørende for om kvaliteten er i top, når træpillen når til forbrugeren. Da der i øjeblikket ikke foreligger en standard for træpiller gives følgende anbefalinger ved køb af træpiller til brug i mindre fyringsanlæg /1/:

- Kræv en garanti for, at træpillerne er lavet af rent vedtræ
- Kræv en garanti for, at træpillerne overholder dansk lovgivning med hensyn til anvendt råmateriale
- Kræv en brændselsspecifikation af træpillerne og garanti for, at de leverede piller lever op til disse data
- Kræv en garanti for, at træpillerne tages tilbage, og at leverandøren dækker alle omkostninger, hvis ovennævnte garantier ikke overholdes.

En brændselsspecifikation bør indeholde oplysninger om diameter, effektiv brændværdi, rumvægt, samt indhold af vand, aske og svovl.

Derudover kan man selv kontrollere kvaliteten af de enkelte træpiller ud fra nogle enkle kriterier /3/:

- Lugten ved forbrænding skal være som ved forbrænding af træ
- Farven skal være træagtig
- Rumvægten skal være omkring 0,65 kg pr. liter
- Træpillerne skal være uden tilsætningsstoffer
- Vandindhold < 12%
- Træpillerne må ikke indeholde for meget smuld

De enkelte kriterier kontrolleres som følger:

Kontrol af lugt

Under forbrænding skal røgen lugte som afbrænding af brænde. Lugter røgen derimod anderledes, skal pillerne undersøges nærmere.

Kontrol af farve

Pillerne skal fremstå i en ensartet træagtig farve. Farven kan skifte alt efter hvilken type af træ, der er anvendt, eller ved indblanding af finmalet bark. Ydersiden af pillerne kan være mørkebrun på grund af svidning under produktionen. Pillerne må ikke indeholde partikler, der helt tydeligt ikke har træagtig farve. Sådanne partikler kan stamme fra maling, laminat, plastik, imprægnering osv.

Kontrol af rumvægt

Rumvægten hos træpiller afhænger af, hvor hårdt pillerne er presset. Gode piller har en rumvægt på mellem 0,6 og 0,7 kg pr. liter. Rumvægten kan bestemmes på følgende måde. Placér en beholder på cirka en liter på en køkkenvægt og notér egenvægten. Fyld beholderen med vand og vej den igen og noter vægten. Forskellen mellem de to vejninger giver totalvægt vand. Aftør beholderen grundigt og fyld den med et strøget mål af piller. Vej beholderen med piller og noter vægten. Forskellen mellem vægt af beholder plus piller og egenvægten af beholderen giver totalvægt piller.

Rumvægten kan beregnes med følgende formel:

$$\textbf{Rumvægt (kg/liter)} = \frac{\textbf{(totalvægt piller – egenvægt beholder)}}{\textbf{(totalvægt vand – egenvægt beholder)}}$$

Kontrol af tilsætningsstoffer

Piller uden tilsætningsstoffer falder fra hinanden, når de bliver våde. Eventuelt indhold af tilsætningsstoffer kan afsløres ved at lægge nogle piller i et glas vand. Hvis pillerne falder fra hinanden inden for nogle minutter, er der kun en ringe risiko for, at pillerne indeholder tilsætningsstoffer.

Kontrol af vandindhold

Eftersom træpiller falder fra hinanden ved en fugtprocent, som overstiger cirka 12 – 15%, er det let for forbrugeren at vurdere kvaliteten af et produkt, hvad angår vandindhold: smuldrer pillerne er vandindholdet for højt eller presningen for dårlig.

Har man adgang til et tørreskab kan man vælge, at bestemme det præcise fugtindhold. Generelt gælder, at vandindholdet er lavt og ligger mellem 5-10%, så man kan udmærket undlade at bestemme vandindholdet ved hver leverance.

Fugtprocenten defineres som massen af vand i prøven udtrykt som procent af massen af fugtig materiale /ref6/ og kan bestemmes på følgende måde: Afvej cirka 1 kg piller med 0,1 g nøjagtighed og noter vægten. Tør pillerne til konstant vægt i en ovn ved 105 ±2°C, vej pillerne og notér den nøjagtige vægt. Konstant vægt opnås, når vægten af en prøve ikke ændres mere end 0,1% mellem to på hinanden følgende vejninger med 1 times mellemrum.

Fugtprocenten beregnes med følgende formel:

$$\text{Fugtprocent} = \frac{\text{fugtig prøve (g)} - \text{tør prøve (g)}}{\text{fugtig prøve (g)}} \times 100$$

Kontrol af smuld

Den del af smuldet, som er et problem for forbrugeren, fremkommer under transport til - og håndtering hos - forbrugeren. Indholdet af smuld kan være vanskeligt at kontrollere på grund af den uens fordeling i en pilleleverance. En mulighed er at kræve en garanti fra producenten på, at pillerne ved levering ikke har for højt et indhold af smuld.

Er der tvivl om kvaliteten af en vare kan det overvejes at få lavet en holdbarhedstest af pillerne som giver et tal for mængden af smuld. Der findes en række apparater, som kan bestemme holdbarheden af træpiller, men da disse måleinstrumenter er dyre at anskaffe kan man vælge at få testen fortaget hos et laboratorium som er specialiseret i kvalitetskontrol af træpiller.

Holdbarhedstesten udføres ved at udsætte en pilleprøve, renset for smuld, for en hårdhændet behandling i et testudstyr – se figur 6.4. Typen af udstyr og grænseværdien for hvad der kan accepteres varierer alt efter hvilken standard der testes efter. Andelen af smuld beregnes som:

$$\text{Smuld} = 100 \times \frac{\text{Vægt af piller (før test)} - \text{Vægt af piller (efter test)}}{\text{Vægt af piller (før test)}}$$

Figur 6.4. Udstyr til bestemmelse af holdbarhed af træpiller (Borregaard LT II). Dette udstyr anvendes i den østrigske standard for træpiller

6.5 Analyseparametre for træpiller

Udover egne muligheder for at kontrollere træpillekvaliteten kan pillerne analyseres af et akkrediteret laboratorium.

I figur 6.5 er anført de væsentligste analyseparametre for træpiller ud fra en økonomisk og anvendelsesteknisk synsvinkel. I tabellen er angivet det generelle niveau for parametrene for rene, danske træpiller (uden bindemidler og andre tilsætningsstoffer) og betydningen af afvigelse herfra – fra et brugersynspunkt.

Nogle træpiller kan have analyseværdier, der afviger fra de angivne typiske værdier. I disse tilfælde kan laboratoriet kontaktes for en vurdering af brændselsanalysen.

Analyseparameter		Niveau, typisk	Betydning af afvigelser fra typisk niveau
Vand	vægt% ar	5 – 10	- Jo højere vandindhold, des lavere energiindhold; - Højere vandindhold kan medføre dårlig forbrænding; - Ved meget højt vandindhold (> 15 %) er der risiko for biologisk omsætning.
Aske, 550°C	vægt% ar	0,2 – 1,5	- Højere indhold indikerer indhold af uønskede fremmedstoffer (tilsatsstoffer, jord, andet affaldsmateriale m.v.); - Højere indhold giver risiko for belægninger; - Højere indhold betyder bortskaffelse af større askemængder.
Svovl	vægt% ar	< 0,02 – 0,08	- Indhold > 0,05 vægt% db medfører svovlafgift; - Indhold > 0,1 vægt% db indikerer indhold af fremmedstoffer (som f.eks. svovlholdigt bindemiddel) eller andet affaldsmateriale; - Indhold > 0,1 vægt% db giver risiko for belægninger (gipsdannelse).
Eff.brændværdi	MJ/kg ar	16,9 – 18,6	- dårlig forbrændingskvalitet (hvis udenfor anlægsdimensioneringsgrundlag); - dårlig økonomi (hvis under leverandørgaranti).
Eff.brændværdi	MJ/kg daf	18,8 – 19,8	- Afvigende værdier kan være en indikation på indhold af andet brændbart materiale end træ.
Askesmelteforhold, f.eks. jf. ISO 540: Blødgørings temp. Halvkugle temp. Flyde temp.	 °C °C °C	 1200 - 1400 1200 - >1500 1300 - >1500	- Ved lavere værdier for de 3 karakteristiske temperaturer er der potentiel risiko for slagge- og/eller belægningsdannelse (afhængig af aktuelle driftsforhold og anlæggets udformning)
Smuld	vægt% ar	< 8	- Ved højere indhold er der risiko for håndteringsproblemer; - Ved højere indhold er der risiko for dårlig forbrænding
Rumvægt	kg/m³ ar	600 - 700	- dårlig økonomi (ved levering på volumenbasis).

Figur 6.5: Beskrivelse af analyseparametre for træpiller /4/
ar betyder "as received" - værdien er på foreliggende våd brændselsbasis
db betyder "dry basis" - værdien er omregnet til tør brændselsbasis
daf betyder "dry and ash free" - værdien er omregnet til vand- og askefri brændselsbasis

6.6 Standardisering af træpiller

Der findes ingen standard eller norm for bestemmelsen af brændselspillers kvalitet i Danmark, men lovgivningen sætter grænser for, hvor mange fremmede stoffer pillerne må indeholde /2/. Standardisering af faste biobrændsler er under udarbejdelse inden for EU, men det vil formodentligt stadig vare nogle år, før en færdig EU standard vedrørende brændselspiller forefindes.

Visse lande, som f. eks. Sverige og Østrig, har nationale standarder for brændselspiller og briketter – se figur 6.6. Disse standarder kan udmærket anvendes som vejledende, men på længere sigt er det tvingende nødvendigt at få udarbejdet en fælles europæisk standard både af hensyn til producenten og aftageren. Samtidig skal man være opmærksom på, at såvel den svenske som den østrigske standard eksempelvis tillader tilsætningsstoffer, hvilket er uacceptabelt i forhold til dansk lovgivning.

	Østrigsk Standard (gruppe HP1) (OENORM M 7135)	Svensk Standard (gruppe 1) (SS 18 71 20)	Svensk Standard (gruppe 2) (SS 18 71 20)	Svensk Standard (gruppe 3) (SS 18 71 20)
Diameter	4- 20 mm			
Længde	≤ 5×∅	Maks. 4×∅	Maks. 5×∅	Maks. 5×∅
Rumvægt		≥ 600 kg/m^3	≥ 500 kg/m^3	≥ 500 kg/m^3
Nettodensitet	≥ 1,12 kg/dm^3			
Holdbarhed	≤ 2,3 %	≤ 0,8% (masse af smuld < 3mm)	≤ 1,5% (masse af smuld < 3mm)	> 1,5% (masse af smuld < 3mm)
Brændværdi	≥ 18,0 MJ /kg	≥ 16,9 MJ /kg	≥ 16,9 MJ /kg	≥ 15,1 MJ /kg
Askeindhold	≤ 0,50 %	≤ 0,7 %	≤ 1,5 %	> 1,5 %
Totalt fugtindhold	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 10 %	≤ 12 %
Svovlindhold	≤ 0,04 %	≤ 0,08 %	≤ 0,08%	Beskriv
Tilsætningsstoffer	≤ 2 %	Beskriv indhold og mængde	Beskriv indhold og mængde	Beskriv indhold og mængde
Nitrogen	≤ 0,30 %			
Klorforbindelser	≤ 0,02 %	≤ 0,03 %	≤ 0,03 %	Beskriv

Figur 6.6: Træpillestandarder i Østrig og Sverige. /5 og 6/. Bemærk at den østrigske standard på en betydende parameter som holdbarhed tillader et større smuldindhold (< 2,3 %) end den svenske (< 0,8 % -1,5%). Dette kunne tolkes således, at den svenske standard stiller højere krav end den østrigske standard. Sandheden er dog, at det udstyr som anvendes i den svenske standard behandler pillerne langt mindre hårdhændet end udstyret som anvendes i den østrigske standard. Derfor giver den østrigske standard også et mere troværdigt udtryk for pillernes holdbarhed.

Rumvægten beregnes med en beholder af kendt volumen og giver den samlede densitet af træpiller og luft i beholderen, hvorimod nettodensitet beregnes på baggrund af vægten og rumfanget af den enkelte træpille.

Da markedet for træpiller i Danmark stadig er forholdsvis ureguleret, blandt andet grundet mangel på en gældende standard, bør man ved køb af træpiller kræve en beskrivelse af pillerne. Dette kan for eksem-

pel være ved at følge de retningslinier der arbejdes efter i det igangværende standardiseringsarbejde. Her opereres med normative værdier, som skal opgives og informative værdier, som bør opgives. Samtidigt bør det fremgå af en sådan deklaration, at produktet overholder de gældende danske regler.

Tager man som eksempel en 20 kg sæk med piller **kan** mærkningen se ud som nedenstående.

Producent:	Træpille Fremstillet af kutterspåner Str. af sæk: 20 kg
Normative værdier	Diameter: 8 mm Max. længde: 40 mm Fugtindhold: ≤ 8% (A) Aske: ≤ 0,7 vægt-% (D) Svovl: ≤0,05 vægt-% (D) Holdbarhed: 2,3% * (A)
Informative værdier	Energi densitet. 4,7 kWh/kg Bindemiddel: 1 vægt-% stivelse Klor: 0,03 vægt-% (D) N: 0,5 vægt-% (D)

* jvf. Önorm M 7135.

Umiddelbart kan det virke som et stort antal undersøgelser, men kender producenten sine råvarer, vil de værdier, som er mærket med (D), være givne og det er således ikke nødvendigt at få disse analyseret. Tilbage står kun testen for vandindhold og holdbarhed, mærket med (A).

6.7 Brændselspiller fra alternative råvarer

I et projekt, der undersøgte mulighederne for produktion af brændselspiller på alternative råvarer, blev fremstilllet brændselspiller udfra 12 forskellige recepter – se figur 6.7.

Resultater for fyring i 30 kW med trapperist var, at for pillerne R1 - R3 måtte fyret afbrydes indenfor de første 2 døgn på grund af megen slaggedannelse og voldsom støvaflejring. Pillerne R4 - R12 gav ingen problemer med slagger, men askemængden var oppe på næsten 10%. Derudover var der voldsom støvaflejring og der var fastbrændt slagge/støv på dyser. R7, R9, R11 og R12 blev vurderet som de bedste recepter.

	Indhold – i procent af den totale råvaremængde
R1	1/1 halm, 1% aluminium hydroxid
R2	1/1 halm, 2% kaolin
R3	1/1 halm, 1% CaO, 3% melasse
R4	1/3 savsmuld, 2/3 halm, 5% foderkridt
R5	1/3 savsmuld, 2/3 halm, 5% aluminium hydroxid, 5% melasse
R6	1/3 savsmuld, 2/3 halm, 5% foderkridt, 5% melasse, 5% rapsolie
R7	1/3 savsmuld, 2/3 kornafrens, 5% foderkridt, 5% melasse, 3% rapsolie
R8	1/3 solsikkeskaller, 2/3 kornafrens, 5% foderkridt, 5% melasse, 2% rapsolie
R9	1/3 sheanøddeskaller, 2/3 kornafrens, 5% foderkridt, 5% melasse, 2% rapsolie
R10	1/1 kornafrens, 5% foderkridt, 5% melasse, 2% rapsolie
R11	1/3 savsmuld, 2/3 kornafrens, 3% foderkridt, 2% melasse, 2% rapsolie
R12	1/3 sheanøddeskaller, 2/3 kornafrens, 3% foderkridt, 0% melasse, 0% rapsolie

Figur 6.7: Oversigt over 12 forskellige pilleblandinger fremstillet i pilleprojekt /7/

En økonomiberegning af de 12 forskellige pillerecepter produceret på et anlæg med en årlig produktion på 60.000 tons piller viste, at produktionsomkostningerne varierede fra 49 til 70 kr/GJ for de alternative brændselspiller sammenlignet med 60 kr./GJ for træpiller med de anvendte prisforudsætninger.

Det blev konkluderet, at en eller flere pilleblandingerne kan anvendes i visse villakedler, institutionsanlæg og fjernvarmeværker. Især de lidt større anlæg vil med fordel kunne anvende brændselspiller på alternative råvarer.

6.8 Referencer

/1/ Bjerg J. og Westborg, S. “Sådan får du tjek på dine træpiller.” Artikel i Dansk BioEnergi, nr. 62, Marts 2002.

/2/ Bekendtgørelse nr. 638 af 3. juli 1997 fra Miljø- og Energiministeriet BEK nr 638 af 03/07/1997

/3/ Kofman P.D. (1999). Hvordan bedømmer man, om træpiller er den ægte vare? Videnblad nr. 143.

/4/ Westborg, S. dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2002

/5/ Önorm M 7135. (2000) Presslinge aus naturbelassenem Holz oder naturbelassener Rinde – Pellets und Briketts. Anforderungen und Prüfbestimmungen.

/6/ Svensk Standard SS 18 71 20. Fasta biobränslen och torv – Bestämming av mekanisk hållfasthet hos pellets och briketter.

/7/ Nikolaisen et. al.. ” Kvalitetskarakteristik af biobrændselspiller” Citeret fra artiklen ”Piller til et hungrende marked” i Dansk BioEnergi nr. 61-62 april 2002, samt indlæg på Dansk Træpillekonference 2002, september 2002.

7. Distribution af træpiller

I dette kapitel beskrives forskellige leveringsformer med vurdering af fordele og ulemper, samt en kort beskrivelse af distributionsforholdene i Danmark.

7.1 Leveringsformer

En stor fordel ved brændselspiller er, at de kan transporteres i både løs vægt og indpakket, hvilket gør det let at distribuere pillerne. Afhængigt af mængden af piller man aftager kan en af følgende metoder til transport anvendes:

- Små sække af maksimalt 40 kg
- Store sække (big bags) på op til 1200 kg
- Suge/blæse bil
- Aftippet hos aftageren
- Selvafhentning

7.1.1 Sække

Træpiller leveres i små sække fra 16 kg til 40 kg. Små sække er den dyreste leveringsform for træpiller p.g.a. omkostninger til sække, påfyldning og distribution af sækkene.

Fordele ved sække

Fordelene ved sækkene er, at de er lette at håndtere og ikke kræver specielle hensyn i forbindelse med oplagring, blot at lagret er tørt. For at minimere udgifterne til levering, er der en del forbrugere, der i egne biler henter sækkene hos leverandøren.

Figur 7.1: Træpiller i sække anvendes fortrinsvist af mindre, private forbrugere /1/

7.1.2 Big bags

Big bags er en leveringsform, der er forholdsvis udbredt inden for landbrugssektoren bl.a. til levering af kunstgødning og kornprodukter. Til levering af træpiller har big bags ikke fået den store udbredelse. Det skyldes, at det er de færreste private forbrugere, der råder over det nødvendige løftegrej (så som frontlæsser eller palleløfter) til at flytte sækkene, der vejer op til 1.000 kg pr. sæk – se figur 7.2.

Figur 7.2: Big bags kræver udstyr til håndtering /2/

Pladskrav til big bags

Samtidigt kræver det meget plads i fyrrummet samt stor frihøjde over brændselsmagasinet for at komme til med palleløfter eller frontlæsser når pillerne skal tømmes ud i magasinet. Levering i big bags er lidt billigere end levering i småsække, men stadig en del dyrere end levering med suge/blæsebil eller i løs vægt.

7.1.3 Suge/blæsebil

Levering med suge/blæsebil er en forholdsvis billig leveringsform i forhold til levering i sække. Selv om det stiller en del krav til lageret, er levering med suge/blæsebil langt den mest foretrukne leveringsform her i landet. En suge/blæsebil med anhænger kan rumme ca. 24 tons træpiller og det mindste kvantum, der normalt kan leveres, er 3 tons.

Krav til lager

Det betyder, at siloen naturligvis skal være indrettet til minimum at kunne rumme 3 tons piller. På lageret skal der desuden forefindes det nødvendige rørsystem for tilslutning til suge/blæsebilen.

Det typiske leveringskvantum er ca. 12 tons og hvor de mindste forbrugere modtager 3 tons modtager de største 18 tons. Det er kun få forbrugere, der har lagerplads til at rumme træpiller fra en helt fyldt suge/blæsebil.

Tilkørselsforhold

For suge/blæse levering gælder, at tilkørselsforholdene hos forbrugeren skal være således, at leverandøren uden problemer kan parkere inden for 10 meter fra tilslutningsstudsen til pillesiloen.

Placering af tilslutningsstuds

Tilslutningsstudsen skal placeres i en hensigtsmæssig arbejdshøjde, cirka 60 cm over jorden. For at begrænse sliddet på pillerne, og dermed mængden af smuld i pillerne, bør rørsystemet have så få bøjninger som muligt. Siloen skal være udstyret med en cyklon, som fjerner støv under påfyldning. Røret fra cyklonen til filtret skal have en større diameter end røret, som indblæser pillerne. Herved sikres, at der er overskud af luft til filteret, hvilket giver optimal opsamling af smuldet.

Figur 7.3: Levering med suge/blæsebil er den mest foretrukne leveringsform for træpiller /3/

Fordele ved suge-/blæsebil

Fordelen ved levering med suge/blæsebil er, at træpillerne ikke skal håndteres manuelt ved leveringen. Det er heller ikke et krav, at lageret er placeret let tilgængeligt, da suge/blæsebilen nemt kan blæse træpillerne ind på et afsides liggende lager f.eks. på et loft eller i en silo.

Ulemper ved suge-/blæsebil

Ulemperne ved levering med suge/blæsebil er flere. Dels giver det et stort slid på pillerne, som er med til at forøge mængden af smuld i varen, dels tager det ganske lang tid at blæse flere m^3 piller op i en silo, en proces som også er forbundet med en del støjgener. Derudover kan det støve en del når træpillerne blæses ind, og hyppig støvsugning på lageret kan derfor være nødvendig for at reducere risikoen for brand.

Når træpiller leveres ved indblæsning bør man tage en række sikkerhedshensyn:

- Leverandøren undersøger om lagerrummet opfylder sikkerhedskravene inden pillerne blæses ind
- Leverandøren sikrer, at kedelanlægget er ude af drift, da undertryk i lageret kan forårsage tilbagebrand
- For at forhindre, at der blæses støv ind i andre bygningsdele, bør der trækkes luft ud af lageret under indblæsning af pillerne

- Indblæsningstrykket skal begrænses for at undgå skader på lageret og for at forhindre smulddannelse når pillerne går itu.

7.1.4 Løs vare med lastvogn

En anden og enklere løsning på transport af brændselspiller er løst lastede piller på en tipvogn. Dette kræver, at man hos forbrugeren kan tippe piller direkte ned i pillelageret. Tipvognsløsningen reducerer sliddet på pillerne, samtidigt med at såvel tiden, det tager at losse pillerne, som støjgener reduceres. For at undgå opblødning af pillerne på grund af regn under transporten skal tipvognene være overdækkede.

Leveringspris

Den billigste måde at få træpillerne leveret på er i en normal lastvogn med tippelad. Prisen for levering med ladbil er kun ca. en trediedel af prisen for levering med suge/blæsebil. En fuldt lastet bil med anhænger rummer ca. 30 tons træpiller og leveringsformen anvendes således kun af meget store forbrugere, der selv råder over det nødvendige brændselshåndteringssystem til at flytte træpillerne hen på de ønskede lagre. De typiske forbrugere er varme- og kraftvarmeværker, der i forvejen er indrettet til at fyre med biobrændsel.

Figur 7.4: Træpiller i løs vægt /1/

Tilkørselsforhold hos forbrugeren

Tilkørselsforholdene hos forbrugeren er vigtige. Tipvognsmodellen er mest egnet til større værker, hvor der normalt ikke er problemer med adgang til pillelageret. Når træpiller leveres med tiplad, er der en række hensyn, der bør tages:

- At levering finder sted på tidspunkter, hvor få beboere bliver forstyrret - fx sen formiddag
- At det ved planlægning af lageret og orienteringen af åbningen overvejes, at der vil komme støvemissioner ved levering af brændsel

- At spild af brændsel fjernes efter aflæsning for at beholde et godt ry og undgå evt. problemer med beboere/andre.

7.1.5 Selvafhentning

En sidste mulighed for transport er, at forbrugeren selv kan hente pillerne hos producenten. Det kan både være i sække eller i løs vægt.

Denne løsning er enkel og velegnet til mindre og mellemstore private anlæg. Forbrugeren kan selv hente piller efter behov, blot skal man som ved transport med lastbil være opmærksom på, at pillerne skal være overdækkede for at undgå opblødning. Under arbejdet med pillerne er der visse helbredsmæssige problemer med støv, som det er vigtigt at være opmærksom på.

Flere forhandlere har etableret ubemandede selvafhentningssystemer, hvor kunden blot skal medbringe betalingskort og trailer el. lign. Et eksempel er vist i figur 7.5.

Figur 7.5: Selvtankning af træpiller fra ubemandet salgssted /4/

7.2 Levering af træpiller i Danmark

Distributionen af træpiller på det danske marked er varetaget af nogle få meget store aktører, samt et stort antal mindre virksomheder, der sælger træpiller enten som hovedbeskæftigelse eller som bibeskæftigelse f.eks. i forbindelse med salg af foderstoffer. På grund af de mange mindre distributører i Danmark er det svært at skaffe data, der giver et helt præcist billede af træpilledistributionen her i landet.

For at give et realistisk bud på distributionen er der indhentet informationer fra EcoNordic og dlg, der tilsammen forhandlede ca. 2/3 dele af det danske forbrug af træpiller i 2001. Baseret på oplysninger fra disse to leverandører kan fordelingen af salg af træpiller opgøres som vist i figur 7.6.

Leveringsform	Fordeling	Mængde
Big bags	2%	6.000 tons
Sække 25 eller 40 kg	11%	33.000 tons
Løs vare med lastvogn	30%	90.000 tons
Suge/blæsebil	57%	171.000 tons

Figur 7.6: Procentvis fordeling af salg af træpiller på det danske marked 2001. Baseret på oplysninger fra branchen og vurdering af det danske træpillemarked på 300.000 tons/år

En del af de træpiller som EcoNordic og dlg har leveret som løs vægt er leveret til underleverandører for videresalg. Nogle af disse underleverandører råder selv over udstyr til at fylde træpillerne på sække, men det har ikke været muligt at redegøre for, hvor stor en del af dette videresalg, der er solgt som løs vare og hvor meget, der er solgt i sække. Det vurderes dog, at påfyldning på sække hos mindre forhandlere ikke er udbredt.

7.3 Referencer

/1/ Illustration fra EcoNordic, Islandsvej 8, 7480 Vildbjerg
/2/ Illustration fra Statoil, Borg. Christiansens Gade 50, 900 Kbh. C
/3/ Illustration fra DLG Trading, Vesterbrogade 4A, 1503 Kbh. V
/4/ Illustration fra Dansk Shell, Nærum Hovedgade 6, 2850 Nærum

8. Forbrænding af træpiller

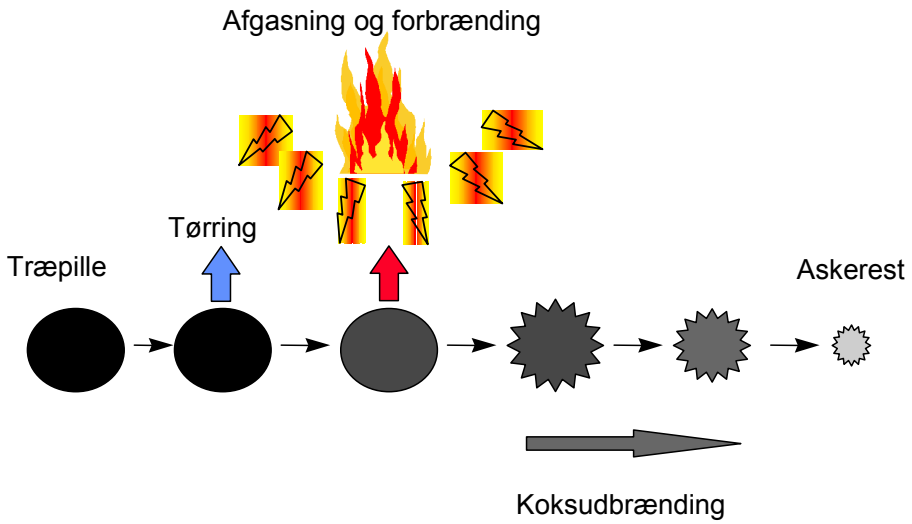
Kapitlet beskriver teori omkring forbrænding af træpiller.

8.1 Forbrændingens faser

Når træpiller brænder sker det normalt i fire mere eller mindre sammenfaldende faser:

1. Tørring og fordampning af vand
2. Afgasning (pyrolyse)
3. Gasforbrænding
4. Koksudbrænding

Ved forbrænding af træpiller frigives ca. 80% af energien som gas, mens ca. 20% frigives fra koksresten.



Figur 8.1: En træpilles forbrændingsforløb. Den friske træpille gennemgår tørring og afgasning, hvorved flammerne dannes. Pillen udbrændes og ender som en askepartikel /1 /

Tørring

Når der indfyres en portion træpiller i et forbrændingsrum, hvor der i forvejen sker en forbrænding, vil varmen fra forbrændingen få den vandmængde, der er i træpillerne, til at fordampe. Fordampningen kræver varme. Denne varme tages fra den igangværende forbrænding. Da vandindholdet i træpiller er relativt lavt, vil denne fase hurtigt gå over i forgasningsfasen.

Afgasning (pyrolyse)

Ved yderligere opvarmning begynder træpillerne af afgive gasser. Ved ca 270°C vil forgasningen selv producere den nødvendige varme til at fortsætte processen. Der dannes kulmonoxid (CO) og brint (H_2) samt methan (CH_4) og andre kulbrinter.

Gasforbrænding

Hvis der er tilstrækkelig ilt tilstede antændes gasserne når de når deres antændelsestemperatur. Brinten vil reagere med ilt og danne vand, og kulbrinternes og kulmonoxidens kulstof vil brænde til kuldioxid og

vanddamp. Hvis temperaturen ikke er høj nok eller der ikke er ilt nok til at nære forbrændingen vil gasserne ses som røg, der bryder i brand, når temperatur eller lufttilførsel øges.

Koksudbrænding

Når træet har afgivet al gas vil de tilbageværende kulstofpartikler brænde ud, hjulpet af temperatur, primærluft og turbulens. Der vil være gløder, men næsten ingen flammer at se. Den tilbageværende askerest består overvejende af ubrændbare mineraler.

8.2 Brændværdi

Brændværdien er et udtryk for den energimængde, et bestemt brændsel indeholder. Ved beregning af brændværdi tager man ofte udgangspunkt i, at brændslet er helt tørt, og at asken ikke regnes med. Man taler da om brændværdi på tør og askefri basis.

Brændværdi angives i reglen i enheden megajoule per kilogram brændsel, forkortet MJ/kg eller i gigajoule per ton (GJ/ton). Brændselsvægten er angivet inklusive vandindholdet, hvorfor det er vigtigt at vide, hvilken vandprocent den opgivne brændværdi refererer til. I praksis er man interesseret i brændværdien ved det vandindhold som brændslet har.

Træ har en brændværdi på tør basis på 19,0 MJ/kg. Man kan løseligt beregne brændværdien af f.eks. træpiller, hvis vandindhold anslås til 7% , som:

19,0 – (0,2145 * 7) = 17,5 MJ/kg

8.3 Brændslets indflydelse på anlægsteknik

Vandindhold

Tørt træ har en høj brændværdi, og varmen fra forbrændingen skal bortledes fra fyrrummet for at hindre overtemperatur og deraf følgende materialeskader. Vådt træ har lille brændværdi pr. kg totalvægt, og forbrændingen skal isoleres for at holde på varmen, således at forbrændingsprocessen kan forløbe. Dette foregår typisk ved foring af ildstedet med ildfaste og varmeisolerende sten.

Fyrrummet vil derfor normalt være designet til at brænde træ i et bestemt fugtighedsinterval. Derfor bør træpiller kun anvendes i anlæg designet til træpillefyring. Ligeledes bør andre brændsler ikke anvendes i anlæg designet til træpiller.

Aske

I træpiller findes forskellige urenheder i form af ubrændbare bestanddele - aske. I sig selv er asken uønsket, da den kræver en partikelrensning af røggassen og bortskaffelse af aske og slagge. Asken i træ stammer fra jord og sand opfanget i barken samt fra salte optaget under træets vækstperiode.

Træpiller har et lavt askeindhold, ofte omkring 0,5%. Asken består dels af ubrændbare mineraler fra biomassen, dels af mineralske stoffer, sand og jord, der kan sidde i barken eller optages fra skovbunden. Skovflis og brænde har et askeindhold på 0,5 – 3,0%, mens halm kan

indeholde op til 8% aske. Askeindholdet har betydning for den vægtandel af brændslet, der kan udnyttes til varme, idet asken jo ikke afgiver varme, men tværtimod kræver varme til opvarmning.

I asken findes små mængder tungmetaller, der er kilde til en uønsket miljøpåvirkning, men indholdet af tungmetallerne er generelt lavere end i asken fra andre faste brændsler.

Salte

I træpiller findes også salte, der har betydning for forbrændingsprocessen. Det drejer sig primært om kalium (K) og til dels natrium (Na). K og Na giver en klæbrig aske med risiko for belægninger i kedelparten. Na- og K-indholdet i træ ligger normalt så lavt, at der ikke opstår problemer med de traditionelle fyringsteknologier.

	% af TS
K	0,1
Na	0,015
P	0,02
Ca	0,2
Mg	0,04

Figur 8.2: Typiske mineralske fraktioner i træflis angivet i % af træets tørstof (TS). Til sammenligning med halm ligger K-indholdet i træflis ca. 10 lavere /2 og 3 /

Når asken opvarmes tilstrækkeligt, bliver askepartiklerne bløde og klæbrige. Blødgørings-temperaturen varierer for de forskellige typer af biobrændsel. For de fleste træbrændsler, herunder træpiller, ligger blødgøringstemperaturen på ca. 1100°C. Hvis askepartiklerne i røggassen opvarmes til over 1100°C, vil de klæbe til væggene i røgaftrækket og danne et isolerende lag, der nedsætter varmeafgivelsen til kedelvandet, og som kræver hyppig rensning af kedelrør m.m. Ved yderligere opvarmning kan asken smelte helt sammen og danne slagge, der er vanskelig at fjerne.

Flygtige bestanddele

Træpiller indeholder omkring 80% flygtige stoffer (i % af tørstof). Det betyder, at træpillens bestanddele under opvarmning vil frigive 80% af sin vægt som gasser, mens resten er trækul. Det høje indhold af flygtige bestanddele betyder, at forbrændingsluften generelt skal tilsættes over brændselslaget (sekundærluft), hvor selve gasforbrændingen foregår, og ikke under brændselslaget (primærluft).

8.4 Forbrændingsteknik

En effektiv og fuldstændig forbrænding er en nødvendighed for udnyttelse af træpiller som et miljøvenligt brændsel. Ud over en høj energiudnyttelse skal forbrændingsprocessen derfor sikre, at der ikke dannes miljømæssigt uønskede forbindelser.

Grundlæggende for god forbrænding

For at opretholde en forbrænding er der visse grundlæggende forhold, der skal være opfyldt /4/:

- Der skal sikres en høj opblanding af brændsel og ilt (luft) i et bestemt forhold.
- Der skal foregå en stråling af varme fra det antændte brændsel til det nye brændsel, for at forbrændingsprocessen kan forløbe.

Det er vigtigt at forstå, at gasser brænder som flammer, og at faste partikler gløder, samt at ved forbrænding af træ frigives ca. 80% af energien som gas og resten frigives fra koksresten.

Høj opblanding af træpiller og luft ved knusning

Under opblandingen af brændslet og luften er det vigtigt at opnå en god kontakt mellem luftens ilt og træets brændbare bestanddele. Jo bedre kontakt, jo hurtigere og bedre forbrænding. Hvis brændslet er på gasform, som f.eks. naturgas, er opblandingen optimal, idet vi har to luftformige stoffer, der kan blandes i netop det ønskede forhold. Forbrændingen kan forløbe hurtigt, og reguleringen er dermed også hurtig, da vi kan tilføre mere eller mindre brændsel. For at opnå tilnærmelsesvis samme situation med træpiller, vil det være nødvendigt at finmale pillen til meget små partikelstørrelser (som mel). Disse fine partikler vil følge luftens bevægelser. En god opblanding kan herved opnås med en forbrænding, der minder om en gas- eller olieflamme.

Fyringsteknologien til træpiller og øvrige faste brændsler er derfor vanskeligere og mere kompliceret end eksempelvis fyringsteknologien i et naturgas- eller oliefyret anlæg.

Knusning af træpiller og fremstilling af træpulver til forbrænding er kun anvendt i begrænset omfang i Danmark. På Avedøre II er der valgt en løsning, hvor træpillerne knuses i kulmøller, og træstøvet anvendes i støvbrændere. Udover at opnå en effektiv og hurtig regulerbar forbrænding er valget af denne teknologi også begrundet i kravet om en kraftværkskedel med høj elvirkningsgrad og stor brændselsfleksibilitet.

8.4.1 Luftoverskud

Luftoverskudstal, λ

Et givent brændsel kræver en given mængde luft (ilt) for at blive omsat støkiometrisk, svarende til at luftoverskudstallet λ (lambda) er lig 1. Brændslet omsættes støkiometrisk, når den eksakte iltmængde, der kræves for at omsætte alt brændslet under ideelle betingelser, er til stede. Tilføres mere ilt end svarende til λ lig 1, fås ilt i røggassen. Ved f.eks. λ lig 2 tilføres dobbelt så meget luft som nødvendigt for at forbrænde brændslet.

Typisk luftoverskudstal

I praksis vil forbrændingen altid ske med et luftoverskudstal højere end 1, da det ikke er muligt at få en tilfredsstillende forbrænding med en støkiometrisk luftmængde. I figur 8.3 er de typiske luftoverskudstal vist sammen med den tilsvarende resulterende iltprocent i røggassen.

	Luftoverskudstal, λ	O_2, tør (%)
Pejs åben	>3	>14
Brændeovn	2,1-2,3	11-12
Fjernvarme skovflis	1,4-1,6	6-8
Fjernvarme træpiller	1,2-1,3	4-5
Kraftvarme træpul-ver	1,1-1,2	2-3

Figur 8.3: Typiske luftoverskudstal, λ, og resulterende iltindhold i røg-gassen /5 /

Luftoverskudstals af-hængighed af fyrings-teknik

Luftoverskudstallet afhænger i høj grad af fyringsteknologien og i nogen grad af brændslet. Luftoverskudstallet ved forbrænding af træpiller er typisk lavere end ved forbrænding af træflis. Træforbrænding foregår bedst med et luftoverskudstal λ på mellem 1,4 og 1,6. /6/

8.4.2 Forbrændingskvalitet

Brændslet har indflydelse på forbrændingskvaliteten. Ved fuldstændig forbrænding dannes kuldioxid (CO_2) og vand (H_2O). En forkert kombination af brændsel, anlægstype og lufttilsætning kan give en dårlig udnyttelse af brændslet med sammenhængende uhensigtsmæssig miljøpåvirkning.

En effektiv forbrænding kræver tilstrækkelig:

- Høj temperatur
- Iltoverskud
- Opholdstid
- Opblanding

Herigennem sikres en lav emission af kulmonoxid (CO), kulbrinter og polyaromatiske hydrocarboner (PAH'er) samt et lille indhold af uforbrændt kulstof i slaggen. Desværre er disse betingelser (høj temperatur, højt luftoverskud, lang opholdstid) netop en væsentlig årsag til dannelse af NO_x . Den anvendte teknologi skal derfor være såkaldt "lav-NO_x ", dvs. teknologi med anvendelse af metoder der giver en mindre NO_x emission.

Røggassen vil ud over CO_2 og H_2O indeholde luft (O_2 , N_2 og Ar) samt en større eller mindre del uønskede reaktionsprodukter såsom CO, kulbrinter, PAH, NO_x m.v.

På grund af træpillers homogene struktur med en stor overflade og et ensartet vandindhold, er det nemmere at opnå en ensartet forbrænding, end det er med brænde eller træflis.

8.5 Forbrænding af træpiller i mindre anlæg

Træpiller indeholder en stor andel af såkaldte flygtige gasarter. For at opnå en brændbar blanding skal disse gasarter blandes med ilt. For at sikre en fuldstændig forbrænding og derved den størst mulige udnyttel-

se af brændslets energi, er det vigtigt, at der hele tiden tilføres forbrændingsluft i rette mængde og på rette sted.

8.5.1 Forbrændingsluft

Korrekt lufttilførsel er vigtig

Hvis der ikke tilføres tilstrækkelig luft, vil en del af de brændbare gasser ikke få ilt nok til at brænde ud, og de vil gå ud gennem skorstenen som kulmonoxid (CO). Er der for meget luft, vil opvarmningen af den overflødige luftmængde kræve varme, der vil gå ud gennem skorstenen som røg med en for høj temperatur. Et stort luftoverskud kan også være årsag til, at røggassen afkøles, så den ikke udbrændes tilstrækkeligt.

Primær- og sekundærluft

Ud over en korrekt lufttilførsel er også en god opblanding mellem luft og gasser nødvendig. Dette opnår man ved at tilsætte luften dels tidligt i forbrændingszonen (primærluft), dels senere, hvor luften blandes med røggassen (sekundærluft). Blandingen skal ske før gasserne køles ned ved at passere væggene i brændkammeret eller ved fortynding med overflødig luft.

Regulering af lufttilførsel

I brændeovne og små fastbrændselskedler sker lufttilførslen ved naturlig træk, der opstår på grund af den opdrift, den varme røggas får op gennem skorstenen. Derved skabes et undertryk i brændkammeret, hvorved frisk luft suges ind som hhv. primær og sekundærluft.

I de fleste fyringsanlæg til træpiller sker tilførslen af forbrændingsluft kunstigt, enten med luftblæser(e) eller med røgsuger. Lufttilførsel og fordeling mellem primær og sekundærluft reguleres enten manuelt eller ved forskellige former for trinautomatik. Den mest avancerede regulering af forbrændingsluften sker ved hjælp af en lambda-sonde i røgaftrækket. Denne sonde registrerer hvor meget overskudsilt, der er i røggassen og regulerer luftmængden herefter.

For at sikre korrekt lufttilførsel skal det af kedelfabrikanten angivne mindste undertryk i røgrørsafgangen, som regel 10 - 20 pascal eller 1 – 2 mm vandsøjle, overholdes. På grund af trykforskel over røgrør og spiraler kan undertrykket i brændkammeret på mange kedler ligge så lavt som 1 – 2 pascal.

8.5.2 Forbrændingstemperatur

Forbrændingstemperatur ca. 900 - 1000 °C

Den nødvendige forbrændingstemperatur, ca. 900 - 1000 °C, opretholdes dels ved rigtig dimensionering af brændkammeret i forhold til den indfyrede mængde træpiller, dels ved at afstemme luftmængden til den mængde brændsel, der indfyres.

For lav forbrændingstemperatur er uønsket

Hvis temperaturen i brændkammeret er for lav, risikerer man, at en del tjærestoffer (PAH'er) fra træet ikke forbrænder, men går ud gennem skorstenen. Da PAH'er er både sundhedsskadelige og kan give lugtgener, er det vigtigt at undgå denne emission. En vedvarende lav røgtemperatur kan også medføre korrosion i kedel og røgaftræk.

8.6 Referencer

/1/ Falster, H. 1996: Brændsler, forbrændingsteknologi og rensning. Kompendium til kursus i Teknik og grønne afgifter, dk-TEKNIK.

/2/ dk-TEKNIK, Elkraft, Elsam, Risø 1996: Biomasses brændsels- og fyringskarakteristika. - dk-TEKNK, Elkraft, Elsam, Risø.

/3/ Videncenter for Halm- og Flisfyring 1996: Træflis - kemisk sammensætning. - Videnblad nr. 106. Videncenter for Halm- og Flisfyring. 2 s.

/4/ Falster, H. 1989: Fyringsteknologi, andre brændsler. I Bech, N. & Dahlin, J. (ed.) 1989. Forbrænding i teori og praksis. Polyteknisk Forlag.

/5/ Gamborg, C. & Stenholm, M. 1998: Fysisk karakterisering af træbrændsler. - Skovbrugsserien nr. 24-1998, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm. 133 s.

/6/ Videncenter for Halm- og Flisfyring. ”Træ til Energiformål. Teknik – Miljø – Økonomi.” 2. udgave 1999.

/7/ Materiale fra Kursus i forbrænding. Teknologisk Institut. 2002

9. Fyringsteknik

Mindre træpillefyringsanlæg kan groft opdeles i følgende hovedtyper:

- Kompaktkedler, hvor brændselsmagasin, fyringssystem og kedel udgør en sammenbygget enhed
- Løse stokere med integreret magasin beregnet til montering på en kedel
- Stokere uden magasin
- Ovne med eller uden vandbeholder.

9.1 Kompaktkedler

Kompaktkedler, der også kaldes stokerkedler, er kendetegnet ved, at kedel, fyringssystem og brændselsmagasin er sammenbygget i én kompakt enhed. Hele enheden er konstrueret, så de enkelte elementer er tilpasset hinanden. For eksempel er magasin, fyringssystem og kedel afpasset efter hinanden mht. kapacitet, hvilket ikke altid er tilfældet, når man monterer en løs stoker på en eksisterende kedel.

Figur 9.1: Typisk kompaktkedel hvor magasin, fyringssystem og kedel er én sammenbygget enhed /1 /

Brændselstyper

Nogle kompaktkedler er designet til at afbrænde både træpiller, flis og korn. Skift mellem forskellige brændselstyper kræver dog normalt, at styreenheden omstilles til det aktuelle brændsel.

Som for andre fastbrændselsfyrede kedler gælder det, at kompaktkedlen fylder mere - og koster mere - end en oliefyret kedel med samme ydelse. Hvis kompaktkedlen vælges er der tale om en ret omfattende installation. Kompaktkedler koster fra 45.000 kr. og opefter.

9.2 Løse stokere med integreret magasin

En anden mulighed er at udskifte oliebrænderen med en løs stoker, som monteres på den eksisterende kedel. Hvis kedlen i øvrigt er i orden og har en fyrrumsgeometri og -størrelse, der gør den egnet til afbrænding af træpiller, kan det være en udmærket løsning.

En anden vigtig forudsætning, der skal være opfyldt for, at det kan fungere tilfredsstillende, er at den valgte stoker er dimensioneret til den aktuelle kedel.

Figur 9.2: En stoker med integreret magasin til træpiller –. Stokeren (th) er drejet 45° og monteret på en ramme med en tilhørende kedel (tv). /2/

Lovmæssige bestemmelser

Man skal også være opmærksom på, at mht. installation og sikkerhed gælder de samme lovmæssige bestemmelser som til en ny træpillekedel. Løse stokere kan typegodkendes sammen med en eller flere nærmere angivne kedler, som stokerleverandøren vælger.

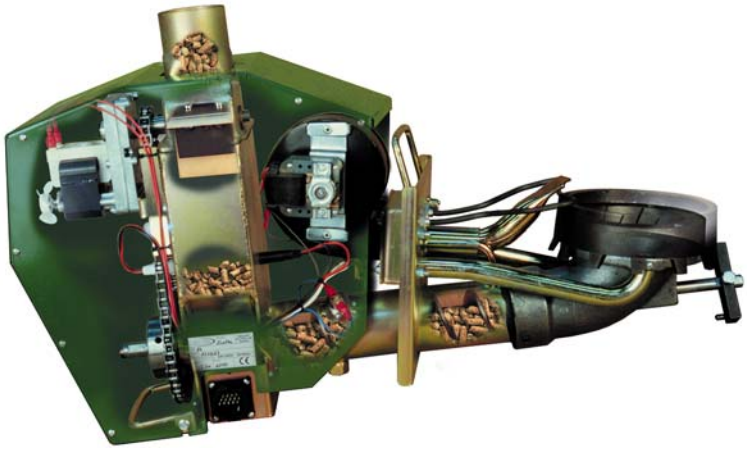
Pladskrav og pris

Da stoker og kedel let skal kunne adskilles, når kedelens forbrændingskammer skal tømmes for aske og renses, er denne type pladskrævende.

Priserne ligger fra ca. 15.000 kr. og opefter. Der findes adskillige danske leverandører af løse stokere samt et mindre antal udenlandske, hovedsageligt svenske, finske og tyske.

9.3 Løse stokere uden magasin

Både i Danmark og i Sverige er der enkelte producenter, der fremstiller meget kompakte stokere, der i udseende og størrelse minder om en oliebrænder. Disse kompakte stokere, som normalt kaldes træpillebrændere bygger på andre principper for indfyring af træpiller end den traditionelle kompaktkedel.



Figur 9.3: Et eksempel på en løs stoker, der bl.a. kan anvendes til eftermontering på en eksisterende kedel /3 /

En komplet stoker består typisk af følgende:

- En metalbeholder til træpiller
- En snegl, der transporterer pillerne fra tønden til et faldrør
- Et faldrør, hvorigennem pillerne doseres til brænderen
- Brænderen, hvor forbrændingen sker.

I stokeren er der desuden indbygget en blæser til forbrændingsluft, tændautomatik samt en anordning til sikring mod tilbagebrand.

Pladsbehov og pris

Denne type stoker har den fordel, at den kan monteres på en eksisterende kedel, og at installationen i øvrigt er meget enkel og kun kræver lidt plads. Det er dog også her et ultimativt krav, at kedlen har en størrelse og udformning, der gør den egnet til afbrænding af træpiller.

Priserne for en godkendt træpillebrænder ligger fra ca. 16.000 kr. og opefter. Der findes i øjeblikket kun enkelte danske og svenske leverandører på markedet.

9.4 Pilleovne

Med udgangspunkt i brændeovnen er der udviklet pillefyrede ovne, der er beregnede til opstilling i opholdsrum.

Minimalt pasningsbehov

I forhold til almindelige brændeovne er pilleovnene beregnet til husejere, der lægger vægt på et minimalt pasningsbehov. De fleste pilleovne

er i dag udstyret med termostat og eltænding, så de kræver ikke manuel indgriben ved optænding eller ved ændring af ydelse.

Figur 9.4: Træpilleovn til opstilling i opholdsrum. /4 /

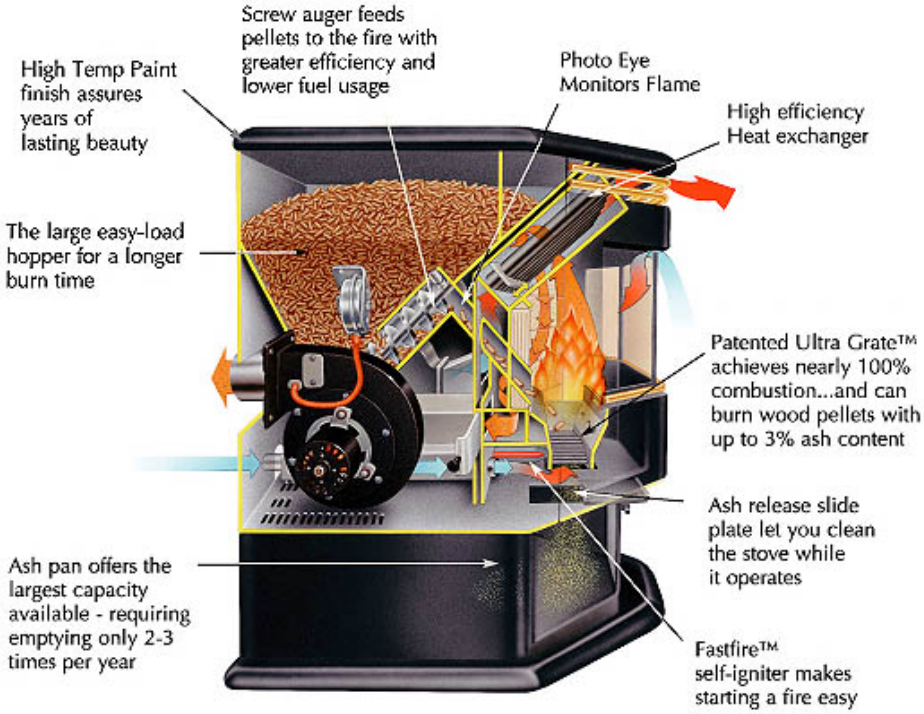
Brændslet er nemt at håndtere, og de fleste ovne brænder effektivt selv ved meget lave ydelser på et par kW. Det kan en traditionel brændeovn ikke præstere.

Brændselsmagasin

Brændselsmagasinet, der er indbygget i ovnen, rummer mellem 10 og 30 kg træpiller, hvilket svarer til ca. 1-3 døgns forbrug ved medium ydelse. Træpillerne købes ofte i plastsække a 12-30 kg, så det er nemt og rent at opbevare. Træpiller i løs vægt må ikke opbevares i samme rum som træpilleovnen, men træpiller må gerne opbevares i lukkede sække. Det er støvet fra træpillerne, man skal undgå.

Opbygning

Det automatiske fyringssystem består normalt af en kort snegl, der henter træpillerne fra magasinet og leverer dem gennem et faldrør til en brænder, hvor forbrændingen sker. Et eksempel på opbygningen af en pilleovn er vist i figur 9.5:



Figur 9.5: Eksempel på opbygningen af en træpilleovn /5 /

Afstand til brændbart materiale

Reglerne for opstilling af en træpilleovn er de samme som for almindelige brændeovne, dvs. der skal være mindst 50 cm. fra ovnens sider/bagside til brændbart materiale, med mindre at ovnen er DS-mærket, så fremgår sikkerhedsafstandene af ovnens DS-mærkeplade. Gipsplader er klassificeret som brændbart materiale og skal derfor respektere sikkerhedsafstande.

Afstand fra røgrør

Røgrøret (aftræksforbindelsen) skal altid holde en sikkerhedsafstand til brændbart som f.eks. gulv og fodpanel på min. 30 cm. Nogle pilleovne har røgrøret til at gå ud af ovnen helt nede i gulvplan. Hvis det er tilfældet kan det blive nødvendigt at opstille ovnen på en sokkel /6 /.

Ulemper ved pilleovne

Generelt er pilleovne dyrere end traditionelle brændeovne, og man skal være opmærksom på, at flere af dem støjer pga. en indbygget blæsermotor, der blæser den varme luft ud i stuen. Der findes også modeller, der brænder ved naturligt skorstenstræk, hvorved støj fra blæsermotoren undgås. Støv ved fyring med træpiller kan ikke undgås, men generne kan minimeres ved rigtig håndtering af træpillerne – se Kapitel 11.

9.5 Pilleovn med vandtank

Vandbeholder

Nogle fabrikanter har udviklet pilleovne med indbygget vandbeholder. De yder 8-9 kW, hvoraf vandbeholderen optager 35-45%. Denne varme anvendes til opvarmning af andre rum via husets centralvarmesystem. Resten går til opvarmning af stuen, hvor ovnen står.

Tilslutning

Man bør altid undersøge, hvordan ens varmesystem er sikret, inden man foretager tilslutning af en pilleovn med vandtank. Montering og

opstilling af en pilleovn med vandtank bør altid udføres af en professionel håndværker. Forkert tilslutning kan være livsfarligt.

En pilleovn med vandtank må *aldrig* sluttes til et system, der er sikret med trykekspansion.

Hvis den vandkølede hedeflade i brændeovnen er større end 0,4 m^2, skal der være en *særskilt* sikkerhedsledning, som forbinder varmelegemets top med en *åben ekspansionsbeholder*. Sikkerhedsledningen skal være uafspærrelig og have en stadig stigning. Sikkerhedsledningen må ikke overstige 20 meter.

Hvis den vandkølede hedeflade er mindre end 0,4 m^2, tillades det, at forbindelsen til den åbne ekspansion etableres gennem eksisterende returledning, hvis der gennem denne er uafspærrelighed (dvs. ingen ventiler, pumper mm.) mellem varmelegeme og ekspansionsbeholder.

I forhold til brændeovne er pilleovne stadig forholdsvis dyre, men har til gengæld nogle af de fordele, som de pillefyrede centralvarmeanlæg har.

9.6 Kombinerede varmeinstallationer

Mange forbrugere supplerer træpillekedlen med en anden varmekilde til reservelast, spidslast eller sommerdrift. Typisk vælges oliefyr, brændeovn, solvarme eller elradiatorer.

9.6.1 Træpillefyr kombineret med oliefyr

Ved installation af et træpillefyr kan det være ønskeligt at bevare et eksisterende oliefyr, dels som supplement til træpillekedlen i den koldeste vinterperiode, dels som reservekedel. Ved denne installationsform skal der tages hensyn til, at træpillekedlen skal installeres med åben ekspansion, medmindre Arbejdstilsynet har givet skriftlig dispensation til det pågældende anlæg.

Kedelinstallationen skal udføres i overensstemmelse med bygningsreglementerne og Arbejdstilsynets bestemmelser. Varmefordelingsanlægget, dvs. rør, ventiler, radiatorer, cirkulationspumper osv., skal desuden opfylde kravene i "Norm for varmeanlæg, DS 469".

9.6.2 Træpillekedel og brændeovn

Brændeovne er blevet uhyre populære. Rent fyringsteknisk er der sket store forbedringer gennem de seneste år. Dels er brændeovnene blevet lettere at betjene, dels er deres nyttevirkning forbedret, så den nu typisk ligger mellem 60 og 70%.

Økonomisk er fordelen ved at bruge brændeovnen nok ikke så stor. Dels er brænde et relativt dyrt brændsel og dels vil man med brændeovnen ofte have en lidt højere temperatur i det rum, hvor den står, hvilket medfører et lidt større varmetab gennem vinduer og mure. Omvendt vil nogle også mene, at det giver større varmekomfort.

Beregningseksempel

Et parcelhus på 130 m^2 opvarmes med et pillefyr, der kan suppleres med varme fra en brændeovn. Husets nettovarmebehov er i et normalår 18 MWh eller 18.000 kWh.

Hvis brændeovnen ikke benyttes, vil det årlige forbrug af træpiller være ca. 4.5 tons a ca. 1.850 kr. inkl. moms, i alt 8.325 kr.

Et årligt forbrug på ca. 4 rummeter (stablet) bøgebrænde vil koste ca. 1.800 kr. inkl. moms og vil veje ca. 2,2 tons. I brændværdi svarer det til godt 9 MWh, men da brændeovnens virkningsgrad ligger på ca. 65%, vil dens varmebidrag kun være ca. 6 MWh., hvoraf en del kun går til højere temperatur i det rum, hvor brændeovnen står. I praksis vil brændeovnen måske erstatte træpiller, svarende til 4 MWh. Resten, 14 MWh, skal stadig leveres af træpillefyret.

Økonomien ser derfor sådan ud:

Træpillefyr alene		Træpillefyr + brændeovn	
Brændselsudgift:	8.350 kr.	Træpiller	6.500 kr.
		Brænde	1.800 kr.
Totaludgifter	**8.350 kr.**		**8.300 kr.**

Som det ses, er der i dette eksempel næsten ingen besparelse opnået ved at fyre i brændeovnen. Ændrede brændselspriser kan dog forrykke dette billede. Dertil kommer, at brændeovnen for at levere den her beregnede varme, skal være i gang ca. 7 timer pr. dag 6 måneder om året.

Som det ses af regneeksemplet, er der næsten ingen besparelse opnået ved at fyre i brændeovnen. Ændrede brændselspriser kan dog forrykke beregningsresultatet.

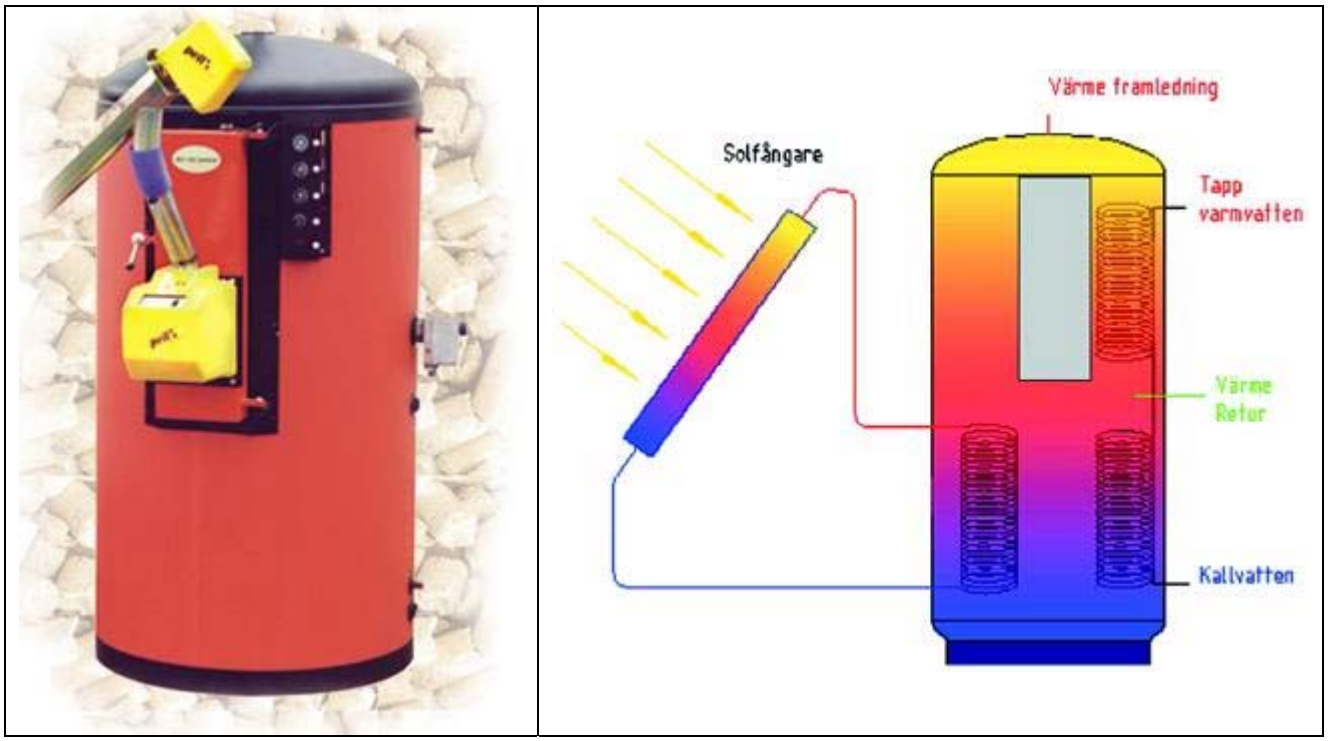
9.6.3 Træpillefyr kombineret med solvarme

Fordelen ved at kombinere træpillekedlen med en solfanger er, at solfangeren i sommerperioden helt eller delvis kan levere varmtvandsforsyningen, så træpillekedlen kan tages ud af drift.

Kombinationen af træpillekedel og solfanger kan enten udføres således, at solfangeren kun leverer varmt brugsvand, eller at solfangeren foruden varmt brugsvand også kan levere varme til rumopvarmning.

I modsætning til træpillekedlen kræver solfangeren en form for varmelager, hvor den varme, solfangeren producerer om dagen, kan opsamles. Lagertankens kapacitet skal svare til solfangerens areal, og i mange tilfælde vil varmtvandsbeholderen have tilstrækkelig kapacitet.

Et eksempel på et kombineret anlæg til træpiller og solvarme er vist i figur 9.6:



Figur 9.6: Kombineret træpillefyr og solvarmeanlæg /7 /

9.7 Referencer

/1/ Illustration fra BAXI A/S Smedevej 6880 Tarm
/2/ Illustration fra TwinHeat, Nørrevangen 7, 9631 Gedsted
/3/ Illustration fra Dansk Shell, Nærum Hovedgade 6, 2850 Nærum
/4/ Illustration fra Dansk Shell, Nærum Hovedgade 6, 2850 Nærum
/5/ Illustration fra Whitfield, USA
/6/ www.Skorstensfejer.dk
/7/ Illustration fra Biosol

10. Bestemmelse af kedelstørrelse

Kapitlet beskriver metoder til bestemmelse af korrekt kedelstørrelse, der er en af de vigtigste forudsætninger for god forbrænding og god økonomi. Efter beskrivelse af forudsætninger for kedeldimensionering anvises enkle metoder til dimensionering af anlægget.

Træpilleanlægget skal opfylde boligens reelle varmebehov – som oftest levere varme til rumopvarmning og varmt vand.

Følgende skal tages i betragtning, når kedelstørrelsen bestemmes:

- Husets bygningsmæssige standard (isolering, ventilation)
- Husets størrelse (areal, antal etager, opvarmet areal)
- Tidligere energiforbrug (olie, el, supplerende varmekilder)
- Brugsmønster (stuetemperatur, varmtvandsforbrug)
- Planer om fremtidig udvidelse

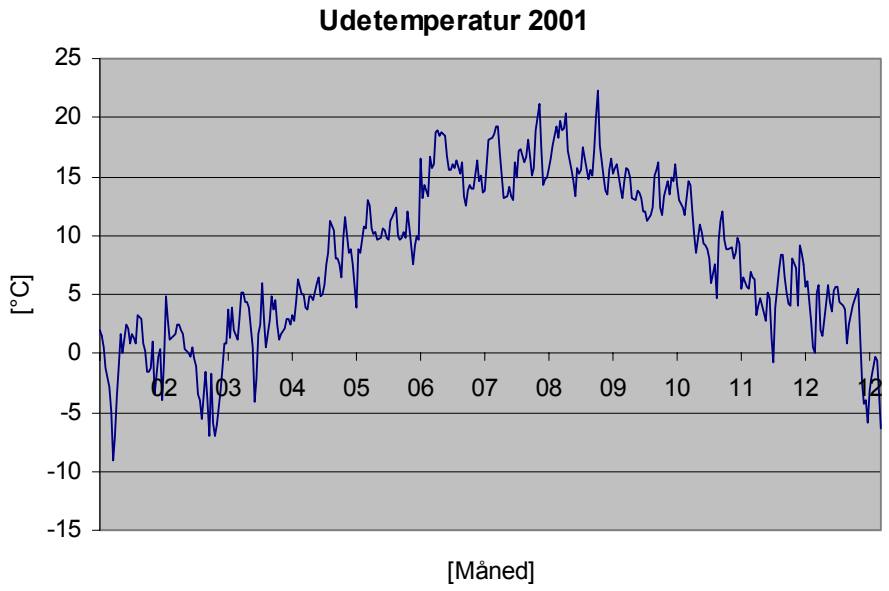
Det er vigtigt at automatisk fyrede træpillekedler ikke overdimensioneres. Er anlægget overdimensioneret, vil anlægget få for mange start og stop, specielt i sommerperioden, hvor kedlen kun skal levere varmt brugsvand.

10.1 Udetemperatur og boligens varmeforbrug

Dimensionerende varmebehov

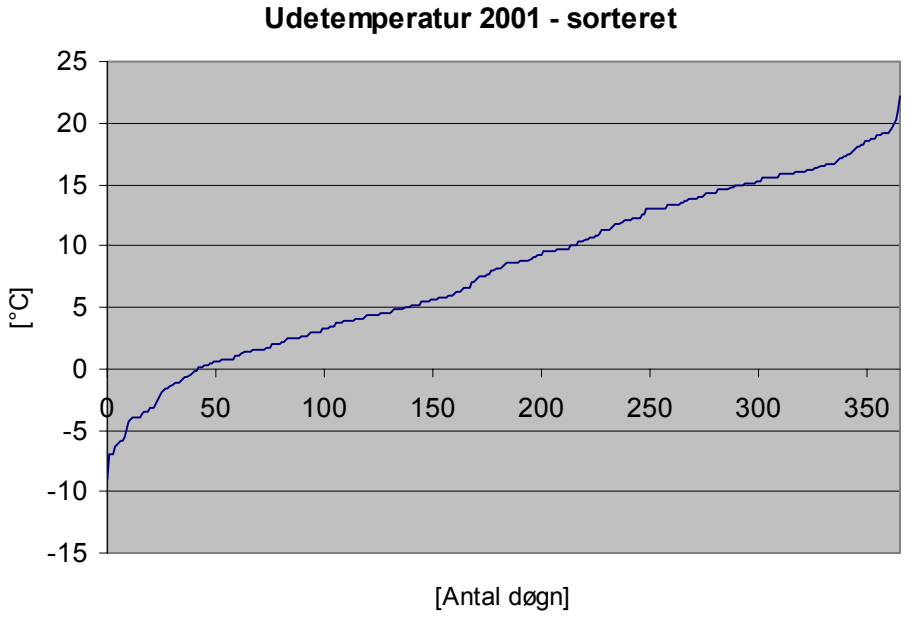
Varmeanlæg dimensioneres, så der ved en udetemperatur på -12°C kan opretholdes en indetemperatur på 21°C. Dette kaldes husets dimensionende varmebehov.

Da udetemperaturen sjældent når ned på -12°C, vil der kun være behov for spidseffekten i ganske få dage om året. Døgnmiddeltemperaturen i Danmark i 2001 er vist i figur 10.1. I det koldeste døgn i januar nåede middeltemperaturen ned på -9°C, men der kan være betydelige variation inden for det enkelte døgn.



Figur 10.1: Døgn-middeltemperaturer for Danmark, 2001

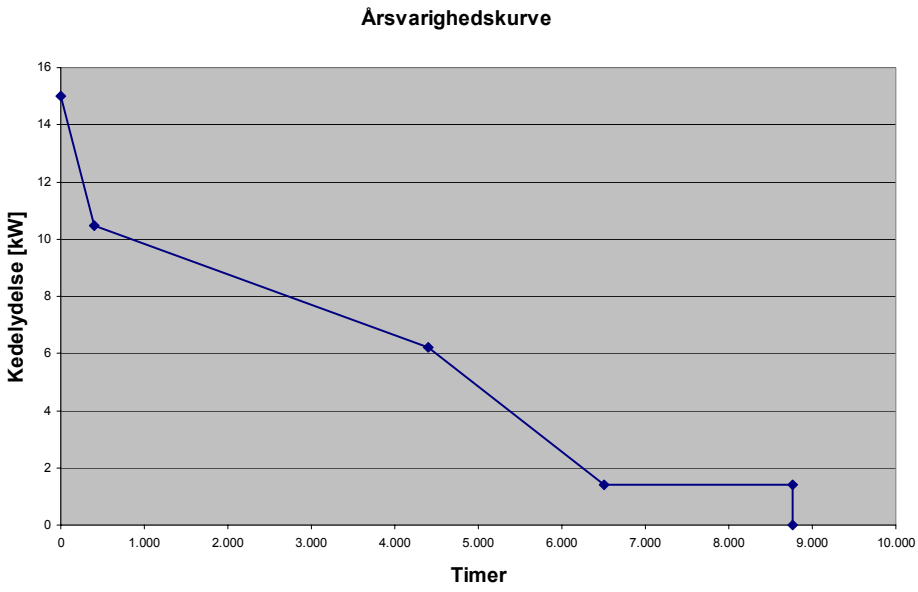
Hvis døgn-middeltemperaturerne sorteres og ordnes således, at de laveste temperaturer plottes først og til venstre i diagrammet, fås en mere overskuelig fremstilling af temperaturforholdene – se figur 10.2. Som det ses forekommer de laveste temperaturer kun et mindre antal dage om året.



Figur 10.2: Sorterede døgn-middeltemperaturer for Danmark, 2001

Årsvarighedskurve

Den sorterede kurve danner grundlag for den såkaldte årsvarigheds-kurve, der ses i figur 10.3.



Figur 10.3: Årsvarighedskurve for et typisk varmeanlæg i Danmark

Ved årsvarighedskurven er den sorterede temperaturkurve vendt, og x-aksen er skaleret, således at den viser sammenhængen mellem varmebehov og årets timer. Ved den viste varighedskurve, der er tegnet med rette linier, er varmeforbrug til varmt vand indregnet. Kurven viser, at det maksimale varmeforbrug er 15 kW.

Dimensionering af træpillekedel

På baggrund af anlægserfaringer og økonomiske nøgletal opnås den økonomisk og miljømæssigt mest optimale drift ved at dimensionere træpillekedlen, så:

- træpillekedlen dækker 60-80% af husets dimensionerende varmebehov.

Det betyder, at det i et relativt lille antal driftstimer i vinterperioden vil være nødvendigt at supplere med andre varmekilder, f.eks. olie- eller elvandvarmer.

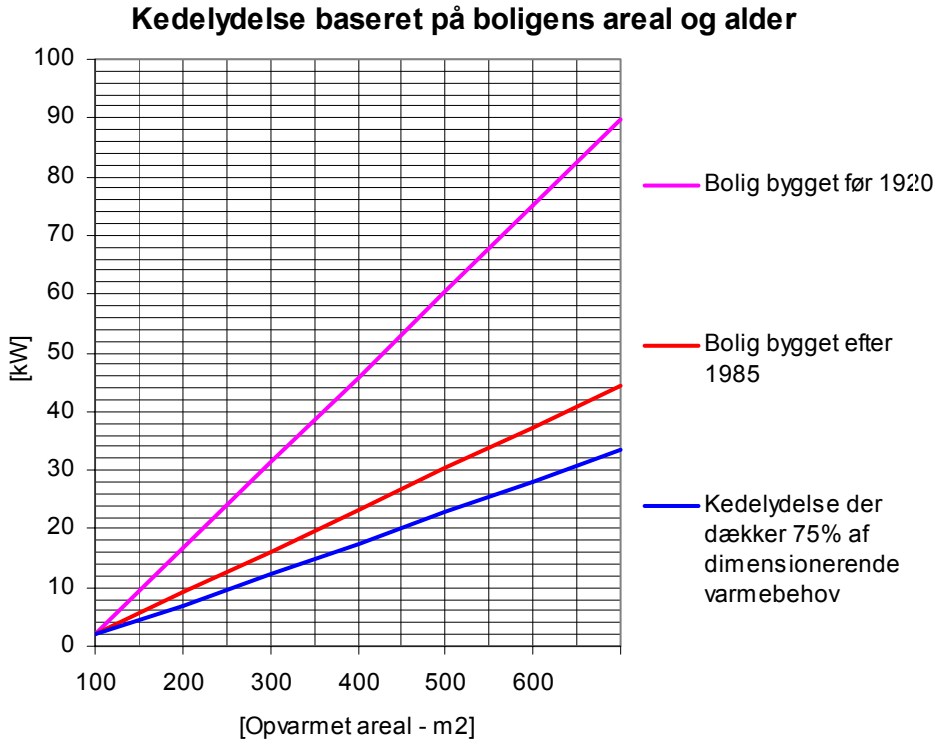
Ved sommerdrift kan man eventuelt vælge helt at slukke kedlen og lade varmtvandsforsyningen foregå ved hjælp af et solvarmeanlæg eller en elvandvarmer.

10.2 Baseret på husets alder og opvarmede areal

Ud fra kendskab til husets alder og det ønskede opvarmede areal kan den nødvendige kedeleffekt på fastbrændselskedlen aflæses ud fra diagrammet i figur 10.4. Effekt til varmt brugsvand og tab (2 kW) er indregnet. Diagrammet viser den nødvendige kedelydelse både for et hus, der opfylder bygningsreglementets krav til isolering, og for den ældre og dårligt isolerede bygningsmasse.

Hvis et *oliefyr* indgår i installationen, kan dette anvendes som reservespidslast. I dette tilfælde er det *ikke* nødvendigt at dimensionere fast-

brændselskedlen til husets dimensionerende varmetab. Der opnås en mere optimal drift, hvis fastbrændselskedlen underdimensioneres til f.eks. 75% af det dimensionerende varmetab.



Figur 10.4: Bestemmelse af nødvendig kedelydelse på baggrund af boligens areal og alder

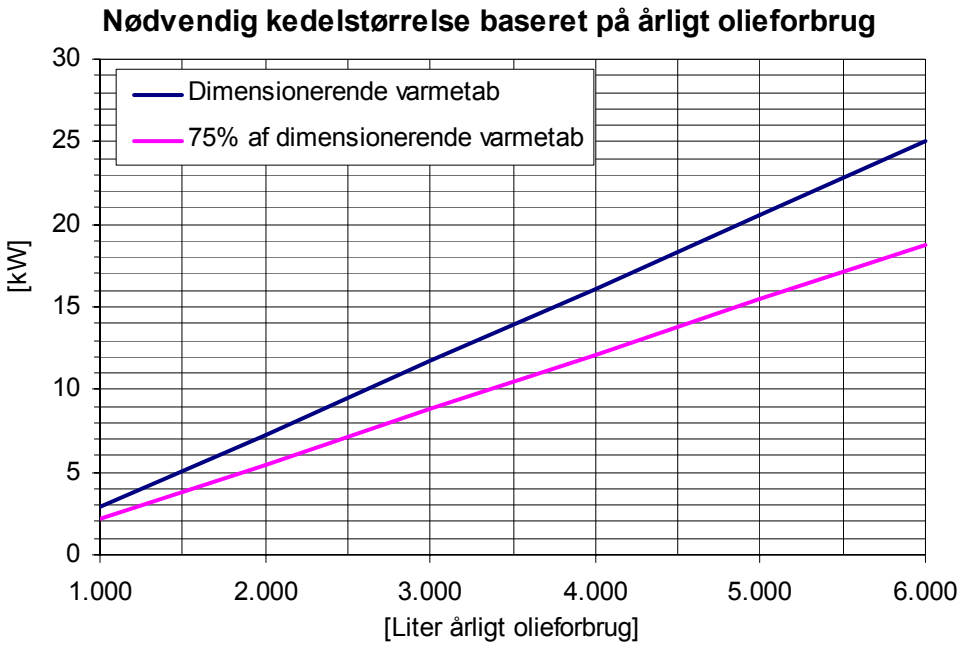
10.3 Baseret på årligt olie- eller elforbrug

Ud fra kendskab til husets årlige olieforbrug eller elforbrug i kWh til opvarmning kan den nødvendige kedeleffekt på fastbrændselskedlen bestemmes ud fra figur 10.5. Effekt til varmt brugsvand og tab (2 kW) er indregnet.

Hvis boligen er elopvarmet, svarer 1 kWh el til 0,13 liter olie.

Et eksempel:

Det årlige elforbrug til *opvarmning* udgør 30.000 kWh. Dette svarer til 4.000 liter fyringsolie. Hvis fastbrændselsanlægget skal kunne opvarme boligen alene, skal kedlens ydelse være 16 kW. Hvis oliefyret anvendes som reservelast, skal ydelsen minimum være 12 kW.



Figur 10.5: Bestemmelse af nødvendig kedelstørrelse på baggrund af det årlige olieforbrug. Baseret på moderne installation med 75% årsnyttevirkning

10.4 Beregnet fra det hidtidige energiforbrug

Med udgangspunkt i det hidtidige energiforbrug er det også muligt at foretage en beregning af den korrekte anlægsstørrelse. I det følgende er der taget udgangspunkt i et olieforbrug, men princippet er det samme for andre energiformer, f.eks. el, varmepumper, brænde mm.

Hvis man ønsker at bestemme kedelstørrelsen for et anlæg, hvor forbrug til varmt vand afviger fra det normale, eller hvis der indgår varmeforbrug til nettab i fjernvarmeledninger, skal kedelstørrelsen bestemmes ved beregning iht. nedenstående.

GUF og GAF

Ved beregningsmetoden skal der skelnes mellem forbruget til varmt vand og forbruget til rumopvarmning. Varmtvandsforbruget er nogenlunde konstant over året, mens rumopvarmningen varierer med årstidens udetemperaturer. Varmtvandsforbruget forkortes derfor GUF (**G**raddags **U**afhængigt **F**orbrug), mens forbruget til rumvarme kaldes GAF (**G**raddags **A**fhængigt **F**orbrug).

Graddag

En graddag er et udtryk for forskellen mellem indendørs- og udendørstemperatur. Graddagetallet fremkommer ved, at man måler døgnets gennemsnitstemperatur, og for hver grad denne afviger fra 17 °C, har man en graddag.

Eksempel:

Et koldt døgn i januar måles døgnets gennemsnitstemperatur til -2°C. Døgnets forskel fra +17°C er 19°C. I dette døgn har vi altså 19 graddage.

Normalår

Et normalår er et statistisk udtryk for antallet af graddage i løbet af et år med gennemsnitlige temperaturforhold. I Danmark kan normalåret beregnes udfra forskellige forudsætninger og det er vigtigt at beregningsmetode og normalår har forenelige forudsætninger. To eksempler på beregnede normalår er TRY og ELO (vist i figur 10.6[1]), hvor det sidste hovedsaglig anvendes til større bygninger.

	TRY	ELO		TRY	ELO
Januar	546	519	Juli	0	22
Februar	507	486	August	0	18
Marts	446	444	September	8	91
April	312	311	Oktober	208	207
Maj	45	154	November	360	341
Juni	3	58	December	476	461
Hele året				**2.909**	**3.112**

Figur 10.6: Oversigt over henholdsvis TRY- og ELO-graddage

Et normalår indeholder ikke varmtvandsproduktion, idet denne er uafhængig af årstiden.

Nødvendige oplysninger

For at beregne kedelydelsen skal man have følgende oplysninger:

- Det samlede årlige olieforbrug.
- Olieforbruget i måneden med årets laveste forbrug (juni, juli eller august).
- Antal graddage i det år, hvor man kender olieforbruget.
- Antal graddage i ELO-normalåret, som er 3.112.

Fremgangsmåde

Fremgangsmåden er følgende:

- Find olieforbruget - f.eks. i 1.000 liter - for måneden med det laveste olieforbrug, korrigeret for eventuelle ferieperioder.
- Bestem det konstante forbrug (GUF) = 12 * mindste månedsforbrug.
- Beregn forbruget til rumopvarmning (GAF) = totalforbrug – konstantforbrug (GUF).
- Korriger GAF til normalåret:
  $$GAF_{korrigeret} = GAF * GD_{normalår}/GD_{aktuelt}$$
- Beregn til slut årets maksimale effektbehov $P = P_{GAF} + P_{GUF}$
  = 3,875 * GAF (i 1.000 liter/år) + 1,139 *GUF (i 1.000 liter/år) kW

Vælg kedelstørrelse til 60-80% af P (se eksempel nedenfor).

[1] TRY (Temperature Reference Year), og ELO (EnergiLedelsesOrdningen)

Et eksempel:

Et feriecenter ønsker af skifte til biobrændsler og vil som beslutningsgrundlag gerne kende investering og besparelser. Feriecentret har et velfungerende oliefyr, der bibeholdes som supplement og reservekedel. Varmemesteren har registeret olieforbruget måned for måned. Han konstaterer følgende:

- Det samlede olieforbrug for det registrerede år er 181.850 liter olie
- Måneden med laveste olieforbrug er juli med 6.900 liter.
- Årets graddagetal er 2.683.
- ELO-normalårets graddage er 3.112.

GUF = 12 * 6.900 = 82.800 liter
GAF = 181.850 – 82.800 = 99.050 liter
$GAF_{korrigeret}$ = 99.050 * 3.112 : 2.683 = 114.631 liter

$P = P_{GAF} + P_{GUF}$ = 3,875 * 114,6 (kW) + 1.139 * 82,8 (kW) =
444 kW + 94 kW = 538 kW

Træpillekedlen udlægges til 75% af det maksimale effektbehov, eller ca. 400 kW.
Den resterende del af ydelsesbehovet dækkes af oliekedlen.

Kilde: dk-TEKNIK/Dansk BioEnergi, dec. 2000

10.5 Baseret på areal og bygningskvalitet

Hvis ikke det nuværende årlige energiforbrug er kendt, kan det fastlægges ved hjælp af figur 10.7. Det typiske specifikke årsvarmebehov og tilslutningseffekt for forskellige bygningskategorier fremgår af tabellen. Det skal bemærkes, at det samlede effektbehov til varme og varmt vand i korte perioder, hvor effektbehovet til rumvarme er stort, kan overstige tabellens angivelser. Dette er især gældende, hvis der anvendes gennemstrømningsvandvarmer.

Bygningstype og areal	**Årsvarmebehov**		**Tilslutningseffekt**	
	pr. 100 m^2 (GJ)	pr. boligenhed (GJ)	pr. 100 m^2 (kW)	pr. boligenhed (kW)
Parcelhus, ældre (140 m^2)	55	77	8,5	11,9
Parcelhus, nyt (135 m^2)	41	55	6,3	8,5
Tæt, lav, ældre (110 m^2)	53	58	8,2	9,0
Tæt, lav, ny (95 m^2)	38	36	5,9	5,6
Etagebolig, ældre (85 m^2)	51	43	7,9	6,6
Etagebolig, ny (70 m^2)	34	24	5,2	3,7
Større gårde, institutioner mv., ældre	95		14,7	
Større gårde, institutioner mv., ny	72		11,1	

Fra Varme Ståbi, 3. udgave, Ingeniøren A/S.

Figur 10.7: Specifikt årsvarmebehov samt tilslutningseffekt for forskellige bygningskategorier /1/

10.6 Referencer

/1/ Varmeståbi 3. udgave. Ingeniørens Forlag 2002

11. Mindre træpilleanlæg

Moderne træpillefyrede anlæg er indrettet til automatisk drift, således at brændselstilførsel og regulering af forbrændingen kræver et minimum af manuel indgriben. Derfor har træpillefyr mange komfortmæssige fordele frem for andre fastbrændselsfyr.

Et pillefyret kedelanlæg består i sin helhed af:

- Brændselslager
- Brændselsmagasin
- Stoker eller træpillebrænder
- Kedel
- Askebeholder og askeudtag
- System til regulering af brændsels- og lufttilførsel
- Røgafgang og skorsten

11.1 Brændselslager

Brændselslagerets indretning er afhængigt af pladsforholdene hos den enkelte forbruger samt af den måde, man ønsker træpillerne leveret på.

Opbevaring i sække

For villafyrenes vedkommende leveres træpillerne ofte i sække med en vægt på 16-40 kg. Selvom sækkene er lavet af et plastmateriale, skal de opbevares tørt, da træpiller er i stand til at opsuge fugt fra luften. Hvis de udsættes for fugtighed, f.eks. i form af regn, vil de gå i opløsning og blive ubrugelige som brændsel. Sækkene skal derfor oplagres tørt, f.eks. i et tørt udhus eller i en kælder. Fra lageret bæres sækkene til fyrrummet, hvor de tømmes ud i brændselsmagasinet.

Opbevaring i løs vægt

Større brændselslagre, hvor træpillerne leveres fra tankvogn og blæses ind på lageret, kan f.eks. indrettes i et rum, der støder op til fyrrummet, i en silo eller på et lager, der indrettes på loftet over fyrrummet. I disse tilfælde gælder der særlige regler for brandsikring af lageret. Disse regler findes i Brandteknisk vejledning nr. 32 (se Kapitel 15).

Der må aldrig opbevares træpiller i løs vægt i fyrrummet. Derimod må der gerne opbevares træpiller i lukkede sække i fyrrummet. Det er støvet fra træpillerne man skal undgå.

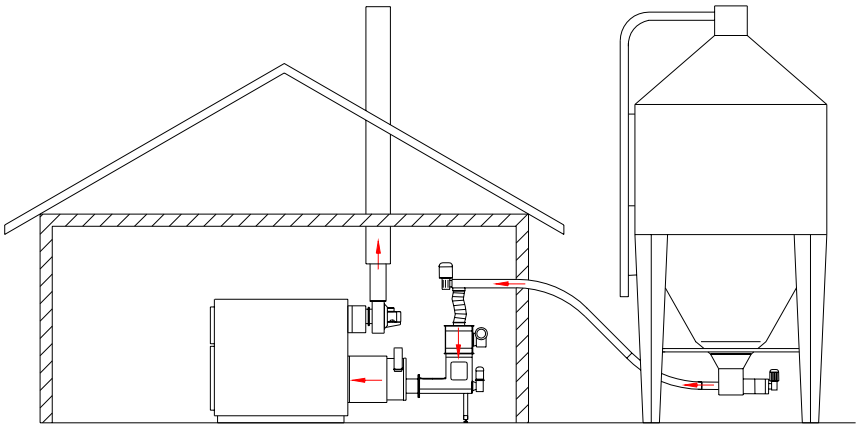
Undgå støv

For at reducere støvgener er det vigtigt, at sække og træpiller håndteres, så pillerne ikke bliver slået i stykker. Hvis brændselslageret etableres indendørs, anbefales det, at der i indblæsningssystemet monteres en cyklon, således at støvgenerne på selve lageret reduceres. Undertryk i brændselslageret ved indblæsning af træpiller sikrer endvidere at støv ikke spreder sig til andre bygningsdele.

Støv er ikke alene generende og sundhedsskadeligt, men kan udgøre en risiko for brand og støveksplosioner. Regelmæssig støvsugning og fjernelse af støv og smuld er derfor vigtig.

Undgå fugt

Det maksimale fugtindhold i råvaren til træpiller på 15% er så lavt, at svampe og bakterier ikke er aktive. Derfor er træpiller i princippet tilstrækkelig tørt til at kunne lagres i ubegrænset tid uden at blive nedbrudt af mikroorganismer.



Figur 11.1: Tegning af et komplet kedelanlæg med udendørs silo til træpiller /1/

Pillesilo

Lagring hos forbrugeren af løst transporterede piller vil typisk foregå i en pillesilo – se eksempel i figur 11.1. En pillesilo vil oftest kunne indeholde 5-6 m^3 piller. Dette giver mindst muligt arbejde med pillerne og kræver blot en aftale med leverandøren om levering af nye piller i takt med, at de gamle forbrændes. Siloen skal have stejle sider ned mod fremføringssneglen. Er siderne ikke tilstrækkeligt stejle ruller pillerne ned, mens smuldet bliver liggende. Dette betyder, at man til sidst kun fyrer med smuld som øger temperaturen i kedlen og nedsætter fyrets effektivitet. Den øgede temperatur øger også risikoen for, at asken kan sintre.

Lagring på gulv

Lokalet som pillerne opbevares i skal være tørt og fri for fugt, løslagring af piller på beton eller lignende kræver desuden, at der findes en fugtspærre i eller under gulvet.

Minimer smulddannelse

En vigtig målsætning ved al håndtering af træpiller er, at pillerne skal udsættes for mindst mulig fysisk påvirkning, der kan forårsage smulddannelse. Ved mekanisk håndtering af træpiller løsnes små dele, og der dannes smuld. Som regel fjernes smuld hos pillefabrikanterne ved brug af sold eller udsugning. Men under håndtering og lagring er det svært at undgå smulddannelse. Specielt i små fyringsanlæg kan smuld forårsage store problemer med drift:

- Ujævn forbrænding på grund af ujævn tilførsel af brændsel
- Lav virkningsgrad
- Højt indhold af uforbrændt i asken
- Spredning af støv

Brændselstransport

Transporten af træpiller fra lageret til brændselsmagasinet foregår ved disse anlæg som regel ved hjælp af et system bestående af snegle-transportører. Ved valg af snegle er det vigtigt at disse egner sig til transport af træpiller, hvilket i hovedreglen vil sige at de er langsomt-roterende. Hurtigroterende snegle virker som piskeris og slår pillerne i stykker.

11.2 Brændselsmagasin

Brændselsmagasinet udgør et forbrugslager, hvorfra træpillerne ved hjælp af en snegl automatisk transporteres ind i brændkammeret. Brændselsmagasinet skal være udført af et ubrændbart materiale og skal kunne lukkes med et låg, der kan lukkes tæt. Brændselsmagasinet rummer normalt en brændselsmængde, der svarer til cirka et døgns forbrug ved fuld kedelbelastning.

11.3 Stoker eller træpillebrænder

Fra brændselsmagasinet sker indfyringen ved hjælp af selve stokeren eller træpillebrænderen, hvori en snegl eller tilsvarende anordning fører træpillerne ind i kedlens brændkammer.

Stokeren drives af en motor, der styres, således at den leverer den brændselsmængde, der svarer til varmeaftaget fra kedlen eller til den ønskede kedelydelse.

I stokerrøret er der anbragt en termoføler, der udløser en sprinkleran-ordning, hvis temperaturen i stokerrøret bliver for høj, f.eks. pga. tilba-gebrand. Sprinkleranordningen forsynes fra en vandbeholder placeret på kedlen eller stokeren.

Brænder du for mere..?

Spar penge på varmeregningen, og få råd til mere...

Ønsker du at fyre med træpiller, skovflis eller korn er **Multi-Heat** stokerkedlen fra BAXI et suverænt valg

Du kommer ganske enkelt til at fyre **effektivt, billigt og miljøvenligt**

Du kan opnå store besparelser på varmeregningen **-helt op til 50%**

Beregn selv hvor meget på **www.baxi.dk**

SPARETJEK

BAXI

BAXI A/S · Smedevej 2 · 6880 Tarm · Tlf. 97371511

BAXI
www.baxi.dk

11.4 Kedlen

Kedlen består af et brændkammer med en vandkappe udenom. I brændkammeret forbrændes træpillerne, idet der tilføres forbrændingsluft fra en eller flere blæsere.

Brændkammer

Brændkammeret kan være udformet på forskellige måder. I mindre kedler er det meget almindeligt, at forbrændingen sker i et brænderrør på selve stokeren, hvor forbrændingsluften tilføres gennem en række åbninger i brænderrøret. I større kedler sker forbrændingen normalt på en rist.

Brændkammeret kan være forsynet med en foring af ildfast keramisk materiale eller støbejern, der dels bidrager til at hæve temperaturen i brændkammeret, dels er mere modstandsdygtigt overfor temperaturpåvirkninger fra forbrændingen.

For at sikre en god forbrænding er lufttilførslen meget vigtig. Ved forbrænding af træpiller er det især vigtigt, at lufttilførslen sker på en sådan måde, at de gasser, der udvikles ved forbrændingen, får tilstrækkeligt ilt til at forbrænde fuldstændigt, inden de forlader forbrændingszonen.

Udenom brændkammeret er der en vandkappe, hvori der cirkulerer vand fra husets radiatorsystem. Den varme, der produceres ved forbrændingen, afgives gennem kedlens hedeflader til kedelvandet. Gen-

nem cirkulationspumpen sendes det opvarmede kedelvand til radiatorerne, eventuelt via en varmeveksler. En anden varmeveksler sørger for opvarmning af brugsvand til køkken, badeværelse og andre brugssteder.

Retningslinier for brændkammerets udformning

Brændkammeret skal være stort nok til, at

- gassen har tilstrækkelig lang opholdstid i forbrændingszonen
- koksen har tilstrækkelig lang opholdstid til at udbrænde helt

Brændkammeret skal være lille nok til, at

- luft og gas blandes tilstrækkeligt og ikke forlader brændkammeret ublandet
- varmeledning i risten ikke afkøler koksen for meget
- de brændende gasser kan antænde det friske brændsel
- det varme murværk kan antænde det friske brændsel
- gassen kan ”se” gløder

Luften skal tilsættes således, at

- det totale luftoverskud er korrekt, dvs. at CO_2 ligger mellem 12 og 17%.
- koksene får tilstrækkelig luft til at kunne udgløde helt
- gasserne får tilstrækkelig luft til at kunne udbrænde
- koksene ikke blæses ud af brændkammeret
- der opnås størst mulig grad af turbulens i brændkammer

11.5 Askebeholder og askeudtag

Askemængde

Ved forbrænding af træpiller er askemængden beskeden. Kun 0,5-1% af træpillerne består af ikke-brændbart materiale. En større askemængde kan være et tegn på, at pillerne er af dårlig kvalitet, f.eks. fordi de indeholder en større mængde urenheder i form af sand eller andet uorganisk materiale.

Slaggedannelse

Gode træpiller efterlader lidt aske i form af et fint, gråt pulver, der er let at fjerne. Hvis asken danner sammenbrændte kager eller slagge, kan det enten skyldes urenheder i pillerne eller måske for høj forbrændingstemperatur.

Askebeholder

Asken opsamles i et askefald eller eventuelt i en askebeholder, der tømmes ved håndkraft. Større kedler har automatisk askeudtag, hvor asken via en askesnegl transporterer asken til en container.

FYRINGSANLÆG
- med brugervenlig iltstyring!
til biobrændsel 15-250 kW
Det professionelle fyringsanlæg, hvor miljøvenlig forbrænding og kvalitet er sat i højsædet.
Vælg Twin Heat, udviklet og produceret gennem 20 år!
- reducer dine udgifter til opvarmning med min. 50% - på en nem måde!
- mulighed for at anvende 99% af de biobrændsler, der er på det Danske marked.
Automatisk stokerfyrings-anlæg der brænder:
• Korn
• Kornaffald
• Træflis
• Træpiller
• Høvlspåner
• Savsmuld
• Træaffald
• Kul m.m.
- samt træ i meterstykker i forbindelse med den hånd-fyrede kedel.
TWIN HEAT
Alle TWIN HEAT Stokeranlæg er godkendt af Dansk Teknologisk Institut.
Producent:
TWIN HEAT®
Nørrevangen 7 · 9631 Gedsted
Tlf. 9864 5222 · Fax 9864 5244 · www.twinheat.dk

Af hensyn til brandfaren skal asken opsamles i en metalbeholder med låg. Den må ikke hældes i affaldssæk eller lignende, før der er sikkerhed for, at der ikke længere er gløder. Aske fra villafyr kan eventuelt bruges til udspredning på mark eller i skov, da den indeholder mineraler, der har en vis gødningsværdi. Dog skal udbringningen ske i overensstemmelse med de gældende bestemmelser herom (se Kapitel 19).

11.6 Regulering af luft- og brændselstilførsel

Pillekedler kontra olie/naturgasfyr

Træpillefyrede kedler adskiller sig fra olie- og gasfyrede kedler på et væsentligt punkt - de kører i korte fyringsintervaller (on-off styring), idet tilførsel af brændsel og luft igangsættes og afbrydes momentant. I olie- og gasfyrede kedler ophører forbrændingen i kedlens brændkammer i samme øjeblik, brændselstilførslen afbrydes.

I træpillefyrede kedler derimod tilføres brændslet i en jævn strøm. Så længe der tilføres brændsel og luft, vil forbrændingen af træpiller fortsætte. Selvom tilførslen stopper, vil forbrændingen fortsætte, indtil alt brændsel i kedlens brændkammer er udbrændt. Fyring med træpiller giver derfor længere opstarts- og nedreguleringstider, end man er vant til fra oliefyring.

Styringssystem

Formålet med kedlens styringssystem er at regulere brændsels- og lufttilførsel således, at kedlen leverer den ønskede varme til distributionssystemet, dvs. husets radiatorer og forsyning med varmt brugsvand. Jo mere varme, der er brug for, jo mere brændsel skal der fyres ind, og jo mere luft skal der tilsættes for at sikre en ren forbrænding.

Iltstyring/lambdasonde

Styringen kan være bygget op over en termostatisk styreenhed, der registrerer temperaturen på kedelvandet på et passende sted i systemet. Når temperaturen falder under en vis grænse, gives en startimpuls til den motor, der skubber pillerne ind i kedlen. Samtidig sørger styringen for, at lufttilførslen svarer til den mængde brændsel, der skal forbrændes. I nyere kedler anvendes ofte en iltstyring, der er baseret på en såkaldt lambdasonde. Det er en føler, der er anbragt i røgaftrækket, som registrerer iltindholdet i røggassen. Styringssystemet bruger signalet fra lambdasonden til at sikre, at der tilføres en passende mængde luft til forbrændingen.

Styringsenheden er ofte forsynet med faste indstillinger, der aktiveres ved start af kedlen og ved forskellige ydelsestrin (modulerende styring), f.eks. kan der være faste indstillinger for henholdsvis lav, mellem og høj ydelse.

Styringen har stor betydning. En præcis styring er vigtig for at opnå den optimale fyringsøkonomi og en ren forbrænding, der sikrer, at der ikke udledes uforbrændte gasser i form af f.eks. kulilte (CO). Endelig er styringen vigtig af hensyn til en nem betjening af kedlen. Der arbejdes derfor til stadighed på at forbedre kedlernes styringssystemer.

11.7 Røgafgang og skorsten

For at sikre, at forbrændingen sker effektivt, er det vigtigt, at røgaftræk og skorsten er dimensioneret, så kedlens "vejrtrækning" er i orden. Er skorstenen tilstoppet eller forkert dimensioneret, kan det ikke alene medføre en uøkonomisk forbrænding, men i værste fald forårsage udsivning af kuliltedannelse.

Godkendelse

Kedlen skal altid forsynes med røgrør og skorsten, der overholder de krav, kedelfabrikanten har opgivet. Det gælder såvel diameteren på skorstensrøret som skorstenens højde. Ved installation af en træpillekedel skal kedel og skorsten også godkendes af den kommunale bygningsmyndighed, hvilket i praksis ofte vil sige den autoriserede skorstensfejermester.

Skorstensdimensioner

Hvor træpillekedlen installeres som erstatning for en tidligere olie- eller gasfyret kedel, eller hvor der indsættes en løs pillestoker i en eksisterende kedel, skal man være opmærksom på, at en træpillekedel kræver en skorstensdiameter på ikke under 15 cm, svarende til et tværsnitsareal på 175 cm^2. For at få de rigtige aftræksforhold kan det være nødvendigt at opstille en ny skorsten, f.eks. en stålskorsten, eller at ombygge den eksisterende skorsten, f.eks. ved isætning af et isoleret kernerør.

Skorstensfejer

Såvel røgrør fra kedel til skorsten som selve skorstenen skal holdes fri for sodaflejringer. I reglen er de lovpligtige skorstensfejninger tilstrækkeligt, men har man mistanke om, at aftrækssystemet er tilstoppet, skal skorstensfejeren have besked om at foretage en kontrol.

Løbesod

Skorstensfejere har meldt om problemer, når husejere skifter til meget effektive træpillefyr. Skorstene, der har fungeret upåklageligt med gamle fyr, angribes af løbesod, når de tilsluttes mere effektive fyr. Ved nye effektive træpillefyrede kedler er røgtemperaturen lav. Derfor stiller disse kedler lige så store krav til skorstenen mht. isolering og korrekt diameter som et effektivt oliefyr.

Løbesod i skorstenen er ødelæggende og ildelugtende og kan medføre skorstensbrand, hvis ikke det stoppes i tide. Løbesod er et resultat af kondens, der opstår, når vanddampen i røgen køles ned til under ca. 50C°. Kondenseringen sker på skorstenens koldeste steder – typisk ved skorstenstoppen og på et koldt, uisoleret loftrum. Kondensen trækker ud i skorstenens fuger og mursten, og opløser den sod, som sidder der, som så trækker med ud igennem skorstenens sider. Efter nogen tid kan man se brune og sortbrune skjolder på skorstenens ydersider og på loftet ved etageadskillelsen.

Årsag til løbesod

Årsagen til sodlaget er normalt en kombination af dårligt isoleret skorsten, lav røggastemperatur og ufuldstændig forbrænding.

Når man lukker for lufttilførslen, vil brændslet holde i længere tid, men til gengæld vil uforbrændte røggasser sætte sig i fyringsanlægget og skorstenen som sod. Når der lukkes for lufttilførslen, vil røgens hastighed blive mindre, og vanddampene i røgen vil fortætte i skorstenen og

blande sig med de uforbrændte røggasser. Når dette er sket, ses der ofte i skorstenen et sodlag med en blank overflade (glanssod).

Risiko for skorstensbrand

I værste fald kan der opstå skorstensbrand. En eventuel skorstensbrand opstår som regel under optænding eller ved påfyring af brændsel. Her tilføres masser af luft, og der opnås derved så høje temperaturer, at glanssoden antændes.

Foring i skorsten løser problemet

For at forebygge kondens kan skorstenen isoleres indvendigt ved, at nedsænke eller støbe en isolerende kerne inde i den gamle skorsten. Man kan også sænke en stålforing ned i skorstenen. En foring medfører samtidig, at skorstenen bliver mere tæt.

Egenkontrol af kondens

Forbrugeren kan selv kontrollere, om der er kondens i skorstenen, ved at tage renselemmen af oppe på loftet og med en finger gnide på mursten og fuger indvendigt i skorstenen. Hovedreglen er: Bliver fingeren våd og fedtet, er der kondens.

11.8 Referencer

/1/ Illustration fra TwinHeat, Nørrevangen 7, 9631 Gedsted
/2/ www.skorstensfejer.dk
/3/ Nielsen, Teddy. ”Træpillefyr kan give fugt i skorstenen” Vejle Amts Folkeblad.

12. Blokvarmecentraler

Ved blokvarmecentraler forstås træpilleanlæg, der kan forsyne en eller flere større bygninger med varme. Eksempler kunne være hoteller, kursuscentre, service- og industrivirksomheder, skoler, idrætsanlæg, rækkehusbebyggelser, dag- og døgninstitutioner, administrationsbygninger og etageboliger.

Typisk størrelse på en blokvarmecentral er mellem 50 kW og 1 MW.

Figur 12.1: Eksempler på bygninger med blokvarmecentraler

12.1 Hvor og hvornår er et træpillefyr en mulighed?

Inden man kan træffe en beslutning om at bruge træpiller til opvarmning, skal en række detaljer overvejes.

Positiv stemning

Nutidige træpillefyringsanlæg fungerer lige så godt som anlæg til olie- eller gasfyring. Den største forskel er, at denne type anlæg er mindre udbredte. For at kunne gennemføre et succesfuldt projekt og undgå skepsis overfor ny teknologi, er det vigtigt, at relevante personer modtager information om projektet og motiveres for indførelse af træpilleanlæg. Relevante personer omfatter anlægsejeren, brugere af bygningen, naboer og berørte myndigheder.

Pladsforhold

Et fyringsanlæg til træbrændsler kræver noget mere plads til kedelanlæg og brændselslager end det er tilfældet for anlæg til olie/gas. Desuden kræves adgangsforhold til levering af brændsel. Hvis der for en given bygning kun er lidt plads til rådighed, er et biobrændselsanlæg muligvis ikke et egnet valg.

Tilgængelig brændselsforsyning

I Danmark er markedet for træpiller udviklet gennem mange år, og træpiller kan fås overalt fra bl.a. lokale grovvareselskaber, olie- og energiselskaber samt direkte fra producenterne. Antallet af producenter og importører i Danmark er støt voksende. I visse dele af landet, kan der dog opleves udsving i forsyningen og pillekvaliteten, bl.a. når markedet udvikler sig rykvis. Inden et anlæg opføres er det derfor en god idé at orientere sig om mulige pilleleverandører og -kvaliteter og derved opnå en sikker forsyning med træpiller af høj og konstant kvalitet.

Vedligeholdelse af kedelanlæg

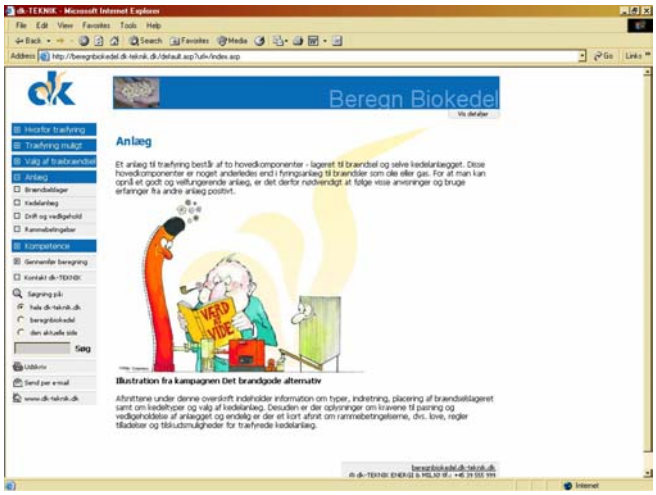
Den største forskel på at drive et moderne kedelanlæg til træpiller og en oliekedel er, at der løbende skal bortskaffes aske fra træfyret. Det er vigtigt på forhånd at udpege en person, der kan være ansvarlig for at håndtere aske og overvåge beholdningen af brændsel. Hvis der vælges et kedelanlæg, hvor røgrørene ikke automatisk renses for flyveaske, er en vis løbende arbejdsindsats med manuel rensning af kedlen nødvendig – se figur 12.2.

Figur 12.2: Rensning af fyr

Økonomivurdering

Vurdering af økonomien i en træpillefyret blokvarmecentral er ofte afgørende for en beslutning om at skifte til træpiller. Det er nødvendigt at kende anlægsinvesteringen, de årlige omkostninger og den årlige besparelse.

En hjælp til at vurdere disse punkter kan bl.a. findes i et beregningsværktøj, hvor man udfra indtastning af en række nøgletal får en gratis overslagsberegning af økonomien i et mellemstort træfyret varmeanlæg – se figur 12.3.



Figur 12.3: Gratis beregningsværktøj til økonomivurdering. Værktøjet findes på http://beregnbiokedel.dk-teknik.dk

12.2 Tilpasning af ydelse og forsyningssikkerhed

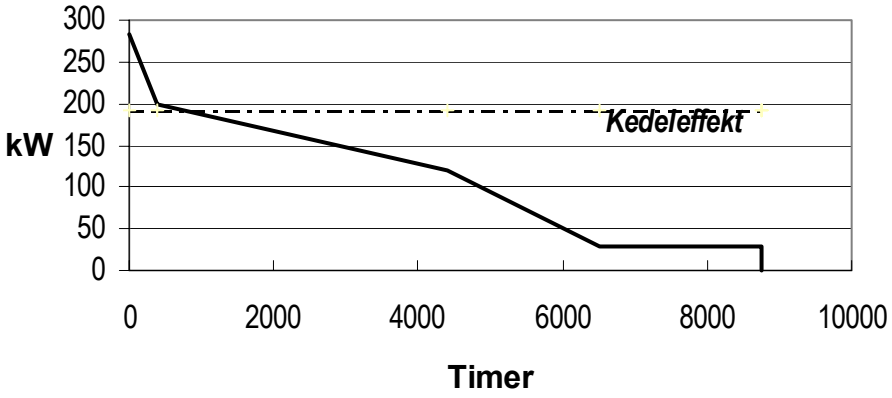
Det er meget væsentligt tidligt i planlægningsprocessen at opstille et billede af bygningens varmebehov, der bruges som grundlag for dimensionering af kedelanlægget. En korrekt bestemmelse heraf er afgørende for en god økonomi og en tilfredsstillende teknisk funktion af anlægget. Metoder til bestemmelse af anlægsstørrelse er nærmere beskrevet i kapitel 10.

Hvis træpillefyret skal erstatte et eksisterende varmeanlæg i en eksisterende bygning, er tal for det tidligere brændselsforbrug det bedste grundlag for at beregne det fremtidige brændselsbehov og kapaciteten for det nye anlæg (hvilket sjældent er det samme som kapaciteten på det eksisterende anlæg).

Hvis pillefyret skal forsyne en ny bygning, kan varme- og effektbehovet beregnes ud fra data for bygningens areal, isoleringsstandard og behov for varmt vand.

Hvis anlægget skal forsyne flere bygninger, skal det nødvendige ledningsnet skitseres og det heraf følgende varmetab vurderes og indregnes i det samlede varmebehov.

Gennem fyringssæsonen udsættes alle typer varmeanlæg for meget forskellige driftsforhold som følge af store variationer i varmebehovet, der afhænger af vejret, brugernes adfærd mv. Den såkaldte varighedskurve viser det forventede effektbehov hen over året og er beskrevet nærmere i kapitel 10. Effektbehovet er opstillet efter størrelse (ikke kronologisk) og det maksimale effektbehov aflæses, hvor kurven skærer y-aksen. Et eksempel på en varighedskurve er vist i figur 12.4.



Figur 12.4. Eksempel på varighedskurve for blokvarmecentral

12.3 Fyringsanlæg

I størrelsen 50 kW - 1 MW skelnes der mellem en række forskellige typer kedelanlæg. De tre mest almindelige er kompakte kedel anlæg, løse stokere og kedelanlæg med rist. Der er forskellige muligheder for at kombinere træpillanlægget med andre anlæg og derigennem øge anlæggets fleksibilitet og evne til at kunne tilpasse sig forskellige varmebehov.

Anlægsvalg

Der er flere forhold, der er væsentlige ved valg af kedelanlæg:

- Høj virkningsgrad - over 85% - eftervist ved troværdige målinger
- Lav CO-emission og lav støvemission
- Modulerende styring - on/off-styring er ikke tilstrækkelig og giver højere emissioner og tab
- Høj grad af automation for at mindske drifts- og vedligeholdsarbejde
- Mulighed for at leverandør kan fjernbetjene anlæggets driftsparametre
- Referencer, der viser, at anlægstypen bruges med succes til opvarmning af større bygninger

Ved at vælge en kedel, der er typegodkendt på Prøvestationen for mindre biobrændselskedler, får man et produkt, der lever op til bl.a. høj virkningsgrad, strenge sikkerhedskrav og emissionskrav.

Kombineret med olie eller naturgas

Det træpillefyrede kedelanlæg suppleres med et sædvanligt kedelanlæg til olie eller gas, der skal dække spidslasten og fungere som reserve i tilfælde af nedbrud. Kapaciteten af pillekedlen sættes til 60-80% af det maksimale effektbehov på den koldeste dag. På denne måde vil træpillerne kunne dække omkring 95% af det årlige energibehov til opvarmning. Dette skyldes, at de høje effektbehov kun forekommer i meget korte perioder hvert år. Olie- eller gaskedlen skal kunne dække det maksimale effektbehov på den koldeste dag. Således opnås en god forsyningssikkerhed på en billig måde.

Denne løsning er en særlig fordel, når der i forvejen findes et brugbart olie- eller gaskedelanlæg, der kan bruges i korte perioder. Men da denne type kedelanlæg er ret billige, kan det ofte betale sig at investere i en nyt.

Kombineret med varmeakkumuleringstank

I denne løsning kan det pillefyrede kedelanlæg dække det maksimale effektbehov på den koldeste dag, men suppleres af en varmeakkumuleringstank. Tanken hjælper med at håndtere hurtige variationer i varmebehovet og sikrer desuden, at kedelanlægget kan drives på en fornuftig måde i perioder med lav last. Akkumuleringstanken kan endvidere benyttes til lagring af solenergi i sommerperioden.

Denne løsning har den fordel, at det kun er nødvendigt med én skorsten. En reservekedel på olie kan etableres med aftræk til samme skorsten, såfremt den kun kører, når træpillekedlen er ude af drift.

To træpillefyrede kedler i kombination

Ved at kombinere to pillefyrede kedler øges forsyningssikkerheden. En betingelse herfor er, at kedlerne har adskilte brændselstransportsystemer. Denne løsning sikrer, at træpillekedlerne kan drives optimalt i alle lastsituationer. Det kan være billigere at installere en pillefyret kedel nummer to end at installere en olie- eller gaskedel med egen olietank eller gasledning.

Hvis denne supplerende energiforsyning ikke findes, skal træpillekedlen dimensioneres til at dække 100% af husets varmeforbrug. I disse tilfælde vil det være fornuftigt at vælge to træpillekedler, hvor det anbefales at vælge 2 kedelydelser, der dækker hhv.:

- Grundlast: 2/3 af dimensionerende varmebehov
- Spids- og lavlast: 1/3 af dimensionerende varmebehov

I nogle tilfælde kan en endnu højere forsyningssikkerhed være ønsket. Det er da muligt at kombinere en større og en mindre biobrændselskedel, der tilsammen dækker op imod det maksimale effektbehov på den koldeste dag, med en oliekedel, der kan dække det fulde effektbehov.

12.4 Brændselslager

Lagertyper

Biobrændsler kan enten lagres i den eksisterende bygning i et rum tæt på kedelanlægget eller i et separat lager udenfor bygningen. Det udendørs lager kan være en silo, der stilles over jorden eller et nedgravet lager, hvorfra brændslet transporteres til kedelanlægget.

Alle typer lagre skal være sikret mod vandindtrængning udefra. Dette er specielt vigtigt at fokusere på for de nedgravede typer, hvor regnvand og specielt grundvand udgør et problem. Ved udformning af lagret bør det desuden overvejes, hvordan det kan tømmes, hvis der skulle ske en teknisk fejl med udstyret eller konstruktionen i bunden af lageret.

Leverance af piller

Ved indretning af lagret er det vigtigt at være opmærksom på fremtidige muligheder for leverance af træpiller. Træpiller leveres traditionelt med

tankvogn, der kan blæse brændslet ind i lageret eller med lastvogn, der kan tippe brændslet af i lageret.

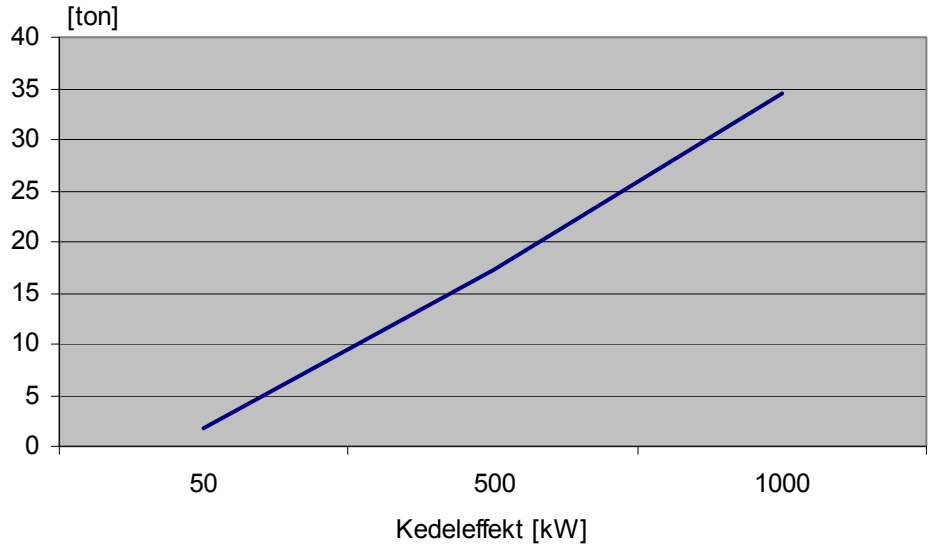
Der skal bl.a. være tilstrækkeligt med plads til at lastbilen kan manøvrere. Det kan være en følsom sag at bruge parkeringspladser eller grønne områder til vendeplads og brændselslager. Figur 12.5 viser forskellige leverancemuligheder til blokvarmecentraler.

Figur 12.5. Træpiller leveres med hhv. blæsebil og tiplad til blokvarmecentraler

Lagerstørrelse

Størrelsen af brændselslageret afhænger af anlæggets forventede brændselsbehov, sikkerheden i brændselsleverancen, forhåndenværende lagerplads, størrelsen af lastvognen, der leverer brændsel mv. Til anlæg i eksisterende bygninger kan det ofte bedst betale sig at tilpasse systemet til brændselslevering til det eksisterende lagerrum frem for at opbygge en ny lagerfacilitet.

At fylde mere end 70% af det tilgængelige lagervolumen kan erfaringsmæssigt være svært, og det er desuden vigtigt, at man kan aftage et helt vognlæs uden at lageret først skal være helt tomt. Hvis der skal opføres en ny lagerbygning, vælges størrelsen af lageret derfor omkring 50% større end et helt vognlæs brændsel eller alternativt svarende til mindst to ugers drift på fuld last - hvad der nu er størst. Hvis der er tale om et mindre anlæg til piller, kan man evt. nøjes med en lagerstørrelse svarende til 50% af en fuld forvogn. Figur 12.6 viser det ugentlige træpilleforbrug ved fuld last set i forhold til kedelstørrelsen.



Figur 12.6: Ugentligt forbrug af træpiller ved fuldlast

Da træpiller ofte er billigere om sommeren end om vinteren i fyrings-sæsonen, kan det for mindre kedelanlæg økonomisk set give mening at kunne lagre et helt års pilleforbrug. Dette skal dog under alle omstændigheder først undersøges detaljeret i hvert enkelt tilfælde.

Sikkerhedsforhold

Lagerrum til træpiller stiller bestemte sikkerhedskrav for at undgå problemer såsom skader på lageret, støveksplosioner eller nedbrydning af brændslet. Punkterne gælder til dels også for siloer.

- Lageret skal være fuldstændig tørt
- En beskyttende gummimåtte skal dække væggen hvor pillerne rammer under indblæsning
- Døren til lagerrummet skal være brandsikker og tæt og kan evt. beskyttes mod trykket med plader
- Ingen elektriske installationer i lageret
- Indblæsningsrørene jordforbindes for at forhindre elektrostatiske udladninger under fyldning af lageret
- Væggene skal være stærke nok til at modstå presset fra pillerne
- Væggene skal være brandsikre

Én gang årligt skal ophobet støv i lageret fjernes og lejerne i snegletransportørerne gives fedt.

Transport til kedelrum

Da træpiller er homogent og tørt transporteres de som regel til kedelanlægget med snegletransportører, der bl.a. kendes fra foderstofbranchen. Figur 12.7 viser træpillesiloer og snegletransportør.

Figur 12.7: Træpillesiloer og snegletransportør (svenske anlæg).

På den østrigske hjemmeside www.pelletsheizung.at findes en række eksempler på hvorledes brændselslageret og transportsystemer kan placeres.

12.5 Pasning af anlægget

En forudsætning for optimal drift af anlægget er et korrekt valg af kedelstørrelse og en korrekt opbygning og installation af anlægget. En rigtig dimensionering af anlægget giver optimale driftsbetingelser og reducerer behovet for askehåndtering og rensning af kedlen m.m.

Udformning af kedelrum

Kedelrum og brændselslager skal altid være adskilt af hensyn til brandsikkerheden. Dernæst er det vigtigt, at der afsættes tilstrækkeligt med plads rundt om udstyret, for at give plads til vedligeholdelse samt evt. reparationsarbejder. Udskiftning af stokere eller snegletransportører til pilletransporten kan være meget pladskrævende.

Der skal være plads til den daglige drift af anlægget, herunder passende plads til den løbende rensning af røgrørene (hvis der ikke findes et automatisk system hertil). Typisk er det til en biomassekedel på 200 kW nødvendigt med et kedelrum på minimum 20 m^2.

Pasningsaktiviteter

Behovet for arbejdskraft til drift og vedligehold afhænger af en række forhold, der bør gennemtænkes i projekteringsfasen. Fx om brændselslevering kan ske uden at lokalt personale er til stede, om en del af overvågningen kan ske med fjernkontrol osv.

Aktiviteterne indenfor drift og vedligehold omfatter:

- Tilsyn og kontrol af kedelanlægget et par gange ugentligt
- Justeringer, vedligehold og håndtering af mindre driftsproblemer
- Anskaffelse af brændsel
- Håndtering og bortskaffelse af aske

Typisk 3 timer ugentlig

Tidsforbruget til drift og vedligehold på eksisterende træfyrede blokvarmecentraler er opgjort i en dansk undersøgelse /1/. Tidsforbruget er baseret på personalets egne oplysninger. Undersøgelsen viste at på træpillefyred anlæg brugte man typisk

- 3 timer ugentligt til pasning

Det er væsentligt at være opmærksom på, at driftspersonale også bruger tid på drift og vedligehold af et olie- eller gasfyret kedelanlæg. Derfor er de ovennævnte tidsforbrug ikke et øget nettotidsforbrug i forhold de traditionelle varmeanlæg.

Tidsforbrugets afhængighed af størrelse

Tidsforbruget afhænger af anlæggets størrelse og brændselsforbruget - mindre tidsforbrug på mindre anlæg. Med kendskab til det tilhørende brændselsforbrug og anlæggenes størrelse, er udregnet nøgletal for tidsforbruget til drift og vedligehold i relation til brændselsforbrug og anlægsstørrelse. For træpillefyrede anlæg benyttes der /1/:

- 4 minutter pr. GJ indfyret brændsel, eller
- 1 time pr. 100 kW installeret effekt.

Mulighed for at reducere tidsforbruget til pasning

Mulighederne for at reducere behovet for arbejdskraft er mange, heriblandt:

- Outsource drifts- og vedligeholdsopgaven til et energiserviceselskab
- Investere i automatisk askehåndtering
- Investere i automatisk røgrørsrensning
- Lade brændselsleverandøren tage ansvaret for brændselsleverancen ud fra aktuelle, elektronisk overførte data for varmeproduktionen eller niveauet i brændselslageret
- Lade fx skorstensfejeren tage ansvaret for den periodiske rensning af anlægget

God instruktion af driftspersonale er vigtig

Mange problemer kan undgås, hvis den ansvarlige person modtager god og korrekt information om anlægget fra producenten, forhandleren, installatøren eller rådgiveren ved opstart af anlægget. Instruktionen skal omfatte:

- Daglige rutiner
- Justering af forbrændingen
- Typiske fejl
- Fejlfinding og -retning
- Kontaktpersoner, der kan vejlede yderligere
- Aftale om opstart af anlægget

Det bør være et krav at udførlig instruktion gives såvel mundtligt som på skrift.

12.6 Rådgivning og køb af anlæg

Som nævnt ovenfor forudsætter en god og stabil drift af et træpilleanlæg en omhyggelig dimensionering af anlæggets dele, herunder især af kedelanlæggets kapacitet.

Benyt eventuelt en rådgiver

Mens små træpilleanlæg svært kan bære udgifter til en rådgivers arbejde, er der ved blokvarmecentraler meget god grund til at involvere en ingeniør, der har erfaring med træpilleanlæg og varmeforsyning.

En rådgiver kan - ud over at foretage en detaljeret vurdering af varmebehovet og dimensionere anlægget - gennemføre licitation, vælge leverandør, føre tilsyn og forestå afleveringsforretning.

Rådgiveren har rådgiveransvar i modsætning til hvis kedelleverandøren er entreprenør.

12.6.1 Køb af anlæg

Kontakt leverandører tidligt

Indkøb af udstyr kan med fordel forberedes på et tidligt tidspunkt når der er sikkerhed omkring projektets økonomi. Når den første skitse over projektets fysiske og økonomiske perspektiver er udarbejdet, og når projektet er blevet modtaget positivt af den forventede varmeforbruger, bør der tages kontakt til forskellige leverandører.

De første kontakter behøver ikke være meget formelle, det skal dog ligge klart, hvad man går efter. Jo flere grundlæggende oplysninger, man kan præsentere, jo klarere kan leverandøren erkende en mulig forretning. Leverandøren gives derved bedre mulighed for at bruge tid på et projektforslag inklusiv et prisoverslag.

Oplysninger til kedelleverandør

Mindstekravet ved den første henvendelse til en kedelleverandør er følgende oplysninger:

- Varmebehovet
- Brændsel, type og vandindhold
- Nødvendig størrelse brændselslager, lager i eller udenfor eksisterende bygning
- Plads til rådighed i bygningen eller udenfor til kedelbygning og brændselssilo/-container
- Hvilke emissionskrav, der stilles til anlægget

Krav til kedelleverandør

Mindstekravet til indholdet i de præsenterede svar er følgende oplysninger:

- Grænser for ansvarsområdet
- Grove layoutskitser
- Foreløbig pris og leveringsbetingelser
- Referencer inklusiv navn og telefonnumre til kunder med tilsvarende anlæg

Kontakt flere leverandører

Det er en god idé at kontakte omkring tre leverandører på et tidligt tidspunkt. Det er vigtigt at holde mulige leverandører objektivt informeret

om projektets udvikling samt at lade forstå, at der er taget parallelle kontakter til andre leverandører.

Forskel på kedel og kedelanlæg

Meget ofte omtales kedel og kedelanlæg synonymt, hvilket kan føre til misforståelser og frem for alt besværliggøre sammenligning af forskellige tilbud. Naturligvis er kedlen en meget vigtig komponent, men kedelanlægget omfatter en lang række andre komponenter såsom brændselslager, systemer til brændselsudmadning, -transport og -indmadning i kedlen, cirkulationspumpe og rørføring, tryksystem, røgsuger, røgrensningsudstyr, røgkanaler og skorsten, udstyr til askehåndtering og -opbevaring, elforsyning, styringsautomatik, varmemåler og kedelhus.

Benyt eventuel en bygherrerådgiver

Derfor skal et stort antal komponenter samles for at udgøre et helt anlæg. For at muliggøre dette, er det nødvendigt, at anlægget projekteres. Det første spørgsmål i denne sammenhæng skal være i hvor store pakker, anlægget skal indkøbes og hvem, der er den ideelle person til praktisk at koordinere indkøbet og tage ansvar for de forskellige leverancer. Rollen er naturligt en bygherrerådgivers. For små anlæg er det svært at få økonomien til at strække til en bygherrerådgiver, der på sin side heller ikke har stor interesse i at gå ind i meget små sager, med mindre der er tale om en større samlet opgave.

Turn-key-anlæg

I forbindelse med indkøb af anlæg er "turn-key"-konceptet vigtigt at være opmærksom på. I princippet betyder konceptet, at man køber et nøglefærdigt anlæg, der er klar til at blive taget i brug. Et sådant anlæg er ofte dyrere end hvis man indkøber de forskellige komponenter separat, men har den klare fordel, at man køber en funktion i stedet for en række forskellige tekniske komponenter. Garantien for anlæggets funktion fra leverandøren kan lettere forhandles på plads for et nøglefærdigt anlæg.

Risici ved mange leverandører

Hvis man i stedet vælger at indkøbe anlægget komponent for komponent, er der en risiko for at ende i en situation, hvor de forskellige dele ikke passer sammen og ansvaret for funktionen i øvrigt påhviler bygherren selv eller dennes rådgiver. Leverandørerne har i dette tilfælde ikke samme ansvar for den samlede funktion og kan lettere vige udenom ansvaret. Det er derfor vigtigt, at der i forbindelse med denne måde ydes en større indsats for at afklare de enkelte komponenters grænseflader mod hinanden.

12.7 Økonomi

Økonomien ved træpilleanlæg bestemmes af investeringsomkostningerne, som generelt er højere, og driftsomkostningerne, som er lavere end for konventionelle varmesystemer. Dette fremgår af figur 12.8, der sammenligner omkostningerne for sammenlignelige størrelser fyringsanlæg med forskellige brændsler. Tallene baserer sig på danske priser i foråret 2002 og gælder for et anlæg på 120 kW med en årlig varmeproduktion på 384.000 kWh eller 384 MWh. Den højere investering i træfyrede anlæg kan dog som oftest hurtigt tjenes ind på grund af den lave brændselspris.

		Træpiller	Fyringsolie
Kedelanlæg	(kr)	360.000	150.000
Installation	(kr)	50.250	20.250
Bygningsarbejder	(kr)	75.000	50.250
Samlet investering	**(kr)**	**485.250**	**220.500**
Kapitalomkostninger	**(kr/år)**	**40.500**	**18.000**
Brændselsomkostninger	(kr/år)	131.100	244.100
Elektricitet	(kr/år)	4.100	2.000
Forbrugsomkostninger	**(kr/år)**	**135.200**	**246.100**
Reparationsomkostninger	(kr/år)	4.500	1.950
Personaleomkostninger	(kr/år)	15.600	6.350
Skorstensfejning	(kr/år)	1.900	1.500
Drift og vedligehold	**(kr/år)**	**21.950**	**9.800**
Samlede årlige omkostninger	(kr)	197.700	273.950
Samlede omkostninger	**(kr/MWh)**	**515**	**713**

Figur 12.8: Sammenligning af økonomiske nøgletal for et 120 kWs træpilleanlæg med olieopvarmning - 2002. /2/

12.8 Referencer

/1/ Bjerg, J. ”Anlægs- og driftsdata for blokvarmecentraler på biobrændsler” dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2001

/2/ ”Træpiller –fremtidens varmeforsyning i større bygninger.” Brochure udarbejdet i forbindelse med det europæiske projekt Bioheat. 2002.

13. Fjernvarmeværker

Med fjernvarmeværker menes værker med selvstændig varmeproduktion, men uden elproduktion. Varmen leveres til et fjernvarmenet, hvor alle forbrugere, der bor indenfor nettets forsyningsområde, har adgang til at blive tilsluttet.

13.1 Historik

60 kulfyrede fjernvarmeværker

Efter den anden oliekrise i 1979, hvor olieprisen blev 3-doblet, omstilledes en række oliefyrede fjernvarmeværker til fyring med kul. Ved indførelse af et lovmæssigt stop for yderligere konverteringer til kul i 1984 var der i alt ca. 60 kulfyrede fjernvarmeværker.

Kulafgift medfører omstilling til biobrændsel

Efter indførelse af kulafgiften i 1982 og forhøjelse af afgiften i 1986 begyndte de kulfyrede værker gradvist at blive omstillet til fyring med biobrændsel. Kulafgiften forhøjedes igen i 1993, hvorefter kulfyring blev uaktuel for varmeværker.

Figur 13.1: Fjernvarmeværket i Ringe har fået omstillet de gamle kulkedler til fyring med træpiller /1/.

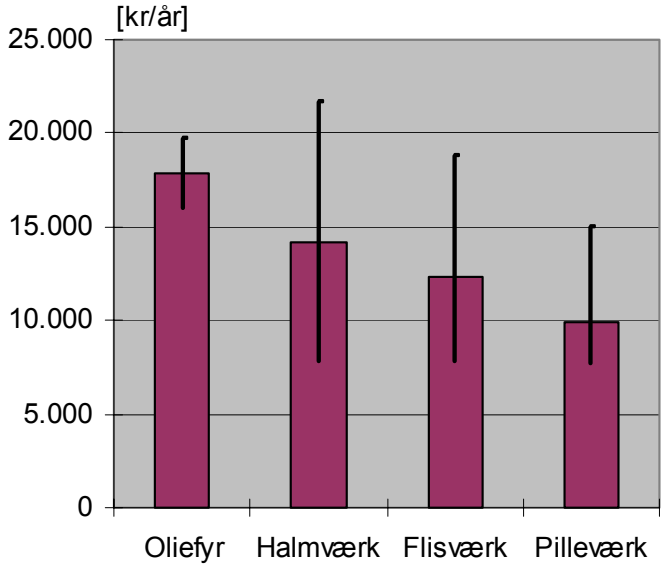
Mange fjernvarmeværker valgte den billige løsning - at fyre med træpiller i kulkedlen hovedsaglig på lamelriste. Yderligere blev et par oliefyrede kedler forsynet med ”under-feed stoker” og herd.

Ca. 30 pillefyrede værker

I alt valgte ca. 35 værker træpiller som det primære brændsel og derudover valgte omkring 10 værker at anvende piller som tilsats eller supplement til halm og flis. I dag er der fortsat ca. 30 værker med træpiller som hovedbrændsel.

Varmepriserne for de træpillefyrede værker lå i 2001 blandt de laveste i Danmark som det ses af figur 13.2. Dels har værkerne et billigt brænd-

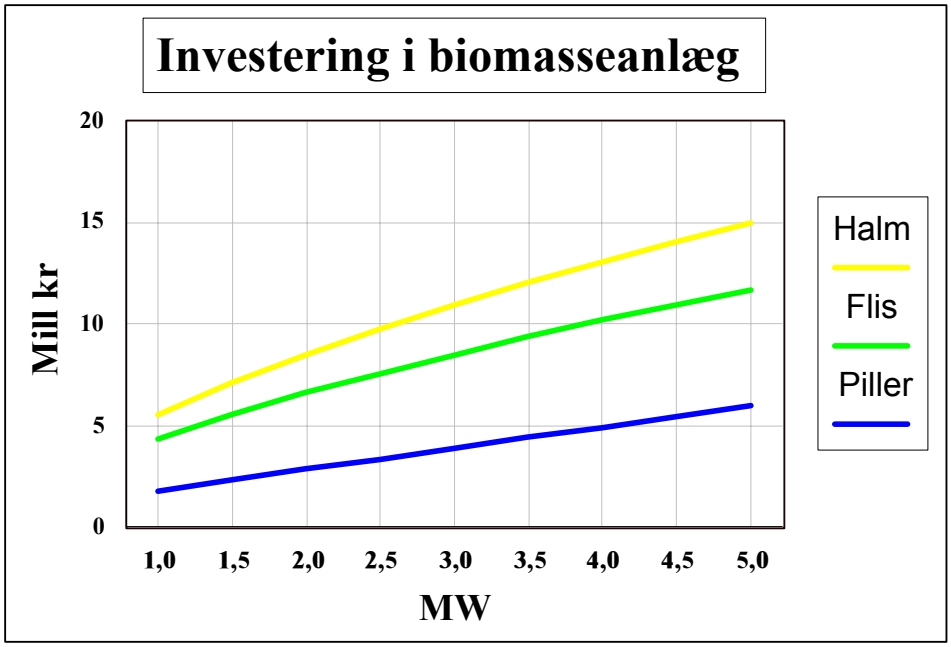
sel, og dels er det ældre værker, der for relativt få penge er omstillet til træpillefyring. Derfor er investeringerne i forhold til nyere flis- og halmfyrede værker i højere grad afskrevet. Individuel opvarmning med olie er dyrere end de gennemsnitlige priser for både træpille-, flis- og halmvarmeværker i 2001.



Figur 13.2: Gennemsnitspriser for opvarmning af et 130 m^2 parcelhus med biomassefyrede varmeværker og individuelt oliefyr i 2001. Prisspænd angivet med højeste og laveste varmepris /2 /.

13.2 Anlægsteknik

I forhold til halm- og flisfyrede varmeværker har træpilleværker typisk en lavere anlægsinvestering som det ses i figur 13.3. Til gengæld er træpiller et dyrere brændsel end halm og flis målt pr. energiindhold.



Figur 13.3: Investeringsomkostninger i træpillefyrede varmeværker sammenlignet med halm- og flisfyrede /3 /.

Typisk anlægsopbygning

Det typiske træpillevarmeværk er bygget op omkring en fastbrændselskedel med lamelriste. Værkerne er bygget med en høj grad af automatisering. Alle anlæggene er opbygget af samme hovedkomponenter:

- brændselslager
- transportsystem
- indfyringssystem
- forbrændingskammer og kedel
- røgrensning
- skorsten
- askehåndtering

I det følgende beskrives i hovedtræk den teknik, der typisk anvendes på de træpillefyrede fjernvarmeværker.

13.2.1 Brændselslager

Størrelsen af brændselslageret afhænger bl.a. af den leveringsaftale, som er truffet med brændselsleverandøren. Der skal dog altid kunne opbevares en træpillemængde svarende til minimum 5 døgns maksimalt forbrug af hensyn til drift i weekender samt forsyningssikkerhed under ekstreme vejrforhold.

De fleste værker vælger at etablere et indendørs lager og overlade håndteringen af de større lagerpartier til brændselsleverandøren.

Lageret er almindeligvis mindre end på flisværker i forhold til værkets størrelse. Det skyldes, at lageret oprindeligt er lagt ud til kul, som har en energiindhold pr. rumenhed, der er ca. dobbelt så stort som træpiller og 6-10 gange større end typisk flis. Der kan derfor opstå problemer

med for lille lager, når et værk konverteres til træpiller – og problemerne bliver større, hvis der vælges omstilling til flis frem for træpiller.

13.2.2 Transportsystemer

Værkets system til transport af træpiller fra lager til indfyringssystem er erfaringsmæssigt årsag til de fleste driftsproblemer. Det samlede transportsystem fra lager til kedel skal ses som en kæde, hvor driftssikkerheden for alle led er lige vigtige. Hele fjernvarmeværket stopper, hvis blot en enkelt del i transportkæden, f.eks. en kranwire, er defekt.

Kraner

Mellem det indendørs brændselslager og kedlens indfyringssystem er det almindeligt at anvende kran til transport af træpiller. Kranen er fleksibel og har høj kapacitet. Det er dog væsentligt, at kranens skovl monteres med tænder. Uden tænder er den vanskelig at fylde, og den kæntrer samtidig let ovenpå bunken. Til større anlæg er kranen tilmed relativ billig, mens det er for dyr en løsning til de helt små anlæg.

Skrabegulv

Hydraulisk skrabegulv bruges til udmadning fra firkantede siloer med plan bund, men er normalt ikke helt så teknisk velfungerende som kranløsningen. Skrabegulvet er relativt billigt og derfor særlig egnet til mindre anlæg (0,1-1 MW kedeleffekt).

Snegletransportører

Snegletransportører er billige i anskaffelse, men sårbare over for fremmedlegemer. Generelt anbefales snegle i trug med påskruet låg frem for snegle lagt i lukkede rør. Årsagen til denne anbefaling forstås for alvor, hvis man blot en gang har prøvet manuel tømning af en snegl i et lukket rør. Tilsvarende kan det kaldes projekteringsfejl, hvis snegle indstøbes i gulve eller på anden måde placeres, så reparation og udskiftning gøres umuligt. Snegle skal som andre mekaniske transportører ses som en sliddel, hvor der skal være gode adgangsforhold til vedligeholdelse.

Rigtigt dimensioneret er snegle en acceptabel løsning på mindre anlæg (0,1-1 MW kedeleffekt), men med mindre slidstål anvendes, vil almindelig slitage bevirke, at levetiden er relativ kort. Snegle anvendes sjældent som transportudstyr på større fjernvarmeværker.

13.2.3 Indfyringssystemer

I 1992 blev der udarbejdet en oversigt over den tekniske indretning af 12 kulværker, der skulle omstilles til biobrændselsfyring /4/. Hovedparten af disse er siden blevet omstillet til træpillefyring. Der var to værker med drop-tube fyringsanlæg og 8 med vandre- eller kæderist. På anlæg med drop-tube kedler blev brændslet transporteret i rør vha. luft. På anlæg med riste blev brændslet hovedsagligt transporteret vha. kran.

Tragt på rist

De fleste træpilleværker har en simpel tragt, der fordeler pillerne på risten. Systemet, der kendes fra kulfyrede kedler med vandrerist, kræver, at brændselshøjden i tragten er så stor, at den virker som en lufttæt prop mellem indfyringssystem og kedel. Problemer med tilstopning i tragten kan afhjælpes ved en hensigtsmæssig udformning af tragten og til nød med mekaniske røre/skrabesystemer.

Hydraulisk indskubning

På nogle værker anvendes dette ganske velfungerende system. Fra en tragt falder træpillerne ned i en vandret firkantet kasse, hvorfra hydrauliske indskubbere presser træpillerne ind på risten. Konstruktionen af systemet har afgørende betydning for dets driftssikkerhed. Rigtigt udformet, som det i dag ses i de fleste tilfælde, er det blandt de bedste løsninger til indfyring af træpiller.

Stokerfyring

Særlig på mindre anlæg (0,1-1 MW kedeleffekt) indfyres pillerne ofte med stokersnegl. På nogle anlæg ligger stokersneglen på tværs af ristens længderetning. Det giver en god fordeling af brændsel over hele ristebredden.

13.2.4 Forbrændingskammer og kedel

Hovedparten af de fjernvarmeanlæg, som i dag benytter træpiller, er som nævnt gamle kulfyrede anlæg. Størstedelen anvender vandreriste, mens enkelte er bygget efter drop-tube princippet. Træpillerne brænder i begge tilfælde på en rist i forbrændingskammeret, der ofte ligger lige under kedlen. Et par anlægs forbrændingskammer er bygget med retort.

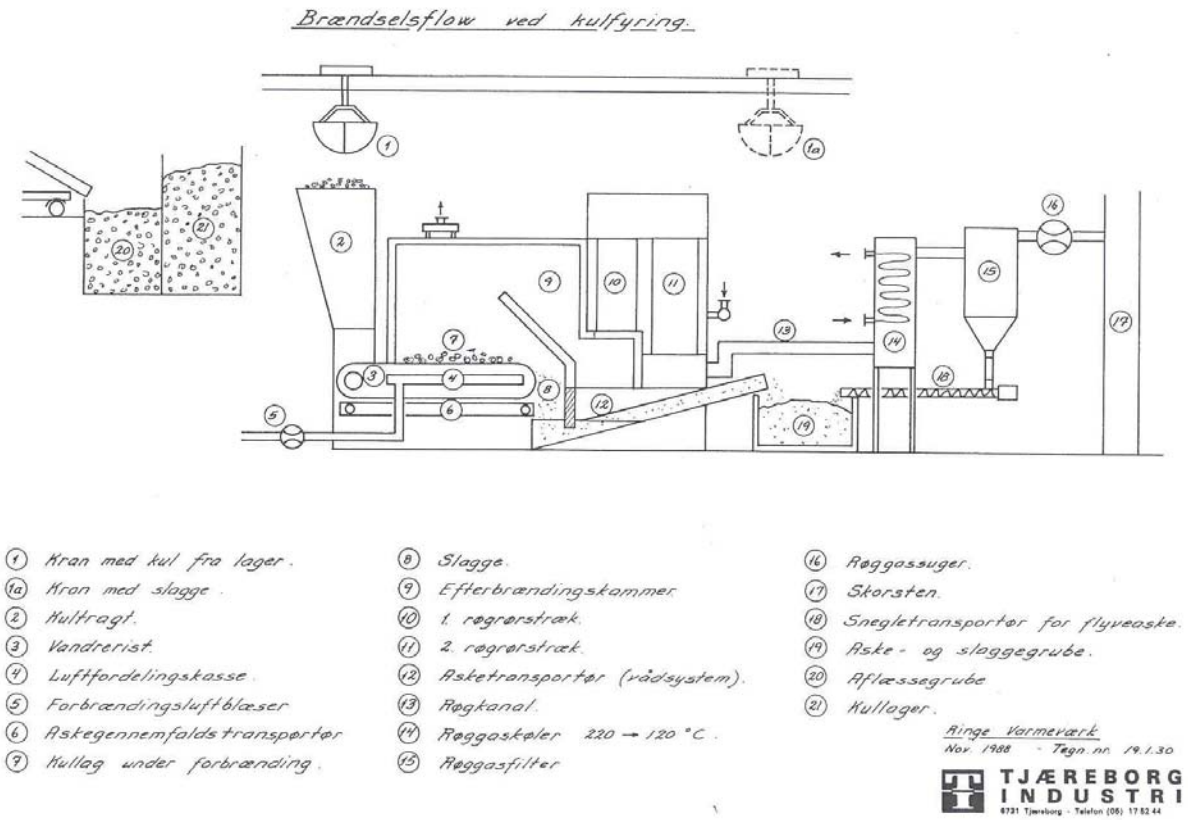
Drop-tube princippet

Drop-tube systemet er et gammelt fyringsprincip, som er blevet anvendt til kulanlæg. Det sidste anlæg blev leveret i 1983. I en drop-tube kedel ledes brændslet gennem et rør henover en fast rist, hvor det falder ned. Luft tilføres under risten, og brændslet udbrænder i luften og på risten.

Der er to store ulemper ved drop-tube systemet:

- Udslagningen fra risten skal foretages manuelt
- Der stilles ganske store krav til brændslet beskaffenhed, idet for små brændselsstørrelser eller for højt askeindhold giver betydelige problemer med udbrænding og rensning af risten.

Sekundærluften tilsættes normalt ved drop-tuben i et rør omkring denne.

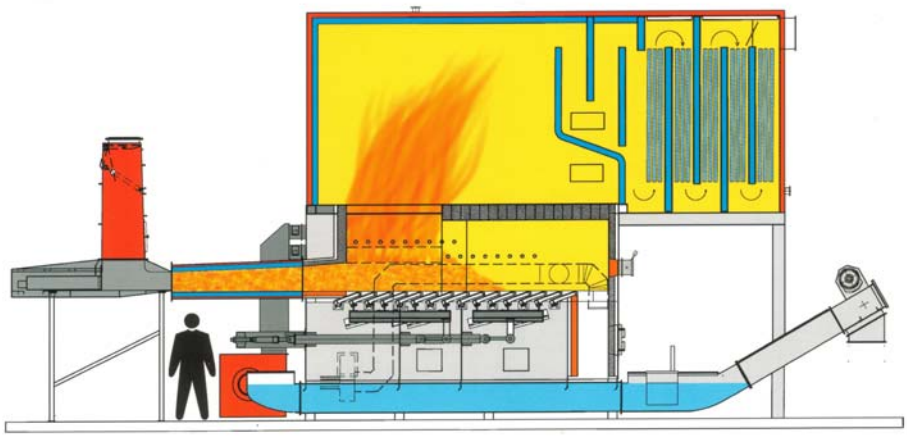


Figur 13.4 Principskitse af fjernvarmeanlægget i Ringe. Anlægget er med indfyring fra tragt på rist og opført af Tjæreborg Industri i 1982. Kedlen er på 4,7 MW ./5/

Vandreriste

Størstedelen af de gamle kulkedler er udstyret med vandreriste - kæder- eller lamelriste. Brændslet tilføres i den ene ende af risten, og under forbrændingen bevæger risten og brændslet sig mod askefaldet. Den primære forbrændingsluft tilføres nedefra og op gennem risten. Luft til forbrændingen tilføres af luftblæsere som primær- og sekundærluft.

Nye kedler til træpillefyring udstyres primært med vandretliggende skubberiste, der er mere robuste med hensyn til brændsler og derfor kan anvende alle tørre træ-restprodukter eller briketter /3/.



Figur 13.5 Principskitse af et typisk, nyere større fjernvarmeanlæg til træpiller. Denne anlægstype med hydraulisk indskubning af træpiller er installeret på fjernvarmeværket i Maribo. Kedlens maksimale ydelse er 12 MW. /6/

13.2.5 Røgrensning og askehåndtering

Flyveaske

Røggasrensningen drejer sig først og fremmest om at nedsætte mængden af flyveaske, der udsendes gennem skorstenen. Flyveasken er den del af asken, der følger med røggasserne gennem kedlen.

Flyveasken transporteres fra røggasrensningen til det øvrige askesystem i snegle. Udskilningen af flyveaske fra røggassen kan ske med multicyklon, posefilter eller anden teknik til røggasrensning.

Flyveasken fra træforbrænding består hovedsagelig af forholdsvis store partikler, som kan tilbageholdes ved rensning med multicyklon. De fleste værker har multicykloner installeret. Et veldimensioneret anlæg kan rense ned til ca. 200 mg/m^{3}n /7/ (1 m^{3}n er en normalkubikmeter, dvs. en kubikmeter gas omregnet til normaltilstanden 0°C og 1 bar). Multicykloner, der er billige i anskaffelse og vedligeholdelse, anvendes til forrensning før yderligere rensningsteknik.

Posefiltre

Posefiltre kan rense ned til et niveau på 10-50 mg/m^{3}n. Posefiltre tåler normalt kun røgtemperaturer op til ca. 180°C. For at undgå at gløder og gnister havner i posefiltret, skal røggassen have passeret en cyklon før posefiltret. Posefiltre udkobles automatisk, hvis maksimumtemperaturen eller hvis en maksimumværdi for iltindholdet i røggassen overskrides.

Elektrofilter

Elektrofiltret giver som posefiltret en god rensning, men er noget dyrere at installere i de relativt små flisfyrede anlæg. Driftsudgifterne er dog lavere end ved posefiltre. Posefiltre, elektrofiltre m.fl. har i dag ikke nogen større udbredelse i træpillefyrede fjernvarmeanlæg.

Skorsten

Før skorsten er monteret en røgsuger, der skaber undertryk overalt i fyringsanlæggets røgveje. En styring er monteret, så røgsugeren i

samspil med forbrændingsluftblæserne konstant holder et bestemt undertryk i kedlens fyrboks. Røgsugeren trykker derefter røggassen ud i røggaskondensatoren og skorstenen. Skorstenens højde må i hvert enkelt tilfælde fastlægges ud fra miljømyndighedens krav.

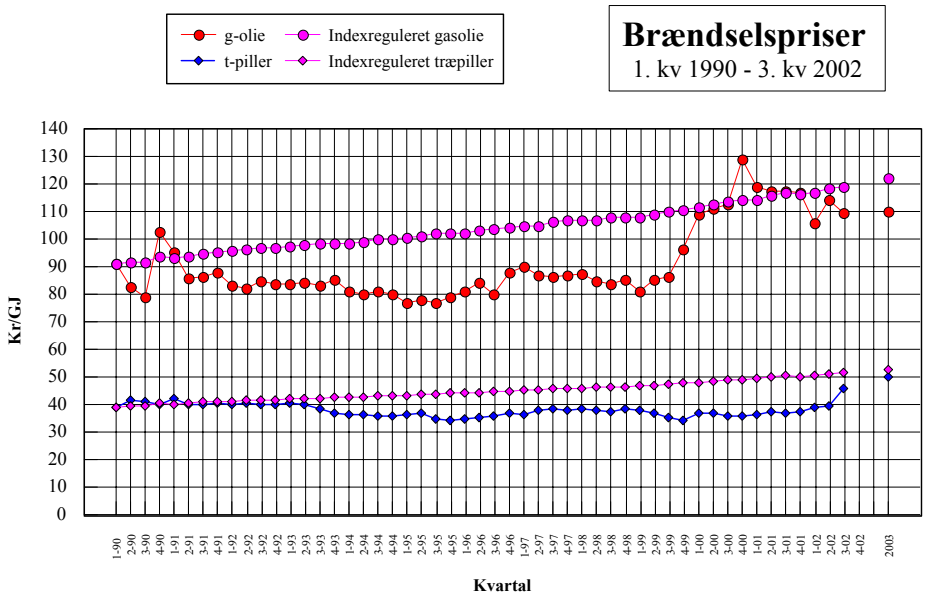
Askehåndtering

Træpiller indeholder ca. 0,5% af tørvægten i form af ubrændbare mineraler, som bliver til aske efter forbrændingsprocessen. Asken håndteres automatisk på alle fjernvarmeværker. Det manuelle arbejde i forbindelse med askesystemet er begrænset til almindelig driftstilsyn og indgriben ved driftsforstyrrelser. Træaskens sammensætning betyder, at slaggedannelse ikke er et udbredt fænomen på træpillefyrede varmeværker.

Fra risten falder asken ned i en askesnegl eller andet askeopsamlingssystem. Askesystemet kan være indrettet som vådt eller tørt. Et vådt askesystem er både effektivt som vandlås til hindring af falsk lufttilførsel til kedlen, og slukker samtidig glødende aske. En ulempe er den tungere aske i containeren, og korrosionen fra den våde aske. Afhængigt af forbruget af træpiller tømmes containerne fra ca. 1 gang hver 14. dag til 1 gang hver tredje måned.

13.3 Prisudvikling på træpiller

Som det ses af figur 13.6 er priserne på træpiller og olie i længere tid faldet i forhold til den generelle prisudvikling. De stigende oliepriser fra 1999, der foreløbig toppede i vinteren 2000 medførte en kraftig stigning i antallet af mindre stokeranlæg til villaer og blokvarmeanlæg. Dermed steg efterspørgslen på træpiller også voldsomt.

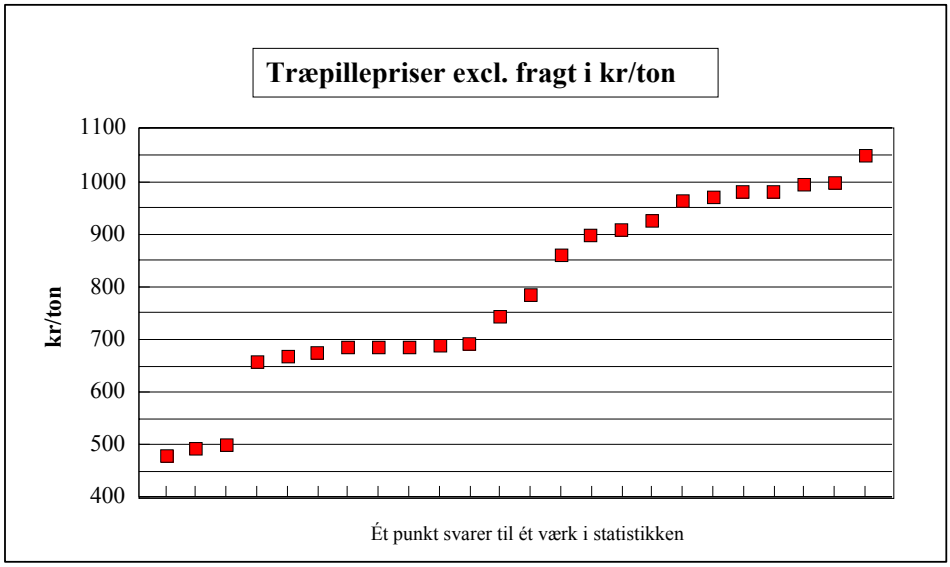


Figur 13.6: Prisudviklingen på træpiller og olie – løbende priser sammen lignet med indeksreguleret pris fra 1990 /3/

Prisvariation for værkerne

I figur 13.7 ses priserne på træpiller for fjernvarmeværker i 2. kvartal 2002. Priserne kan groft sagt inddeles i 4 segmenter. De billigste priser til under 500 kr./ton eksklusive moms omfatter brændselspiller og kiks

af ringere kvalitet – ikke god kvalitet træpiller. Priserne på ca. 650 kr./ton er god kvalitet træpiller på en stadig gældende langtidskontrakt, hvor kontraktprisen er indgået for 1 til 2 år siden. I langtidskontrakter indgået i 2002 ligger prisen for træpiller på 900 - 1000 kr./ton. Et enkelt værk har købt træpiller i mindre kvantum – eventuelt på spotmarkedet til en højere pris. På spotmarkedet har fjernvarmeværker betalt op til 1200 kr./ton eksklusive fragt.



Figur 13.7: Priser på træpiller for fjernvarmeværker i 2. kvartal 2002. Priser er eksklusiv moms /8/

13.4 Nye værker

Fjernvarmen kan nyttiggøre brændsler som er for besværlige for andre forbrugere og billigere end konventionelle brændsler til opvarmning. Fjernvarmeværkerne behøver således ikke at konkurrere med private forbrugere, landmænd og institutioner om de samme brændsler.

Træpiller er p.t. for dyre til fjernvarme

DFF anbefalede i september 2002 fjernvarmeværkerne til at overlade træpillerne til privatmarkedet og blokvarmecentraler, da træpiller er for godt og dyrt et brændsel til fjernvarmeværker. DFF anbefalede:

- Fjernvarmeværker på <1,0 - 1,5 MW, der skal køre uden fast tilsyn kan overveje træpiller, hvis prisen ikke stiger yderligere
- Fjernvarmeværker over 2,5 - 3,0 MW bør skifte til flis snarest muligt

Pillefyrede værker vælger flis

I løbet af 2002 har tre værker, der tilsammen bruger ca 30.000 ton valgt at skifte helt eller delvist til flis. Hvis fjernvarmeværker fremover bygger anlæg til pillefyring, vil det nok blive til piller af mindre god kvalitet såsom barkpiller og piller af diverse biomasse restprodukter med højt askeindhold.

Valg af anlægsstørrelse

Hvis et nyt træpillefyret fjernvarmeværk skal bygges er det vigtigt at vælge den rigtige anlægsstørrelse. Når størrelsen for et nyt træpillean-

læg på et fjernvarmeværk skal fastlægges, må fjernvarmenettets årlige varmebehov kendes. Det er også nødvendigt at vide, hvordan fjernvarmenettets varmebehov ændrer sig over døgnet og året. I /9/ findes en beskrivelse, af hvordan kedelstørrelsen fastlægges i forhold til fjernvarmenettets varmebehov. Fremgangsmåden er ens for halm- flis- og træpilleværker, så metode kan direkte overføres til træpillefyrede fjernvarmeværker.

Varmetab fra rørnet

Især for nye fjernvarmeværker er det vigtigt at være opmærksom på varmetabet fra fjernvarmenettet. I Danske Fjernvarmeværkers Forenings statistik fra 2000/01 er der oplysning om nettab for 31 varmeværker, der anvender træpiller. Det gennemsnitlige nettab i perioden var 27% med højeste nettab på 42% og laveste på 18%[1].

Vælg brændselsfleksible anlæg

Nye kedler til træpillefyring udstyres primært med vandretliggende skubberiste, der er mere robuste med hensyn til brændsler og derfor kan anvende alle tørre træ-restprodukter eller briketter /3/.

Leverandører af nøglefærdige værker

Der findes 7 - 9 danske leverandører af nøglefærdige biomassefyrede fjernvarmeanlæg.

13.5 Referencer

/1/ Illustration fra Danske Fjernvarmeværkers Forening.

/2/ Skøtt, Torben ”Stor forskel på fjernvarmepriser.” Artikel i Dansk BioEnergi 61-62, april 2002.

/3/ Jensen, Viktor, DFF”15 år med brændselspiller i fjernvarmesektoren” Danske Fjernvarmeværkers Forening, Indlæg på Dansk Træpillekonference 2002

/4/ Jakobsen, Henrik Houmann. ”Omstilling af kulfyrede fjernvarmeværker til biobrændsler. 1. Delrapport. Informationsindsamling og vurdering af muligheder for omstilling af kulfyrede fjernvarmeværker til biobrændsel.” dk-TEKNIK. September 1992

/5/ Illustration fra Tjæreborg Industri, Kærvej 19, 6731 Tjæreborg

/6/ Illustration fra Weiss, Plastvænget 13,9560 Hadsund

/7/ dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ 1996: Støvemissionsvilkår for træfyrede anlæg mindre end 50 MW. s 42.

/8/ Prisstatistik – Danske Fjernvarmeværkers Forening. Oktober 2002

/9/ Videncenter for Halm- of Flisfyring 1998 ”Halm til energiformål. 2. udgave. s. 55.

/10/ Videncenter for Halm- of Flisfyring 1999. ”Træ til energiformål. 2. udgave.

[1] Korrigeret for to værker med anormalt nettab, hhv. 3% og 79%.

14. Kraftvarmeværker

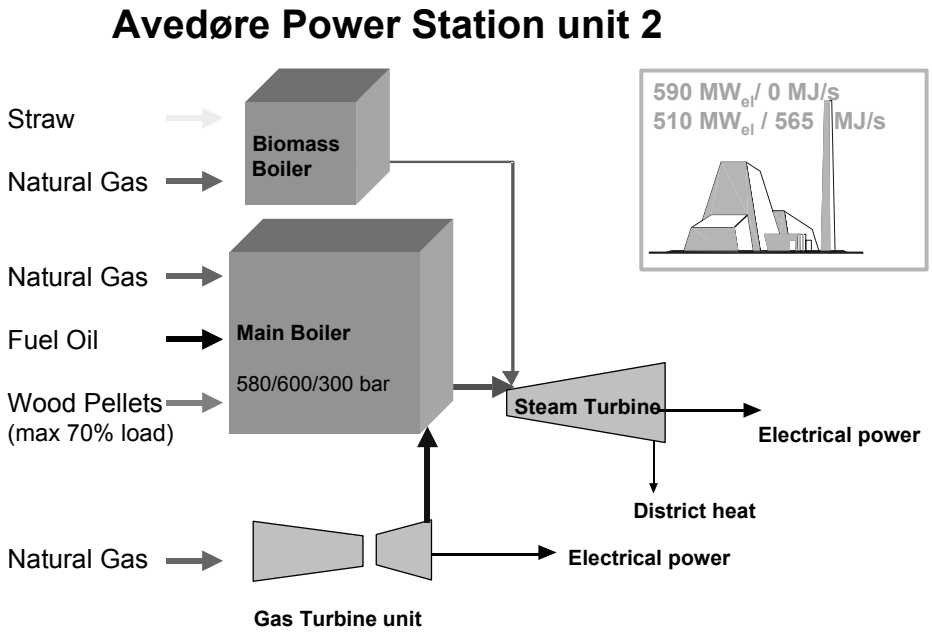
Kapitlet beskriver Avedøreværket, der udnytter træpiller til kraftvarmeproduktion.

I slutningen af 2001 satte ENERGI E2 den nye blok 2 på Avedøreværket ved København i drift – se figur 14.1. Avedøre 2 er et multibrændselsanlæg, der kan brænde naturgas, fuelolie, orimulsion, kul og biobrændsler som halm og træpiller.

Figur 14.1: Avedøreværkets blok 1 og 2. På blok 2 (længst væk) skal der anvendes 300.000 tons træpiller årligt. /1/

Elvirkningsgrad op til 51%

Anlægget består af en hovedkedel til naturgas, olie og træpiller; en halmfyret biomassekedel, der leverer damp til den samme turbine som hovedkedlen; samt to naturgasfyrede gasturbiner, hvor varmen i udstødningsgassen genvindes som fødevandsforvarmning i dampkredsløbet. Dette system har samlet elvirkningsgrad, der ved ren elproduktion kan komme op på 51%. Se principskitse af anlægget i figur 14.2.



Figur 14.2: Principskitse af Avedøre 2. /1/

Høje dampdata

Hovedkedlen er en 80 meter høj tårnkedel af Benson-typen. Den høje virkningsgrad skyldes bla., at det er et KAD-anlæg (Kraftværk med Avancerede Dampdata). Ved brug af specielle stållegeringer og en kedeltemperatur på 1500°C opnås et tryk på 305 bar og en temperatur på 582°C.

16 multifuel brændere

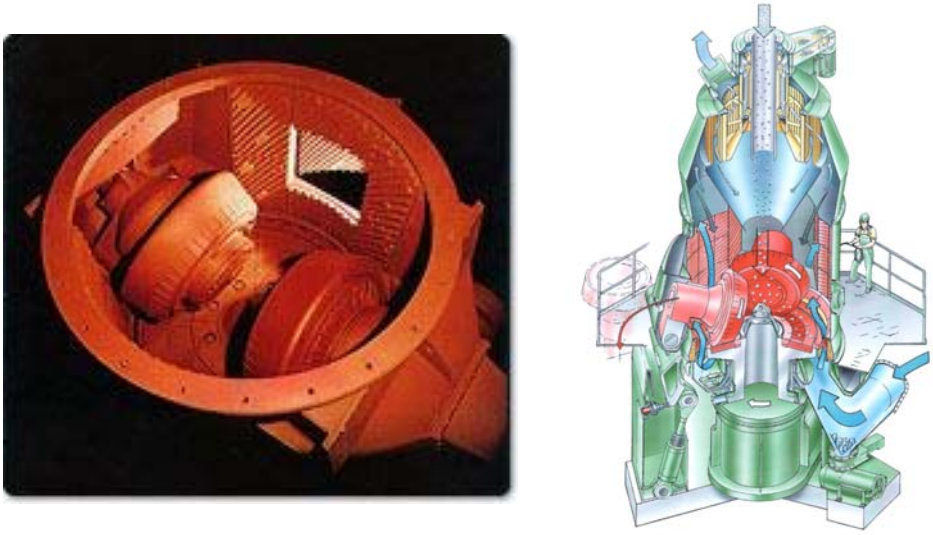
Kedlen fyres via 16 brændere fordelt på fire etager. Brænderne kan indfyre både naturgas, olie og nu også træpiller, der er formalet til støv. Hver enkelt brænder kan dog kun bruge et brændsel ad gangen, men alle tre brændsler kan anvendes i kedlen samtidigt i varierende sammensætninger.

Træpillestøvfyring

Hovedkedlen var oprindeligt udlagt til naturgas og fuelolie samt forberedt til kulfyring. For at kunne afbrænde mere biomasse blev det besluttet at omstille hovedkedlen til også at kunne brænde træpiller. Omstillingen til træpillefyring afsluttes efteråret 2002. Årligt skal der afbrændes 300.000 tons træpiller på Avedøre 2. Træpillerne skal pulveriseres i tre valsemøller og blæses ind i kedlen gennem brænderne på samme måde som ved kulstøvfyring.

Kulmøller anvendes til formaling

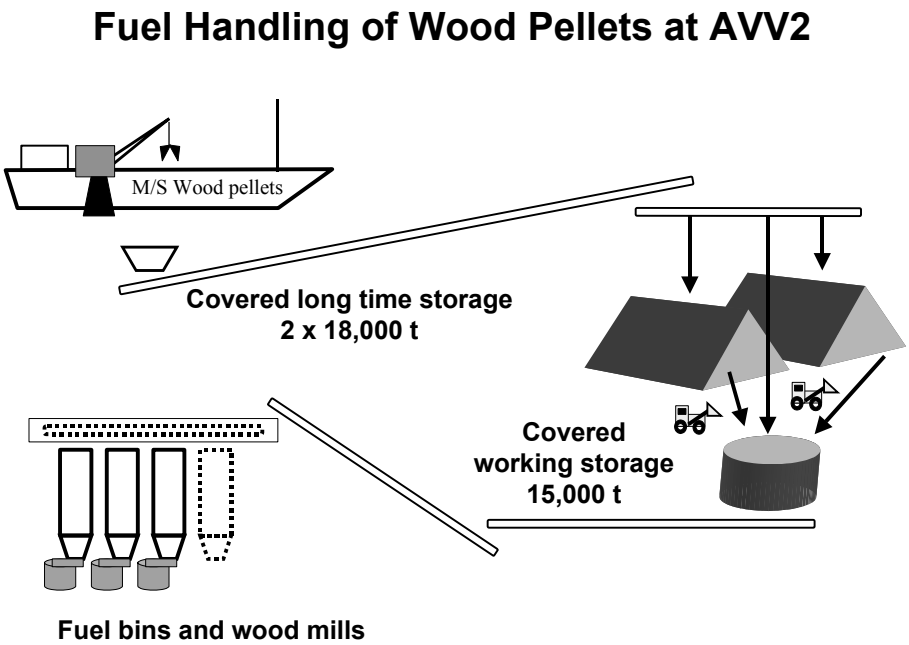
Der anvendes samme type udstyr ved træpillefyring som det der bruges til kulfyring. Tre kulmøller, der også kan formale træpiller er blevet installeret. Ved kulfyring har hver mølle en kapacitet svarende til 40% af kedelkapaciteten. Ved 100% træpillefyring forventes det, at kedlen kan køre med 70% last, når alle tre møller er i drift. Sammenlignet med en ren kulfyret enhed er der meget mere udstyr til brandsikkerhed og –bekæmpelse. Princippet i kulmøller er illustreret i figur 14.3.



Figur 14.3: Foto af kulmølle og illustration af princippet i en kulmølle med kapacitet op til 180 ton/time. /2/

Lager

Træpillerne skal fra foråret 2003 komme fra ENERGI E2's nye træpillefabrik ved Junckers Fabrikker i Køge. Pillerne transporteres til Avedøreværket med skib og opbevares på værket i overdækkede lagre. Den totale lagerkapacitet er fordelt på to langtidslagre, der hver kan rumme 18.000 tons, og et fuldt automatiseret arbejdslager i en silo, der kan rumme 15.000 tons. Det forventes, at de største skibe transporterer 8.000 tons. Transporten af pillerne fra lagerfaciliteterne til anlægget sker med de samme transportbånd, som anvendes til transport af kul til blok 1. Se illustration af træpillehåndteringen på figur 14.4.



Figur 14.4: Håndteringen af træpiller på Avedøre 2. /1/

Støvminimering

For at holde træpillerne tørre og for at reducere støvgener sker al håndtering af pillerne i lukkede systemer med undertryk. De eksisterende kultransportbånd er blevet overdækket, og støv fjernes ved hjælp af udsugningssystemer.

Brandsikkerhed

Med henblik på at minimere brandrisici er der monteret 400 sprinklerdyser med tre meters mellemrum over de 1,2 km lange transportbånd. Derudover er der placeret brandgardiner, der hindrer spredning af eventuelle flammer. /3/

14.1 Referencer

/1/ Illustration fra ENERGI E2, Lautruphøj 5, 2750 Ballerup

/2/ Illustration fra www.loesche.com

/3/ Nielsen, Claus Michael, ”Brandsikker transport af brændstof”. Artikel i Licitation 18/10 2002.

/4/ Per Ottosen, ENERGI E2 A/S: ”A Case-study of Large Powerstations Fuelled with Wood and Straw-pellets”, International Conference on Market Expansion Strategies for Solid and Liquid Biofuels in Europe, 5-6-7 November 2002, Skellefteå, Sverige.

/5/ Henrik Noppenau, ENERGI E2 A/S: “Concept and First Operation Experience with Avedøre 2”.

/6/ Tillæg til el & energi 5/2002 – i samarbejde med ENERGI E2: ”Avedøreværkets blok 2”.

15. Sikkerhedsforhold

Fyring med træpiller vil normalt ikke medføre nogen særlig sikkerhedsrisiko. Dette forudsætter naturligvis, at såvel brændsel som fyringsanlæg behandles med sund fornuft i overensstemmelse med forskrifter som gælder for pillefyrede ovne og kedler.

15.1 Forebyggelse af brand

Som bruger bør man dog være særlig opmærksom ved optænding, kedelrengøring og andre situationer, hvor ild og gløder ved et uheld kan slippe ud fra fyrboksen.

Træpiller indeholder en del støv, der især opstår ved omladning og indblæsning på lager eller silo. Især hvor lageret er indrettet på loftet over fyrrummet, skal man være opmærksom på, at store ansamlinger af støv udgør en risiko i tilfælde af brand. Man bør derfor med jævne mellemrum fjerne dette støv. Har man mulighed for det, er det letteste at støvsuge.

For at hindre, at en mindre brand i det rum, hvor kedlen er opstillet, skal brede sig til de omliggende rum og etager, skal døre, vægge og lofter være udført af materialer, der er i stand til at hæmme ildens udbredelse. Fyrrum, der indrettes i erhvervsbygninger, herunder også landbrug, skal være bygget som en brandcelle, dvs. et rum, der kan begrænse ildens udbredelse.

Selv om det ikke i alle tilfælde er et krav, er det en ekstra sikring, hvis der i fyrrummet eller tæt på dette findes en vandhane med slange, eller eventuelt en egnet ildslukker, så en brand kan slukkes, inden den vokser sig stor.

15.2 Årsager til ulykker

Det regelsæt, der gælder for træpillefyrede ovne og centralvarmekedler, skal først og fremmest forebygge uheld og ulykker, der skyldes

1. Fejl i centralvarmekedlers vandsystem, der medfører fare for kogning og i værste fald for dampeksplosion. Sådanne eksplosioner kan være meget voldsomme og forårsage store skader og tab af menneskeliv.

2. Varmepåvirkning på omgivelserne fra ovn, kedel, brændselsmagasin, røgrør, skorsten og andre dele af fyringsanlægget. For at undgå ophedning af f.eks. trævægge, lofter, møbler og lignende, må temperaturer på brændbare overflader i nærheden af kedlen eller ovnen aldrig overstige 80ºC.

3. Tilbagebrand, dvs. en situation, hvor ilden fra selve kedlens eller ovnens ildsted forplanter sig bagud til brændselsmagasin, brændselslager og andre rum og bygninger.

15.2.1 Dampeksplosioner

Når vandet i kedlen opvarmes, udvikles der damp. I forhold til kedelvandet udvider dampen sig kraftigt, og hvis der ikke er mulighed for at dampen kan undvige til det fri, er der risiko for, at der sker en eksplosion.

For at dette ikke skal ske, er der indført regler for, hvordan varmeanlæggets vandinstallation skal udføres. For at sikre, at der kan ske en trykudligning i anlægget, skal det forsynes med en ekspansionsbeholder og en eller flere sikkerhedsventiler, og det skal sikres, at rørledninger til ekspansionsbeholder og sikkerhedsventiler ikke kan afspærres med haner eller ventiler. Ekspansionsbeholderen kan enten være åben, dvs. med atmosfærisk tryk, eller det kan være en lukket trykekspansionsbeholder.

Reglerne for centralvarmeanlægs indretning findes i Arbejdstilsynets publikation nr. 42 - ”Fyrede varmtvandsanlæg – centralvarmeanlæg med kedler” (kapitel 19).

Det er forbudt for ukyndige at foretage ændringer på centralvarmeanlæggets rørføringer, afspærringer eller andre dele af installationen. En faglig korrekt installation af anlægget, udført af en autoriseret installatør, er den bedste garanti for, at anlægget er i orden, såvel sikkerhedsmæssigt som med hensyn til fyringsøkonomi.

15.2.2 Varmepåvirkning

Kedler og ovne skal opstilles således, at varmepåvirkningen på omgivelserne ikke kan medføre, at der opstår brand eller andre skader. Det er derfor påbudt, at såvel kedlen som andre dele af anlægget, der bliver varme, skal overholde en sådan afstand til brændbart materiale, f.eks. vægge og andre bygningsdele, at temperaturen på disse ikke kommer over 80ºC. Disse regler findes i ”Brandteknisk Vejledning nr. 32”

Man skal også være opmærksom på, at der ikke stilles brændbare væsker og andre brændbare genstande i nærheden af kedlen. Sørg også for, at fyrrummet er rengjort, så der ikke ligger træstøv og andet, der kan antændes ved et uheld.

15.2.3 Tilbagebrand

Alle biobrændselsfyrede kedler skal opfylde kravene vedrørende forebyggelse af tilbagebrand, dvs. brand der opstår ved, at ilden forplanter sig bagud gennem indfyringsanordningen. Sikringen kan være udført på forskellige måder, f.eks. ved, at der mellem brændselslager eller magasin findes en eller flere afspærringer, f.eks. i form af cellesluse, faldskakt, brandspjæld eller tilsvarende.

Kedler, der er typegodkendt, har gennemgået en kontrol af, at de opfylder bestemmelserne vedrørende sikring mod tilbagebrand.

15.3 Referencer

/1/ Biobrændselsfyrede centralvarmekedler. Brandteknisk Vejledning 32. 2. udgave. Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut. 2001

/2/ Arbejdstilsynets forskrifter for fyrede varmtvandsanlæg. Centralvarmeanlæg med kedler. 42/1980 3. udgave

16. Aske og askehåndtering

De seneste år er der kommet øget fokus på aske fra brugen af biobrændsler til energiformål. Selvom indholdet af aske i træpiller af rent træ er meget begrænset, er det væsentligt at tænke i livscyklus baner og håndtere asken på den rigtige måde for at imødegå eventuelle miljøproblemer.

Ved de fleste mindre kedler til træpiller skal asken tages ud med håndkraft. Automatisk askeudtag, der består af en snegl eller skraber, der kører asken ud i en brandsikker askecontainer findes ofte i større anlæg og altid i fjernvarmeanlæg.

Bestemmelserne i Bioaskebekendtgørelsen (kapitel 19) gælder for håndtering af aske fra træpiller. Asken fra mindre anlæg kan bortskaffes via offentlig renovation eller ved spredning i have eller på mark, hvis den opfylder bestemmelserne. Aske fra større anlæg kan enten spredes i skoven efter bekendtgørelsens regler eller bringes til deponi.

16.1 Askens bestanddele

Aske består af ubrændbare bestanddele i brændslet, fx kalk, kisel og andre mineraler. Mange af de mineraler, der findes i asken er vigtige gødningsstoffer, og asken kan derfor gøre nytte som gødning. Desuden kan asken indeholde små mængder af tungmetaller, specielt cadmium.

I asken kan der desuden være større elle mindre mængder af uforbrændt kulstof, der enten ikke har fået tilstrækkelig luft eller tilstrækkelig høj temperatur til at brænde helt ud.

Træpiller af god kvalitet indeholder kun ganske lidt aske, som regel mellem 0,2 og 1,5% af tørstoffet og gerne under 1%. For små anlæg har askemængden betydning for hvor ofte kedlen skal renses, og hvor ofte der skal bæres aske ud. For større anlæg er det mængden af aske, der skal bortskaffes og udgifterne hertil, der har betydning.

16.2 Cadmium i træpilleaske

Cadmium er den afgørende faktor for reglerne i Bioaskebekendtgørelsen. At der er cadmium i asken skyldes, at der findes cadmium i træ, hvilket igen skyldes, at der er cadmium i jorden.

Cadmium findes i jorden som jordmineraler eller det stammer fra nedfald fra luften eller kommer med de stoffer, der spredes på skovjorden, herunder gødning og kalk. Da cadmium ret let kan udvaskes, er der store geografiske variationer i cadmiumindholdet afhængigt af jordbundsforholdene og afhængigt af de geologiske forhold. Cadmiumtilførsel fra luften skyldes bl.a. forbrænding af affald og fossile brændsler.

Typiske cadmiummængder

Mængden af cadmium i biobrændsler ligger i de typisk forekommende typer biomasse, der anvendes til energiformål i Danmark, på omkring mellem 0,03 - 0,3 mg/kg TS biomasse. Der findes ikke systematiske

undersøgelser af cadmiumindholdet i aske fra træpiller. Men indholdet kan forventes at ligge i niveau med flisaskerne eller højere.

Figur 16.1 viser nøgletal for cadmiumindholdet i forskellige askefraktioner fra træflisfyrede værker. Tabellen viser, at bundasken kan spredes efter Bioaskebekendtgørelsens kategori T2 og måske T3 (se kapitel 19), mens blandingsasken kan være problematisk og flyveasken må forventes ikke at kunne spredes. Tilsvarende forhold vil være gældende for træpilleaske.

	Træflisværker	
	Typisk værdi [mg/kg TS]	Interval [mg/kg TS]
Blandet aske	8	3 – 20
Bundaske	< 0,8	< 0,8
Cyklonaske	20	10 – 50
Partikler i kondensat	150	25 – 300

Figur 16.1: Nøgletal for cadmiumindholdet i forskellige askefraktioner /1/.

Det høje cadmiumindhold i den lette askefraktioner gør, at det ikke altid kan lade sig gøre at udbringe asken og overholde kravene i bekendtgørelsen, hvis askefraktionerne blandes sammen. Det kan derfor være en fordel at holde askefraktionerne adskilt, så bundasken kan udbringes og der bliver mindre at deponere.

16.3 Askehåndtering i praksis

Der er gennemført en undersøgelse af, hvor store mængder bioaske, der genereres i Danmark og hvorledes den håndteres /2/.

16.3.1 Askehåndtering i træpillefyrede fjernvarmeværker

Undersøgelsen viser, at der i år 2000 blev produceret 560 tons aske fra de træpillefyrede fjernvarmeværker. Der er stor forskel på, hvordan man håndterer asken på værkerne. Nogle værker håndterer asken tørt, mens andre har våde udaskningssystemer. I de fleste tilfælde blandes de forskellige askefraktioner (bundaske, cyklonaske, filteraske) sammen i samme askecontainer. Asken befugtes helt eller delvist med vand for at mindske støvgenerne. Nye træpillefyrede anlæg bygges fortrinsvis med tørre udaskningssystemer.

Figur 16.2: Container til opsamling af aske fra varmeværk.

Alle danske træpillefyrede værker sender deres aske i deponi. Da askemængden er relativt lille og ingen værker forventer, at askens egenskaber kan opfylde bekendtgørelsens krav, foretages der end ikke analyser af asken. På grund af de relativt små askemængder på ca. 0,5% af brændselsforbruget er det ikke rentabelt at investere i separationsanlæg og i analyser. Desuden er de fleste anlæg mellem 15 og 20 år gamle, hvorfor det kan forventes, at de inden for en årrække erstattes af flisfyrede anlæg.

Ved nye træpillefyrede anlæg kan man forestille sig, at der installeres tør udaskning af alle askefraktioner, og at anlægget udformes, så filteraske kan separeres og fyldes i Bigbags. Den tørre bund- og cyklonaske kan fyldes i lukkede containere eller Bigbags.

I containeren kan asken evt. befugtes med vandtåge med henblik på deponering, eller den kan leveres tørt til oparbejdningsanlæg til gødningsformål. Bigbags kan deponeres tørt eller leveres til oparbejdningsanlæg, afhængig af om skovbruget får etableret et anvendeligt retursystem for asken.

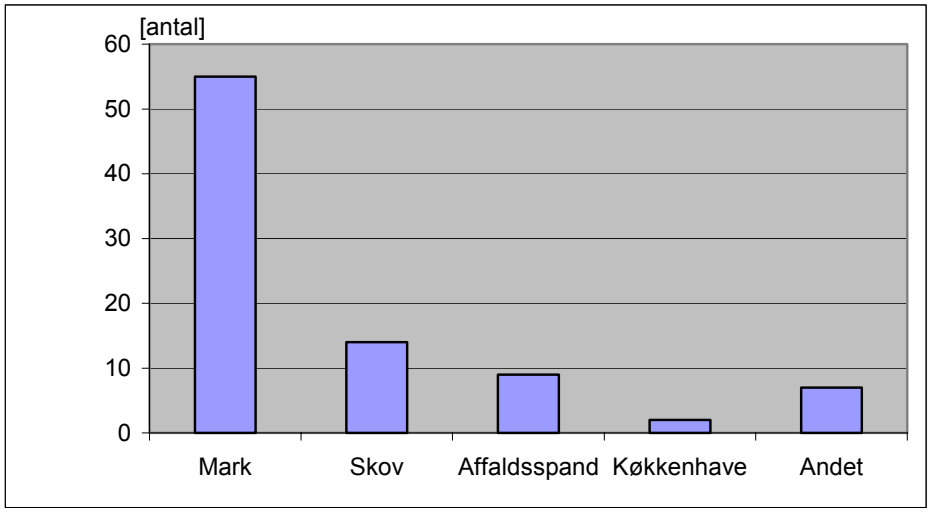
16.3.2 Askehåndtering i blokvarmecentraler og individuelle anlæg

I modsætning til askemængderne for de større forsyningsanlæg, er mængden af biomasseaske, der i Danmark kommer fra mindre træpilleinstallationer, såsom pilleovne, private og industrielle kedelanlæg og blokvarmecentraler ikke opgjort detaljeret.

I Energistyrelsens energistatistik for 2001 /3/ opgøres forbruget af træpiller for private husholdninger til ca. 82.000 tons og for kategorien of-

fentlig service (blokvarmecentraler) til 27.500 tons træpiller. Med 0,5% aske svarer dette til i alt ca. 550 tons træpilleaske fra mindre anlæg. Mængden skal opfattes som et minimum, idet askeprocenten kan være højere og asken desuden ofte indeholder en del uforbrændt.

Langt de fleste blokvarmecentraler spreder asken fra deres biobrændselsanlæg på marken eller i skoven som det fremgår af figur 16.2. Kun ganske få spreder asken i køkkenhaven.



Figur 16.2: Destination for aske fra biobrændselsfyrede blokvarmecentraler. Indeholder data fra anlæg fyret med såvel halm, flis som træpiller. /4/

Der findes ikke noget detaljeret overblik over, hvad der sker med aske fra mindre kedler og pilleovne. På baggrund af en rundspørge blandt skorstensfejere kan det forventes, at asken fra de små anlæg anvendes som gødningsmiddel i haver og på marker eller bliver bortskaffet med husholdningsaffaldet, som brændes i affaldsforbrændingsanlæg.

16.4 Referencer

/1/ Evald A., Obernberger I., Dahl J., et al. "Fractionated heavy metal separation and ash utilization in biomass combustion and gasification plants." Endelig rapport fra JOULE projekt JOR3-CT95-0001, 1998.

/2/ Hansen, M. T., "Separation og genanvendelse af aske fra biobrændselsanlæg", dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, Miljøstyrelsen 2002.

/3/ Energistyrelsen, "Energistatistik 2001", 2002.

/4/ Bjerg, J. "Anlægs- og driftsdata for biobrændselsfyrede blokvarmecentraler", dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2001.

/5/ Hansen, M. T., telefoninterviews med skorstensfejermestre, dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ, 2002.

17. Arbejdsmiljø

Ligesom det er tilfældet med flis, virker træpiller ikke som et ”farligt” produkt. Men som for andre brændsler gælder at produktion og anvendelse af træpiller medfører sundhedsrisici, der bør tages alvorligt. Disse sundhedsrisici kan dog imødegås og bør derfor ikke afskrække nogen fra at anvende træpiller.

Dette afsnit beskriver baggrund og løsningsmuligheder for arbejdsmiljøproblemer med hensyn til:

- støv
- trægasser
- mikroorganismer

17.1 Støv

Figur 17.1: Træstøv-partikel forstørret 400 gange /1/

Støv er den vigtigste risikofaktor under arbejdet med træpiller, særligt ved aflæsning, flytning og påfyldning af pillerne. De meget fine partikler hvirvles let op og kan holde sig svævende i luften længe og være årsag til irritation af slimhinder og lungevæv.

I mikroskop er træstøv små samlinger af vedceller, der ligger vinkelret på hinanden. Cellernes ender er spidse og stikker ud fra partiklen. Et mikroskopbillede illustrerer hvorfor træstøv virker irriterende bl.a. for slimhinderne – se figur 17.1.

Træstøv kan medføre en lang række lidelser. Nogle af de mest almindelige er irritation af slimhinderne i øjne og luftveje, hoste, nedsat lungefunktion samt en øget risiko for at få kronisk bronkitis. Træstøv kan udløse både allergi og astma. Astma er hyppigere blandt træarbejdere end i befolkningen i øvrigt. Desuden kan høje koncentrationer af træstøv være kræftfremkaldende og forårsage næsehulekræft, når man udsættes for dem gennem længere tid. Processer, der danner træstøv, er derfor på Arbejdstilsynets liste over kræftfremkaldende arbejdssituationer.

Håndtering af piller med gummiged er et særligt problem. Den hårdhændede håndtering slider hårdt på pillerne og udvikler derfor en masse træstøv. En gummiged bør altid have filtrerende indsugning.

Risikoen for støvgener er størst ved transport af løse piller på åbne vogne og under omhældning af piller i sække. Pneumatisk påfyldning af pillesiloen fra lukkede vogne er forbundet med færre støvgener, forudsat at pillesiloen er monteret med cyklon og støvfilter.

Lovkrav – hvor meget støver det

I forbindelse med håndtering af piller ser det ud til, at der opstår så høje koncentrationer af støv, at det langt overstiger lovens krav om max. 2 mg træstøv/m^3. Lovkravet er lavet ud fra en risikovurdering og skal ikke forstås som en garanti for et sundt arbejdsmiljø. Hvor meget støv, der skal til, inden man bliver syg er individuelt, men risikoen stiger, jo mere træstøv man indånder. Al unødig støv bør undgås.

Løsninger

Grundtanken i støvbekæmpelse er at afskærme de støvende processer. Hvor der alligevel kommer støv ud i lokalet, skal der etableres udsugning så tæt på kilden som muligt. Er al anden bekæmpelse umulig, og er eksponeringen kortvarig, skal man bære personlige værnemidler som f.eks. en P3- halvmaske.

Man skal selvfølgelig altid være opmærksom på de ovennævnte problemstillinger. Ved kortvarig arbejde med piller bør der anvendes åndedrætsværn med P3 filter (figur 17.2). Da personlige værnemidler sjældent er behagelige at arbejde i, bør de kun anvendes til kortvarige eksponeringer. Ved konstant høj forurening med støv eller mikroorganismer skal der foretages ændringer af arbejdsforhold og ventilationssystem.

Figur 17.2: Åndedrætsværn med P3 filter til brug ved kortvarig støveksponering /1/

Generelt anbefales det at støvsuge frem for at feje.

17.2 Trægasser

Træ påvirker os på to måder. Dels er selve træstøvpartiklerne irriterende, dels fordamper træets forsvarsstoffer (terpener, tannin, phenol m.v.), når cellerne brydes. Disse stoffer påvirker vores immunforsvar.

Trægasser

Gassernes sammensætning afhænger af træarten. Gasserne fra danske træarter er i forskellig grad allergifremkaldende og slimhindeirriterende. Der findes eksotiske træarter, der er så giftige, at al forarbejdning af træet skal meddeles det lokale arbejdstilsyn, og særlige sikkerhedsprocedurer skal overholdes. Der er ikke fundet nogen dokumentation for gaskoncentrationen i forbindelse med pilleproduktion og håndtering.

17.3 Mikroorganismer

Mikroorganismer er et mindre problem under arbejdet med piller. Dette skyldes hovedsageligt det lave fugtindhold i piller, som gør, at bakterier og især svampe har vanskeligt ved at etablere sig i større antal. Her har piller en klar fordel frem for træflis og halm, hvor svampe og bakterier kan udgøre en betydelig helbredsrisiko.

17.4 Referencer

/1/ Skov, S., ”Støv fra træpiller.” Artikel i Dansk Bioenergi Nr. 65. Oktober 2002.

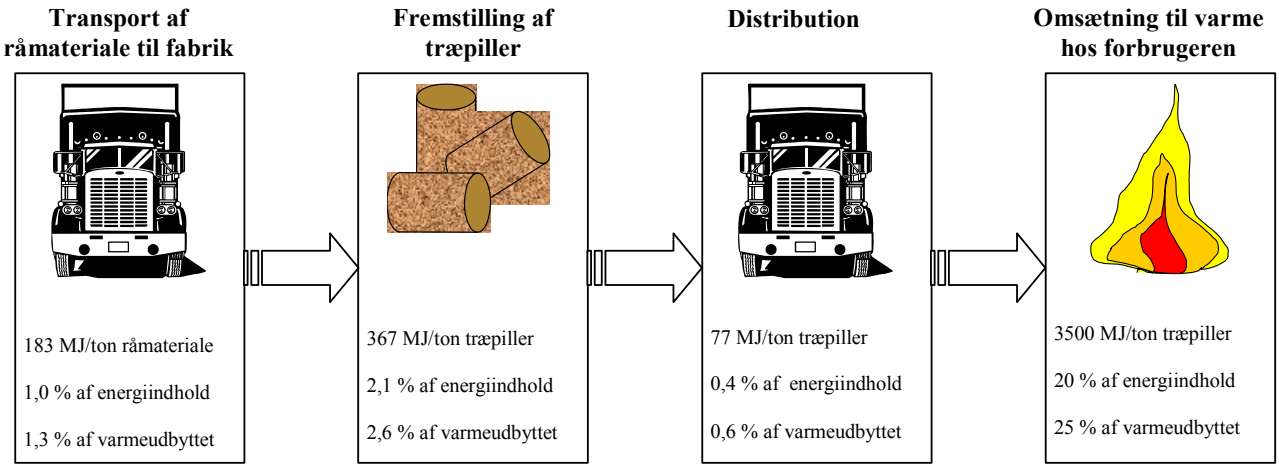
18. Energi og miljøforhold

De miljømæssige påvirkninger ved afbrænding af rene træpiller bliver normalt betragtet som værende minimale. De væsentligste miljømæssige påvirkninger er relateret til stoffer, der udledes til luftmiljøet via røggasserne fra forbrændingsprocesserne.

Problemstillingerne omkring slagge og aske er behandlet i kapitel 16.

18.1 Energiforbrug ved tilvejebringelse og brug af træpiller

I figur 18.1 ses energiforbrug til transport og fremstilling af danske træpiller samt tabet ved omsætningen til varme i et træpillefyr hos forbrugeren.



Figur 18.1: Energiomkostninger ved tilvejebringelse og brug af danske træpiller /1/

Energiforbrugene er i figuren præsenteret på tre forskellige måder:

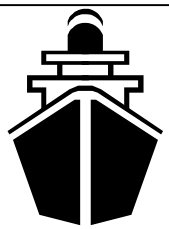
- i MJ per ton brændsel,
- i procent af energiindholdet i et ton brændsel målt i nedre brændværdi
- i procent af den varmemængde, som forbrugeren i sidste ende kan få ud af et ton træpiller (”varmeudbyttet”).

Det angivne energiforbrug til transport af råmaterialer er baseret på en afstand på 50 km mellem fabrikken og den træforarbejdende industri, der leverer råvarerne. Hovedparten af de danske træpiller produceres på basis af savsmuld og høvlspåner fra forarbejdning af nyt, tørt træ, og pillerne presses uden tilsætning af bindemidler. Pillerne distribueres til forbrugerne, der antages at befinde sig gennemsnitligt 50 km fra fabrikken/lageret.

Hos forbrugerne antages træpillerne omsat til varme med en årsvirkningsgrad på omkring 80%, hvilket betyder, at gennemsnitligt 20% af træpillernes energiindhold går tabt og derfor ikke kan udnyttes til op-

varmning. Årsvirkningsgraden er den virkningsgrad man i praksis opnår, når der tages hensyn til varmetab med røggassen og perioderne under start og stop, hvor virkningsgraden er væsentligt lavere end nominelt. Et træpillefyr karakteriseres normalt ved den nominelle virkningsgrad, der gælder ved den nominelle ydelse. Den nominelle ydelse er der, hvor anlægget brænder bedst, og således vil den nominelle virkningsgrad være højere end årsvirkningsgraden.

Skibstransport fra udlandet



Canada – Esbjerg	**Finland – Århus**
432 MJ/ton træpiller	182 MJ/ton træpiller
2,5 % af energiindhold	1,0 % af energiindhold
3,1 % af varmeudbyttet	1,3 % af varmeudbyttet

Figur 18.2: Energiforbrug til skibstransport ved import af træpiller /1/

Hvis træpillerne importeres, vil der udover energiforbrugene illustreret i figur 18.1 også være et forbrug til transporten fra det pågældende land til Danmark. Dette er vist i figur 18.2 med eksempler på skibstransport fra Canada og Finland.

18.1.1 Energiforbrug ved tilvejebringelse af andre brændsler

Figur 18.3 viser det samlede energiforbrug ved tilvejebringelsen af træpiller i sammenligning med en række fossile brændsler. For de danske træpiller svarer dette til de tre første kasser i figur 18.1.

Det ses, at det koster meget mindre energi at tilvejebringe træpiller end naturgas, kul og især olie.

	Energiforbrug ved tilvejebringelse [MJ/ton]	[% af energiindhold]
Danske træpiller	627	3,6
Importerede træpiller [1]	787	4,5
Naturgas	2840	5,8
Olie	4617	11,4
Kul	1764	6,7

[1] Værdier for importerede træpiller er baseret på en gennemsnitsbetragtning, hvor omkring 60% af de importerede piller forventes at komme fra lande omkring Østersøen og 40% fra lande som Canada /1/.

Figur 18.3: Samlet energiforbrug ved tilvejebringelse af forskellige brændsler /1/

Også selvom træpillerne importeres og dermed transporteres langt, er en gennemsnitlig importeret træpille mindre energikrævende at tilvejebringe end de fossile brændsler.

18.2 Virkningsgrad/nyttevirkning

18.2.1 Kedelvirkningsgrad

Ved forbrændingen dannes varme, hvoraf størstedelen overføres til den omgivende luft (som ved brændeovnen) eller via et varmebærende medie (kedelvandet) til husets radiatorer. Selv de bedste kedler kan imidlertid ikke udnytte brændslets energiindhold fuldt ud. Kedelvirkningsgraden, også kaldet nyttevirkningen, ligger for gode, træpillefyrede kedler på 85 – 91%. Den resterende energi er tab, der bl.a. forsvinder som uforbrændt kulstof i aske og i form af den varme, der forsvinder som varme med røg og aske.

Kedelvirkningsgraden er et udtryk for, hvor stor en del af det indfyrede brændsels energi kedlen omsætter til nyttevarme ved kedlens nominelle ydelse.

Kedlens virkningsgrad er bedst, når den arbejder på eller nær ved sin maksimale ydelse. For typegodkendte biobrændselskedler kan kedelvirkningsgrad, ydelse og en række andre data ses i listen over typegodkendte biobrændselskedler, der findes på www.teknologisk.dk/911.

18.2.2 Årsvirkningsgrad

Kedelvirkningsgraden er et udtryk for kedlens nyttevirkning under bestemte, standardiserede prøvningsforhold. Imidlertid falder virkningsgraden med kedelbelastningen, så i sommerperioden, hvor kedlen yder under 30% af sin nominelle ydelse, falder kedlens virkningsgrad mærkbart. Da kedelbelastningen varierer i løbet af året, vil den samlede virkningsgrad, dvs. den udnyttede varmemængde i forhold til den indfyrede energimængde, være lavere end kedelvirkningsgraden. Årsvirkningsgraden varierer fra anlæg til anlæg, idet forhold som kedlens kapacitet i forhold til varmebehovet (kapitel 10), styringsteknik, anvendelse af andre varmekilder, f.eks. brændeovne og elvarme, sommerstop osv. vil spille ind.

Årsvirkningsgraden er forholdet mellem årets brændselsforbrug, udtrykt som indfyret energi, og kedlens udnyttede varmeproduktion i samme periode.

18.2.3 Netvirkningsgrad

I fjernvarme- og nabovarmesystemer distribueres varmen fra varmecentral til forbrugere gennem et net af isolerede fjernvarmerør. Trods isoleringen er der et vist varmetab fra rørene til den omgivende jord. Netvirkningsgraden er forholdet mellem den samlede energimængde, der leveres til forbrugerne, og den energimængde, der fra varmecentralen afleveres til distributionsnettet.

Netvirkningsgraden påvirkes bl.a. af:

- Fjernvarmerørenes isoleringsgrad.

- Rørdiameteren. Jo mindre rør, jo større er det forholdsvise varmetab.
- Vandtemperaturen i rørene i forhold til temperaturen i den omliggende jord. Jo højere temperaturer på fremløb og retur, jo større er varmetabet til den omgivende jord.
- Energitætheden, dvs. distributionsnettets længde i forhold til den varmemængde, der afsættes til de tilsluttede forbrugere. Jo flere forbrugere, der er på en given rørstrækning, jo større bliver netvirkningsgraden.

For fjernvarmenet er netvirkningsgraden ofte omkring 70%, men kan især i tyndt bebyggede områder være større.

Centralvarmeanlæg, der kun leverer varme til den bygning, hvor kedlen er opstillet, har kun varmetab til selve bygningen, hvilket betyder, at det ikke udgør noget væsentligt tab. Kun hvor varmerørene er ført over f.eks. et uopvarmet loft er der tale om egentligt tab.

18.3 Røggasemissioner

Ved fyring med træpiller gælder det, at den mindste miljøbelastning opnås, når træpillernes bestanddele forbrændes fuldstændigt. Undertiden anvendes udtrykket "en ren forbrænding". Som beskrevet i kapitel 8, er der mange faktorer, der har indflydelse på forbrændingskvaliteten bl.a. kedelkonstruktion, brændsel- og lufttilførsel og driftsforhold mm.

18.3.1 Visuel kontrol af forbrænding

Måling af emissioner i røggassen kræver særligt måleudstyr og udføres normalt af firmaer, som har specialiseret sig inden for dette område. Som bruger af et mindre kedelanlæg kan man imidlertid foretage en vis kontrol med forbrændingskvaliteten ved at iagttage røgen fra kedlen.

Røgens udseende	Forbrænding
Ingen eller kun ganske tynd, synlig røg, når kedlen er i drift	God forbrænding med passende lufttilførsel.
Hvidlig røg, der hurtigt forsvinder i fri luft	Røgen indeholder vanddamp, der hovedsageligt stammer fra fugt i brændslet.
Synlig grålig eller mørk røg. Synlige sodpartikler kan forekomme.	Røgen indeholder partikler af aske. Kontrollér tilførslen af primær- og sekundærluft. Muligvis for høj lufthastighed gennem kedlen.
Tyk, mørk røg med tjæreagtig lugt.	Dårlig forbrænding, der giver store mængder uforbrændt kulstof i røgen. Kontrollér, at kedlen får tilstrækkelig luft til den aktuelle brændselsmængde.

Figur 18.12: Skema til visuel kontrol af røggas fra mindre kedelanlæg.

18.3.2 Forbrændingsluft

Forbrændingsluften tilsættes alene for at tilføre ilt til forbrændingsprocessen. Det er kun ilten, der udnyttes, og forbrændingsluftens øvrige gasarter passerer stort set uhindret gennem forbrændingszonen.

		Volumen %	
O_2	Ilt	21	Indgår i forbrændingsprocesserne
N_2	Kvælstof	78	Passerer stort set uhindret
Ar	Argon	1	Passerer uhindret

Figur 18.4: Analyse af forbrændingsluft

18.3.3 Røggas

Røggasmængderne og sammensætningen af røggassen, der dannes ved en fuldstændig forbrænding, bestemmes af træpillernes elementaranalyse. Ved en elementaranalyse bestemmes træpillernes kemiske sammensætning. En elementaranalyse foretages i et brændselslaboratorium.

Stof		Stofandel i %	Forbrændingsprodukt	
H_2	Brint	5,8	H_2O	Vanddamp i røggas
C,	Kulstof	46,5	CO_2	Carbondioxid/Kuldioxid
O_2	Ilt	39,5	O_2	Som luftoverskud
A	Aske	0,9	Aske	Delvis som støv i røggas
S	Svovl	0,05	SO_2	Svovldioxid
N_2	Kvælstof	0,28	N_2	Kvælstof i røggas
H_2O	Vand	7,0	H_2O	Vanddamp i røggas

Figur 18.5: Typisk eksempel på elementaranalyse af træpiller og forbrændingsprodukter

I figur 18.5 er vist en typisk analyse af træpiller samt de forbrændingsprodukter, de enkelte stoffer danner ved fuldstændig forbrænding. Elementaranalysen for træpiller er normalt uafhængig af om træpillerne er fremstillet af nåle- eller løvtræ. De største variationer forekommer i vand- og askeprocenterne.

18.3.4 Røggassammensætning

Hvis elementaranalysen er kendt, kan røggasmængder og røggassammensætning beregnes ved hjælp af almene formler fra forbrændingsteorien. Ved afbrænding af træpiller med en elementaranalyse som i figur 18.5 med et luftoverskud på 1,5 fås en røggassammensætning som vist i figur 18.6.

Gaskomponent		Volumen-% våd røggas	Volumen-% tør røggas
CO_2	Kuldioxid	11,9	13,3
SO_2	Svovldioxid	0,0	0,0
N_2	Kvælstof	70,3	78,7
H_2O	Vand	10,6	0,0
O_2	Ilt (luftoverskud)	6,3	7,1
Ar	Argon	0,8	0,9

Figur 18.6: Røggassammensætning ved afbrænding af træpiller med 7% fugt og et luftoverskud på 1,5

Ved forbrænding af træ dannes der også andre gasarter og stoffer, der ud fra et miljø- og sundhedsmæssigt synspunkt er uønskede. Det drejer sig primært om:

- CO
- NO_x
- PAH
- TOC
- Støv i røggas

18.4 Emissionsdata

Koncentrationen af gaskomponenter og støv i røggassen er afhængig af brændselsvalg og for nogle komponenter også af fyringsanlæggets konstruktion. For de vigtigste gaskomponenter samt for støv er der nedenstående angivet emissionsdata for fyring med følgende brændsler:

- Træpiller
- Halm
- Fyringsolie
- Naturgas

18.4.1 CO_2, kuldioxid

Kuldioxid menes at være en væsentlig årsag til drivhuseffekten, og udledning af CO_2 til atmosfæren er derfor problematisk. Ved forbrænding af træbrændsler udledes der imidlertid ikke mere kuldioxid, end der er bundet i træet som kulstof, og som under alle omstændigheder vil blive frigjort ved den forrådnelsesproces, som er det ultimative alternativ til en energimæssig anvendelse af træet. Træpiller og øvrige biobrændsler kan således betragtes som værende CO_2-neutrale. I figur 18.7 er CO_2- emissionen for træpiller og halm derfor anført til nul.

Brændsel	Enhed	CO_2-emission
Træpiller	g/MJ	0
Halm	g/MJ	0
Fyringsolie	g/MJ	75
Naturgas	g/MJ	57

Figur 18.7: Emissionsnøgletal for CO_2. /4/

Da træpiller og andre biobrændsler indeholder kulstof, dannes der naturligvis også CO_2 ved afbrænding. Denne frigivne CO_2-mængde blev imidlertid bundet i løbet af biobrændslets vækstperiode, som for træets vedkommende er 20-100 år.

Den mængde kuldioxid, der udledes ved forbrænding af fossile brændsler, f.eks. kul, olie eller naturgas, blev bundet i undergrunden for flere millioner år siden. Ved forbrænding af fossile brændsler er der derfor i praksis tale om, at den samlede mængde kuldioxid i atmosfæren forøges.

Kulstoffet udgør ca. 50% af helt tørt træ. Dette svarer til ca. 47% i træpiller med 7% fugtindhold (se figur 18.5).

Ved fuldstændig forbrænding af 1 kg kulstof dannes der 3,67 kg CO_2.

18.4.2 SO_2, svovldioxid

Svovldioxid er normalt ikke et problem ved fyring med træpiller, da det naturligt forekommende svovlindhold i træ er meget lavt.

Samtidig gælder det, at mellem 40 og 60% af den svovldioxid, der dannes ved forbrændingen, reagerer med de alkaliske komponenter i slagge og (flyve)aske under forbrændingen. Det er således kun de resterende 40 til 60%, der ender som SO_2 i røggassen.

Under alle omstændigheder er udledningen af SO_2 fra pillefyring mindre end udledningen af SO_2 fra fyring med fyringsolie eller naturgas som træpillerne oftest erstatter.

Brændsel	Enhed	SO_2-emission
Træpiller	mg/MJ	0
Halm	mg/MJ	13
Fyringsolie	mg/MJ	94
Naturgas	mg/MJ	0,5

Figur 18.8: Emissionsnøgletal for SO_2. /4/

Et særligt forhold gør sig gældende ved træpiller med bindemidler i. De ligninbaserede bindemidler, der anvendes i træpiller er ofte enten Wafolin eller lignosulfonat, der begge indeholder ca. 6 vægtprocent svovl. Mængden af bindemidler er som regel mindre end 1% af den færdige træpille. Ved 1% indhold af bindemiddel firedobles træpillens svovlindhold til ca. 0,08% sammenlignet med svovlindholdet i den rene træråvare på ca. 0,02%. Det svarer til et svovlindhold på 45mg/MJ brændsel, der skal sammenholdes med indholdet i fyringsolie på <25mg/MJ /5/.

18.4.3 N_2, kvælstof

Kvælstof er en farveløs gas, der forekommer i naturen. Kvælstof tilføres med forbrændingsluften, men indgår ikke i forbrændingsprocesserne. Der er således ingen miljømæssige konsekvenser ved udledningen af kvælstof.

18.4.4 H_2O, vand

Vanddampe i røggassen kommer fra:

- Fra forbrænding af brint.
- Fugtindhold i brændslet
- Vanddamp i forbrændingsluft

Der er ingen miljømæssige konsekvenser ved udledning af vanddamp i røggassen. Vanddamp i røggassen kan ved passende lave temperaturer fortættes og føre til korrosion eller løbesod i skorstenen - se kapitel 11.

18.4.5 O_2, ilt

Ilt i røggassen hidrører fra den ekstra luft, der tilføres forbrændingen, det såkaldte luftoverskud. Der er naturligvis ingen miljømæssige konsekvenser ved iltemissionen.

18.4.6 Ar, argon

Luft indeholder ca. 1% argon, og argon tilføres derfor forbrændingen som en uundgåelig gasart. Argon er en såkaldt ædelgas, der ikke indgår i forbrændingsprocesserne.

18.4.7 CO, kulilte

Kulilte er en giftig og brændbar gasart. Den er i sig selv lugtfri og usynlig. Hvis man opholder sig i et rum, hvor der er blot 0,01% eller 100 ppm kulilte i luften, vil man efter få minutter føle ubehag og få hovedpine. Ophold i rum med større koncentrationer af kulilte vil være decideret livstruende.

CO-emissionen er uønsket, dels fordi CO i røggassen er en indikator for, at der sker en ufuldstændig forbrænding, dels fordi CO er giftig og brændbar (sundheds- og sikkerhedsrisiko) og endelig fordi CO ødelægger ozonlaget.

En høj CO-emission er ofte en indikator for, at der også findes andre uønskede og farlige stoffer i røggassen, som f.eks. uforbrændte kulbrinter og evt. dioxin. Omvendt er en lav CO-emission indikator for, at disse uønskede stoffer ikke findes i røggassen. I praksis er det ikke muligt helt at undgå, at der dannes lidt kulilte ved forbrændingen.

Fuldstændig forbrænding kræver, at den rigtige iltmængde er til stede på det rigtige sted på det rigtige tidspunkt. Hvis dette ikke er tilfældet, vil en del af de kulbrintegasser, der dannes, når træet opvarmes (pyrolyseres), passere op gennem skorstenen uden at få tilstrækkelig ilt til at blive omdannet til kuldioxid, og CO-dannelsen er uundgåelig.

Træpiller er homogene og har et meget lavt vandindhold, hvilket betyder, at der i rigtigt konstruerede kedler kan opnås meget lave CO-emissioner.

CO kan f.eks. dannes i større mængder, hvis der afbrændes et brændsel, som kedlen ikke er bygget til. Der kan f.eks. opstå problemer med CO ved fyring med vådt materiale i et fyr, der ikke er beregnet til det eller ved afbrænding af træ i en kokskedel, hvor al forbrændingsluften tilføres som underluft.

Typiske CO-emissioner findes i figur 18.9.

Brændsel	**Enhed**	**CO-emission**
Træpillekedel	mg/MJ	50 - 3000
Halmkedel	mg/MJ	500 - 3000
Fyringsoliekedel	mg/MJ	15 - 30
Naturgaskedel	mg/MJ	15 - 20

Figur 18.9: Emissionsnøgletal for CO ved optimal indstilling af kedlen. CO-emissionen vil være meget afhængig af kedeltype og af kedlens driftstilstand

18.4.8 NO_x, kvælstofoxider

NO_x er en fællesbetegnelse for summen af gasserne NO og NO_2 omregnet til NO_2. NO_x-emission er uønsket, fordi NO_x er en drivhusgas, og samtidig virker NO_x som en medvirkende faktor ved forsuring af nedbøren.

Kvælstofoxider dannes dels ved afbrænding af brændsler med et naturligt indhold af kvælstof, herunder biobrændsler, dels i fyrrummet af den kvælstof, der tilføres forbrændingen med forbrændingsluften. Udformningen og størrelsen af kedlens forbrændingskammer er derfor af betydning for kvælstofoxidudledningen.

Det er ikke muligt at give helt klare retningslinier for design af kedler med lav NO_x-emission, men følgende tendenser er sikre:

1. Højt N-indhold i brændslet giver øget NO_x-emission
2. Høj forbrændingstemperatur giver høj NO_x-emission

Af vigtige forbrændingsparametre kan nævnes: trindelt forbrænding med lavt luftoverskud i første del, lav flammetemperatur evt. frembragt ved røggasrecirkulation, der sænker iltindholdet i forbrændingskammeret samt køler forbrændingen.

Brændsel	Enhed	NO_x-emission
Træpiller	mg/MJ	130 - 300
Halm	mg/MJ	130 - 300
Fyringsolie	mg/MJ	75
Naturgas	mg/MJ	50 - 100

Figur 18.9: Typiske emissionsnøgletal for NO_x for mindre kedelanlæg. I større kedelanlæg med NO_x-begrænsende udstyr er det muligt at opnå lavere værdier. /4/

18.4.9 TOC

TOC, der er en forkortelse for "Total Organic Compounds", er et udtryk for de uforbrændte kulbrinteforbindelser i røggassen. TOC er uønsket i omgivelserne, fordi mange af de organiske forbindelser er giftige, og nogle af stofferne er kræftfremkaldende. Forudsætningerne for en lav TOC-emission er de samme som for CO-emissionen.

Brændsel	Enhed	TOC emission
Træpiller	mg/MJ	< 10
Halm	mg/MJ	< 10
Fyringsolie	mg/MJ	0 - 2
Naturgas	mg/MJ	0 - 2

Figur 18.10: Emissionsnøgletal for TOC-emission. /4/

18.4.10 Støv

Støv i røggassen opstår, fordi lette faste partikler fra forbrændingen rives med af røggassen og udledes til luften gennem skorstenen. Partiklerne kan inddeles i to hovedgrupper:

1. Uforbrændte partikler
2. Ubrændbar askerest

De uforbrændte partikler består af koks, også kaldet sod. Sod er meget finkornet og er uønsket i luften, da partiklerne er generende og i reglen er skadelige at indånde.

Det er sod, der giver røgen den karakteristiske sorte eller mørkebrune farve ved ufuldstændig forbrænding.

De ubrændbare partikler er den askerest, der er tilbage, når de brændbare komponenter i brændslet er afbrændt. I lighed med sodpartiklerne er de ubrændbare askepartikler uønsket i luften, da partiklerne er generende og kan være skadelige at indånde.

Brændsel	Enhed	Støvemission
Træpiller	mg/Nm^3 røggas	25 - 500
Halm	mg/Nm^3 røggas	200 - 500
Fyringsolie	mg/Nm^3 røggas	0
Naturgas	mg/Nm^3 røggas	0

Figur 18.11: Nøgletal for støvemissioner. /4/

Da fyringsolie og naturgas ikke indeholder aske, er støvemissionen fra disse anlæg uden betydning, såfremt anlæggene er rigtigt justeret.

Støvemissionen fra mindre træpillekedler er normalt så beskeden, at det ikke er nødvendigt med renseforanstaltninger på disse anlæg.

Ved større kedler, hvor der arbejdes med højere røggashastigheder, forekommer der normalt en vis medrivning af støvpartikler i røggassen. Det er derfor nødvendigt at forsyne anlæggene med røggasrensning.

Rensningsmetoderne kan være cykloner, posefilter eller elektrofilter. Den valgte rensningsmetode afhænger af emissionskravene og drifts-forholdene. Der henvises til Kapitel 19 for grænseværdier.

18.5 Støj

Støjemission udgør ikke et problem ved fyringsanlæg til private huse.

Ved større kedelanlæg kan der emitteres støj fra brænselshåndtering-sudstyr fra roterende maskineri i kedelhuset eller fra skorstenstoppen. Støjkrav til kedelanlægget fremgår af anlæggets miljøgodkendelse.

18.6 Referencer

/1/ ”Drivhusgasemission ved tilvejebringelse af fossile brændsler og biomassebaserede brændsler til energiformål. Energiforbrug og emissioner”, Energistyrelsen, november 2000. ISBN 87-7844-217-6

/2/ Videncenter for Halm- og Flisfyring, Videnblad nr. 106

/3/ Videnblad nr. 107.2 ”Brændværdier”, Videncenter for Halm- og Flisfyring, 26. marts 1999

/4/ Varmeståbi 3. udgave. Ingeniørens Forlag 2002

/5/ Hadders, J. ”Pelletspärmen.” Jordbrukstekniska institutet. 1997

19. Love og bekendtgørelser

Installation og drift af træpillefyrede centralvarmekedler er reguleret af en række love og bekendtgørelser, hvoraf de vigtigste er:

- Byggeloven
- Varmeforsyningsloven
- Arbejdsmiljøloven
- Miljøbeskyttelsesloven
- Bioaskebekendtgørelsen
- Biomasseaffaldsbekendtgørelsen – se kapitel 3.

Byggelovgivningen omhandler bygningsmæssige forhold vedrørende fyrrum samt brandtekniske krav til biobrændselsfyrede centralvarmeanlæg.

Arbejdsmiljøloven indeholder sikkerhedsmæssige krav til centralvarmeinstallationer.

Miljølovgivningen indeholder dels regler om begrænsninger i brændselsvalget til bl.a. træpillefyrede kedler, dels regler for indgivelse af klager over røg- og lugtgener til de kommunale miljøtilsyn.

I varmeforsyningsloven er der nogle administrative bestemmelser om anvendelse af korn og andre fødevarer i større kedelanlæg.

I figur 19.1 på næste side vises en oversigt over de vigtigste love og regler for mindre træpilleanlæg.

Kedelkonstruktion • Materialer • Styringsfunktion • Sikkerhed • Forbrænding • Miljøegenskaber	**Fabrikanten** skal ved **egenkontrol** og **overensstemmelseserklæring** dokumentere, at kedlen opfylder kravene i Maskindirektivet, jf. Bekendtgørelse nr. 561 af 24. juni 1994 om indretning af tekniske hjælpemidler. Andre relevante direktiver kan f.eks. være Lavspændingsdirektivet og Trykudstyrsdirektivet. (www.arbejdstilsynet.dk) **Fabrikant** eller **importør** kan lade kedlen gennemgå en **typeprøvning**. Denne omfatter kedlens forbrændingsmæssige egenskaber, herunder virkningsgrad, måling af emissioner af miljøskadelige luftarter og støv, kontrol af driftsmæssige egenskaber under forskellige driftsforhold mm. Resultaterne af typeprøvningen samles i en rapport til fabrikant/importør, og der foretages efterfølgende kontrol af overensstemmelsen mellem den prøvede kedel og de senere producerede produkter. (www.teknologisk.dk)
Bygningsforhold • Fyrrummets indretning • Brandteknisk adskillelse • Brændselslager • Flugtveje	**Bygherre** eller **bygningsejer** skal sikre, at fyrrum og brændselslager er opført således, at kravene om brandadskillelser mm. er opfyldt, og at adgangs- og flugtveje er i overensstemmelse med bestemmelserne i det relevante bygningsreglement og Brandteknisk vejledning nr. 32. (www.brandteknisk-institut.dk) Ved installation af kedler i etage- og erhvervsbygninger, der henhører under Bygningsreglement 1995, skal der inden arbejdet påbegyndes foretages anmeldelse til kommunen. (www.netarkitekten.dk/kategori/loven/)
Kedelinstallation • Sikkerhed i varmefordelingssystem • Transportsystem • Brandspjæld og andre adskillelser • Sikkerhedsafstande	**Installatøren** er ansvarlig for, at kedel og varmeanlæg installeres i overensstemmelse med bestemmelserne i Arbejdstilsynets publikation nr. 42 Forskrifter for fyrede varmtvandsanlæg, der bl.a. foreskriver, hvordan kedlens tilslutning til varmefordelingssystem (radiatorer) og ekspansionsbeholder mm. skal udføres. Forkert installation kan medføre meget voldsomme eksplosioner forårsaget af vand- og damptryk. (www.arbejdstilsynet.dk/services) **Installatøren** skal sørge for, at eventuelle transportanordninger fra brændselslager til kedel er forsynet med de foreskrevne brandadskillelser, og at kedlen anbringes, så afstandskrav til brændbart materiale i vægge mm. er opfyldt. Bestemmelserne herom findes i Brandteknisk vejledning nr. 32. (www.brandteknisk-institut.dk)
Drift • Meddelelse om ibrugtagning • Brandtilsyn • Skorstensfejning • Begrænsninger i brændselsanvendelse	Ved installation af kedler, brændeovne o. lign. skal der ikke søges om byggetilladelse, men **bygningsejeren** skal ifølge Bygningsreglementet give meddelelse om ibrugtagning af installationen til det kommunale bygnings- og brandtilsyn (kommunens tekniske forvaltning) med henblik på varetagelsen af den lovpligtige skorstensfejning mv. Træpillefyrede kedler skal fyres med træpiller. En evt. typegodkendelse gælder kun, hvis der anvendes det samme brændsel, som kedlen er prøvet med. Der må under ingen omstændigheder fyres med andre brændsler end dem, der er anført i Bekendtgørelse nr. 638 om biomasseaffald, hvor der er fastsat nærmere regler for, hvilke biomasserestoffer, der må anvendes som brændsel. (www.ens.dk/love/loveogbekendtgørelser)
Luftforurening	Hvis en træpillekedel, f.eks. på grund af forkert justering af forbrændingen, anvendelse af uhensigtsmæssigt brændsel eller af anden årsag giver anledning til, at naboer klager over røg- eller lugtgener, kan det kommunale miljøtilsyn påbyde, at bygningsejer eller bruger skal sørge for, at årsagen til den anmeldte luftforurening fjernes. Bestemmelserne findes i Miljøbeskyttelseslovens §42 om kommunale påbud over for forurening fra private energianlæg. (www.mst.dk) Der kræves ikke miljøgodkendelse af træpillefyrede kedelanlæg med mindre end 1 MW indfyret effekt (mærkepladeeffekt).

Figur 19.1: Oversigt over de vigtigste love og regler, der er beskrevet i dette afsnit

19.1 Byggeloven

19.1.1 Bygningsreglementer

Træpillefyrede kedelanlæg og ovne er i lighed med andre såkaldte ildsteder underlagt bygningsreglementernes krav til bygningers konstruktion og indretning, herunder krav til brandsikring af fyrrum og installationer. De to bygningsreglementer dækker hver sit område.

- Bygningsreglement 1995 gælder for tofamilieshuse, etagebyggeri og alle former for erhvervs- og institutionsbyggeri, samt garager, udhuse og andre bygninger, der er opført i forbindelse hermed.

- Bygningsreglement for småhuse fra 1998 omfatter huse med én bolig til helårsbeboelse, enten som fritliggende enfamilieshuse eller som dobbelthuse, rækkehuse, kædehuse osv., samt sommerhuse, garager, udhuse mm., der opføres i tilknytning til disse.

I kapitel 11, der omhandler ovne og centralvarmekedler er beskrevet regler for bl.a. indretning, opstilling og tilslutning til skorsten samt installationens afstand til brændbare materialer i vægge, lofter og gulve.

Ikke byggetilladelse til anlæg <60kW

Biobrændselsanlæg under 60 kW som opstilles i boliger skal ikke søge byggetilladelse, men skorstenen skal anmeldes til fejning hos den lokale skorstensfejermester. Større anlæg eller anlæg i stalde, lader, erhvervsbygninger eller bygninger med let antændeligt oplag, kræver næsten altid byggetilladelse. Skorstensfejeren skal altid underrettes. Yderligere oplysninger i Brandteknisk vejledning nr. 32 om biobrændselsanlæg.

Byggetilladelse til større kedelanæg

Større kedelanlæg, f.eks. nabovarmeanlæg, blokvarmecentraler og kedelanlæg på fjernvarmeværker og i industrivirksomheder, skal installeres i overensstemmelse med Bygningsreglement 1995. I forbindelse med ansøgning om byggetilladelse skal det kommunale beredskabstilsyn gennemgå bygningstegninger mm. og godkende anlæggets brandforebyggende foranstaltninger. Det kan f.eks. være brandadskillelse mellem lager og kedelrum, flugtveje og flugtplaner, brandslukningsudstyr osv. Inden ibrugtagning skal bygninger og installationer godkendes af bygningstilsynet.

19.1.2 Norm for varmeanlæg med vand som varmebærende medium, DS 469

Både i Bygningsreglement 1995 og i Bygningsreglement for småhuse 1998 er der krav om, at bygninger/enfamilieshuse skal opføres, så der under normalt brug af bygningerne kan opretholdes et sundheds- og sikkerhedsmæssigt tilfredsstillende indeklima, men der er ikke noget krav om, at der skal være et varmeanlæg.

Der er imidlertid et krav om, at man, hvis man installerer et varmeanlæg, udfører dette efter Norm for varmeanlæg med vand som varmebærende medium, DS 469. Normen omfatter varmeanlæg, fordelingsanlæg og varmegivere, men omfatter *ikke* varmeanlæggets forsyningsanlæg.

Fordelingsanlæg

Fordelingsanlæg består af rør, afspærringsventiler, reguleringsventiler, pumper og blandeanlæg.

Varmegivere

Varmegivere er f.eks. radiatorer, konvektorer og gulvvarmeanlæg.

Forsyningsanlæg

Forsyningsanlæg, som altså ikke er omfattet af normen, er den del af varmeanlægget, der forsyner fordelingsanlægget med varmt vand. Forsyningsanlæg er f.eks. kedelanlæg, fjernvarmeanlæg og varmepumper.

Der kan afviges fra normens krav (1.1 Generelt), hvis det dokumenters, at afvigelsen er forsvarlig.

Underdimensionering

Hvis husejer og installatør f.eks. er enige om at underdimensionere en automatisk fyret kedel til træpiller for at opnå energiøkonomisk god drift en større del af året, er det således ikke i strid med varmenormen at gøre det, men fordelingsanlæg og varmegivere skal dimensioneres efter normen.

Desuden skal der foreligge en skriftlig redegørelse for underdimensioneringen af kedlen og en beskrivelse af, hvorledes man forholder sig de dage i løbet af året, hvor kedlens ydelse ikke kan opretholde en indendørstemperatur på 21°C, f.eks. at:

- man benytter en brændeovn som supplement (den skal i så fald forefindes)
- man benytter elpatroner (som ligeledes skal forefindes)
- man indregulerer kedlen til mere end 100% ydelse (det skal kunne lade sig gøre)
- man supplerer med olie- eller gasfyring (skal være installeret)
- man finder sig i en lavere temperatur.

Redegørelsen skal følge husets andre papirer og således også forelægges ved et senere salg af huset.

Huse uden centralvarmeanlæg

På tilsvarende måde kan man i et hus uden varmeanlæg med vand som varmebærende medium, f.eks. i et hus med elopvarmning, installere en brændeovn med vandtank med et fordelingsanlæg og varmegivere, som ikke opfylder kravene i DS 469, men kun kan aftage den effekt, brændeovnens vandside afgiver. Her må man så redegøre for, hvilken del af beboelsen, der forsynes med varmeanlæg med vand som varmebærende medie, og gøre det helt klart, at resten af beboelsen ikke kan holdes varm med den pågældende installation.

19.1.3 Norm for vandinstallationer, DS 439

Skoldningssikring

Varmtvandsinstallationer skal udføres efter DS 439, Norm for vandinstallationer, hvilket bl.a. betyder, at der skal installeres skoldningssikring, hvis der er risiko for, at varmt brugsvand kan blive varmere end 65°C i private hjem, 38°C i børneinstitutioner og plejehjem.

19.1.4 Norm for termisk isolering af tekniske installationer, DS 452

Isoleringsmateriale

Varmeanlæg skal isoleres efter DS 452, Norm for termisk isolering af tekniske installationer. Her skal man være opmærksom på, at isoleringsmateriale, der kommer tæt på røgrør, skal være ikke-brændbart.

19.1.5 Bekendtgørelse om brandværnsforanstaltninger for skorstene og ildsteder

Skorstensfejer

På træpillefyrede kedelanlæg skal der foretages skorstensfejning og brandpræventivt tilsyn. Tilsynsmyndigheden er kommunalbestyrelsen, og udførelsen varetages af kommunens bygnings- og brandtilsyn. I en del kommuner er tilsynet uddelegeret til distrikternes skorstensfejermester.

19.1.6 Brandteknisk vejledning nr. 32

Sikring mod brand

Træpillefyrede centralvarmekedler skal indrettes og opstilles i overensstemmelse med reglerne i Brandteknisk vejledning nr. 32: Biobrændselsfyrede centralvarmekedler. I denne vejledning er der angivet regler, der skal sikre et forsvarligt brandsikkerhedsniveau for anlæg, der opstilles i eller ved bygninger, der er omfattet af byggeloven, jf. ovenfor. Vejledningen omfatter manuelt eller mekanisk fyrede kedler med en effekt på højst 600 kW og handler bl.a. om fyrrummets indretning, brændselslager, kedlens sikkerhedsanordninger og generelle brandforbyggende foranstaltninger.

19.2 Varmeforsyningsloven

Med hjemmel i varmeforsyningsloven fra 1990, hvor energiministeren kan fastsætte nærmere regler, er der i september 1990 udsendt generelle og specifikke forudsætningsskrivelser til kommuner og anlægsejere om brændselsvalg mm.

I forudsætningsskrivelserne står der bl.a., at der i kedelanlæg over 250 kW indfyret effekt ikke må afbrændes korn, smør, fiskeolie mm.

Omvendt betyder det, at det er tilladt at anvende korn i fyringsanlæg under 250 kW indfyret effekt.

Det er dog vigtigt at bemærke, at det ikke er tilladt at anvende korn fra brakmarker til energiformål. Dette gælder også mindre anlæg under 250 kW.

19.3 Arbejdsmiljøloven

De bestemmelser, der omhandler den fysiske sikkerhed i forbindelse med ovne og kedler, findes i Arbejdsmiljøloven, nærmere betegnet i hhv. maskindirektivet og forskrifterne for fyrede varmtvandsanlæg.

19.3.1 Maskindirektivet m.fl.

CE-mærkning

Arbejdstilsynets bekendtgørelse nr. 561 om indretning af tekniske hjælpemidler foreskriver, at før et teknisk hjælpemiddel må markedsføres eller tages i brug, skal der foretages en risikovurdering, ligesom der skal udarbejdes en brugsanvisning og underskrives en overensstemmelseserklæring. Herefter foretages CE-mærkning af det tekniske hjælpemiddel. CE-mærkningen er et ”pas” – et ydre tegn på, at fabrikanten mener at have opfyldt alle relevante direktivers væsentlige sikkerhedskrav. Andre relevante direktiver for træpillefyrede kedelanlæg kan eksempelvis være lavspændingsdirektivet og trykudstyrsdirektivet.

19.3.2 Forskrifter for fyrede varmtvandsanlæg – AT 42

Sikkerhed

Alle centralvarmeinstallationer skal udføres, så de opfylder forskrifterne i Arbejdstilsynets publikation nr. 42/1980, 3. udgave ”Fyrede varmtvandsanlæg – centralvarmeanlæg med kedler”. Forskrifterne tager især sigte på at forebygge ulykker forårsaget af vand- og damptryksekspl osioner i anlægget og indeholder bl.a. regler for installation af ekspansionsledninger og beholdere, sikkerhedsventiler osv.

19.4 Miljøbeskyttelsesloven

19.4.1 Brændselsvalg

Miljølovgivningen indeholder dels nogle begrænsninger i anvendelse af biomasse som brændsel, dels regler i Miljøbeskyttelsesloven om adgang til klage over røg- og lugtgener fra biobrændselsanlæg, herunder også træpilleanlæg. Bestemmelserne om brændselsvalg findes i:

- Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 581 om bortskaffelse, planlægning og registrering af affald
- Miljø- og Energiministeriets bekendtgørelse nr. 638 om biomasseaffald

Biomassebekendtgørelsen

Bekendtgørelse 638 kaldes også "Biomassebekendtgørelsen". I denne er der fastsat nærmere regler for, hvilke biomasserestoffer, der er lovlige at anvende som råvarer til træpillefremstilling eller som brændsel i ovne og kedelanlæg – se Kapitel 3.

19.4.2 Miljøgodkendelse af kedelanlæg

Biobrændselsfyrede centralvarmeanlæg på under 1 MW indfyret effekt skal ikke søge om miljøgodkendelse.

For anlæg med en samlet indfyret effekt større end 1 MW skal der søges om miljøgodkendelse, før anlægget etableres og idriftsættes.

Ansøgning om miljøgodkendelse foretages hos teknisk forvaltning i den pågældende kommune. Lovgivning vedr. miljøgodkendelse af kedelanlæg er fastlagt i Bekendtgørelse nr. 646 af 29/06/2001.

19.4.3 Emissionskrav iht. Luftvejledningen

Figur 19.2: I Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2 2001 - den såkaldte "Luftvejledning" - er emissionskravene til træpillefyrede anlæg beskrevet under afsnit 6, der vedrører energianlæg

Indfyret effekt på mindre end 120 kW

Iht. "Luftvejledningen" er der ingen gældende grænseværdier for røggasemissioner fra mindre biobrændselskedler under 120 kW. Biobrændselskedler er dog i lighed med andre energianlæg i private boliger underlagt kommunale forskrifter vedrørende indretning og drift.

Såfremt røgen fra et kedelanlæg eller en brændeovn giver anledning til naboklager til det kommunale miljøtilsyn, kan kommunen imidlertid påbyde ejeren af anlægget at fjerne eller formindske røggenerne inden for en given tidsfrist. Sker det ikke, kan kommunen forlange, at anlægget tages ud af drift.

Bestemmelserne vedrørende kommunale påbud overfor forurening fra private energianlæg findes i Miljøministeriets bekendtgørelse nr. 367 om kommunale miljøforskrifter.

Indfyret effekt på 120 kW og derover, men mindre end 1 MW

Inden anskaffelse af et nyt træpilleanlæg mellem 120 kW og 1 MW bør det sikres, at det kan overholde følgende emissionsgrænseværdier:

Støv: 300 mg/normal m^3 tør røggas ved 10% O_2
CO: 500 mg/normal m^3 tør røggas ved 10% O_2

Skorstenshøjden bestemmes ved en OML-beregning. OML står for Operationel Meteorologisk Luftkvalitetsmodel. OML er en beregningsmodel, som er udviklet af DMU (Danmarks Miljø Undersøgelser). Til beregning af skorstenshøjder anvendes et computerprogram, der er udarbejdet på basis af DMU's beregningsmodel.

Samlet indfyret effekt på 1 MW og derover, men mindre end 50 MW

For disse anlæg gælder følgende emissionsgrænseværdier:

Støv	40 mg/normal m^3 tør røggas ved 10% O_2
NO_x regnet som NO_2	300 mg/normal m^3 tør røggas ved 10% O_2
CO	625 mg/normal m^3 tør røggas ved 10% O_2

Skorstenshøjden bestemmes ved en OML-beregning.

Indfyret effekt på 50 MW og derover

Disse anlæg er reguleret i bekendtgørelse nr. 689 af 15. oktober 1990 om begrænsning af emissioner af svovldioxid, kvælstofoxider og støv fra store fyringsanlæg, som er ændret ved bekendtgørelse nr. 518 af 20. juni 1995.

For ældre anlæg, der ikke er omfattet af bekendtgørelsen, fastsættes emissionsgrænser, kontrol mv. på grundlag af BAT-princippet (Best Available Technology-princippet) ud fra en konkret vurdering.

Skorstenshøjden bestemmes ved en OML-beregning.

Kontrol – måleudstyr og registrering

På biomassefyrede anlæg med en indfyret effekt større end 1 MW, men mindre end 5 MW bør emissionsgrænseværdierne kontrolleres ved præstationskontrol.

Biomassefyrede anlæg med en indfyret effekt på 5 MW og derover bør være forsynet med automatisk måleudstyr til måling og registrering af følgende:

- Støvemissionen efter opacitetsprincippet eller metoder af tilsvarende kvalitet.
- CO-emissionen.

Biomassefyrede anlæg med en indfyret effekt på 5-30 MW bør kontrolleres ved præstationskontrol, om grænseværdien for NO_x er overholdt.

Biomassefyrede anlæg med en indfyret effekt på over 1 MW bør være forsynet med måle- og reguleringsudstyr for oxygen (O_2) til styring af forbrændingsprocessen. Endvidere bør anlæg med en indfyret effekt på over 30 MW forsynes med automatisk målesystem til registrering af NO_x-emissionen.

Biomassefyrede anlæg med en indfyret effekt på over 50 MW bør være forsynet med måleudstyr for CO, støv, NO_x, og O_2.

For anlæg på 50 MW og derover henvises til bekendtgørelse nr. 689 af 15. oktober 1990 om begrænsning af emissioner af svovldioxid, kvæl-

stofoxider og støv fra store fyringsanlæg, som ændret ved bekendtgørelse nr. 518 af 20. juni 1995.

19.5 Bioaskebekendtgørelsen

Håndteringen af bioaske er fra januar 2000 blevet reguleret af Bioaskebekendtgørelsen[1].

19.5.1 Hovedprincip og område

Bekendtgørelsens hovedprincip er, at næringsstofferne fra asken skal føres tilbage til det sted, hvor brændslet kommer fra - halmaske til marker og træaske til skove.

Bioaskebekendtgørelsen gælder for alle træpillefyrede biobrændselsanlæg uanset størrelse, eller som det formuleres: "Bekendtgørelsen omfatter ikke aske fra forgasning og forbrænding af biomasse og biomasseaffald fra en enkelt eller få husstande, når asken tilbageføres til askeproducentens egne arealer, hvor biomassen/biomasseaffaldet kommer fra".

Denne formulering er møntet på halm og flis, hvor brugeren - fx en landmand eller en skovejer - bruger brændsel fra sine egne arealer. Træet i træpiller kommer i praksis ikke fra træpillebrugerens egne arealer, så træpillebrugere skal følge bekendtgørelsen.

Bekendtgørelsen sætter en række begrænsninger for, hvordan asken må anvendes. Især askens indhold af cadmium er en afgørende faktor. Bekendtgørelsen fortæller:

- hvordan man skal opbevare asken, inden den skal udspredes
- hvor meget aske, der må udspredes pr. hektar
- hvilke oplysninger man skal indsende til amt og kommune.

Bekendtgørelser følges normalt af en vejledning, som i klart sprog fortæller hvordan bekendtgørelsen skal forstås og reglerne følges. Der er endnu ikke kommet en vejledning til Bioaskebekendtgørelsen.

19.5.2 Markedet for biomasseaske

Bioaskebekendtgørelsen definerer et marked for biomasseasken. I bekendtgørelsen er producenten af aske den virksomhed, der frembringer (eller forhandler) asken, dvs. fx det lokale træpillevarmeværk. Brugeren er den, der har brugsret over det areal, hvor asken udspredes, dvs. land- eller skovbrugeren.

Deklarering
Producenten skal lave en deklaration for asken. Den skal fortælle:

- hvor asken er produceret, og af hvilke "råvarer"
- behandling og eventuelle begrænsninger for anvendelsen
- analyseresultater - fx indhold af fosfor og tungmetaller

[1] BEK nr 39 af 20/01/2000

- opbevaringsmuligheder.

Producenten skal årligt meddele til amtet hvor stor en askemængde, der er leveret, samt hvor asken er produceret.

Skriftlig aftale
Der skal laves en skriftlig aftale mellem producenten og brugeren, og det er producenten, der er ansvarlig for, at ovennævnte deklaration følger asken og svarer til denne. Producenten skal desuden sende en kopi af aftalen til den kommune, hvor asken skal bruges.

Den skriftlige aftale må højst omhandle den mængde aske, som brugeren lovligt kan anvende på egne arealer.

Opbevaring
Inden asken udspredes, kan den opbevares

1. enten efter en kapitel 5-godkendelse jvf. miljøbeskyttelsesloven
2. eller overdækket på et opbevaringsanlæg, der er opført og drevet efter de regler, der gælder for opbevaring af husdyrgødning
3. eller i en lukket container, bigbag eller lignende

For 2 og 3 gælder, at denne form for opbevaring kun må ske hos brugeren og ikke på f.eks. varmeværket. Asken må ikke opbevares i stakke - kun ganske kortvarigt i forbindelse med udspredning på arealet.

Anvendelse
Asken skal indgå i gødningsplanlægningen hos brugeren. Hvis askemængden udgør mere end 5 tons tørstof pr. år, har brugeren pligt til at indberette visse oplysninger til kommunen.

Skovbrugere skal fremsende oplysninger om udspredt mængde samt et kort med angivelse af udspredningsarealer. Aske, som anvendes på skovarealer, kan doseres som et gennemsnit over 10 år. De første 3 måneder, efter der er spredt aske i en offentlig tilgængelig skov, skal det på skilte frarådes at plukke svampe og bær.

19.5.3 Mængder og grænseværdier

Hvor meget aske, der må spredes på et givet areal, afhænger af, hvor stor et cadmiumindhold, der er i den pågældende aske. De forskellige asketyper deles op i kategorier bestemt af cadmiumindholdet.

Figur 19.3 viser, hvor meget træaske, der må spredes på én hektar for de forskellige kategorier. Til skovarealer må der maksimalt tilføres 7,5 tons tørstof/ha over en 10-årig periode. Det gælder desuden, at der maksimalt må tilføres 7,5 tons tørstof pr. ha pr. omdrift (100 år).

Kategori	Max. Cd-indhold (mg Cd pr kg TS)	Max. udbringnings-mængde
T1	15	0,5 t TS/ha/10 år
T2	8	1,0 t TS/ha/10 år
T3	0,5	7,5 t TS/ha/10 år

Figur 19.3: Bioaskebekendtgørelsen inddeler asken i kategorier efter grænseværdier for cadmium samt tilladte udbringningsmængder. TS = tørstof.

Der er også begrænsninger på den samlede mængde fosfor, der må tilføres jorden. Som et gennemsnit over en treårig periode må der højst tilføres 30 kg pr. ha pr. år. Desuden er der grænseværdier for andre tungmetaller, som det fremgår af figur 19.4.

Tungmetal	Grænseværdi (mg pr. kg TS)
Kviksølv	0,8
Bly[1]	120
Nikkel	30 (60)[2]
Chrom	100

[1] For brug i privat havebrug er grænseværdien for bly 60 mg/kg tørstof og for arsen 25 mg/kg tørstof
[2] Ved indhold mellem 30 og 60 mg/kg tørstof kan asken anvendes som kategori T1

Figur 19.4: Bioaskebekendtgørelsens grænseværdier for andre tungmetaller.

19.6 Referencer

/1/ DS 469, Norm for varmeanlæg med vand som varmebærende medium.
/2/ DS 439, Norm for vandinstallationer.
/3/ DS 452, Norm for termisk isolering af tekniske installationer.
/4/ Bekendtgørelse nr. 581 om bortskaffelse, planlægning og registrering af affald Miljø- og Energiministeriet
/5/ Bekendtgørelse nr. 638 om biomasseaffald. Miljø- og Energiministeriet
/6/ Biobrændselsfyrede centralvarmekedler. Brandteknisk Vejledning 32. 2. udgave. Dansk Brand- og sikringsteknisk Institut. 2001
/7/ Arbejdstilsynets forskrifter for fyrede varmtvandsanlæg. Centralvarmeanlæg med kedler. 42/1980 3. udgave
/8/ Bekendtgørelse nr. 646 af 29/06/2001 vedr. miljøgodkendelse af kedelanlæg
/9/ Luftvejledningen. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 2 2001
/10/ Bekendtgørelse nr 39 af 20/01/2000 – Bioaskebekendtgørelsen. Miljø- og Energiministeriet

20. Referenceanlæg

Det bedste en kunde kan gøre for at sikre sig mod problemer med at kvalitet i anlæg, installation og service er for ringe er at kontakte referenceanlæg.

Adresser på referenceanlæg kan fås ved henvendelse hos producenter eller installatører af træpilleanlæg.

I dette kapitel er givet eksempler på referenceanlæg for større anlæg:

- Den Europæiske teaterhøjskole Rødkilde - blokvarmecentral
- Himmerlands Kursuscenter, Tranum Strand - blokvarmecentral
- Bedsted Fjernvarme – fjernvarmeværk
- Dybvad Varmeværk - fjernvarmeværk

20.1 Den europæiske teaterhøjskole i Rødkilde

Ved Stege Nor på Møn ligger Den europæiske teaterhøjskole - Rødkilde, der siden 1866 har været drevet efter bæredygtige principper.

Installationsår	1996
Kedlens varmeeffekt	350 kW
Årligt træpilleforbrug	160 ton
Substitueret olieforbrug	80.000 liter

Figur 20.1: Nøgletal for anlægget i Rødkilde

Et gennemgående tema for undervisningen har siden 1981 været "Menneskets forhold til naturen", hvilket har været ganske naturligt idet højskolen ligger i særdeles skønne omgivelser.

Figur 20.2: Den europæiske teaterhøjskole i Rødkilde

Højskolen skiftede i september 1996 deres oprindelige oliefyr ud med et varmeforsyningsanlæg baseret på træpiller.

De oprindelige tre oliecentraler brugte tilsammen 80.000 liter gasolie per år. De to mindste af oliefyrene er erstattet af et pillefyr med en kapacitet på 350 kW, svarende til, at der afbrændes godt 70 kg piller i timen. Kedlen er en REKA type HKRS 300.

Figur 20.3: Pillefyret har en kapacitet på 350 kW, svarende til, at der afbrændes godt 70 kg piller i timen

Der er en lagerkapacitet på 40-50 m^3, en udmadningsmekanisme bestående af et hydraulisk skrabegulv og en tværsnegl der leder pillerne til en doseringsbeholder. Herfra ledes pillerne via en skråsnegl til en gastæt cellesluse ned i en stokersnegl, der indfyrer pillerne i kedlen.

Figur 20.4: Brændselslageret er udstyret med et skrabegulv

I forbindelse med konverteringen er der etableret et nyt distributionsnet. Der er lagt fjernvarmeledninger til forbindelse af den tilbageblevne oliecentral, den nye pillefyrscentral og et fælleshus, der ved samme lejlig-

hed blev konverteret fra elvarme til det nye vandbaserede distributionssystem.

Figur 20.5: Pillefyrscentralen der rummer såvel brændselslager som træpillefyr

Driftsmæssigt har udskiftningen af oliefyrene resulteret i en række nye vedligeholdelsesopgaver. Den generelle pasning og vedligeholdelse af kedlen begrænser sig til en enkelt gang om måneden, hvor kedlen skal renses; det bruger pedellen en arbejdsdag på. Derudover holdes der opsyn med anlægget, hvilket tidsmæssigt udgør ca. ½ time per dag.

Udover vedligeholdelsen af kedlen skal der tømmes aske fra cyklonen og fra bunden af kedlen. Forbruget på højskolen er ca. et vognlæs piller på 25 tons, der leveres hver anden til tredje måned af Spanvall. Afbrændingen af 25 tons piller resulterer i en halv trillebør aske fra cyklonen og godt to trillebøre aske fra bunden af kedlen.

Konverteringen har medført, at højskolen har reduceret CO_2-emissionerne med godt 150 ton, samtidigt med, at brændselsudgifterne er reduceret ca. 50 procent.

20.2 Himmerlands Kursuscenter, Tranum Strand

Himmerlands Kursuscenter, Tranum Strand ligger i den lille by Tranum i Himmerland. Kursuscenteret er privat ejet og har en bygning på 3.500 m^2. Der er plads til 135 gæster i 40 værelser, og folk kommer der i forbindelse med både konferencer og på ferie.

Installationsår	2001
Kedlens varmeeffekt	150 kW
Årligt træpilleforbrug	112 ton
Substitueret olieforbrug	53.000 liter

Tabel 20.6: Nøgletal for anlægget i Tranum Strand

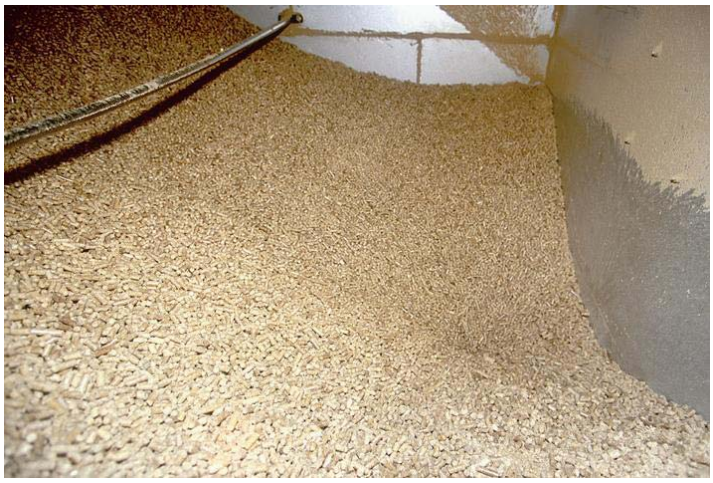
Mange af gæsterne er fra Tyskland – tyskere som formodes at gøre sig miljømæssige overvejelser, når de vælger kursuscenter. Det er en af grundene til, at man har valgt et biomassebaseret varmesystem. Den grønne opvarmning er en del af profileringen overfor kunderne.

Figur 20.7: På Himmerlands Kursuscenter er der etableret et nyt træpillefyr – uden investeringsudgifter

I september 2001 blev et 150 kW TwinHeat træpilleanlæg installeret på kursuscenteret. Den eksisterende oliekedel bruges nu til backup. Træpilleanlægget blev placeret i det eksisterende kedelrum, og brændselslageret lige uden for bygningen. Anlægget leverer varmt vand til rumopvarmning og varmt brugsvand til hele bygningen. I 1998 installerede man en ny og meget effektiv oliekedel, men på grund af ønsket om en grøn profil bliver denne kedel nu kun anvendt til backup.

Figur 20.8: Det nye anlæg til træpiller er næsten lige så nemt at passe som oliefyret

Varmebehovet på kursuscenteret er på et normalår 542.000 kWh og det nye træpilleanlæg substituerer et årligt olieforbrug på 53.000 liter. Det estimerede træpilleforbrug er 112 tons per år.



Figur 20.9: 112 tons træpiller erstatter 53.000 liter fyringsolie

Projektet er organiseret lidt usædvanligt. VE Gruppen, en privat virksomhed, har investeret i træpilleanlægget, men drift og vedligehold forestås af den lokale varmemester. Forretningskonceptet går ud på, at VE Gruppen finansierer og installerer træpillefyrede kedelanlæg, som så bliver taget ned eller solgt efter kontraktens udløb. VE Gruppens kerneforretning er salg af træpiller, og den store interesse i at sælge biomassebaseret varme er at skabe kunder til træpillesalget.

Kursuscentret er glade for arrangementet, hvor VE Gruppen investerer i anlægget og stiller ekspertise til rådighed i forbindelse med drift og vedligehold. Det har reduceret risikoen ved at konvertere til træpilleopvarmning. På den måde kan kursuscenteret få noget praktisk erfaring

og se om økonomien er tilfredsstillende, før de forpligter sig til på et senere tidspunkt at investere i træpilleanlægget. Varmemesteren synes ikke, at det nye anlæg giver meget mere arbejde end oliekedlen gjorde. Driften er meget stabil, og han skal bare tømme aske ud en gang om ugen.

Figur 20.10: En gang om ugen skal kedlen tømmes for aske

Til gengæld for installeringen af træpilleanlægget skal kursuscenteret gennem en periode på 7 år betale VE Gruppen for den leverede varme i henhold til det målte forbrug. Varmen produceres på træpiller fra VE Gruppen. VE Gruppen tilbyder normalt en varmepris, der består af et fast månedligt beløb og en enhedspris per kWh. I dette tilfælde betaler Tranum Strand dog kun en enhedspris på 0,41 kr/kWh, hvilket giver en årlig varmeudgift på 223.500 kr. Ifølge VE Gruppen bliver det en reduktion af udgifterne på 6%. Kursuscenteret forventer dog en reduktion på helt op til 15%.

20.3 Bedsted Fjernvarme

Bedsted Fjernvarmeværk ligger i Thy 25 km syd for Thisted og har 405 forbrugere. I fyringssæsonen 2001/2002 var værkets varmesalg 7.876 MWh.

Installationsår	1984
Kedlens varmeeffekt	2,5 MW
Årligt træpilleforbrug	2.500 ton
Antal forbrugere	405

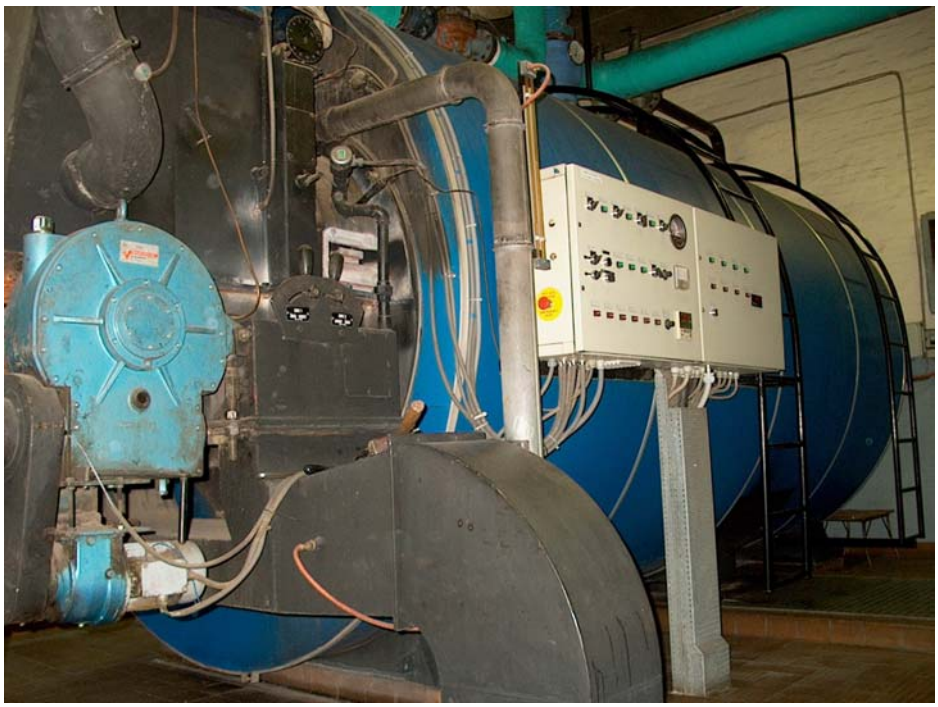
Figur 20.12: Nøgletal for fjernvarmeværket i Bedsted

Værket har en meget typisk historie for et dansk, træpillefyret værk. I 1963 blev værket idriftsat med olie som brændsel med 142 forbrugere tilsluttet. Efter den anden oliekrise i 1979 vælger værket for at nedsætte varmeprisen at etablere en kulkedel, der dog først etableres og idriftsættes i 1984. I 1989 køres de første forsøg med anvendelse af træpiller i kulkedlen.

Figur 20.13: Træpillerne aflæsses under kontrollerede støvfri forhold med lamelsluse i porten. Foto: Bedsted Fjernvarme

Værket drives uden nævneværdige problemer, og værket har en sund økonomi med en varmepris for forbrugerne, som ligger i den billige ende af skalaen. Bedsted Fjernvarme er gået foran i anvendelsen af Internettet, idet værket har etableret en hjemmeside, hvor forbrugerne kan holde sig orienteret om nyheder, priser og gode råd.

Kedlen har en effekt på 2,5 MW og er baseret på kæderist-princippet. Som backup anvendes oliekedler.



Figur 20.14: Det gamle kulfyr, som nu anvendes til træpillefyring. Foto: Bedsted Fjernvarme

Værket anvender på årsbasis ca. 2.500 tons træpiller, og der anvendes almindeligvis træpiller af god kvalitet fra danske møbelfabrikker. I perioder er der blevet forsøgt indkøb af piller fra andre leverandører, men brændslet har ofte været af ringe kvalitet. Specielt har man været uheldig med en leverance fra Polen. Derfor lægger værket i dag vægt på at købe piller af god kvalitet, så man undgår driftsstop og deraf følgende dyr varmeproduktion på oliekedlerne.

Figur 20.15: Et vogntog med ca. 30 tons piller læsses af på risten i det indendørs lager. Foto: Bedsted Fjernvarme

Træpillerne ankommer med lastbil til det indendørs lager, som typisk rummer omtrent 50 tons brændsel, men der kan dog læsses op til 100

tons i perioder. Om vinteren forsynes værket med piller 3 gange om ugen, mens der i sommerperioden kun leveres piller 2-3 gange om måneden.

Figur 20.16: Transportbånd i kælderen til pilletransport. Foto: Bedsted Fjernvarme

Fra lageret falder træpillerne gennem en rist og ned i kælderen, hvor de med et båndtransportsystem transporteres til fyrets forbeholder. Fra fyrets forbeholder sker der automatisk dosering af brændsel til kedlen. Fra forbeholderen falder træpillerne ned på kæderisten, hvor de udbrænder.

Figur 20.17: Aske og slagge ledes til container, der tømmes på kontrolleret losseplads efter behov. Foto: Bedsted Fjernvarme

Hovedparten af asken falder automatisk fra risten gennem en skakt til en beholder med vand. I 1999 blev der monteret en cyklon til røgrensning, og flyveasken udskilles i cyklonen og ledes gennem en kanal til den nævnte beholder, hvor den blandes med bundasken. Den våde aske transporteres herfra til container med redler. Ifølge varmemesteren på anlægget produceres der 3-4 containerlæs aske hvert år, svarende til ca. 25 tons aske pr. år.

20.4 Dybvad Varmeværk

I Dybvad i Nordjylland opførte man i 1995 en ny kedel på fjernvarmeværket, som i dag har 310 forbrugere. Kedlen er en 2,5 MW kedel fra Weiss, og den blev oprindelig indkøbt til fyring med træflis.

Installationsår	1995
Kedlens varmeeffekt	2,5 MW
Årligt træpilleforbrug	1.900 ton
Antal forbrugere	310

Figur 20.18: Nøgletal for fjernvarmeværket i Dybvad

Et par gange om ugen bliver værket forsynet med træpiller, som leveres til lageret, der kan indeholde et par hundrede tons. Værket anvender på årsbasis ca. 1.900 tons træpiller. Træpillerne leveres i dag alene fra to leverandører, en vinduesfabrik og en møbelfabrik. De to leverandører producerer begge en større mængde træaffald ved deres industriproduktion. Træaffaldet anvender de selv til pilleproduktion og sælger det videre til Dybvad Varmeværk.

Figur 20.19: Fjernvarmeværket i Dybvad. Foto: Danske Fjernvarmeværkers Forening

Da kedlen blev leveret var den alene forsynet med et indfyringssystem, som er baseret på hydraulisk indskubning af træflis. Fra en tragt falder flisen ned i en vandret kasse, hvorfra hydrauliske indskubbere presser flisen ud på risten. Fjernvarmeværket har efterfølgende selv sørget for at udvide indfyringssystemet med en stokersnegl. Dermed kan man ved mindre justeringer skifte mellem indfyring ved indskubning og med stokersnegl. Indtil nu har man anvendt stokersneglen i sommermåne-

derne, men har anvendt indskubningssystemet om vinteren for at kunne håndtere den større belastning.

Fordelen ved indfyring med stokersneglen er, at brændselsindfødningen og dermed forbrændingen bedre kan styres. Forbrændingen sker på en skubberist med bevægelige risteelementer, og fyrrummet er udmuret, så det kan håndtere våde brændsler.

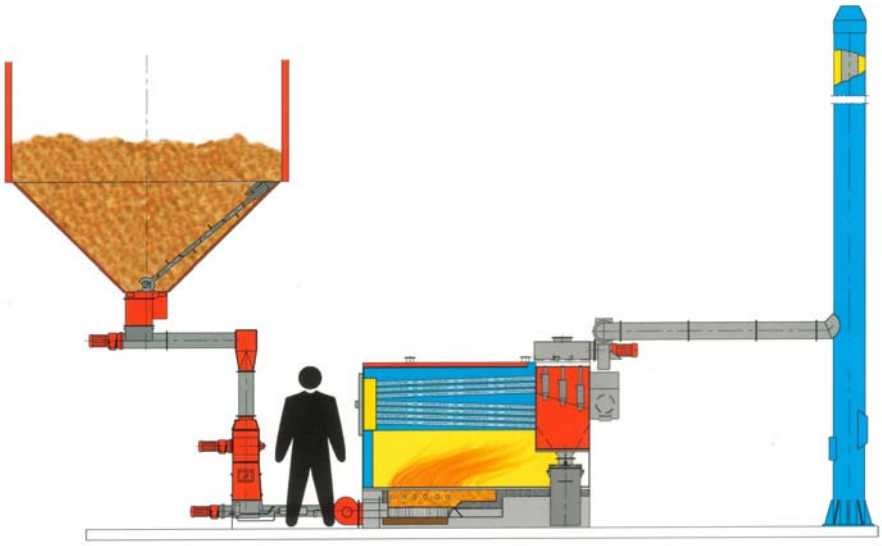


Figure 20.20: Principskitse af træpillefyret anlæg for kedelstørrelser fra 0,2-0,45 MW

I modsætning til ældre træpillefyrede fjernvarmeanlæg, som typisk er gamle kulkedler, er anlægget i Dybvad brændselsfleksibelt. Der kan således relativt enkelt skiftes mellem at anvende træpiller til at anvende flis eller andre brændsler af en lavere kvalitet.

Anlægget er forsynet med en multicyklon til rensning af røggassen. Bundasken transporteres fra risten til et vandbad, hvor den blandes med cyklonasken. Den samlede askemængde opsamles i en container og køres til deponi. På årsbasis produceres en samlet askemængde på 12-15 tons.

21. Vejviser til leverandører af træpiller

I listerne over leverandører af træpiller kan du finde den leverandør, der er nærmest dig. Lister er sorteret efter postnummer og er opdelt i følgende regioner:

- JyllandNord
- Jylland Midt
- Jylland Syd
- Fyn
- Sjælland
- Sydsjælland, øerne og Bornholm

Følgende annoncører har bidraget til sponsering af håndbogen.

DLG Trading
Vesterbrogade 4A, Axelborg
1503 København V
Tlf.: 33 69 87 00
www.dlg.dk

EcoNordic A/S
Islandsvej 8
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 13 24 00
www.econordic.dk

Lerche-Henrichsen & Møller
Jeppe Jensensgade 42
7100 Vejle
Tlf.: 7582 9277
www.lhm.dk

Jylland Nord

Statoil A/S
Borg. Christiansens Gade 50
900 København C
Tlf.: 70 135 135

Energihuset - A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000

Hydro Texaco
Strandvejen 70
2900 Hellerup
Tlf.: 39 47 81 00

Dansk Trætransport A/S
Vejlevej 7, Hjøllund
7362 Hampen
Tlf.: 87 98 33 22

EcoNordic A/S
Islandsvej 8
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 13 24 00

Hillerslev Grovvareforening
Ballerumvej 222
7700 Thisted
Tlf.: 97 98 13 55

KFK Thorsted
Hjardalsvej 13, Thorsted
7700 Thisted
Tlf.: 97 97 12 77

DLG Limfjord
Møgelvej 3
7752 Snedsted
Tlf.: 97 93 16 66

Hp briketter Thy -
Mors afd. Sønderhå
7752 Snedsted
Tlf.: 97 93 91 29

Trennerupgaard Biobrændsel
Oddesundvej 224, Villerslev
7755 Bedsted Thy
Tlf.: 97 94 62 04

Brændegaarden
Klostermøllevej 67
7770 Vestervig
Tlf.: 97 94 19 19

Bodilsen Trading A/S
Dorupvej 64,
7870 Glyngøre
Tlf.: 9676 4191

Ny Rybjerggård
Rybjergvej 55
7870 Roslev
Tlf.: 97 57 12 12

VE-gruppen
Holgersgade 1
7900 Nyk. M
Tlf.: 96 70 30 10

Bjerregaard Biobrændsel
Næssundvej 134
7980 Vils
Tlf.: 9776 7186

Energi Danmark NRGI Biobrændsel
Grenåvej 55
8200 Århus N
Tlf.: 87 39 04 04

OK a.m.b.a.
Åhave Parkvej 11
8260 Viby J
Tlf.: 89322211

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394722

DLG Viborg-Bjerringbro
Fædalhøjvej 8-10
8800 Viborg
Tlf.: 87 25 87 25

Grundvad Mølle
Vejlevej 90
8800 Viborg
Tlf.: 87 26 40 00

Hedeselskabet
Klostermarken 12
Postboks 110
8800 Viborg
Tlf.: 87 28 10 00

Miljøfoder I/S
Farvergade 23 B
8800 Viborg
Tlf.: 87 25 44 50

Knud Ring
Løgstørvej 14
8832 Skals
Tlf.: 86 69 60 55

Danpill
Korreborgvej 21
8850 Bjerringbro
Tlf.: 86 68 51 21

Teremo-Pol
Anexvej 1, Valsted
9240 Nibe
Tlf.: 98 35 54 11

Flauenskjold Korn
Ålborgvej 592
9330 Dronninglund
Tlf.: 98 86 10 22

DLG Vendsyssel
Mølhavevej 7-9
9440 Aabybro
Tlf.: 99 96 22 22

Rostrup Mølle
Rostrup Byvej 13
9510 Arden
Tlf.: 98 56 62 11

DLG Himmerland
Hjedsbækvej 69, Sørup
9530 Støvring
Tlf.: 99 86 33 33

Sol & Træ
Nihøjevej 38
9530 Støvring
Tlf.: 96 30 64 23

KFK Bælum
Østre Skovvej 14
9574 Bælum
Tlf.: 98 39 69 10

Sørensen Transport & Handel
Skørpingvej 44, Siem
9575 Terndrup
Tlf.: 98 33 53 30

Dangrønt
Birkevej 58, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 62 24 66

DLG Vesthimmerland
Vestvej 2
9600 Aars
Tlf.: 98 62 15 22

KFK Nørager
Grynderupvejen 3
9610 Nørager
Tlf.: 98 56 95 10

Vester Hornum Smede- og VVS Forretning
Risevej 1
9640 Farsø
Tlf.: 98 66 30 68

Midtfjords Bioenergi
Bejstrupvej 260
9690 Fjerritslev
Tlf.: 98 22 10 24

KFK Brønderslev
Østergade 94-102
9700 Brønderslev
Tlf.: 98 83 80 10

Nordjysk Biobrændsel
Gjerndrupvej 36
Øster Brønderslev
9700 Brønderslev
Tlf.: 9881 1554

Nordjysk-Bioenergi
Kvædevej 11, Serritslev
9700 Brønderslev
Tlf.: 98 83 77 01

Nordjysk Andel
Borupvej 29
9760 Vrå
Tlf.: 96 67 02 00

KFK Hjørring
Johs. E. Rasmussens Vej 1
9800 Hjørring
Tlf.: 98 91 11 00

Harald Thomsen A/S
Bredgade 92
9830 Taars
Tlf.: 98 96 14 55

RW Energi
Nørrebro 1
9881 Bindslev
Tlf.: 98 93 81 10

Rode & Rode
Stenhøjvej 336
9900 Frederikshavn
Tlf.: 9847 5155

Læssø Tømmerhandel A/S
Vesterø Havnegade 8
9940 Læsø
Tlf.: 98 49 90 03

KFK Nordjylland
Tlf.: 98 98 12 00

Jylland Midt

Statoil A/S
Borg. Christiansens Gade 50
900 København C
Tlf.: 70 135 135

Energihuset - A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000

Hydro Texaco
Strandvejen 70
2900 Hellerup
Tlf.: 39 47 81 00

KFK Nr. Nebel
Borkvej 63
6830 Nørre Nebel
Tlf.: 75 25 44 10

Ølgod Biobrændsel
Hovvej 3, Hjedding
6870 Ølgod
Tlf.: 75 24 12 20

DLG Vest
Strellevvej 16, Lyne
Postbox 50
6880 Tarm
Tlf.: 96 48 38 38

Skjern Å Andel
Storegade 36, Borris
6900 Skjern
Tlf.: 97 36 64 44

KFK Herborg
Møllevej 14, Herborg
6920 Videbæk
Tlf.: 96 94 08 10

KFK Ringkøbing
Vesterkær 16
6950 Ringkøbing
Tlf.: 97 34 39 10

Ringkøbingegnens Andels Grovvareforening
Hovervej 17-19
P.O. Box 80, Hee
6950 Ringkøbing
Tlf.: 97 33 50 11

DLG Midtvest
Spjaldgårdvej 3
6971 Spjald
Tlf.: 96 94 49 49

Dansk Trætransport A/S
Vejlevej 7, Hjøllund
7362 Hampen
Tlf.: 87 98 33 22

KFK Herning
Mads Eg Damgaards Vej 62
7400 Herning
Tlf.: 97 26 75 10

Miljøfoder I/S
Nygade 95 C
7430 Ikast
Tlf.: 97 15 50 55

Grønhøj Mølle
Mønstedvej 13, Grønhøj
7470 Karup
Tlf.: 86 66 12 44

EcoNordic A/S
Islandsvej 8
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 13 24 00

DLG Holstebro
Mads Bjerresvej 2
7500 Holstebro
Tlf.: 97 42 31 66

Elite Møllen
Struervej 126
7500 Holstebro
Tlf.: 97 42 01 52

Hegn og Grovvare
Viborgvej 227, Skave
7500 Holstebro
Tlf.: 97 46 81 22

DLG Nordvest
Nørgårdsvej 1
7570 Vemb
Tlf.: 97 48 13 00

KB Træ
Sønderskovvej 7
7650 Bøvlingbjerg
Tlf.: 97 88 56 74

Vestjysk Pejseservice Aps.
Grønsmøllevej 7
7660 Bækmarksbro
Tlf.: 21 29 84 83

Nordvest Foder
Håndværkervej 1, Hvidbjerg
7790 Thyholm
Tlf.: 97 87 24 00

DLG Skive
Havnevej 47, Postbox 40
7800 Havnen
Tlf.: 97 52 44 33

Landbrugets Internet Handel A/S
Ballingvej 62B, Hem
7800 Skive
Tlf.: 9753 1777

Energi Danmark NRGI Biobrændsel
Grenåvej 55
8200 Århus N
Tlf.: 87 39 04 04

BrændselXperten
Lyngbygaardsvej 50
8220 Brabrand
Tlf.: 8747 0707

OK a.m.b.a.
Åhave Parkvej 11
8260 Viby J
Tlf.: 89322211

KFK Odder
Højmarksvej 1
8300 Odder
Tlf.: 86 55 28 10

DLG Samsø
Kåsen 57, Kolby Kås
8305 Samsø
Tlf.: 86 59 15 99

KFK Samsø
Åvej 10, Ballen
8305 Samsø
Tlf.: 86 59 15 11

Aarhusegnens Andel
Silkeborgvej 21-27
8464 Galten
Tlf.: 86 94 30 11

LH Foder
Skjoldhøjvej 38, Lading
8471 Sabro
Tlf.: 86 94 92 77

Djurs Energicenter
Industrivej 19
8500 Ryomgård
Tlf.: 86 39 41 22

Pindstrup Bioenergi
Randersvej 29, Pindstrup
8544 Mørke
Tlf.: 8637 7811

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394722

Djurs EnergiCenter
Industrivej 19
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394122

KFK Lyngby
Obdrupvej 33, Lyngby
8570 Trustrup
Tlf.: 86 30 95 10

DLG Djursland
Laenvej 34, Postbox 10
8585 Glæsborg
Tlf.: 86 38 72 88

Dansk Briket & Spåner
Skivevej 41, Thorning
8620 Kjellerup
Tlf.: 8688 9800

KFK Kjellerup
Parallelvej 8
8620 Kjellerup
Tlf.: 86 88 68 10

Hj Trading
Emborgvej 32
8660 Skanderborg
Tlf.: 86 89 87 73

Sdr. Vissing Landhandel ApS
Gudenåvej 36
8740 Brædstrup
Tlf.: 75 75 46 40

LH Foder / Gudenå
Terp Skovvej 7, Terp
8860 Ulstrup
Tlf.: 86 46 46 99

DLG Randers/Midtjylland
Toldbodgade 6A, Havnen
8900 Randers
Tlf.: 89 13 01 00

Randers Kul Kompagni
Kulhomsvej 7
8900 Randers
Tlf.: 8643 0700

Abildgaard Brændsel
Torndalsvej 1
9500 Hobro
Tlf.: 98 52 48 97

Skelund Skoventreprise
Nørkærvej 37, Skelund
9560 Hadsund
Tlf.: 98 58 56 96

Dangrønt
Birkevej 58, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 62 24 66

KFK Midtjylland
Tlf.: 70 42 43 43

Jylland Syd

Statoil A/S
Borg. Christiansens Gade 50
900 København C
Tlf.: 70 135 135

Energihuset - A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000

Hydro Texaco
Strandvejen 70
2900 Hellerup
Tlf.: 39 47 81 00

Hjaltelin Agro
Caspar Myllresgade 32
6000 Kolding
Tlf.: 7552 1655

Kolding Omegns Foderstof & Gødningsforening
Havnen Syd
6000 Kolding
Tlf.: 76 34 38 00

HS Stokerbrændsel
Seggelundsvej 99
6070 Christiansfeld
Tlf.:

SAG
Hansborggade 16
6100 Haderslev
Tlf.: 73 53 13 00

Sydjysk Stoker
Branderupvej 4
6240 Løgumkloster
Tlf.: 74 74 59 12

KFK Bredebro
Abterpvej 15
6261 Bredebro
Tlf.: 74 71 67 10

Hans Sønniksen A/S
Møllevej 41
6270 Tønder
Tlf.: 74 73 83 33

KFK Mommark
Mommarkvej 399, Mommark
6470 Sydals
Tlf.: 74 40 55 10

Moldau Import
Fabriksvej 8
6500 Vojens
Tlf.: 7454 2828

KFK Toftlund
Thurøvej 6
6520 Toftlund
Tlf.: 74 51 40 10

Næsskov Træpiller
Rangstrupvej 30, Rangstrup
6534 Agerskov
Tlf.: 74 51 92 53

KFK Sommersted
Ingeniørvej 1
6560 Sommersted
Tlf.: 74 50 61 10

Agroland A/S
Pantoevej 10
6580 Vamdrup
Tlf.: 76 92 29 00

FlexWood I/S
Læborgvej 15
6600 Vejen
Tlf.: 75368687

Spanvall A/S
Gestenvej 40
6600 Vejen
Tlf.: 75 36 53 74

Vejen Træindustri
Søndergade 111
6600 Vejen
Tlf.:

Rødding Biobrændsel
Galgetoften 69
6630 Rødding
Tlf.: 75 80 33 33

DLG Syd
Ladelundvej 32
6650 Brørup
Tlf.: 76 60 08 00

KFK Sejstrup
Puggårdsvej 4, Sejstrup
6740 Bramming
Tlf.: 76 56 80 10

Sydvestjysk Andel
Hedemarksvej
6740 Bramming
Tlf.: 75 17 34 22

Vejrup Andels Grovvareforening
6740 Bramming
Tlf.: 75 19 00 54

Næsbjerg Foderstofforening
Knoldeflodvej 99
6800 Varde
Tlf.: 75 26 71 66

B2B Agro
Dannevirkevej 6, 1
7000 Fredericia
Tlf.: 70 20 00 35

Den lokale andel
Centerhavnsvej 13
7000 Fredericia
Tlf.: 79 21 21 21

Købmand Thomassen
Tiufkjær
7000 Fredericia
Tlf.: 75 86 05 11

LHM, Lerche-Henrichsen & Møller
Jeppe Jensensgade 42
7100 Vejle
Tlf.: 7582 9277

Lokal Brugsen
Jennumvej 163, Jennum
7100 Vejle
Tlf.: 75 88 14 16

Vonge Mølle
Tinnetvej 1
7173 Vonge
Tlf.: 75 80 33 33

Grønbjerg Mølle
Hovedgaden 25, Grønbjerg
7323 Give
Tlf.: 75 34 40 14

Dansk Trætransport A/S
Vejlevej 7, Hjøllund
7362 Hampen
Tlf.: 87 98 33 22

Energi Danmark NRGI Biobrændsel
Grenåvej 55
8200 Århus N
Tlf.: 87 39 04 04

OK a.m.b.a.
Åhave Parkvej 11
8260 Viby J
Tlf.: 89322211

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394722

Flex Heat
Bisholt Møllevej 5, Glud
8700 Horsens
Tlf.: 7568 2610

Guldager Energi A/S
Frederiksberggade 25
8700 Horsens
Tlf.: 7562 2266

Guldager Energi A/S
Grønlandvej 28 D
8700 Horsens
Tlf.: 75 62 22 66

DLG Østjylland
Blæsbjergvej 46
8722 Hedensted
Tlf.: 76 75 22 22

KFK Baastrup
Baastrupvej 26 & 29A
8722 Baastrup
Tlf.: 75 89 97 10

S P Foder og Energi I/S
Birkholmvej 2
8752 Østbirk
Tlf.: 76 69 00 10

Dangrønt
Birkevej 58, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 62 24 66

KFK Sydjylland
Tlf.: 70 42 43 43

Fyn

Statoil A/S
Borg. Christiansens Gade 50
900 København C
Tlf.: 70 135 135

Energihuset - A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000

Hydro Texaco
Strandvejen 70
2900 Hellerup
Tlf.: 39 47 81 00

FAF
Gl. Havnekaj 25
5100 Odense C
Tlf.: 63 14 63 14

Uggerslev Mølle
Petersmindevej 12, Uggerslev
5450 Otterup
Tlf.: 64 85 13 45

HGO Harndrup
Åløkkevej 3
5463 Harndrup
Tlf.: 7023 2383

Foderstofforeningen SAB
Bredgade 22
5485 Skamby
Tlf.: 63 85 22 00

Interforst K/S
Blåkildevej 8, Stubberup
5610 Assens
Tlf.: 64 79 10 75

Maritim Landhandel
Barløsevej 18
5610 Assens
Tlf.: 64 79 16 82

KFK Frankfri
Hellevad 16, Frankfri
5690 Tommerup
Tlf.: 64 75 22 30

Rynkeby Mølle I/S
Rynkeby Mølle vej 1
5750 Ringe
Tlf.: 62 62 20 42

Tarup Mølle
Møllevej 26, Tarup
5792 Årslev
Tlf.: 65 97 20 30

Rosager ApS
Gudmevej 14
5874 Hesselager
Tlf.:

Højlund Mølle
Ørbækvej 68
5892 Gudbjerg Sydfyn
Tlf.: 62251136

L.P. Weidemann A/S
P.E. Løkkevej 1
5900 Rudkøbing
Tlf.: 62 51 36 20

Bregninge Mølle
Vester Bregninge 40
5970 Ærøskøbing
Tlf.: 62 58 13 06

Fyns Andels foderstof forretning - FAF
St. Rise Landevej 22
5970 Ærøskøbing
Tlf.: 6252 1080

Ærø Kul- og Olie
Ærøskøbing Havn 21
5970 Ærøskøbing
Tlf.: 6252 1185

Dansk Trætransport A/S
Vejlevej 7, Hjøllund
7362 Hampen
Tlf.: 87 98 33 22

Energi Danmark NRGI Biobrændsel
Grenåvej 55
8200 Århus N
Tlf.: 87 39 04 04

OK a.m.b.a.
Åhave Parkvej 11
8260 Viby J
Tlf.: 89322211

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394722

Dangrønt
Birkevej 58, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 62 24 66

KFK Fyn
Tlf.: 66 12 17 85

Sjælland

Statoil A/S
Borg. Christiansens Gade 50
900 København C
Tlf.: 70 135 135

DLG Trading
Vesterbrogade 4A, Axelborg
1503 København V
Tlf.: 33 69 87 00

JOPA A/S
Nordholmen 13
2650 Hvidovre
Tlf.: 36 77 55 60

Nordstrøm Handel
Gl. Køge Landevej 63
2680 Solrød Strand
Tlf.: 56 14 01 54

EcoNordic A/S
Islandsvej 8
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 13 24 00

Energihuset - A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000

Hydro Texaco
Strandvejen 70
2900 Hellerup
Tlf.: 39 47 81 00

Dantræ
Gribskovvej 7, Kagerup
3200 Helsinge
Tlf.: 48 79 13 66

NAG Isenkram Amba
Vestergade 12
3200 Helsinge
Tlf.: 48 79 55 23

Tåstrup Brændesalg
Hvedstrupvej 16, Herringløse
3670 Veksø
Tlf.: 4920 2208

MLK Roskilde
Teglværksvej 25
4000 Roskilde
Tlf.: 70 22 70 90

HC Handelscenter, Venslev
HC Vej 8
Postbox 10 Venslev
4050 Skibby
Tlf.:

Biobrændsel Sjælland
Allindelillevej 11
4100 Ringsted
Tlf.: 57 60 00 03

DLG Sjælland Nord
Thorsvej 21, Postbox 266
4100 Ringsted
Tlf.: 57 68 01 01

KFK Ringsted
Jættevej 11
4100 Ringsted
Tlf.: 57 60 11 10

Lars Meldgaard
Allindelillevej 11
4100 Ringsted
Tlf.: 57 60 00 03

Gørslev Skovindustri A/S
Ørnekildevej 7, Ørslevvester
4173 Fjenneslev
Tlf.: 57 80 82 81

Lundemøllen
Fuglebjerglundvej 7
4250 Fuglebjerg
Tlf.: 55461344

Sydvestsjællands Andels Grovvareforening
Lodsvej 10
4261 Dalmose
Tlf.: 58 18 81 88

Flemming Boman Trading
Labæk 2, 3.tv
4300 Holbæk
Tlf.: 5943 0178

Bioren A/S
Vognserup 6
4420 Regstrup
Tlf.: 5926 4605

Spanvall A/S
Tissøvej 39-41
4490 Jerslev Sjælland
Tlf.: 5825 0033

Vallekilde-Hørve Andels Grovvareforretning
Hovvej 8
4534 Hørve
Tlf.: 59 65 61 68

Bionova Energi ApS
Mejerivej
4560 Vig
Tlf.: 59 31 72 00

C.M.I ApS
Søndre vænge 19
4560 Vig
Tlf.: 59317200

Brændselsgården
Svenstrupgårdsvej 1
4572 Nr. Asmindrup
Tlf.: 59-312-312

J.O. Trading
Ørsted Bygade 5
4622 Havdrup
Tlf.: 4618 0001

Dansk Trætransport A/S
Vejlevej 7, Hjøllund
7362 Hampen
Tlf.: 87 98 33 22

Energi Danmark NRGI Biobrændsel
Grenåvej 55
8200 Århus N
Tlf.: 87 39 04 04

OK a.m.b.a.
Åhave Parkvej 11
8260 Viby J
Tlf.: 89322211

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394722

Dangrønt
Birkevej 58, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 62 24 66

Sydsjælland, Øerne og Bornholm

Statoil A/S
Borg. Christiansens Gade 50
900 København C
Tlf.: 70 135 135

EcoNordic A/S
Islandsvej 8
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 13 24 00

Energihuset - A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000

Hydro Texaco
Strandvejen 70
2900 Hellerup
Tlf.: 39 47 81 00

Bornhoms Andels Foderstofforretning
Nellikegade 2
3700 Rønne
Tlf.: 56 95 02 05

HP Briketter - Damgaard Biobrændsel
Havrehøjvej 10
3751 Østermarie
Tlf.: 5647 0757

Vemmetofte Grønt
Vemmetoftevej 11
4640 Fakse
Tlf.: 5371 0186

Østsjællands Andel
Køgevej 55, P.O. Box 64
4653 Karise
Tlf.: 56 78 90 00

KFK Bårse
Korndrevet 4, Bårse
4720 Præstø
Tlf.: 55 98 05 10

DLG Sydsjælland-Møn
Sydhavnsvej 6
4760 Vordingborg
Tlf.: 55 35 01 00

AB Service
Ankervej 20
4800 Nykøbing F.
Tlf.: 5413 2019

KFK Nykøbing F
Femøgade 4, Havnen
4800 Nykøbing F
Tlf.: 54 82 39 10

Statoil Energi
Askøgade 2
4800 Nykøbing F.
Tlf.: 54853488

Loka Biobrændsel
Algestrupvej 1, Maglebrænde
4850 Stubbekøbing
Tlf.: 5444 2424

Østsjællands Andel Amba
Skørringevej 2 B
4850 Stubbekøbing
Tlf.: 54 43 80 11

Kappegårdens Miljøbrændsel I/S
Eskilstrup Vestergade 77
4863 Eskilstrup
Tlf.: 4045 6388

Skotte Per Østergreen
Rosmarksvej 14
4900 Nakskov
Tlf.: 5494 8323

DLG/Qvade Lolland-Falster
Torvet 3
4930 Maribo
Tlf.: 54 78 11 11

Østsjællands Andel Amba
Havnepladsen 5
4941 Bandholm
Tlf.: 54 78 74 70

Miljø Varme
Keldernæs Hovvej 4
4952 Stokkemarke
Tlf.: 54 71 14 13

Østsjællands Andel Amba
Øster Skovbyvej 16
4983 Dannemare
Tlf.: 54 94 45 61

Hedeselskabet
Kogangen 13
4990 Sakskøbing
Tlf.: 5470 6998

LOKA Biobrændsel
Lille Slemmingevej 33
4990 Sakskøbing
Tlf.: 54 77 71 72

Østsjællands Andel Amba
Nørregårdsvej 28
4990 Sakskøbing
Tlf.: 54 77 91 11

Dansk Trætransport A/S
Vejlevej 7, Hjøllund
7362 Hampen
Tlf.: 87 98 33 22

Energi Danmark NRGI Biobrændsel
Grenåvej 55
8200 Århus N
Tlf.: 87 39 04 04

OK a.m.b.a.
Åhave Parkvej 11
8260 Viby J
Tlf.: 89322211

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86394722

Dangrønt
Birkevej 58, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 62 24 66

KFK Storstrømmen
Tlf.: 54 85 27 22

22. Vejviser til leverandører af træpille- og briketteringsanlæg

C.F. Nielsens Maskinfabrik a/s
Solbjergvej 19
9574 Bælum
Tlf.: 98337400
Hovedprodukter: CFN og SHB briketteringsanlæg, Anlæg til knusning og presning

Champion Danmark A/S
Norgesvej 3A
6101 Haderslev
Tlf.: 74527477
Hovedprodukter: Swiss-Combi tørrings- og pelleteringsanlæg, Warren & Berg cubepresser

Geert Olesens Maskinfabrik Aps
Norgesvej 3A
6100 Haderslev
Tlf.: 74532969
Hovedprodukter: Kahl fladmatricepresser, Holzmag briketpressser, Bogma briketpresser

H.F. Lund
Bøgvadvej 110
7183 Randbøl
Tlf.: 75885411
Hovedprodukter: Kahl fladmatricepresser

H.H. Maskiner
Storhaven 7
7100 Vejle
Tlf.: 76400200
Hovedprodukter: Münch Edelstahl Gmbh

Interpart A/S
Skærbækmøllevej 22
5500 Middelfart
Tlf.: 64418393
Hovedprodukter: CPM-pillepresser, BP briketpresser

Maskinfabrikken ACTA A/S
Industrivej 9
5260 Odense S
Tlf.: 66150400
Hovedprodukter: ACTA neddelere og knusere, CFN briketpresser, Warren &Berg cubepresser

Sprout-Matador
Glentevej 5 – 7
6705 Esbjerg Ø
Tlf.: 72160300
Hovedprodukter: Sprout – Matador pelleteringsanlæg

23. Vejviser til stoker og kedelleverandører

Listen over leverandører af løse stokere og kedler til træpiller er sorteret alfabetisk.

Følgende annoncører har bidraget til sponsering af håndbogen.

BAXI A/S
Smedevej
6880 Tarm
Tlf.: 97371511
www.baxi.dk

Twin Heat
Nørrevangen 7
9631 Gedsted
Tlf.: 98645222
www.twinheat.dk

Løse stokere

CN Maskinfabrik
Skovløkkevej 4, Tiset
6510 Gram
Tlf.: 74821919
Ydelser, kW: 5,8-46

Dan Trim Energi og El Aps
Bødkervej 2
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97133400
Ydelser, kW: 6,1-55

Danvarme Ventilation og Maskinfabrik
Falkevej14-20
7860 Spøttrup
Tlf.: 97527233
Ydelser, kW: 8,5-28

E. H. Stoker
Hedevej 4, Barde
6920 Videbæk
Tlf.: 97175427 / 97164206
Ydelser, kW: 7-26

Energihuset A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 33372000
Ydelser, kW: 3,2-19

ES-Smedie
Veggerslevvej 11, Voldby
8500 Grenå
Tlf.: 86332055
Ydelser, kW: 8,6-34

Firma Søren Sørensen
Elmevej 20
9500 Hobro
Tlf.: 98511548
Ydelser, kW: 4,3-15

Himmestrup Smedie
Himmestrupvej 33
8850 Bjerringbro
Tlf.: 86686332
Ydelser, kW: 9-36

Jøma Smede & Maskinværksted
Præstbrovej 157
7950 Erslev
Tlf.: 97741085 / 74745912
Ydelser, kW: 6-22

LS-Stoker & VVS
Maltvej 19
9700 Brønderslev
Tlf.: 98801122 / 23348275
Ydelser, kW: 5,9-22

Manna Stoker
Jens Thisevej 5
9700 Brønderslev
Tlf.: 98887266
Ydelser, kW: 9,2-37

Multistoker ApS
Lundensvej 6
9300 Sæby
Tlf.: 98466166 / 96217080
Ydelser, kW: 6,4-25

Nordjysk Bioenergi
Vangen 22
9760 Vrå
Tlf.: 98837701
Ydelser, kW: 2,8-17

Overdahl Kedler ApS Hjallerup
Hjallerupvej 21
9320 Hjallerup
Tlf.: 98281606
Ydelser, kW: 4,9-37

Power-Matic ApS
Blommevej 28
8900 Randers
Tlf.: 86409142
Ydelser, kW: 6,7-75

PVM Bio Energi
Hovedgaden 16 E
9640 Farsø
Tlf.: 40188988
Ydelser, kW: 5,8-21

Sydthy Maskin Center ApS
Nørregade 15
7760 Hurup Thy
Tlf.: 97951044
Ydelser, kW: 3,8-13

Twin Heat/ TT Smede- og Maskinværksted I/S
Nørrevangen 7
9631 Gedsted
Tlf.: 98645222
Ydelser, kW: 6,3-45

Kedelanlæg

BAXI A/S
Smedevej
6880 Tarm
Tlf.: 97371511
Ydelser, kW: 3,9-43

CN Maskinfabrik
Skovløkkevej 4, Tiset
6510 Gram
Tlf.: 74821919
Ydelser, kW: 4,3-15

Karby Smede- og Maskinværksted
Næssundvej 440
7960 Karby
Tlf.: 97761072
Ydelser, kW: 4,7-20

Maskinfabrikken Faust ApS
Vester Fjordvej 2, Mou
9280 Storvorde
Tlf.: 98311055
Ydelser, kW: 35-140

Maskinfabrikken Lin-Ka
Postboks 2
6940 Lem
Tlf.: 97341655
Ydelser, kW: 6,9-259

Maskinfabrikken Reka A/S
Vestvej 7
9600 Aars
Tlf.: 98624011
Ydelser, kW: 3,1-103

Multistoker ApS
Lundensvej 6
9300 Sæby
Tlf.: 98466166 / 96217080
Ydelser, kW: 3,1-11

Nordisk Sol & Vind
Gyldenlakvej 39
2300 København S
Tlf.: 33529050
Ydelser, kW: 5,4-19

Passat Energi A/S
Vestergade 36, Ørum
8830 Tjele
Tlf.: 86652100
Ydelser, kW: 3-227

Pilevang AS
Havrebjergvej 57
4100 Ringsted
Tlf.: 57611956
Ydelser, kW: 8,6-30

Primdal & Haugesen A/S
Bjørnevej 8
7800 Skive
Tlf.: 70238811
Ydelser, kW: 2,3-47

REFO ENERGI
Vordingborgvej 35
Svansbjerg 15
4690 Køge
Tlf.: 23313316
Ydelser, kW: 6,9-37

Uni-Boilers ApS
M. A. Schultz Vej 6
9000 Aalborg
Tlf.: 98124047
Ydelser, kW: 3,6-103

Twin Heat/ TT Smede- og Maskinværksted I/S
Nørrevangen 7
9631 Gedsted
Tlf.: 98645222
Ydelser, kW: 6,3-45

24. Vejviser til certificerede installatører af træpilleanlæg

I listerne over certificerede installatører af træpilleanlæg kan du finde den installatør, der er nærmest dig. Listen er sorteret efter postnummer og er opdelt i følgende regioner:

- Jylland Nord
- Jylland Midt
- Jylland Syd
- Fyn
- Sjælland
- Sydsjælland, Øerne og Bornholm

Listerne kan downloades fra håndbogens hjemmeside.

Jylland Nord

Bent's VVS A/S
Håndværkervej 20
7700 Thisted
Tlf.: 97 98 18 76

Nors VVS og Blikkenslagerforretnig
Kirkebyvej 22
7700 Thisted
Tlf.: 97 98 12 73

Hovsørvej Smedie
Hovsørvej 17
7700 Thisted
Tlf.: 97 99 71 24

J Hundahl A/S
Hjulmagervej 7
7700 Thisted
Tlf.: 96 17 84 00

Skjoldborg Smede og Maskinfabrik
Langebeksvej 22
7700 Thisted
Tlf.: 97 93 12 77

Brdr Jensen VVS
Strandbakken 11
7700 Thisted
Tlf.: 97 92 35 02

Brund Smedie ApS
Ballerumvej 118, Brund
7700 Thisted
Tlf.: 97 92 37 34

Kjeldstrup Smede- og Maskinforretning
Brundvej 22
7700 Thisted
Tlf.: 97 98 52 11

Hannæs Smede- og VVS-forretning
Tømmerbyvej 174
7742 Vesløs
Tlf.: 97 99 34 34

Øsløs Smede og VVS Forretning
Vejlevejen 33, Øsløs
7742 Vesløs
Tlf.: 97 99 33 80

Åarup VVS
Årup Byvej 19, Årup
7752 Snedsted
Tlf.: 97 93 44 70

Smede og VVS-firmaet BRDR Knatrup I/S
Møgelvej 1, Stagstrup
7752 Snedsted
Tlf.: 97 93 10 74

Gl. Bedsted VVS
Østergade 5
7755 Bedsted Thy
Tlf.: 97 94 59 00

Thy-Varmeteknik
Virkevej 5
7755 Bedsted Thy
Tlf.: 97 94 40 20

Nr. Såby VVS & Manskinforretning
Viborgvej 288
7860 Spøttrup
Tlf.: 97 53 51 13

Oddense Smede og Maskinværksted
Torvet 14
7860 Spøttrup
Tlf.: 97 58 10 02

Preben Hald's Maskinfabrik ApS
Ringvej 6
7860 Spøttrup
Tlf.: 97 56 82 33

Breum Smedie VVS Forretning
Klostervej 16
7870 Roslev
Tlf.: 97 57 64 06

Thorum Smede- og Maskinforretning
Guldkysten 6, Thorum
7870 Roslev
Tlf.: 97 59 70 54

K.P. Rørteknik
Sallingsundvej 8
7870 Roslev
Tlf.: 97 57 20 90

Kaptains Smede & VVS
Bystedvej 2, Durup
7870 Roslev
Tlf.: 97 59 25 44

Junget Smede- og Maskinforretning
Fjordvej 93, Junget
7870 Roslev
Tlf.: 97 59 71 02

Salling VVS ApS
Hesthøjvej 5
7870 Roslev
Tlf.: 97 57 16 44

Hans og Margrethe Hovgaard
Syrenvej 35, Breum
7870 Roslev
Tlf.: 97 57 64 75

Henri Andre Sohn Pedersen
Bjerregårds Bakke 18,
Nederby
7884 Fur
Tlf.: 97 59 32 28

Vildsund Smede- og Maskinværksted
Åsvej 50, Vilsund
7900 Nykøbing M
Tlf.: 97 93 11 33

Morsø VVS og Gasservice
Heltoften 51, Flade
7900 Nykøbing M
Tlf.: 97 74 04 40

Jørgen Kudsk
N.A. Christensvej
7900 Nykøbing M
Tlf.: 40 35 14 25

Sejerslev Smede- og Maskinforretning
Skranderupvej 15, Sejerslev
7900 Nykøbing M
Tlf.: 97 75 10 41

Brændselsforeningen
N. A. Christensensvej 20
7900 Nykøbing M
Tlf.: 97 72 08 33

Torup Smedie A/S
Torupvej 4
7950 Erslev
Tlf.: 97 74 11 05

Jøma Smede & Maskinværksted
Præstbrovej 157
7950 Erslev
Tlf.: 97 74 10 85

Sydmors VVS
Nørvej 32
7960 Karby
Tlf.: 97 76 25 71

Karby Smede-og Maskinværksted
Næssundvej 440
7960 Karby
Tlf.: 97 76 10 72

Sten Nyby Larsen VVS
Søndenom 17, Emb
7990 Øster Assels
Tlf.: 97 76 21 19

Ejlers Smedie og Maskinværksted
Mælkevejen 20
7990 Øster Assels
Tlf.: 97 76 49 99

BJ-STÅL A/S
Lundvej 38
8800 Viborg
Tlf.: 86 61 38 77

Jørn Jasper
Nabevej 3
8800 Viborg
Tlf.: 86 63 90 90

Hald Ege VVS
Vejlevej 23
8800 Viborg
Tlf.: 86 63 84 34

Torkild Døssing
Finderupvej 71, Finderup
8800 Viborg
Tlf.: 86 64 71 78

Abc-VVS ApS
Liseborgvej 51
8800 Viborg
Tlf.: 86 62 17 00

Larsen Fly VVS Installatør
Norgesvej 1
8800 Viborg
Tlf.: 86 60 10 88

Vejrumbro Smede- og Maskinforretning
Gl. Viborgvej 20, Vejrumbro
8830 Tjele
Tlf.: 86 65 42 66

Hammerhøj Smede-Maskinforretning
Stadionvej 2
8830 Tjele
Tlf.: 86 45 10 29

Vammen Smede- og Maskinforretning
Nørregade 12, Vammen
8830 Tjele
Tlf.: 86 69 00 01

Rødgaard's VVS
Nørregade 40
8830 Tjele
Tlf.: 86 69 00 69

Tjele - Purhus Stål og VVS
Vorningvej 92
8830 Tjele
Tlf.: 86 45 11 22

Kølsen Smedie og Blik
Brunbankevej 45
8831 Løgstrup
Tlf.: 86 64 25 45

Skals Smede og Maskinforretning ApS
Vesterled 18
8832 Skals
Tlf.: 86 69 40 63

Hjermind Smedie A/S
Hjermind Byvej 21, Hjermind
8850 Bjerringbro
Tlf.: 86 68 38 11

Byens VVS
Stenhøjen 7
8850 Bjerringbro
Tlf.: 86 68 43 61

Nibe Varme og Sanitet
J. Petersensvej
9240 Nibe
Tlf.: 98 35 32 80

Poul Jensen Oliefyrsservice
Morten Vinges Vej 39,
Sønderho
9240 Nibe
Tlf.: 98 34 11 67

Borup Smeden
Borupvej 32
9240 Nibe
Tlf.: 40 20 92 33

Skeltek
Alborgvej 74
9280 Storvorde
Tlf.: 98 31 16 26

Maskinfabrikken Faust ApS
Vesterfjordvej 2
9280 Storvorde
Tlf.: 98 31 10 55

Svend Nielsen ApS
Ternevej 19
9300 Sæby
Tlf.: 98 46 01 27

VVS Installatøren ApS
Kirkevej 22
9310 Vodskov
Tlf.: 98 29 31 10

Varmesmeden Klokkerholm El & VVS-Service
Kløvervej 1, kl, Klokkerholm
9320 Hjallerup
Tlf.: 98 28 44 11

Klokkerholmsmedie og VVS
Borgergade 21, Klokkerholm
9320 Hjallerup
Tlf.: 98 28 40 58

Hjallerup VVS
Gørtlervej 11
9320 Hjallerup
Tlf.: 98 28 15 16

Asaa-Dronninglund VVS
Strømgade 5
9330 Dronninglund
Tlf.: 98 84 34 22

Agersted Smedie og Maskinværksted
Dronninglundvej 16, Agersted
9330 Dronninglund
Tlf.: 98 85 40 28

Brønden Blik
Flavenskjoldvej 15
9352 Dybvad
Tlf.: 98 86 92 59

Gancon
Skivevej 38
9362 Gandrup
Tlf.: 98 25 93 37

Hou Hals VVS
Strandvejen 4
9370 Hals
Tlf.: 98 25 10 49

Uldsted VVS
Vestegade 14
9370 Hals
Tlf.: 98 25 41 55

VVS Rørmontage ApS
Nørregade 14
9370 Hals
Tlf.: 98 25 34 67

Vestbjerg VVS Center ApS
Marie Grubbes Vej 6
9380 Vestbjerg
Tlf.: 98 29 66 94

BS El og VVS ApS
Bredholtvej 89
9381 Sulsted
Tlf.: 98 26 24 88

Nørhalne VVS A/S
Bygaden 11, Nørhalne
9430 Vadum
Tlf.: 98 26 84 11

Swartz Eftf. & Gjøl VVS A/S
Østergade 19
9440 Aabybro
Tlf.: 98 24 10 89

Brovst VVS Service
Ålborgvej 35
9460 Brovst
Tlf.: 98 25 10 05

Henrik Wiese Aut. VVS installatør
Plesnervej 77, Arentsminde
9460 Brovst
Tlf.: 98 23 88 65

Mariegaard Blik & VVS Løkkenbjarne
Vendelbogade 22
9480 Løkken
Tlf.: 98 99 18 48

Kaj og Søn VVS Larsen
Industrivej 2
9480 Løkken
Tlf.: 98 99 12 70

Pandrup Kås Smede- og VVS Forretning A/S
Bransagervej 1
9490 Pandrup
Tlf.: 98 24 75 66

Arden VVS-Service
Myhlenbergvej 84
9510 Arden
Tlf.: 98 56 24 00

Skørping VVS
Birkeholmsvej 4
9520 Skørping
Tlf.: 98 39 18 18

Hellum VVS
Hellum Byvej 4, Hellum
9520 Skørping
Tlf.: 98 39 81 12

Støvring VVS ApS
Mercurvej 4
9530 Støvring
Tlf.: 98 37 10 04

Peter Holland A/S
Hjedsbækvej 349
9541 Suldrup
Tlf.: 98 37 83 44

Sloth's VVS Service ApS
Tolstrup Byvej 7
9600 Aars
Tlf.: 98 62 22 34

Hornum Smede og VVS Service
Evaholmvej 12, Hornum
9600 Aars
Tlf.: 98 66 13 00

Din VVS mand A/S
Grandlidevej 23
9600 Aars
Tlf.: 98 66 13 74

VVS og Blik service
Ingemannsvej 3
9600 Aars
Tlf.: 98 62 48 99

Smeden Lars H. Grotrian
Østergade 5
9600 Aars
Tlf.: 98 65 80 12

Himmerlands VVS A/S
Industrivej 93
9600 Aars
Tlf.: 98 62 19 55

Aars Blikkenslagerforretning ApS
Dr. Ingrids Vej 2
9600 Aars
Tlf.: 98 62 15 82

Nonboe VVS ApS
Markvænget 24
9600 Aars
Tlf.: 98 62 23 25

Nørager Smede og VVS
Bredgade 7
9610 Nørager
Tlf.: 98 55 10 10

Aalestrup VVS og Blikkenslagerforretning
Dalgaardsvej 3
9620 Aalestrup
Tlf.: 98 64 31 83

Mirakelsmeden
Nørrevangen 2
9631 Gedsted
Tlf.: 98 64 50 14

Tonnys VVS
Erhvervsvej 23
9632 Møldrup
Tlf.: 86 69 18 38

Bioenergi
Gl. Møllevej 39
9640 Farsø
Tlf.: 98 63 65 80

Strandby Smede-og Maskinforretning
Løgstørvej 3, Strandby
9640 Farsø
Tlf.: 98 63 60 25

Oles Smedeforretning
Nibevej 61, Ullits
9640 Farsø
Tlf.: 98 63 42 13

Hanherreds VVS og Oliefyrsservice
Sigurdsholmsvej 1
9690 Fjerritslev
Tlf.: 98 22 11 85

Kaj Rasmussen A/S
Thistedvej 12
9690 Fjerritslev
Tlf.: 98 21 11 88

Aut. VVS-installør Poul Jensen
Industrivej 23
9690 Fjerritslev
Tlf.: 98 21 15 44

Kirkedal Smedie og Maskinforretning
Kirkedalsvej 61
9690 Fjerritslev
Tlf.: 98 21 50 41

Brønderslev VVS ApS
Jyllandsgade 11
9700 Brønderslev
Tlf.: 98 82 19 13

Vester Hjermitslev VVS-Service
Kærgaardsvej 36
9700 Brønderslev
Tlf.: 98 88 76 21

Stenum Smedie
Bogfinkevej 65, Stenum
9700 Brønderslev
Tlf.: 98 83 82 70

LS Stoker og VVS
Mimersvej 1
9700 Brønderslev
Tlf.: 98 80 11 22

Søholt Smedie
Søholtvej 34
9750 Øster Vrå
Tlf.: 98 95 12 27

Poulstrup VVS
Nedre Byvej 19, Poulstrup
9760 Vrå
Tlf.: 98 98 80 09

Vrå Varmesmedie
Sdr. Allé 47
9760 Vrå
Tlf.: 98 98 20 00

Bagterp VVS og Idecenter ApS
Halvorsmindevej 121
9800 Hjørring
Tlf.: 98 92 60 66

Hæstrup VVS A/S
Hæstrupvej 114
9800 Hjørring
Tlf.: 98 98 61 00

Hjørring VVS Lagersalg
Iversensvej 16
9800 Hjørring
Tlf.: 98 90 00 79

Nordjydsk VVS Teknik
Dalvænget 4
9800 Hjørring
Tlf.: 98 96 56 56

Mygdal Smedie
Skagensvej 30, Uggerby
9800 Hjørring
Tlf.: 98 97 51 72

Palle Iversen
Ø. Hedevej 220
9800 Hjørring
Tlf.: 22 20 57 35

Jan Raunbak VVS
Tykskovvej 141
9830 Tårs
Tlf.: 98 96 22 15

Tårs Rørteknik
Æblely 5
9830 Tårs
Tlf.: 98 96 11 31

Uggerby Varmeservice ApS
Safirvej 9
9850 Hirtshals
Tlf.: 98 94 12 50

Jørgen Dalsgaard
Hovedvejen 71, Tornby
9850 Hirtshals
Tlf.: 98 97 77 66

Arne Nielsen Sindal VVS
Hedelundsvej 19
9870 Sindal
Tlf.: 98 93 62 66

Bindeslev ny Smedie
Teglværksvej 6
9881 Bindslev
Tlf.: 98 93 87 99

Aqua Service
Ejner Mikelsensvej
9900 Frederikshavn
Tlf.: 98 42 80 90

Kvissel VVS Forretning ApS
Amagervej 39
9900 Frederikshavn
Tlf.: 98 48 45 39

Elling Rørteknik ApS
Præstegårdsvej 13
9900 Frederikshavn
Tlf.: 98 48 60 89

Skærum Smede- og maskinværksted
Katsigvej 8, Skærum
9900 Frederikshavn
Tlf.: 98 47 31 28

VVS energi
Henrik Rungs Vej 3
9900 Frederikshavn
Tlf.: 98 43 95 55

Læsø VVS
Doktorvejen 15, Byrum
9940 Læsø
Tlf.: 98 49 12 09

Bent Møller Kristensens Eftf.
Skagensvej 50
9982 Ålbæk
Tlf.: 98 48 87 00

Jylland Midt

Smedemester Jan Nielsen
Tømmergade 11
6830 Nørre Nebel
Tlf.: 75 28 84 74

Hoven Smede- og Maskinforretning
Industrivej 10
6880 Tarm
Tlf.: 75 34 33 00

Bjørslev og Mortensen A/S
Mølletoften 13
6880 Tarm
Tlf.: 97 37 60 99

Baxi A/S
Smedevej 2
6880 Tarm
Tlf.: 97 37 15 11

Astrup Smedie- og Maskinfabrik
Pilevænget 26
6900 Skjern
Tlf.: 97 36 40 07

Hanning VVS og Gasservice
Holstebrovej 87A, Hanning
6900 Skjern
Tlf.: 97 36 20 98

VVS Centret
Farverinvej 2
6900 Skjern
Tlf.: 97 35 00 38

Lindvig VVS
Lindvigvej 2, Lindvig
6900 Skjern
Tlf.: 97 36 64 63

Leif Ager VVS & Blik ApS
Storegade 21, Borris
6900 Skjern
Tlf.: 97 36 60 18

E.H. Stoker
Hedevej 4
6920 Videbæk
Tlf.: 97 17 54 27

Herborg Smede- og Maskinforretning A/S
Tolsgaardsvej 1
6920 Videbæk
Tlf.: 97 17 28 66

Gram VVS & Varmeteknik
Møllegården 127
6933 Kibæk
Tlf.: 97 19 27 77

Kibæk Smede & Blikkenslagerforretning
Møllegaardsvej 33
6933 Kibæk
Tlf.: 97 19 12 30

Fårborg Smede & Maskinforretning
Langerdalvej 10, Højmark
6940 Lem St
Tlf.: 97 36 10 40

Jørgen Dahl
Finlandsgade 28B
6950 Ringkøbing
Tlf.: 96 74 05 07

Brejning Smede- og Maskinforretning
Brejningvej 6
6971 Spjald
Tlf.: 97 38 11 30

Vedersø Smede- og Maskinforretning
Vesterhavsvej 91
6990 Ulfborg
Tlf.: 97 33 10 74

Erik Amstrup
Holstebrovej 10, Ulfborg Kirke
6990 Ulfborg
Tlf.: 97 49 27 80

Tofterup Smede & VVS
Lærkevej 18
7200 Grindsted
Tlf.: 75 33 73 09

Starup Smede- og Maskinværksted
Smedegade 2
7200 Grindsted
Tlf.: 75 33 71 75

Brdr Jacobsen
Dalsvej 11, Tallebjerge
7200 Grindsted
Tlf.: 75 32 03 77

Bliksted's Smede og VVS forretning
Vejlevej 9
7260 Sønder Omme
Tlf.: 75 84 12 92

Stakroge Smedie
Borgergade 49
7270 Stakroge
Tlf.: 75 34 70 12

Screwdriver
Bøgevænget 248
7330 Brande
Tlf.: 86 42 00 39

H.T.S.
Vejlevej 63
7330 Brande
Tlf.: 91 12 19 11

Herning Tekniske Skole
Lillelundvej 21
7400 Herning
Tlf.: 96 26 19 00

John Enevoldsen
Søndergårdvej 28, Hammerum
7400 Herning
Tlf.: 97 11 65 66

BK VVS I/S
Eli Christensenvej 94
7430 Ikast
Tlf.: 97 15 23 63

Tommy's VVS
Søbjergvej 60
7430 Ikast
Tlf.: 97 15 30 99

Ikast Smedeforretning ApS
Nørregade 24
7430 Ikast
Tlf.: 97 15 10 33

Midt Jysk VVS
Grønlandsgade 24
7430 Ikast
Tlf.: 97 15 76 78

Alcon ApS
Kingosvej 25
7470 Karup J
Tlf.: 86 66 20 44

Guldhammer A/S
Bavnevej 24, Sønder Resen
7470 Karup J
Tlf.: 97 45 61 33

Timring VVS, Smedie- & Maskinforretning
Mølterupvej 29
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 16 24 22

Trelborg VVS
Ejsingkjærvej 6
7480 Vildbjerg
Tlf.: 97 13 17 11

Ljørring Smede- og Maskinforretning
Ljørringvej 28, Ljørring
7490 Aulum
Tlf.: 97 47 31 71

Hjerm Smede og VVS
Møllevangsvej 10
7560 Hjerm
Tlf.: 97 46 47 26

Bur VVS og Smedeværksted
Burvej 77
7570 Vemb
Tlf.: 97 48 41 78

Ulfborg-Vemb VVS
Egevej 17
7570 Vemb
Tlf.: 97 48 17 16

Struer VVS
Fasanvej 15
7600 Struer
Tlf.: 97 85 62 68

J O Mortensen Kleinsmedie & Maskinbyg
Kløvenhøj 23, Ølby
7600 Struer
Tlf.: 97 86 50 93

Hans' VVS & Blik
Fabjergstad 44B, Fabjerg
7620 Lemvig
Tlf.: 97 89 30 51

Firmaet K Aa Bjerg ApS
Højlandvej 2, Tørringhuse
7620 Lemvig
Tlf.: 97 83 60 21

VVS og Blik
Fabjergstad 44A, Fabjerg
7620 Lemvig
Tlf.: 97 89 30 50

Sams VVS
Skærshøjvej 9
7790 Thyholm
Tlf.: 40 94 16 30

Mogenstrup Smede-& Maskinforretning I/S
Tingvej 14
7800 Skive
Tlf.: 97 54 41 55

Fly Smede- VVS- og Maskinforretning
Kjeldbjergvej 21
7800 Skive
Tlf.: 97 54 50 30

Lyby Smede- og Maskinforretning
Glyngørevej 67, Vester Lyby
7800 Skive
Tlf.: 97 58 50 00

B.J. VVS
Bilstrupvej 6, Egeris
7800 Skive
Tlf.: 97 52 06 37

Haderup Djeld Smede og VVS A/S
Sevelskavbyvej 2
7830 Vinderup
Tlf.: 97 44 80 73

Nygårds VVS og Maskinservice
Møgelvangvej 20
7830 Vinderup
Tlf.: 97 45 25 25

Ejsing Smede- og Maskinforretning
Gl. Landevej 5, Ejsing
7830 Vinderup
Tlf.: 97 44 68 00

Kvik VVS ApS
Horsensvej 131
8300 Odder
Tlf.: 86 55 41 11

Es- Teknik
Alrøvej 381, Alrø
8300 Odder
Tlf.: 86 55 12 05

Keld's VVS
Møllebakkenvej 7
8305 Samsø
Tlf.: 86 59 20 20

Orman's Varme og Køleservice
Trolleborgvej 11
8305 Samsø
Tlf.: 86 59 04 28

Nordby VVS-Smed
Nordby Hovedgade 21, Nordby
8305 Samsø
Tlf.: 86 59 60 60

Beder VVS
Tofteledet 12
8330 Beder
Tlf.: 86 93 62 55

Smedien i Stjør
Engparken 8
8362 Hørning
Tlf.: 22 13 26 75

Asgers VVS ApS
Blegindvej 55
8362 Hørning
Tlf.: 86 92 15 34

Byens Oliefyr- og VVS-service
Mågevej 20
8370 Hadsten
Tlf.: 86 98 08 86

Voldum VVS
Clausholmvej 338, Voldum
8370 Hadsten
Tlf.: 86 49 10 08

Foldby VVS-og Smedeforretning
Postvej 39B
8382 Hinnerup
Tlf.: 86 98 64 22

W. Blichfeld A/S
A. Knudsensvej 10
8400 Ebeltoft
Tlf.: 86 34 13 99

Finn Poulsen VVS ApS
Gravlev Bygade 5
8400 Ebeltoft
Tlf.: 86 33 61 16

Søren Vinther VVS
Bysvinget 6, Dråby
8400 Ebeltoft
Tlf.: 86 34 29 89

Hvilsager VVS
Ebeltoftvej 68A
8410 Rønde
Tlf.: 86 37 73 73

Niels Jensen VVS
Dyrlundsvej 8
8450 Hammel
Tlf.: 86 96 32 52

RD Varmeteknik
Skyttevej 43
8450 Hammel
Tlf.: 86 96 39 61

Torbens Blikkenslagerforretning
Gl. Frijsenborgvej 45
8450 Hammel
Tlf.: 86 96 24 08

Rene Dahl
Skyttevej 43
8450 Hammel
Tlf.: 40 50 79 85

Skjoldelev VVS ApS
Mødalvej 17B, Skjoldelev
8471 Sabro
Tlf.: 86 94 82 18

VVS Per Møller ApS
Rugvænget 14, Postboks 45
8500 Grenaa
Tlf.: 86 32 21 77

T.H. VVS
Mølletoften 12
8500 Grenaa
Tlf.: 86 33 42 69

ES Smede- og Maskinservice ApS
Veggerslevvej 11, Voldby
8500 Grenaa
Tlf.: 86 33 20 55

Henning VVS Bjerre ApS
Teknologivej 26
8500 Grenaa
Tlf.: 86 32 24 11

Kjeld Rytter VVS
Havnevej 158
8500 Grenaa
Tlf.: 86 32 41 11

Løgten VVS
Grenavej 788
8541 Skødstrup
Tlf.: 86 99 24 44

Søby Smede og Maskinforretning
Hønebjergvej 8, Søby
8543 Hornslet
Tlf.: 86 97 43 31

Karlby Smedene
Slotsvej 35, Karlby
8543 Hornslet
Tlf.: 86 97 44 03

Kim Melchior
Randersvej 174, Lime Mark
8544 Mørke
Tlf.: 86 97 43 99

Alternativ Energi
Slotsgade 6
8550 Ryomgård
Tlf.: 86 39 47 22

Midtdjurs VVS I/S
Industrivej 25
8550 Ryomgård
Tlf.: 86 39 44 60

Finn Bilde Nielsen ApS
Skolegade 13
8570 Trustrup
Tlf.: 86 33 44 44

Lyngby VVS
Nygårdsvej 26A, Lyngby
8570 Trustrup
Tlf.: 86 33 46 11

Brødrene Thorsen I/S
Svendstrupvej 8
8581 Nimtofte
Tlf.: 86 39 86 00

Vangevedvængets Smedie
Vangedvedvænget 1
8600 Silkeborg
Tlf.: 86 85 32 22

Sejling Smedje ApS
Ebstrupvej 2
8600 Silkeborg
Tlf.: 86 85 50 65

Birks Smedie
Rustrupvej 30, Gjessø
8600 Silkeborg
Tlf.: 86 84 90 30

Kongshedens VVS
Kongshedevej 2, Funder
8600 Silkeborg
Tlf.: 86 85 12 15

Lemming VVS ApS
Sortenborgvej 35
8600 Silkeborg
Tlf.: 86 80 43 54

Knudstrup Smede- & V.V.S.
Thybovej 2
8620 Kjellerup
Tlf.: 86 88 05 82

Chris Pedersen og Søn I/S
Krogsgårdsvej 33
8620 Kjellerup
Tlf.: 86 66 73 03

Smedefirmaet Klaus Degn
Ulvedalsvej 64, Skræ
8620 Kjellerup
Tlf.: 86 88 05 76

VVS inst. Bent Kristoffersen
Kærsangervej 7
8643 Ans By
Tlf.: 86 89 09 44

Them VVS Teknik
Sepstrupvej 9
8653 Them
Tlf.: 86 84 95 35

Oikosbyg ApS
Torupvej 4
8654 Bryrup
Tlf.: 75 75 64 64

Claus Gasservice
Skolevej 6
8654 Bryrup
Tlf.: 75 75 67 14

Tebstrup VVS-Service
Horsensvej 98
8660 Skanderborg
Tlf.: 86 53 83 45

Jysk VVS Teknik
Torshøjvej 81
8660 Skanderborg
Tlf.: 86 92 27 55

Svane Varmeteknik
Krakesvej 71, Gram
8660 Skanderborg
Tlf.: 86 57 14 45

Tebstrup Smede- og VVS-forretning
Horsensvej 118, Tebstrup
8660 Skanderborg
Tlf.: 86 53 82 22

Gammel Kjellerup Smedie ApS
Vinkelvej 13
8670 Låsby
Tlf.: 86 88 13 81

Byens VVS
Ringvej 18, Alling
8680 Ry
Tlf.: 86 89 33 71

Tabermann Aut VVS og Smedeværksted A/S
Industrivej 11
8680 Ry
Tlf.: 86 89 28 77

VVS Experten ApS
Jernbanegade 8
8740 Brædstrup
Tlf.: 75 75 11 84

Åstruplund Smede og Maskinværksted A/S
Åstruplundvej 39, Åstruplund
8740 Brædstrup
Tlf.: 75 76 30 47

Brædstrup VVS ApS
Jernbanegade 19
8740 Brædstrup
Tlf.: 75 75 22 00

Ulstrup VVS og Smedie
Bøgevej 2
8860 Ulstrup
Tlf.: 86 46 38 88

Sønder Vinge Smedie
Grøndalsvej 6
8860 Ulstrup
Tlf.: 86 46 39 31

Langå Blikkenslagerforretning ApS
Lindevej 18
8870 Langå
Tlf.: 86 46 22 11

Hanne S. Madsen Smedie og Blik
Brunhøjvej 4
8881 Thorsø
Tlf.: 86 96 63 38

Vestergaard VVS
Søndergade 3B
8883 Gjern
Tlf.: 86 87 53 28

Hørning Smede og Maskinforretning
Langgade 28
8900 Randers
Tlf.: 86 49 49 51

Læsten Smede- og Maskinværksted
Viborgvej 446
8900 Randers
Tlf.: 86 45 12 06

Harridslev Smede og maskinforretning
Logevej 2
8900 Randers
Tlf.: 86 44 12 10

Venning Smede og Maskinværksted
Gl. Viborgvej 318, Venning
8900 Randers
Tlf.: 86 46 60 25

Auning Varme og Oliefyrsservice
Mortensensvej 23
8963 Auning
Tlf.: 86 48 42 08

Auning VVS
Lunavej 5
8963 Auning
Tlf.: 86 48 39 27

Hald Smedie ApS
Haldvej 14
8983 Gjerlev J
Tlf.: 86 47 43 14

VVS Huset
Industrivej 10
8983 Gjerlev J
Tlf.: 98 58 38 88

Varmeforretningen
Kløvermarksvej 3
9500 Hobro
Tlf.: 98 52 37 16

Mariager VVS Service
Klostermarken 11
9550 Mariager
Tlf.: 98 54 17 77

P.B. Montage og VVS
Fasanvej 38
9550 Mariager
Tlf.: 98 58 39 84

Hadsund Brøndboring
Findlandsvej 12
9560 Hadsund
Tlf.: 98 57 32 99

Jylland Syd

Bækmand VVS og Ventilation ApS
Platinvej 24
6000 Kolding
Tlf.: 75 52 87 87

Jens Ole Larsen
Haslevej 1
6000 Kolding
Tlf.: 75 56 96 00

Svend Erik's Oliefyrsservice
Hjarupvej 14, Vonsild
6000 Kolding
Tlf.: 75 56 63 43

Egtved Smedie
Aftenvang 16
6040 Egtved
Tlf.: 75 55 10 31

Iffes Smedie ApS
Brakkervej 36
6040 Egtved
Tlf.: 75 55 38 95

Jordrup Smede- og Maskinforretning
Borgergade 7
6064 Jordrup
Tlf.: 75 55 61 06

Stepping Smedie og VVS
Christianstedsvej 1-7
6070 Christiansfeld
Tlf.: 74 56 81 03

Frørup Smede- & Maskinforretning ApS
Frørupvej 16
6070 Christiansfeld
Tlf.: 74 56 83 18

Christiansfeld VVS og Energiteknik
Industrivej 16
6070 Christiansfeld
Tlf.: 74 56 29 26

Stepping Smede og VVS ApS
Christiansfeldvej 1, Stepping
6070 Christiansfeld
Tlf.: 74 56 81 06

Gregers Larsen
Skartved Overgade 10
Skartved
6091 Bjert
Tlf.: 75 57 21 30

N.C. Jensen Maskinfabrik
Sønder Vilstrup Bygade 33
6100 Haderslev
Tlf.: 74 58 22 21

Vestergades Smede & VVS
Vestergade 44
6100 Haderslev
Tlf.: 74 52 16 63

Sønderjysk Solenergi
Vernsgårdvej 21, Lunding
6100 Haderslev
Tlf.: 74 52 45 17

PM & Søn ApS
Aabenraavej 18
6100 Haderslev
Tlf.: 74 52 44 41

B. Reymond Jørgensen VVS-Firma
Solsikkevej 11
6100 Haderslev
Tlf.: 74 52 52 79

Øsby Smedie A/S
Øsbygade 88
6100 Haderslev
Tlf.: 40 17 45 90

Løjt VVS
Vesterballevej 12, Løjt
6200 Aabenraa
Tlf.: 74 61 81 10

Aabenraa VVS A/S
Dimen 49
6200 Aabenraa
Tlf.: 74 62 47 46

Th. Lorenzen og Søn
Kassøvej 7
6230 Rødekro
Tlf.: 74 66 66 03

Sydjysk Stoker
Branderupvej
6240 Løgumkloster
Tlf.: 74 74 59 12

Be-Lø Auto- Smede & Maskinværksted A/S
Sivkrovej 9
6240 Løgumkloster
Tlf.: 74 77 72 19

Jens Peter Fosgerau Smede-& Maskinforretning
Adelvadvej 11, Adelvad
6240 Løgumkloster
Tlf.: 74 73 42 81

Beck-Ballum I/S
Østerende 2, Ballum
6261 Bredebro
Tlf.: 74 71 63 47

Stig's VVS
Nørrefoldvej 41, Møgeltønder
6270 Tønder
Tlf.: 73 73 80 73

Marsk VVS
Agertoften 1
6280 Højer
Tlf.: 74 78 27 94

Broagerlands VVS Service ApS
Vesterbakke 2
6310 Broager
Tlf.: 74 44 24 04

Egersund VVS
Brillevej 7
6320 Egernsund
Tlf.: 74 44 93 17

Karl-Henz Gehrt
Garverland 6
6372 Bylderup-Bov
Tlf.: 74 71 26 24

Fa. Witt & søn A/S
Kalvetoft 26
6400 Sønderborg
Tlf.: 74 46 11 64

Dohrmann VVS & Byggeforretning ApS
Sundsmarkvej 10
6400 Sønderborg
Tlf.: 73 42 61 60

Kretzmann Blik- og VVS
Agtoftsvej 3A, Ulkebøl
6400 Sønderborg
Tlf.: 74 42 17 41

K Goosmann & Søn ApS
Goethesgade 15A
6400 Sønderborg
Tlf.: 74 42 54 41

Erik Jensen VVS Nordborg ApS
Mellemvej 2
6430 Nordborg
Tlf.: 74 45 05 65

Asser Balleskov VVS
Østkystvejen 46
6440 Augustenborg
Tlf.: 74 47 40 50

Kellmann's VVS/BLIK
Lambjergmølle 3
6470 Sydals
Tlf.: 74 41 69 66

VVS Søberg APS
Vestergade 57
6500 Vojens
Tlf.: 74 54 04 60

Holger Andersen VVS
Bay Petersen Stadion alle 6
6500 Vojens
Tlf.: 23 60 57 15

Varmodan Energiteknik A/S
Tingvejen 42A
6500 Vojens
Tlf.: 74 54 18 82

Over-Jerstal VVS- og Smedeforretning
Stationsvej 20, Over-Jerstal
6500 Vojens
Tlf.: 74 54 71 35

Kim Bossen's VVS
Slotsvej 34
6510 Gram
Tlf.: 74 82 18 84

CN Maskinfabrik A/S
Skovløkkevej 4
6510 Gram
Tlf.: 74 82 19 19

Arnum V.V.S.
Bjerglundsvej 1, Arnum
6510 Gram
Tlf.: 74 82 63 01

Erik Due Olesen VVS-Smede- og Maskinforretning
Østergade 37
6520 Toftlund
Tlf.: 74 83 13 30

Agerskov VVS & Maskinhandel
Byggebjerg 19, Byggebjerg
6534 Agerskov
Tlf.: 74 83 35 65

Jørgen Schmidt
Vestervang 12
6600 Vejen
Tlf.: 75 36 20 40

Maltbæk Smede- og Vandteknik
Jelshøjvej 26B, Maltbæk
6600 Vejen
Tlf.: 75 38 15 52

F.M. Pedersen
Hovedgaden 67
6621 Gesten
Tlf.: 75 55 72 22

Asbo Smedie- og Maskinforening ApS
Asbobyvej 15
6622 Bække
Tlf.: 75 38 92 03

Hans Chr Hansen V.V.S.
Højgade 18
6630 Rødding
Tlf.: 74 84 16 36

Frede Clausen
Søndervang 1,Sønder-Hygum
6630 Rødding
Tlf.: 74 84 51 07

Brændstrup Smede- og Maskinværksted
Brændstrup Røddingvej 7
6630 Rødding
Tlf.: 74 82 13 34

Brørup VVS ApS
Søndergade 42A
6650 Brørup
Tlf.: 75 38 28 78

Danskov VVS ApS
Lundskovvej 5
6650 Brørup
Tlf.: 75 38 48 80

Lintrup-Smeden
Nyvej 14
6660 Lintrup
Tlf.: 74 85 52 25

Holsted VVS
Vestermarken 2
6670 Holsted
Tlf.: 75 39 38 00

Tobøl Smede-og Maskinforretning ApS
Smedevej 6, Tobøl
6683 Føvling
Tlf.: 75 39 80 95

Løbner VVS ApS
Ålunden 1
6690 Gørding
Tlf.: 75 17 85 04

Vester Nebel Maskinforretning A/S
Hygumvej 4
6715 Esbjerg N
Tlf.: 75 16 92 11

Erik Toxværd Christensen
Nørregade 35
6740 Bramming
Tlf.: 75 17 31 38

Karsgaard Gas/VVS AS
Lærkevej 15
6740 Bramming
Tlf.: 75 19 03 47

Niels B Olesen ApS
Grenevej 19
6752 Glejbjerg
Tlf.: 75 19 84 48

Ribe VVS-Service
Rosen Allé 2A
6760 Ribe
Tlf.: 75 42 06 21

Arne Vind Hansen Smede- og VVS forretning
Gørdingvej 49
6771 Gredstedbro
Tlf.: 75 43 52 00

Peter Overby VVS
Søndervang 27
6780 Skærbæk
Tlf.: 74 75 11 77

Jes Hansen VVS
Nissumsgade 7
6780 Skærbæk
Tlf.: 74 75 12 23

Kvong Smede- og Maskinforretning
Langgade 7, Kvong
6800 Varde
Tlf.: 75 25 40 75

Smedegården Nordenskov
Sønderskovvej 52,
Nordenskov
6800 Varde
Tlf.: 75 29 80 66

Kaster og Jessen I/S
Frisvadvej 15
6818 Årre
Tlf.: 75 22 02 56

Støjbergs Maskinteknik
Borgergade 21, Skovlund
6823 Ansager
Tlf.: 75 29 21 22

Øllgaards VVS
Vejlevej 71
6823 Ansager
Tlf.: 75 29 21 48

Robert Forkrog
Helundvej
6840 Oksbøl
Tlf.: 75 27 12 03

Janderup Smedie
Tinksmedevej 3
6851 Janderup Vestj
Tlf.: 75 25 80 58

Gerdes og Wesenberg
Kongensgade 68
7000 Fredericia
Tlf.: 76 20 12 50

MS Rør og Industrimontage
Skærbækvej 9
7000 Fredericia
Tlf.: 76 20 81 70

Lille Velling Smede og VVS
Follerupvej 104, Follerup
7000 Fredericia
Tlf.: 75 86 06 54

Søren Larsen VVS ApS
Borggårdsparken 39
7080 Børkop
Tlf.: 75 86 94 10

Børkop VVS
Industrivej 44
7080 Børkop
Tlf.: 75 86 62 00

Vejle VVS & Økobyg
Hover Kirkevej 49
7100 Vejle
Tlf.: 75 85 38 65

Ødsted VVS
Kirkestien 93
7100 Vejle
Tlf.: 75 86 51 84

Knutsson VVS
Engmarksvej 28, Jerlev
7100 Vejle
Tlf.: 75 86 59 56

VVS-INSTALLATØR
Viemosevej 21B,
7120 Vejle Øst
Tlf.: 75 71 24 22

Juelsminde VVS og Blik ApS
Klakringvej 43
7130 Juelsminde
Tlf.: 75 69 44 99

Kjøngerskov VVS A/S
Torvegade 69
7160 Tørring
Tlf.: 75 80 12 09

Randbøldal VVS ApS
Vesterløkke 2 A
7182 Bredsten
Tlf.: 75 88 34 25

Quan Just
Hybenvej 345
7190 Billund
Tlf.: 40 88 59 37

Thyregod VVS
Hastrupvej 3
7323 Give
Tlf.: 75 73 46 44

Give-Smeden
Hjortsvangen 20
7323 Give
Tlf.: 75 73 56 00

Ole Bloch-Kristensen
Rørbækvej 13
7323 Give
Tlf.: 21 27 20 89

Uhe Smedie
Åbjergvej 10, Ringive
7323 Give
Tlf.: 75 73 83 77

Christian Beck og Søn A/S
Nørregade 7
8700 Horsens
Tlf.: 75 62 12 63

Hans Orla Nielsen VVS & Maskinservice A/S
Torstedalle 2C
8700 Horsens
Tlf.: 75 64 71 11

VVS Snaptun ApS
Snaptunvej 55, Snaptun
8700 Horsens
Tlf.: 75 68 34 96

Kr. Teknik
Ternevangen 1
8700 Horsens
Tlf.: 75 68 35 04

Stenderup VVS A/S
Hedenstedvej 48
8781 Stenderup
Tlf.: 75 68 13 36

Hornsyld Vvs og Blik
Nørregade 44
8783 Hornsyld
Tlf.: 75 68 71 99

Fyn

Højby Varme & Sanitet ApS
Højbyvej 20
5260 Odense S
Tlf.: 65 95 87 75

Lumby Smede- og Maskinværksted A/S
H C Lumbyes Vej 19, Lumby
5270 Odense N
Tlf.: 65 95 51 15

Marslev VVS ApS
Odensevej 96
5290 Marslev
Tlf.: 66 11 69 30

VVS Ekspressen ApS
Fynshovedvej 292
5380 Dalby
Tlf.: 63 32 60 61

Martofte VVS
Fynshovedvej 555
5390 Martofte
Tlf.: 65 34 13 43

Roerslev Smedie ApS
Roerslev Bygade 5
5450 Otterup
Tlf.: 64 87 10 23

Bårdesø VVS I/S
Bårdesøvej 113
5450 Otterup
Tlf.: 64 87 15 75

Jens Andersen Maskinfabrik ApS
Klintebjergvej 13
5450 Otterup
Tlf.: 64 82 10 78

Morud VVS og El
Åbakkevej 5
5462 Morud
Tlf.: 65 96 48 00

Fjelsted VVS ApS
Nederballevej 9
5463 Harndrup
Tlf.: 64 88 16 03

Holse VVS
Åbjergvej 3
5464 Brenderup Fyn
Tlf.: 64 44 15 05

Mobilsmeden
Køstrupvej 16, Køstrup
5464 Brenderup Fyn
Tlf.: 64 44 16 76

Særslev Blik & VVS
Hemmerslev 45, Særslev
5471 Søndersø
Tlf.: 64 84 13 32

VVS/Kauslunde
Kauslundevej 95
5500 Middelfart
Tlf.: 64 40 33 22

Smedemester Axel Hansen
Østerbyvej 23
5500 Middelfart
Tlf.: 64 40 30 18

Vejby Stoker Service
Lerbjergvej 38
5500 Middelfart
Tlf.: 27 14 28 04

A/S Mazanti Smedie/VVS
Østervej 9
5540 Ullerslev
Tlf.: 65 35 21 76

Skydebjerg Smede- og Maskinforretning ApS
Assensvej 27
5560 Aarup
Tlf.: 64 43 11 35

Bøjden VVS
Ramsevej 22
5600 Faaborg
Tlf.: 62 60 16 98

Laulunds Oliefyrservice
Hellig Kors Vænget 4
5600 Faaborg
Tlf.: 62 61 06 41

Håstrup & Nab VVS A/S
Østrupvej 25, Haastrup
5600 Faaborg
Tlf.: 62 68 17 20

Aastrup Smedie- og Maskinforretning
Pouls Gyde 6, Aastrup
5600 Faaborg
Tlf.: 62 61 61 01

Olifyrservice
Peterhansensvej 55
5600 Faaborg
Tlf.: 60 61 88 75

Voldbro Smedie
Gantoftevej 27
5610 Assens
Tlf.: 64 74 10 57

VVS Firmaet George Bauerfeind ApS
Hvidsværmervej 115
5610 Assens
Tlf.: 44 50 13 88

Bøgskov VVS
Østergade 33
5610 Assens
Tlf.: 64 71 56 46

Kolle VVS & Birk
Fåborgvej 92
5620 Glamsbjerg
Tlf.: 64 72 27 30

Brobyværk VVS og Blik
Bøgebjergvej 56
5672 Broby
Tlf.: 62 63 22 90

Nørre Broby VVS
Stationsvej 9
5672 Broby
Tlf.: 62 63 20 28

Carl Heidtmann Køng ApS
Bodebjergvej 12
5672 Broby
Tlf.: 64 72 13 83

Ole Larsens Maskinfabrik Haarby A/S
Roesbjergvej 1
5683 Haarby
Tlf.: 64 73 22 22

Skårup Smedie og Auto
Søbrovej 35, Skårup
5683 Haarby
Tlf.: 64 77 10 30

Knarreborg Smedie
Møllebakken 15
5690 Tommerup
Tlf.: 64 76 13 13

Landet Blik og VVS ApS
Skovballevej 33
5700 Svendborg
Tlf.: 62 54 14 32

Tåsinge VVS
Bregningevej 1B, Vindeby
5700 Svendborg
Tlf.: 62 22 55 26

J.L. VVS-Teknik
Dannebrogsvej 2
5700 Svendborg
Tlf.: 62 22 24 03

TROENSE & SVANTEVIT VVS
Kirkebakken 2, Bregninge
5700 Svendborg
Tlf.: 62 22 52 14

Espe VVS
Sallingvej 1
5750 Ringe
Tlf.: 62 66 16 06

Per Mortensen Smede og Blikkenslagermester
Lundager 3
5750 Ringe
Tlf.: 62 62 22 26

Snarup Smedie
Bøjdenvej 83-85
5750 Ringe
Tlf.: 62 27 10 90

Nr. Lyndelse VVS
Carl Nielsensvej 43
5792 Årslev
Tlf.: 65 90 20 60

Tarup Smedie og VVS ApS
Smedebakken 15
5792 Årslev
Tlf.: 65 97 24 70

Nørre Søby VVS og Smedeværksted Varme & Sanitet Ap
Odensevej 47, Nr. Søby
5792 Årslev
Tlf.: 65 90 12 15

Aunslev VVS
Nyhavnsvej 4
5800 Nyborg
Tlf.: 65 31 65 32

Vindinge VVS
Bøjdenvej 53, Vindinge
5800 Nyborg
Tlf.: 65 31 25 64

Hans Lyden VVS
Hårebyvej 22
5853 Ørbæk
Tlf.: 65 98 21 03

Svindinge Smede- og Maskinværksted
Svendborgvej 92
5853 Ørbæk
Tlf.: 65 33 15 49

Refsvindinge Smede- og Maskinværksted
Stationsvænget 5,
Refsvindinge
5853 Ørbæk
Tlf.: 65 33 12 03

Gislev Varmeservice
Slipager 9
5854 Gislev
Tlf.: 62 29 14 66

Revsøre Smedie
Genvejen 9
5874 Hesselager
Tlf.: 62 25 12 81

Hybel VVS
Kullinggade 4 B
5881 Skårup Fyn
Tlf.: 62 21 01 56

Skårup Smede- & Maskinværksted
Nyborgvej 423
5881 Skårup Fyn
Tlf.: 62 23 10 79

Brudager Smedie
Brudager Bygade 7
5882 Vejstrup
Tlf.: 62 28 11 92

Gudme VVS & Blik
Søvangen 14
5884 Gudme
Tlf.: 62 25 31 92

Stig's Smedie & VVS
Kirkevej 10
5892 Gudbjerg Sydfyn
Tlf.: 62 25 33 86

Sofus Rudkøbing VVS Center Larsen ApS
Spodsbjergvej 137
5900 Rudkøbing
Tlf.: 62 51 12 44

Kædeby Maskinforretning A/S
Kædebyvej 1, Kædeby
5932 Humble
Tlf.: 62 57 12 55

Tullebølle VVS og Blik ApS
Bygaden 19, Tullebølle
5953 Tranekær
Tlf.: 62 50 13 35

Sjælland

Sempa
Højdevej 5-7
2300 København S
Tlf.: 32 58 19 49

AK Olie
Prøvestensbroen 9
2300 København S
Tlf.: 32 95 68 40

Gullach og Larsen ApS
Gammel Jernbanegade 88c
2500 Valby
Tlf.: 40 78 63 79

Blikkenslagermester Tommy Schmidt
Nakskovvej 79
2500 Valby
Tlf.: 36 16 73 39

Nordisk Sol & Vind
Ejbydalsvej 242
2600 Glostrup
Tlf.: 44 92 34 14

Doses VVS
Maglemosevej 21
2640 Hedehusene
Tlf.: 46 55 56 77

Christian Berg Tjalve & Lindén AS
Nørrelundvej 10
2730 Herlev
Tlf.: 44 94 44 94

A/S Dansk Shell
Nærum Hovedgade 6
2850 Nærum
Tlf.: 72 14 00 00

Varmeservice v. Per Johansen
Byparkvej 126
2900 Hellerup
Tlf.: 22 20 57 05

Vejenbrød VVS ApS
Vejenbrødvej 66
2980 Kokkedal
Tlf.: 49 14 66 70

Solex VVS & Energiteknik
Gl. Mejerivej 16
3050 Humlebæk
Tlf.: 49 16 11 01

VVS Installatør Arne Frandsen A/S
Nørregade 47
3300 Frederiksværk
Tlf.: 47 72 05 85

Bendt Jensen VVS ApS
Løsevej 172
3400 Hillerød
Tlf.: 48 26 54 56

VVS inst. Erhardt Andersen
Baunevej 18
3400 Hillerød
Tlf.: 48 28 70 88

ED Energiteknik
Vangmosen 1, 1
3500 Værløse
Tlf.: 44 48 27 90

Aladdin Varmeservice
Orehøjvej 7
3500 Værløse
Tlf.: 44 48 06 16

B.C. Gas og vand ApS
Ryttergårdsvej 115
3520 Farum
Tlf.: 44 47 35 92

Hanna Maria Clement
Toften 24, Buresø
3550 Slangerup
Tlf.: 47 33 42 20

Gohlke`s
Toften 24
3550 Slangerup
Tlf.: 47 38 06 61

Nehm VVS
Skenkelsøvej 25
3650 Ølstykke
Tlf.: 47 17 88 56

Preben A Gandløse ApS
Lundebro 3
3660 Stenløse
Tlf.: 48 18 35 88

Trællerup Smedie og VVS
Borrevejlevej 4, Gevninge
4000 Roskilde
Tlf.: 46 40 21 42

Jespers VVS A/S
Byleddet 4
4000 Roskilde
Tlf.: 46 35 22 31

Dansk Olie- & Gasteknik
Himmelev Bygade 41A
4000 Roskilde
Tlf.: 46 35 43 80

Smeden i Sæby, Bramsnæs VVS ApS
Smedestræde 1
4070 Kirke Hyllinge
Tlf.: 46 40 40 37

Østervang Varmeteknik & Smedie og Maskinteknik ApS
Slinnigevej 41
4100 Ringsted
Tlf.: 56 87 98 01

Ingo Olsen VVS
Vibevej 20
4100 Ringsted
Tlf.: 57 67 46 89

Gyrstinge VVS
Bakkegårdsvej 63
4100 Ringsted
Tlf.: 57 84 53 23

Skovager Kedelservice
Skovagervej 18
4100 Ringsted
Tlf.: 57 61 90 84

Kirke-Syv & VVS
Kirkevejen 2
4130 Viby Sjælland
Tlf.: 46 19 42 52

Viby oliefyrsservice
Mågevej 3
4130 Viby Sjælland
Tlf.: 46 19 52 06

NR Dalby VVS
Dalbyvej 5, N.-Dalby
4140 Borup
Tlf.: 57 52 65 40

Sorø VVS ApS
Apotekervej 19
4180 Sorø
Tlf.: 57 83 20 90

Næsbystrand VVS
Næsbystrandvej 22
4200 Slagelse
Tlf.: 58 54 91 40

Landsgrav Smedie
Korsørvej 52
4200 Slagelse
Tlf.: 58 52 14 80

ON-VVS Teknik
Bjergbygade 102
4200 Slagelse
Tlf.: 58 50 42 45

Kurt's Oliefyrsservice
Bildsøvej 57
4200 Slagelse
Tlf.: 58 54 77 22

Selandia
Breddahlsvejgade 1
4200 Slagelse
Tlf.: 58 56 73 43

Sørens Blikkenslagerforretning ApS
Strandvejen 16
4200 Slagelse
Tlf.: 58 52 59 85

Gas- og Vandmester Henrik Jensen A/S
Tjærebyvej 30
4220 Korsør
Tlf.: 58 38 02 55

Timmerman Service og VVS
Jens Baggersensgade 7
4220 Korsør
Tlf.: 58 37 49 20

Stjerne-Service
Elme Allé 11
4220 Korsør
Tlf.: 58 35 19 18

Stignæs Smedie
Holtenvej 9
4230 Skælskør
Tlf.: 58 19 46 18

Lysdal VVS
Snedinge-Møllevej 126
4230 Skælskør
Tlf.: 55 45 25 15

Børge B. Hansen ApS
Værkstedsvej 1
4230 Skælskør
Tlf.: 58 19 60 68

NEMO-VVS A/S
Præstemarken 7
4230 Skælskør
Tlf.: 58 14 12 64

Niels Kjæmpe
Borgergade 75
4241 Vemmelev
Tlf.: 21 64 20 64

Kærsgaard VVS
Bendslevvej 26, Bendslev
4250 Fuglebjerg
Tlf.: 55 45 32 57

Dalmose Smedie og Maskinværksted
Hovedgaden 37
4261 Dalmose
Tlf.: 58 18 80 14

Dalmose Blikkenslager
Ørnevej 70
4261 Dalmose
Tlf.: 58 18 82 80

Lystrup VVS
Hyllestedvej 3
4261 Dalmose
Tlf.: 58 18 82 12

Den Gamle Smedie ApS
Algade 40
4281 Gørlev
Tlf.: 58 86 01 25

Gørlev Rørmontage & VVS
Ulstrupvej 9
4281 Gørlev
Tlf.: 58 85 58 77

Ruds-Vedby VVS ApS
Kalundborgvej 32
4291 Ruds Vedby
Tlf.: 58 26 13 24

Brandstrup VVS
Merbjergvej 34
4293 Dianalund
Tlf.: 58 28 61 92

Anders Gas og Vand
Atterup Vænge 7
4293 Dianalund
Tlf.: 58 26 43 32

Nyrup VVS & El-service
Sandtoften 24
4296 Nyrup
Tlf.: 57 80 30 33

Drewsen VVS ApS
Lokesvej 12
4300 Holbæk
Tlf.: 20 46 84 16

Uglerup Smedie & VVS A/S
Kastrupvej 10
4300 Holbæk
Tlf.: 59 46 12 66

VVS Gården A/S
Lillevang 6
4300 Holbæk
Tlf.: 59 43 00 85

VVS - Energimontør A.S.
Åsvejen 18
4330 Hvalsø
Tlf.: 46 40 88 02

Karl Peter Jensen og Søn
Kvandrupvej 2
4330 Hvalsø
Tlf.: 46 40 83 46

Høybye VVS
Ellemosen 3
4330 Hvalsø
Tlf.: 20 40 84 92

Pilevang A/S
Hovedgade 55
4350 Ugerløse
Tlf.: 57 61 19 56

Sanders VVS
Bukkerupvej 184
4360 Kirke Eskilstrup
Tlf.: 59 18 06 16

St. Merløse VVS
Haveborupvej 50
4370 Store Merløse
Tlf.: 57 80 16 12

Aarby Maskinforretning
Bastrupvej 12
4400 Kalundborg
Tlf.: 59 50 41 42

Kalundborg Varmeservice
Slagelsevej 167
4400 Kalundborg
Tlf.: 59 51 42 51

Rør & Fjernvarme Service ApS
Lynggårdsvænget 2
4400 Kalundborg
Tlf.: 59 50 82 28

Vang Hansen VVS og Køkkenforum
Lynggårdsvej 2
4450 Jyderup
Tlf.: 59 27 79 69

Brdr. Christiansen Bjergsted
Astrupvej 1
4450 Jyderup
Tlf.: 59 27 69 11

Jørn Jørgensen VVS
Fugledevej 16, Ubby
4490 Jerslev Sjælland
Tlf.: 59 59 60 42

ApS Frits Jensen Klint
Klintvej 146 B1
4500 Nykøbing Sj
Tlf.: 59 32 12 72

EC Olie og Gas I/S
Agertoften 7, Appenæs
4520 Svinninge
Tlf.: 55 70 05 22

Kundby Smedie & VVS
Teknikvej 2
4532 Gislinge
Tlf.: 70 26 95 95

Christiansen VVS & Blik
Mejerivej 8
4532 Gislinge
Tlf.: 20 48 24 87

Vejleby Smedie & VVS A/S
Sølvagervej 2, Vejleby
4534 Hørve
Tlf.: 59 65 61 28

Smeden i Riis ApS
Riisvej 28
4540 Fårevejle
Tlf.: 59 65 30 20

Ernst Otto VVS Aktieselskab
Industrivangen 6
4550 Asnæs
Tlf.: 59 65 01 50

Alex Andersen VVS
Rodevej 8
4560 Vig
Tlf.: 59 31 80 80

Eskildbjerg VVS ApS
Eskebjerg Strandvej 8
4593 Eskebjerg
Tlf.: 59 29 14 47

Bjarne Lang Jørgensen A/S
Lyngvej 45, St.-Saltby
4600 Køge
Tlf.: 56 82 00 99

Mittag VVS
Åshøjvej 27
4600 Køge
Tlf.: 70 23 01 50

Kim Larsen Gasteknik ApS
Ejbyvej 56
4623 Lille Skensved
Tlf.: 56 82 14 88

Peter Henriksen
Græsmarkvej 22-B
4632 Bjæverskov
Tlf.: 40 38 35 28

Anders og Svend Pedersen VVS ApS
Håndværkervej 10
4652 Hårlev
Tlf.: 56 28 80 15

Enderslev VVS
Hårlevvej 14, Enderslev
4652 Hårlev
Tlf.: 56 28 67 21

Strøby Smedie & Vallø VVS A/S
Strøby Bygade 34
4671 Strøby
Tlf.: 56 57 70 44

Skelbæk VVS & Gas
Firkløvervej 2
4671 Strøby
Tlf.: 56 57 73 30

Strøby Maskinværksted
Vindspinderivej 26
4671 Strøby
Tlf.: 56 57 30 81

Arne Nielsen Oliefyr og Gasteknik A/S
Solvangsvej 13
4681 Herfølge
Tlf.: 56 21 50 50

Refo Energi
Svansbjergvej 15
4681 Herfølge
Tlf.: 23 31 33 16

Rich. Johansen & Søn ApS
Vordingborgvej 112 B
4681 Herfølge
Tlf.: 56 27 40 05

Herfølge Gasteknik ApS
Morbærvænget 19
4681 Herfølge
Tlf.: 56 27 48 90

Toksværd Maskinværksted
Søledsvej 22
4684 Holme-Olstrup
Tlf.: 55 56 20 04

Finn L & Davidsen I/S
Finlandsgade 13
4690 Haslev
Tlf.: 56 31 25 32

Aut VVS inst. Jens Lassen A/S
Hestehavevej 4A, Troelstrup
4690 Haslev
Tlf.: 56 31 30 14

Smede & VVS Firma
Vordingborgvej 357
4700 Næstved
Tlf.: 55 70 07 92

Smedemester Ernst Krag
Åbakken 6A
4700 Næstved
Tlf.: 55 72 84 18

Vridsløse Solvarme
Vridløsevej 18
4700 Næstved
Tlf.: 40 11 70 35

Næstved VVS Entreprise ApS
Ærøvej 3
4700 Næstved
Tlf.: 55 73 58 44

Dahls VVS A/S
Rampen 1
4700 Næstved
Tlf.: 55 72 26 20

Lygas Sydsjælland A/S
Valnæsvej 1
4700 Næstved
Tlf.: 55 74 04 22

Steen Mastrup VVS
Stenskovvej 54
4700 Næstved
Tlf.: 55 54 71 14

Sydsjælland, øerne og Bornholm

Aut. Gas-, Vand- & Sanitetsmester
Rolighedsgade 16
3700 Rønne
Tlf.: 56 95 50 50

Finn VVS Brandt ApS
Strandvejen 1
3700 Rønne
Tlf.: 56 95 33 64

Åker VVS
Sdr. Landevej 47
3720 Aakirkeby
Tlf.: 56 97 47 43

A. P. Hellisen A/S
Rønnevej 90
3720 Aakirkeby
Tlf.: 56 94 74 50

Poul Aaby Svendsen & Søn I/S
Eskildsgade 9
3720 Aakirkeby
Tlf.: 56 97 40 56

Aakirkeby VVS
Storegade 13
3720 Aakirkeby
Tlf.: 56 97 10 26

Bohn's Vand og Varme Service
Grønnegade 12
3730 Nexø
Tlf.: 56 49 26 71

Flemming's VVS Nexø ApS
Stenbrudsvej 9
3730 Nexø
Tlf.: 56 49 33 39

Finn VVS Brandt ApS
Grønnegade 5
3730 Nexø
Tlf.: 56 49 20 81

Svaneke VVS
Svanevang 6
3740 Svaneke
Tlf.: 56 49 60 56

Leif Mogensen VVS Aut. VVS-installatør
Strædet 3B
3770 Allinge
Tlf.: 56 48 03 91

Ib Nordmark VVS A/S
Tyvelsevej 79
4171 Glumsø
Tlf.: 57 64 38 00

Suså Smede og VVS
Præsteengen 4, Næsby
4171 Glumsø
Tlf.: 57 56 01 02

Varme Specialisten
Spurvevej 23
4171 Glumsø
Tlf.: 57 64 58 78

Birk VVS
Egedevej 30
4640 Fakse
Tlf.: 56 71 46 12

Karise VVS
Skolegade 46
4653 Karise
Tlf.: 56 76 90 93

Rønnede VVS ApS
Møllevej 6
4654 Fakse Ladeplads
Tlf.: 56 71 16 96

P.E. Larsen 4 VVS I/S
Erhvervsvej 1, Bårse
4720 Præstø
Tlf.: 55 99 00 98

Everdrup VVS
Æskebjergvej 1
4733 Tappernøje
Tlf.: 55 56 50 45

Karrebæk VVS
Bygaden 2, Karrebæk
4736 Karrebæksminde
Tlf.: 55 44 20 15

Flemming Olsen VVS Installatør
Kostevej 19
4780 Stege
Tlf.: 55 81 47 50

Hovmarken Smedie
Spånbjergvej 13
4780 Stege
Tlf.: 55 81 73 73

Skærbæk I/S
Ved Stranden 5
4780 Stege
Tlf.: 55 81 44 54

G. Christensen Nykøbing F A/S
Grøntorvet 5
4800 Nykøbing F
Tlf.: 54 85 03 39

Hans Otto Juul - Mortensen Aut. VVS inst.
Kravshave Gåbensevej
4800 Nykøbing F
Tlf.: 54 85 83 15

Nr. Vedby Smedie
Sortkammervej 9
4840 Nørre Alslev
Tlf.: 54 44 60 68

Steen T Hansen ApS
Lundeskolevej 3
4850 Stubbekøbing
Tlf.: 54 44 41 29

Moseby Smedie & VVS
Hesnæsvej 33
4871 Horbelev
Tlf.: 54 44 40 07

Henrik Tærsker
Særslev Øster 15
4871 Horbelev
Tlf.: 54 44 40 13

Palle VVS-& Blikkenslagerfirma Andreasen
Møllevej 12
4872 Idestrup
Tlf.: 54 14 85 29

Ursin's Varmeservice
Dahlerupsvej 7
4894 Øster Ulslev
Tlf.: 54 87 60 20

Holm & Søn autoriseret gas- & vandmester
Brydebøllevej 4
4900 Nakskov
Tlf.: 54 95 19 88

M.B. Oliefyrservice
Højrebyvej 85
4900 Nakskov
Tlf.: 30 66 45 56

VVS inst. og Smed Ole Christensen
Amalievænget 3
4900 Nakskov
Tlf.: 54 95 11 30

Boesen & Danielsen
Nygade 15
4900 Nakskov
Tlf.: 54 92 52 32

Utterslev VVS
Keldsløkkevej 14
4913 Horslunde
Tlf.: 54 93 55 60

LF Stoker og kedler
Klinkevej 10
4913 Horslunde
Tlf.: 54 93 53 93

Kjeld Hansen
Vesterbyvej 11
4920 Søllested
Tlf.: 54 94 18 56

Hunseby Smedie og Blikkenslagerværksted
Pilevænget 1
4930 Maribo
Tlf.: 54 78 05 42

Bandholm Maskinfabrik A/S
Maribovej 61
4930 Maribo
Tlf.: 54 78 80 06

Vagn's VVS
Østervej 27
4960 Holeby
Tlf.: 54 60 65 64

Fjelde Smedie's Eftf. ApS
Fabriksvej 17
4990 Sakskøbing
Tlf.: 54 70 20 10

Karl Henriksen
Idalundvej 65
4990 Sakskøbing
Tlf.: 54 77 02 01

Jan Andersen
Tårupvej 40
4990 Sakskøbing
Tlf.: 20 20 36 01

25. Vejviser til rådgivere

Følgende annoncører har bidraget til sponsering af håndbogen.

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Gladsaxe Møllevej 15
2860 Søborg
39 55 59 99
www.dk-teknik.dk

Birch & Krogboe
Teknikerbyen 34
2830 Virum
45 95 55 55

Bruun & Bundgaard
Rodelundvej 57
8680 Ry
86 89 80 80

Carl Bro A/S
Granskoven 8
2600 Glostrup
43 48 60 00

CONVISOR
Rådgivende Ingeniørfirma A/S
Søndre Alle 43, Postboks 9
4600 Køge

COWI, Rådgivende Ingeniører A/S
Parallelvej 15
2800 Lyngby
45 97 22 11

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Gladsaxe Møllevej 15
2860 Søborg
39 55 59 99

Energi & Miljøgruppen A/S
Skanderborgvej 238
8260 Viby J
86 28 89 88

Esbensen, Rådgivende Ingeniører
Møllegade 54
6400 Sønderborg
73 42 31 00

Hedeselskabet Miljø & Energi A/S
Jens Juuls Vej 16-18
8260 Viby J

Hundsbæk & Henriksen
Gunhilds Plads 6
7100 Vejle
75 82 33 99

NIRAS
Sortemosevej 2
3450 Allerød
48 14 00 66

PlanEnergi Nord I/S
Jyllandsgade 44
9520 Skørping
96 82 04 00

Rambøll
Teknikerbyen 31
2830 Virum
45 98 60 00

Skude & Jacobsen
Næstvedvej 1
4760 Vordingborg
55 37 16 00

Teknologisk Institut
Kongsvang Alle 29
8000 Århus C
72 20 20 00

Aaen Rådgivende Ingeniører
Asylvej 19
8240 Risskov
86 17 50 55

26. Vejviser til myndigheder

Videncenter for Halm- og Flisfyring

Videncenter for Halm- og Flisfyring.

På hjemmesiden for Videncenter for Halm- og Flisfyring findes gratis tilgængelig information om anvendelse af træpiller og andre faste biobrænds-ler:

www.videncenter.dk

Videncentret er et netværkssamarbejde, hvor parterne tilbyder rådgivning om træpiller til energi-formål. Videncentret kan kontaktes på nedenstå-ende adresser:

dk-TEKNIK ENERGI & MILJØ
Gladsaxe Møllevej 15
2860 Søborg
Tlf. 39 55 59 99, fax 39 69 60 02

Teknologisk Institut
Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Århus C
Tlf. 72 20 20 00, fax 89 43 85 43

Forskningscentret for Skov & Landskab
Hørsholm Kongevej 11
2970 Hørsholm
Tlf. 45 76 32 00, fax 45 76 32 33

Danmarks JordbrugsForskning
Forskningscenter Bygholm
Afdeling for Jordbrugsteknik
Schüttesvej 17
8700 Horsens
Tlf. 75 60 22 11, fax 75 62 48 80

ENERGISTYRELSEN

Energistyrelsen
Amaliegade 44
1256 København K
Tlf. 33 92 67 00, fax 33 11 47 43
E-mail: ens@ens.dk

Miljøstyrelsen
Strandgade 29
1401 København K
Tlf. 32 66 01 00, fax 32 66 04 79
E-mail: mst@mst.dk

Skov- og Naturstyrelsen
Haraldsgade 53
2100 København Ø
Tlf. 39 47 20 00, fax 39 27 98 99
E-mail: sns@sns.dk

Danske Fjernvarmeværkers Forening
Galgebjergvej 44
6000 Kolding
Tlf. 76 30 80 00, fax 75 52 89 62
E-mail: dff@dff.dk

Foreningen for Producenter af Fastbrændsels-anlæg (FOFA)
c/o Håndværksrådet
Amaliegade 31
1256 København K
Tlf. 33 93 20 00, fax 33 32 01 74
E-mail: hvr@hvr.dk

Pejse og Brændeovne (DAPO)
c/o Håndværksrådet
Amaliegade 31
1256 København K
Tlf. 33 93 20 00, fax 33 32 01 74
E-mail: aagaard@hvr.dk

Prøvestationen for mindre Biobrændsels-kedler
Teknologisk Institut
Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
8000 Århus C
Tlf. 72 20 20 00

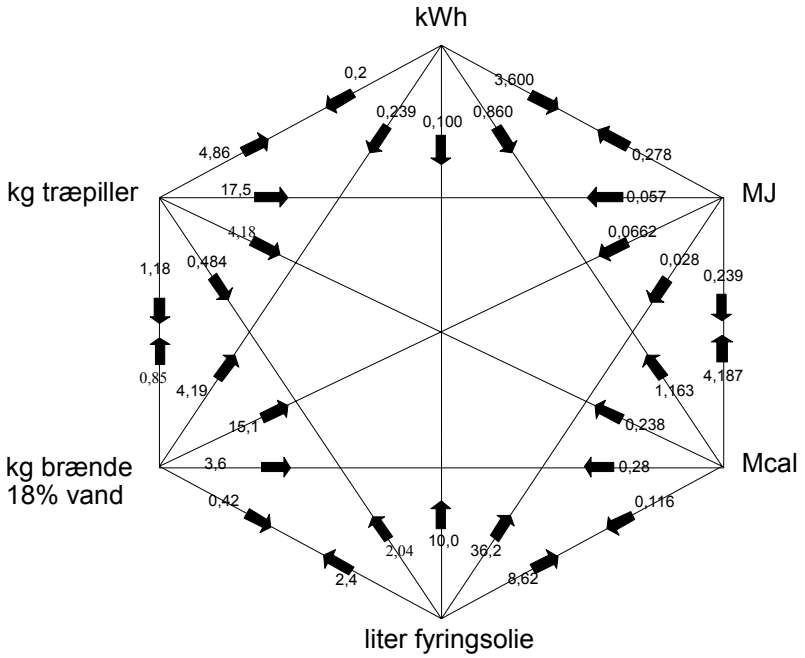
Dansk BioEnergi (tidsskrift)
Forlaget BioPress
Vestre Skovvej 8
8240 Risskov
Tlf. 86 17 34 07, fax 86 17 85 07
E-mail: biopress@biopress.dk

Samvirkende Energi- og Miljøkontorer
Preislers Plads 1
8800 Viborg
Tlf. 87 25 21 70, fax 87 25 21 65
E-mail: sek@sek.dk

27. Nøgletal

27.1 Brændværdi og energiindhold

I figur 27.1 er vist en nøglefigur til omregning mellem energienheder med angivelse af brændværdien for træpiller. Ved omsætning fra en energienhed til en anden multipliceres med det tal, der først mødes ved bevægelsen fra den ene energienhed til den anden.



Figur 27.1: Omsætning mellem energienheder

27.2 Energienheder

1 kilo Joule [kJ]	= 1000 J
1 Mega Joule [MJ]	= 1000 kJ
1 Giga Joule [GJ]	= 1000 MJ
1 Tera Joule [TJ]	= 1000 GJ
1 Peta Joule [PJ]	= 1000 TJ
1 kWh (kilo Watt time)	= 3,6 MJ
1 MWh (Mega Watt time)	= 3,6 GJ
1 GWh (Giga Watt time)	= 3,6 TJ
1 TWh (Tera Watt time)	= 3,6 PJ
1 kWh	= 860 kcal (kilokalorier)

27.3 Effektenheder

1 Mega Joule per sekund [MJ/s]	= 1 MW
1 kilo Watt [kW]	= 1000 W
1 Mega Watt [MW]	= 1000 kW
1 Giga Watt [GW]	= 1000 MW
1 kcal/h	= 1,16 W
1000 kcal/h	= 1,16 kW
1 W	= 0,86 kcal/h
1 kW	= 860 kcal/h

28. English summary

The scope of the Wood Pellet Handbook is to be a key to the Danish market for fuel pellets. The handbook aims at supporting and increasing the use of wood pellets by presenting information on several aspects of the sector ranging from political framework, to pellets production, quality and distribution, and small to large scale plants. Also safety, environmental issues and legislation are covered in details.

The primary target group is professionals on all levels such as producers and distributors of pellets, plant manufactures, energy consultants' etc. Moreover the handbook gives the consumers an easy to use guide to the pellet marked where questions related to service, delivery quality requirements could be answered. All together this will increase the transparency of the pellet marked and create increase the competition on quality, plants and services for the benefit of producers and consumers on all levels.

The Wood Pellet Handbook is published as a loose-leaf book as well in an Internet version. This makes it possible to update the information continuously and thus securing that the Wood Pellet Handbook will continue to be relevant for the actors on the pellet marked. Index:

1. Danish energy policy for pellets
2. The pellet market
3. Raw material for pellet production
4. Supply of pellets
5. Production technology
6. Fuel quality
7. Distribution of pellets
8. Combustion of pellets
9. Heating technology
10. Selection of boiler size
11. Small pellet plants
12. Block heating plants
13. District heating plants
14. Combined heat and power plants
15. Safety requirements
16. Ash and ash-handling
17. Working environment
18. Energy and environment
19. Legislation
20. Reference plants
21. Suppliers of pellets
22. Suppliers of process machinery for pellets and briquettes
23. Suppliers of stokers and boilers
24. Certified installers of stoves and boilers
25. Consultants
26. Authorities
27. Key figures
28. English summary