



Blokverwarming met hout als brandstof – algemene technische informatie –

augustus 2002

**Ir. P.D.M. Meulman
Ir. J. Koppejan**



Deze brochure is samengesteld door:

Anders Evald

DK-Teknik

15 Gladsaxe Mollevej

DK-2860 Soborg

Denemarken

Tel +45 (39) 555 999

Fax +45 (39) 696 002

Email evald@dk-teknik.dk

Internet <http://www.dk-teknik.dk>

Jaap Koppejan en Petra Meulman

TNO-MEP

Postbus 342

7300 AH Apeldoorn

Tel 055 549 3167

Fax 055 549 3287

Email J.Koppejan@mep.tno.nl

Internet www.mep.tno.nl

Lay-out en druk:

TNO-MEP, Apeldoorn

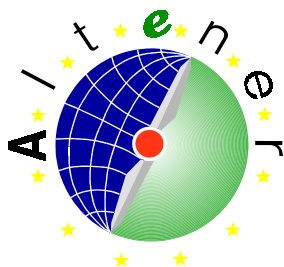
De productie van deze brochure is ondersteund door:

het ALTENER programma van de Europese Commissie (Contract 4.1030/C/00-163/2000) en

NOVEM

Een digitale versie van dit document kan worden gedownload van:

www.bioheat.info



Voorwoord

In tegenstelling tot een aantal andere Europese landen bestaat er in Nederland nog relatief weinig ervaring met de toepassing van volautomatische houtkachels voor verwarming van grote gebouwen. Ook in andere landen blijkt dat een gebrek aan informatie en ervaring m.b.t. de realisatie van houtgestookte blokverwarmingssystemen leidt tot terughoudendheid. Onbekend maakt onbemind, ook wanneer hout een aanzienlijk goedkopere brandstof is dan aardgas.

Verschillende Nederlandse partijen hebben dan ook aangegeven behoefte te hebben aan meer informatie over de toepassing van dergelijke systemen. Deze brochure is bedoeld als bron van informatie voor iedereen die nog niet goed bekend is met het toepassen van dergelijke systemen, maar wel de mogelijkheden wil verkennen en zich wellicht in de toekomst in dit nieuwe werkveld wil begeven.

Bij het schrijven van deze brochure is met name gedacht aan praktische toepassing door energiebedrijven, raadgevend adviseurs, ontwerpers en architecten. Het geeft dan ook vooral technische informatie over de verwarming van grote gebouwen door de verbranding van hout, zoals houtsnippers of geperste brandstoffen (houtpellets of houtbriketten). Typische voorbeelden van dergelijke projecten zijn de verwarming van een aantal bij elkaar gelegen woningen, een flatgebouw, openbare gebouwen zoals scholen, bejaardenhuizen, gemeentehuizen of andere grote gebouwen met een warmtevraag tussen de 50 en 800 kW.

Deze brochure maakt deel uit van het Europese marktintroductieproject BIOHEAT. Dit project heeft als doel het gebruik van hout als brandstof voor blokverwarming in tien verschillende landen te stimuleren door het verspreiden van kennis over dergelijke systemen in de vorm van brochures, workshops en excursies. BIOHEAT wordt gefinancierd door het ALTENER programma van de Europese Commissie, de werkzaamheden die t.b.v. de Nederlandse markt worden verricht, zijn tevens financieel ondersteund door NOVEM.

In Nederland kunt u meer informatie verkrijgen over houtgestookte blokverwarmingssystemen bij TNO-MEP. In de andere deelnemende landen zijn dit E.V.A. (Oostenrijk), dk-Technik Energy & Environment (Denemarken), Biomasse Normandie (Frankrijk), C.R.E.S. (Griekenland), ENEA (Italy), Statoil ASA (Noorwegen), CBE (Portugal), IDAE (Spanje) en Svebio (Zweden). Deze brochure wordt in alle deelnemende landen verspreid, waarbij voor alle landen een specifieke versie is gemaakt, aansluitend op de lokale situatie. Aanvullende informatie kan worden verkregen via de website www.bioheat.info.

Inhoudsopgave

Voorwoord	3
1. Waaron verarming met hout?	6
1.1 Politiek draagvlak	6
1.2 Moderne technologie beschikbaar	7
1.3 Economische vergelijking tussen gaskachels en houtkachels.....	7
1.4 Vergelijking van de milieuaspecten.....	10
1.5 Indirecte emissies van het gebruik van brandstoffen	11
1.6 Emissie-eisen	12
1.7 De markt voor houtgestookte blokverwarming groeit	13
2. Is een houtgestookte kachel haalbaar?	15
2.1 Algemene informatie	17
2.2 Beschikbare ruimte.....	17
2.3 Beschikbare brandstoffen	17
2.4 Onderhoud van de kachel.....	18
2.5 Benodigd vermogen.....	18
2.6 Schatting van de kosten	19
3. Keuze van de brandstof.....	20
3.1 Eigenschappen van houtpellets en houtsnippers.....	20
3.2 Selectie van een geschikte brandstof	22
4. Opslag van de brandstof	23
4.1 Grootte van de opslagruimte	25
4.2 Lay-out van de opslag en het ketelhuis	26
4.3 Veiligheid van een opslagruimte voor pellets	26
4.4 Brandstoftoevoer	27
5. Automatische houtgestookte ketels	29
5.1 Keuze voor een kachel.....	29
5.2 Variaties in het gevraagde vermogen en leveringszekerheid	32
5.3 Veiligheidssystemen	34
6. Geluid.....	36
7. Levering van warm water en integratie met zonne-energie.....	37
8. Arbeid en onderhoud	39
9. Afvoer van as.....	41

10.	Subsidies en vergunningen.....	42
10.1	Subsidies.....	42
10.2	Vergunningen.....	42
11.	De aanschaf van de installatie.....	44
12.	Verdere informatie.....	46

1. Waaron verarming met hout?

Er zijn veel redenen te noemen waarom een houtgestookte verbrandingsinstallatie als optie kan worden overwogen voor de verwarming van een gebouw. Het is milieuvriendelijk, de technologie is bewezen en in veel gevallen is het ook goedkoper. De ervaring leert bovendien dat hout ook op de lange termijn beschikbaar blijft, met een relatief stabiele prijs t.o.v. aardgas.

1.1 Politiek draagvlak

Energie uit biomassa levert geen netto bijdrage aan het broeikas-effect, omdat een plant bij de groei evenveel CO₂ uit de lucht vastlegt (fotosynthese) als bij de verbranding weer vrijkomt. Bio-energie is dus CO₂-neutraal en een belangrijk alternatief voor fossiele brandstoffen. Dit zorgt voor een groot politiek draagvlak voor energie uit biomassa.

In het Kyoto protocol zijn afspraken vastgelegd over een aanzienlijke reductie van de broeikasgassen. De implementatie van verschillende opties voor energie uit biomassa kan een significante en kosteneffectieve bijdrage leveren aan deze doelstellingen. Het gebruik van hout als brandstof voor blokverwarming wordt expliciet gestimuleerd door de Europese Commissie. In de "Campaign for take off" is het doel gesteld dat in 2003 in Europa een totaal vermogen van 2000 MW_{th} houtgestookte installaties voor blokverwarming zou moeten zijn geïnstalleerd.

In sommige Europese landen zijn nationale programma's opgericht waarmee het gebruik van hout als brandstof wordt gestimuleerd. Vaak wordt met dergelijke programma's ook getracht de regionale economie te steunen, of om nieuwe bronnen van inkomsten te genereren voor boeren.

Naast de bijdrage aan de CO₂ reductie ziet de Europese Commissie andere voordelen in het gebruik van lokaal beschikbaar hout als brandstof, zoals de zekerheid van energielevering.¹ Wanneer er in Europa meer lokaal geproduceerde biomassa wordt gebruikt, vermindert de Europese afhankelijkheid van (geïmporteerde) fossiele brandstoffen.

De Nederlandse overheid heeft zich geïmmiteerd aan de doelstelling om 10% van ons energieverbruik in 2020 op duurzame wijze op te wekken. Verwacht wordt dat bio-energie hieraan met 43% van de doelstelling een aanzienlijke bijdrage kan gaan leveren. Om dit te bereiken zullen er nog veel nieuwe initiatieven moeten worden opgestart. Dit wordt o.a. gestimuleerd met financiële regelingen zoals de EIA en VAMIL regeling. Tevens worden met verschillende marktsectoren Meerjarenafspraken (MJA's) gemaakt, waarin naast doelstellingen voor energiebesparing ook wordt vastgelegd hoeveel duurzame energie deze groep zal gaan gebruiken of opwekken.

¹ Green book on energy security.

Ook lokale politieke steun is van belang bij de introductie van houtgestookte verwarmingsinstallaties. Stimulering van de lokale economie en een groot lokaal draagvlak voor houtgestookte kachels kunnen belangrijke redenen zijn voor lokale politieke ondersteuning. Maar ook kan het broeikas-effect een belangrijke argument zijn om houtgestookte kachels te promoten. Veel gemeentes hebben afspraken gemaakt over het gebruik van duurzame energie en hebben daarnaast hun eigen milieuprogramma, zoals een lokale Agenda 21. Over het algemeen is de steun voor een biomassagestookte installatie het grootst in die gemeenten met hoge ambities en interesse in innovatieve projecten.

1.2 Moderne technologie beschikbaar

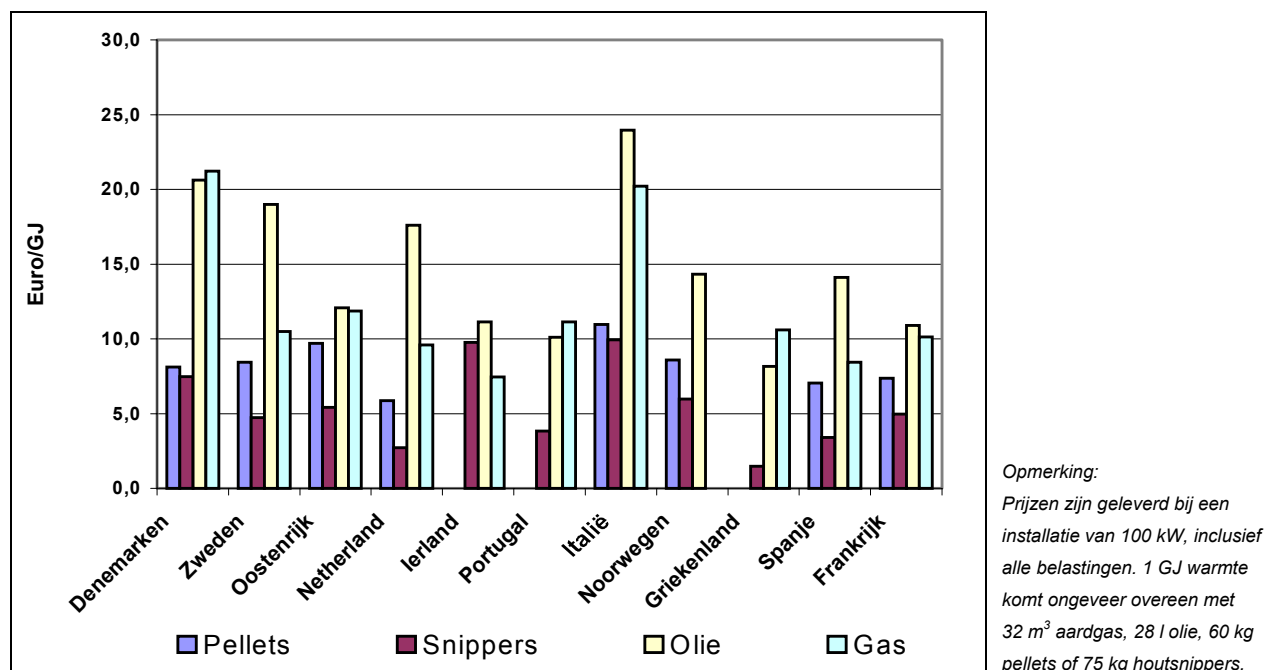
De verbranding van blokken hout in open vuren en handmatig gestookte kachels wordt als sinds mensenheugenis toegepast voor verwarmingsdoeleinden, maar de verbranding van pellets (industriële geproduceerde geperste brokjes van houtstof en zaagsel) en houtsnippers (van vers resthout geproduceerd) in moderne verbrandingsinstallaties is voor veel landen een volstrekt nieuwe optie. Deze moderne installaties zijn echter veel beter dan de oude opties voor wat betreft het rendement en de emissies.

De technologie van de houtkachels is de afgelopen 10 jaar dan ook sterk verbeterd. De emissies van deze kachels zijn sterk afgenomen en de behaalde rendementen zijn nu van hetzelfde niveau als men terugvindt bij gas- of oliegestookte ketels. Een andere belangrijke verbetering van de automatische kachels is de betrouwbaarheid.

Desalniettemin is een weloverwogen selectie van een hoge kwaliteitskachel van essentieel belang voor het realiseren van een succesvol project voor blokverwarming van woningen of openbare gebouwen. De kachels die momenteel worden aangeboden verschillen namelijk sterk in prijs en kwaliteit, afhankelijk van de beoogde toepassing. Zo zullen commerciële gebruikers die houtverbrandingsinstallaties inzetten om direct bij het bedrijf van hun afvalhout af te komen, waarschijnlijk minder hoge eisen stellen aan het rendement, de geluidsproductie en het uiterlijk, dan gebruikers die de installatie in de gebouwde omgeving willen toepassen voor de verwarming van woningen.

1.3 Economische vergelijking tussen gaskachels en houtkachels

De economische haalbaarheid van houtgestookte systemen wordt enerzijds bepaald door de investeringskosten, die in vergelijking hoger zijn dan bij gasgestookte installaties en anderzijds door de operationele kosten, die lager zijn dan voor een conventioneel systeem. Figuur 1.1 geeft een overzicht van de gemiddelde prijzen van de verschillende brandstoffen in Europa, uitgedrukt in Euro per GJ.



Figuur 1.1 Indicatie van de brandstofprijzen in Europa anno voorjaar 2002.

Voor een situatie waarin thans een aardgasketel van 100 kW wordt gebruikt met een jaarverbruik van 17.500 m³ aardgas, is hieronder een voorbeeldberekening gemaakt. De gegevens gelden voor de Nederlandse situatie, waarbij al is uitgegaan van de emissie eisen die in 2007 van kracht zullen worden.

De gegevens dienen als indicatief te worden beschouwd, omdat de exacte kosten nogal afhankelijk zijn van het gekozen type installatie, het piekvermogen, contracten met brandstofleveranciers, de uitvoering van het beschikbare gebouw, etc. In deze berekeningen is rekening gehouden met de fiscale regelingen EIA en VAMIL.

Tabel 1.1 Indicatie van de kosten van een houtkachel, vergeleken met aardgas.

	Eenheid	Houtsnippers	Houtpellets	Aardgas
Kosten kachel (100 kW)	€	44.000	44.000	5.000
Installatiekosten	€	6.500	6.500	3.000
Constructiekosten	€	23.000	16.000	10.000
Totale investeringskosten	€	73.500	66.500	18.000
Netto investering na aftrek EIA/Vamil	€	57.330	51.870	18.000
Kapitaalkosten (rente + afschrijving)	€/jaar	5.459	5.031	1.605
Vraag gerelateerde kosten	€/jaar	2.498	4.245	7.917
Brandstofkosten	€/jaar	2.438	4.185	7.867
Elektriciteitskosten voor de kachel	€/jaar	60	60	50
Overige	€/jaar	2.480	2.185	580
Reparatiekosten	€/jaar	620	585	130
Personeelskosten	€/jaar	960	750	0
Schoorsteenveger	€/jaar	250	250	150
Service contract	€/jaar	400	400	200
Verzekering, overige kosten	€/jaar	250	200	100
Totale geannualiseerde kosten	€/jaar	10.438	11.462	10.104
Totale kosten per GJ geleverde warmte	€/GJ	14,5	15,9	14,0

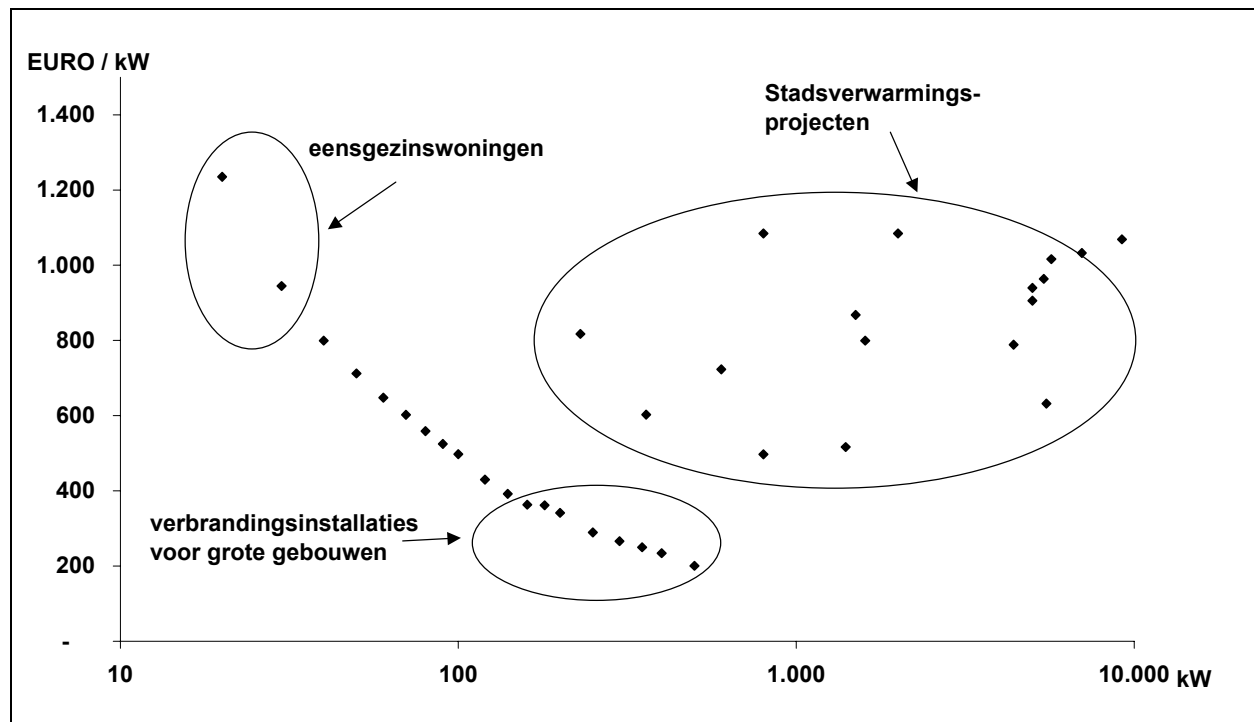
Opmerkingen:

- De in de tabel aangenomen brandstofprijzen zijn: houtpellets: 80 €/ton, houtsnippers 35 €/ton, aardgas 0,35 €/m³.
- Omdat is uitgegaan van de emissie-eisen welke gelden vanaf 2007, is voor verwijdering van stof bij de pelletkachel en de houtsnippergestookte kachels al een doekfilter opgenomen in de investering (kosten tenminste 15.000 € voor deze schaalgrootte). Omdat er nu nog nauwelijks vraag is naar doekfilters van deze schaalgrootte, is de ervaring hiermee nog beperkt en zijn de geoffreerde prijzen nu vaak nog hoger. Onder de huidige emissie-eisen kan bij een goede pelletkachel een nageschakeld stoffilter worden weggelaten.

Via www.bioheat.info kan een spreadsheet worden gedownload dat kan worden gebruikt voor berekening van de warmteprijs onder verschillende omstandigheden.

Figuur 1.2 geeft een overzicht weer voor de specifieke investeringskosten voor een aantal werkelijk gerealiseerde projecten op basis van houtgestookte blokverwarming. Ten opzichte van gasgestookte installaties zijn houtgestookte installaties relatief duur, wanneer ze worden toegepast voor de verwarming van kleine gebouwen, zoals een enkele woning. De specifieke investeringskosten per kW nemen echter aanzienlijk af bij grotere installaties, welke zouden kunnen worden toegepast bij grotere gebouwen. De kosten per kW voor hele grote projecten zoals stadsverwarmingssystemen zijn echter ook weer hoog, omdat in dat geval gebruik wordt gemaakt van een apart ketelhuis en er een duur warmtenet nodig is. Uit deze figuur blijkt dat de

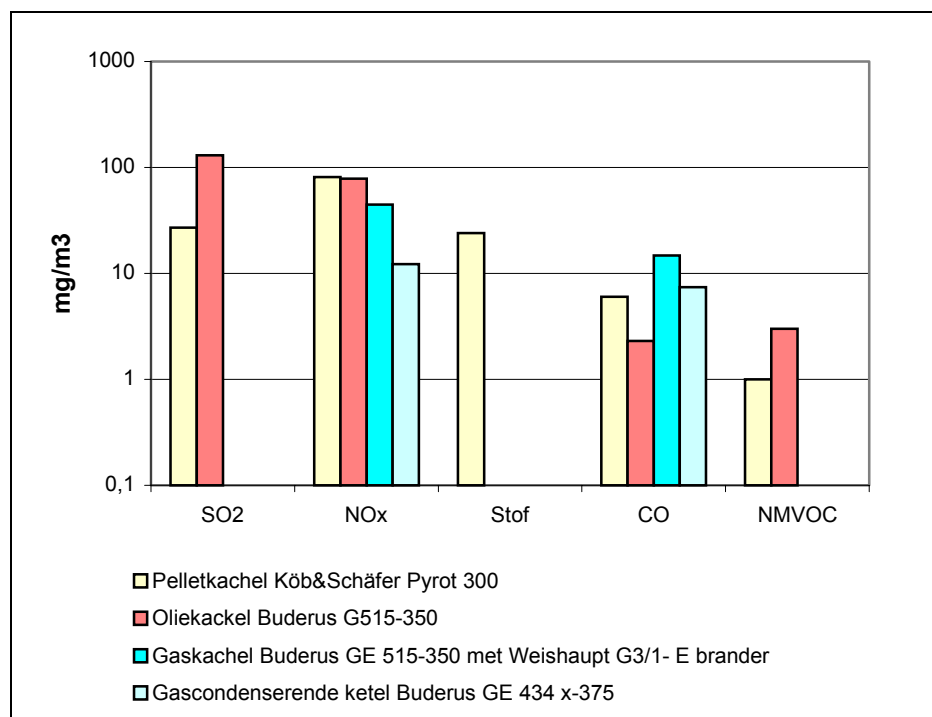
installaties met een vermogen tussen de 50 kW en 800 kW economisch het meest aantrekkelijk kan zijn.



Figuur 1.2 Investeringskosten voor houtgestookte verbrandingsinstallaties, afhankelijk van de schaal-grootte (Bron: Agricultural Chamber Styria 1998, E.V.A. 1999).

1.4 Vergelijking van de milieuaspecten

In onderstaande figuur worden de emissies van een pelletkachel van 300 kW vergeleken met de emissies van moderne gas- en oliebranders. Uit deze metingen blijkt dat de houtkachels een gelijke of lagere SO_2 -uitstoot hebben en iets hogere NO_x en CO-emissie dan de olie- en gasgestookte kachels.

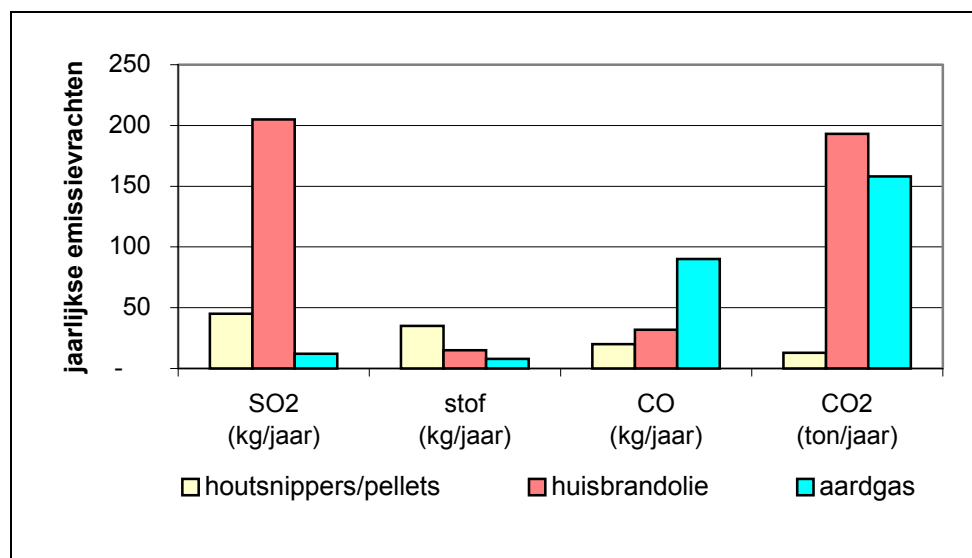


Figuur 1.3 Rookgascomponenten afkomstig van verschillende moderne verbrandingsinstallaties.

Alleen de stofemissie is hoger dan bij de andere kachels, maar deze voldoet nog goed aan de Nederlandse emissie-eisen van dit moment. Na 2007 zullen strengere emissie-eisen worden opgelegd aan houtgestookte ketels, het wordt dan meestal nodig om extra te investeren in nageschakelde verwijdering van stof en NO_x. Daardoor worden de emissies van de houtgestookte kachels nog lager dan hier gepresenteerd. Zie ook het onderdeel 'emissie-eisen' in paragraaf 1.6.

1.5 Indirecte emissies van het gebruik van brandstoffen

De milieueffecten van het gebruik van brandstoffen betreffen niet alleen de directe emissies van de verbrandingsinstallatie. Om een goede milieubalans op te maken moeten ook de productie en het vervoer van de brandstof moeten in beschouwing worden genomen. De vrijkomende emissies voor de totale levenscyclus zijn weergegeven in de onderstaande grafiek. Aangenomen wordt dat moderne kachels worden toegepast; ook de emissies die bij de productie en recycling van de kachels vrijkomen zijn in de analyse meegenomen. Verder is aangenomen dat de houtpellets over 300 km worden vervoerd met een vrachtwagen.



Figuur 1.4 Vergelijking van de totale directe en indirecte emissies van verschillende brandstoffen voor een verwarmingsinstallatie.

De vergelijking laat zien dat de pellets de beste resultaten hebben voor wat betreft CO₂ en CO emissies. De SO₂ emissies zijn duidelijk lager dan bij olie en iets hoger dan bij gasgestookte kachels. De stofemissies zijn wel hoger dan bij gasgestookte kachels, maar onder de Nederlandse omstandigheden leiden de opgelegde emissie-eisen over de hele brandstofketen tot aanzienlijk lagere emissies.

1.6 Emissie-eisen

Er bestaan momenteel verschillende emissie-eisen voor de energiewinning uit biomassa. Voor de verbranding van schoon hout (houtpellets of houtsnippers) in verbrandingsinstallaties tot 1 MW_{th} wordt tot 2007 over het algemeen de algemene Nederlandse Emissierichtlijn (NER) opgelegd. Recentelijk heeft het Ministerie van VROM een circulaire uitgegeven met nieuwe emissie-eisen. Voor de kleinschalige installaties waar bij blokverwarming sprake van is, geldt echter een uitstel van vijf jaar tot april 2007. Een overzicht is hieronder weergegeven, zie www.infomil.nl voor meer details.

Bij de verbranding van schoon hout zijn voor wat betreft de emissies stof en NO_x de belangrijkste aandachtspunten. Het kan nodig zijn om extra maatregelen te treffen om aan de emissie-eisen te voldoen. In de praktijk vrijwel wordt vrijwel altijd al voldaan aan de andere opgelegde eisen, zonder additionele maatregelen voor rookgasreiniging.

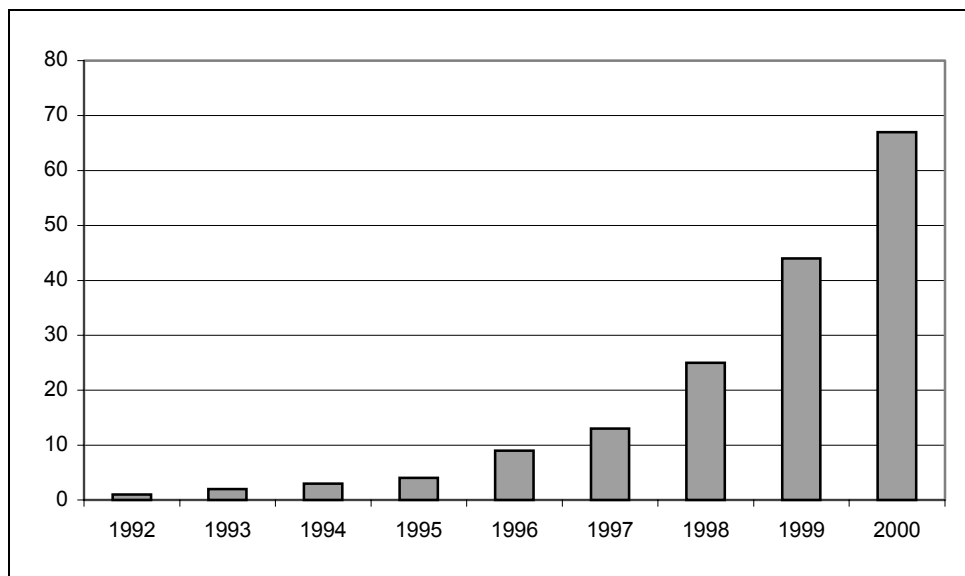
Tabel 1.2 Emissiegrenswaarden voor verbrandingsinstallaties voor schone houtsnippers of houtpellets tot 1000 kW_{th} (in mg/nm³ bij 11 % O₂).

Component	Tot 2007 (NER algemeen)	Vanaf 2007	
		(Circulaire van VROM voor stand-alone verbranding van schone stromen)	
		rendement < 85%	rendement > 85%
NO _x	200	70	130
Stof	50 ¹	13	13
SO ₂	200	130	130
Cd+ Tl	0,2		
Hg	0,2		
Zware metalen	25,4		
HCl	30		
HF	5		
dioxines (ng TEQ)	zo laag mogelijk		
VOS	20-150		
NH ₃	200		

(1) In principe mag de gemeente als bevoegd gezag eisen dat een doekfilter wordt toegepast, zodat 10 mg/m³ kan worden opgelegd. Op dit moment zijn doekfilters voor verbrandingsinstallaties van deze schaalgrootte echter nog dermate prijzig, dat de investering in veel gevallen dan niet meer financieel aantrekkelijk is.

1.7 De markt voor houtgestookte blokverwarming groeit

De verwarming van gebouwen is een zeer grote energiemarkt, waar ook met een relatief kleine toepassing van houtkachels nog steeds veel installaties kunnen worden gebouwd. In een aantal Europese landen zoals Oostenrijk, Denemarken, Frankrijk, Duitsland en Zweden groeit het aantal projecten met houtgestookte kachels dan ook sterk. Meestal wordt dit gedreven door prijsverschillen tussen fossiele brandstoffen en biobrandstoffen. Zo worden in Zweden en Denemarken milieuvoordelen voor bio-energie gecreëerd door hoge belastingen op fossiele brandstoffen. In Nederland bestaat er een toenemende heffing op aardgas (de ecotax), bovendien komt een bio-energie-installatie in aanmerking voor andere regelingen zoals EIA en VAMIL. Omdat in Nederland aardgas nog relatief goedkoop is, gaat de introductie van deze systemen hier echter minder snel dan in landen zoals Oostenrijk. Bij een stijgende aardgasprijs zal ook in Nederland de belangstelling verder gaan toenemen.



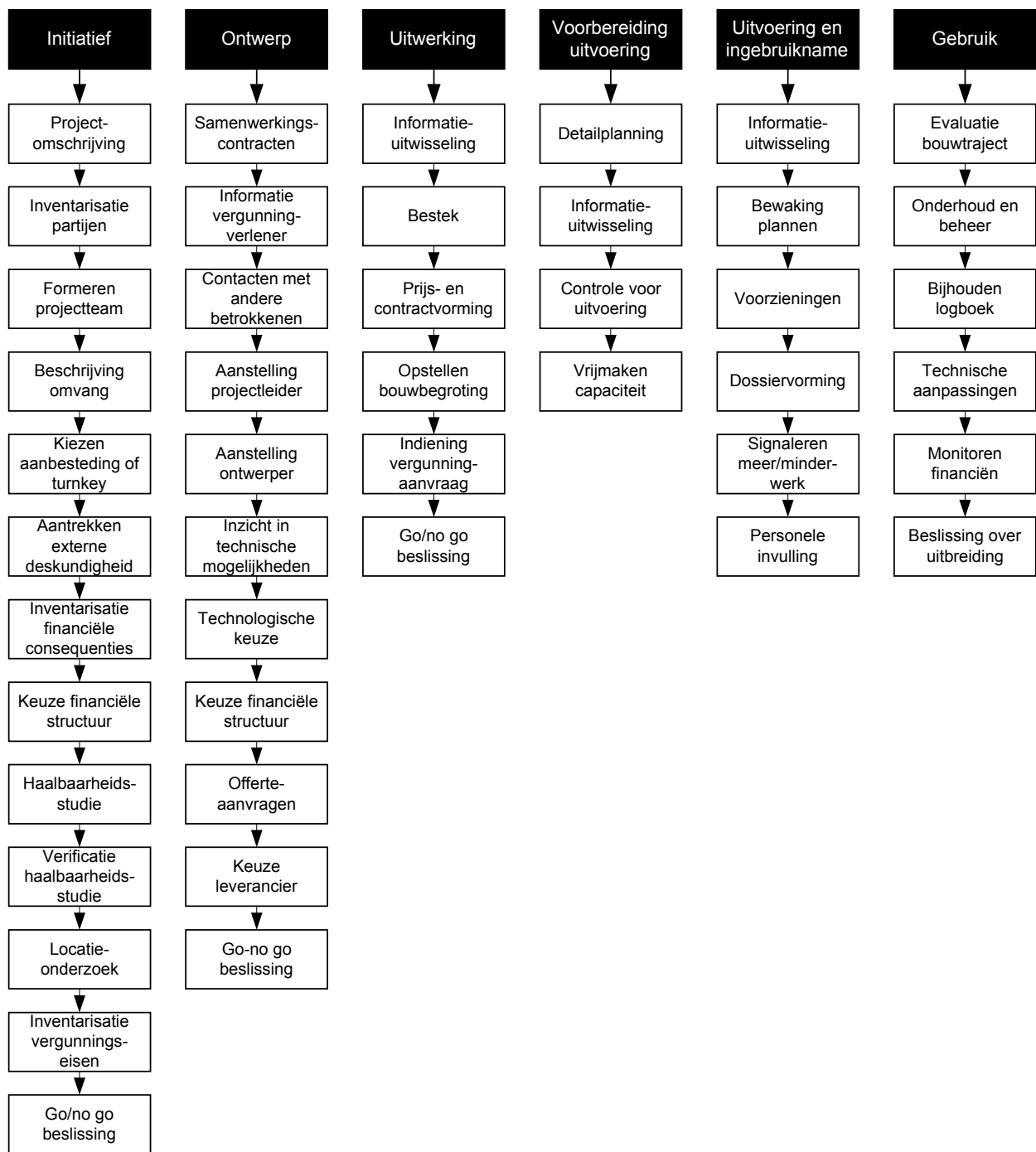
Figuur 1.5 Het aantal met hout gestookte blokverwarmingssystemen in Oostenrijk groeit snel. In de provincie Salzburg werd in 2001 zelfs meer dan 50% van de nieuwbouwprojecten met een houtkachel uitgerust (EVA).

2. Is een houtgestookte kachel haalbaar?

Het gehele proces van de ideevorming tot de installatie en het gebruik van een complete bio-energie installatie bestaat uit veel verschillende acties waarbij informatie wordt verzameld en geanalyseerd. Ook worden dergelijke analyses vaak meerdere malen doorlopen tijdens het proces, met verschillende diepgang. Dit geldt bijvoorbeeld voor de economische evaluatie van het project dat zowel aan het begin als aan het einde van het proces dient te worden uitgevoerd.

Het is dan ook aan te raden om af en toe terug te kijken naar eerdere fases in het realisatietraject en de stappen die zijn genomen, te heroverwegen. Eén van de belangrijkste acties is het maken van een voorstudie of haalbaarheidsstudie van het idee. Deze studie wordt uitgevoerd om te beoordelen of het project mogelijk haalbaar is. Dit wordt gedaan voordat keuzes worden gemaakt voor het type brandstof, de definitieve grootte van de installatie etc.

De belangrijkste onderdelen van deze haalbaarheidstudie worden in dit hoofdstuk behandeld. In de volgende hoofdstukken wordt verder ingegaan op relevante details die in beschouwing moeten worden genomen bij het realiseren van een houtgestookte installatie. Een uitgebreid stappenplan is weergegeven in Figuur 2.1.



Figuur 2.1 Gedetailleerd stappenplan voor de realisatie van een bio-energie-installatie (uit 'Bio-energie in de houtverwerkende industrie', PriceWaterhouseCoopers, 2000). Bij de realisatie van een houtgestookte verwarmingsinstallatie kunnen een aantal stappen versneld worden doorlopen.

2.1 Algemene informatie

Moderne houtverbrandingsinstallaties werken even betrouwbaar en met vrijwel hetzelfde gebruikersgemak als conventionele kachels die gas of olie verbranden. Het grote verschil is dat de brandstof moet worden aangevoerd van elders, dit zijn we sinds de grootschalige introductie van aardgas niet meer gewend. Het is van groot belang om toekomstige bewoners van het gebouw en andere voor het project belangrijke personen van goede informatie te voorzien, omdat de kans anders groot is dat men sceptisch op het project reageert. Dit betreft ook de investeerder, de potentiële gebruiker van het gebouw, buren, brandstofleveranciers en alle relevante openbare instanties. Een negatieve houding kan een grote barrière zijn voor het succesvol opstarten van een project.

Het opzetten van een project is zeker geen eenvoudige taak in een omgeving, waar nog nooit iemand een dergelijke installatie heeft gezien en waar iedereen alles wil weten en goed op de hoogte wil worden gehouden over de installatie en de gevolgen daarvan. Echter, het is tevens een dankbare taak, omdat er bij succesvolle toepassing een voorsprong wordt opgebouwd, wat zich in de toekomst zeker zal terugbetalen bij toepassing op andere locaties.

2.2 Beschikbare ruimte

Een houtkachel heeft meer ruimte nodig voor de kachel, de opslag van de brandstof en de levering van de brandstof dan een conventionele gaskachel. Als er in een bestaand gebouw echt weinig ruimte beschikbaar is, kan dit zelfs reden zijn om maar af te zien van demonstratie van deze nieuwe technologie op deze locatie.

Het is dan ook een groot voordeel als er al in een vroeg stadium van het ontwerp van een gebouw rekening kan worden gehouden met de mogelijke plaatsing van een houtkachel. Er kan dan ruimte worden gereserveerd voor de kachel en de opslag van het hout en er kan alvast worden nagedacht over de manier waarop vrachtwagens de voorraadruimte kunnen vullen. Hiervoor is een goede communicatie tussen de architect en de technisch ontwerper van groot belang.

2.3 Beschikbare brandstoffen

Terwijl er een overvloed is aan hout als brandstof in Europa, bestaat er nog slechts een beperkte infrastructuur voor de levering van houtsnippers en houtpellets aan kleinschalige afnemers. In een opstartende markt is dit een kip-ei probleem. Aangeraden wordt om bij de eerste initiatieven ook contact op te nemen met de lokale houtverwerkende industrie die droog afvalhout produceert of bij boseigenaren en groenverwerkende bedrijven, die mogelijk gedroogde houtsnippers van het snoeihout kunnen leveren.

Daarnaast zijn er tegenwoordig ook houtpellets verkrijgbaar, dit zijn uit zaagsel en houtstof geperste houtbrokjes. Door hun hoge dichtheid en energie-inhoud zijn ze geschikt om over relatief

lange afstanden te vervoeren. Het aantal pelletproducenten in Europa groeit sterk, waardoor deze brandstof inmiddels voor ieder project te overwegen valt. Op www.bioheat.info staat een overzicht van mogelijke leveranciers van brandstoffen.

Voordat een houtgestookte installatie wordt aangeschaft, moet in ieder geval voor de langere termijn de levering van hout met een constante en hoge kwaliteit zijn gegarandeerd.

2.4 Onderhoud van de kachel

Het belangrijkste verschil tussen het gebruik van een moderne houtkachel en een gaskachel is dat bij een houtkachel de brandstof moet worden aangeleverd en opgeslagen en dat de as-sen af en toe moeten worden afgevoerd. Het is belangrijk een persoon aan te wijzen die verantwoordelijk is voor deze logistiek. Als een kachel wordt gebruikt die geen automatisch reinigingsstelsel voor de warmtewisselaar heeft, moet tevens rekening worden gehouden met het regelmatig reinigen van de warmtewisselaar van de kachel. Dit, om ook een hoog rendement over de lange duur te garanderen.

2.5 Benodigd vermogen

Het is belangrijk dat er al bij het begin van de projectplanning betrouwbare gegevens zijn over de warmtevraag van het gebouw, omdat dit een grote invloed heeft op zowel de economische haalbaarheid als het juist functioneren van de houtgestookte installatie.

Als de houtkachel een gaskachel in een bestaand gebouw moet vervangen is het huidige aardgasverbruik de beste basis voor de berekeningen voor de brandstofvraag en het benodigde vermogen. Het resultaat van deze analyse komt overigens meestal niet overeenkomt met het vermogen van de bestaande installatie.

Het benodigde vermogen van de houtgestookte kachel kan worden afgeschat door de hoeveelheid gebruikte energie (jaarlijkse gasverbruik maal het aangenomen rendement van de gaskachel) te delen door het aantal gewenste vollasturen van de houtgestookte installatie. Daarbij wordt het gewenste aantal vollasturen afgeleid van het lokale klimaat en het gebruikspatroon van het gebouw. In Nederland bedraagt het optimale aantal vollasturen voor een houtgestookte installatie ongeveer 2000. Omdat het hiermee verkregen vermogen meestal lager is dan wat er aan maximale warmtevraag is gedurende een aantal winterdagen, is het meestal nodig om naast de houtgestookte installatie tevens een relatief goedkope gasgestookte ketel te plaatsen. Deze kan worden ingezet bij hoge warmtevragen en in het uitzonderlijke geval van technische storingen van de houtgestookte kachel.

Als het systeem moet worden ontworpen voor een nieuw gebouw, kunnen de warmtevraag en de jaarbelastingduurkromme worden berekend aan de hand van gegevens over de mate van isolatie, oppervlakte van het gebouw en de totale vraag naar warm water. In paragraaf 5.2 wordt verder ingegaan op de dimensionering van een houtkachel.

2.6 Schatting van de kosten

Een eenvoudige manier om de kosten van de verschillende verwarmingssystemen met elkaar te vergelijken is door gebruik te maken van een spreadsheet, wat kan worden gedownload op www.bioheat.info. Hiermee kunnen de totale verwarmingskosten worden berekend en vergeleken met conventionele systemen.

Volgens Zweedse ervaring is ongeveer 20%-25% van de investeringskosten in een bestaand gebouw nodig voor de brandstofopslag en brandstoftransport. De automatische houtkachel met een eenvoudige rookgasreiniging en andere apparatuur die nodig is in het ketelhuis, kost ongeveer 50%. De rest, dit is ongeveer 30% van de totale investeringskosten, kan evenredig worden verdeeld tussen de schoorsteen, de installatiekosten, administratiekosten, supervisie en de vergunningaanvraag. Voor de Nederlandse situatie zullen deze verhoudingen niet exact hetzelfde zijn, dit wisselt tevens sterk per project, maar het geeft een goede indicatie van belangrijke kostenposten bij een project.

3. Keuze van de brandstof

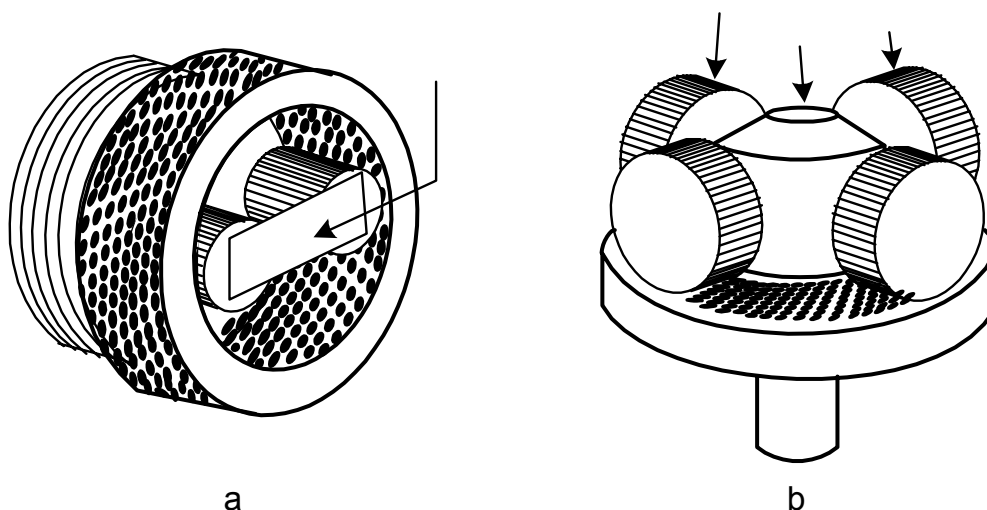
3.1 Eigenschappen van houtpellets en houtsnippers

De twee meest gebruikelijke soorten houtbrandstof voor automatisch gestookte verwarmingsinstallaties voor blokverwarming zijn houtpellets en droge houtsnippers.

Houtpellets zijn gestandaardiseerde cilindervormige brandstofdeeltjes, gemaakt uit samengeperst, droog zaagsel en spaanders van schoon hout van houtzagerijen en de houtverwerkende industrie. Er worden geen lijmstoffen of andere chemische componenten toegevoegd in dit productieproces, alleen hoge druk en stoom. In sommige landen worden wel 1-3% biologische additieven zoals aardappelzetmeel of *black liquor* uit de papierindustrie gebruikt.

De energie-inhoud van pellets bedraagt ongeveer 17,0 MJ/kg. 2 kilogram pellets komt daarmee overeen met ongeveer 1 liter lichte huishoudolie of 1 m³ aardgas.

Het is van groot belang dat pellets geen toeslagstoffen of vervuilingen bevatten. Deze kunnen leiden tot aanzienlijk hogere asgehalten of vervuiling van de kachel. Daarnaast is het van belang dat de pellets een zekere mechanische sterkte hebben en niet makkelijk uiteenvallen, aangezien het stof dat dan ontstaat hele andere verbrandingseigenschappen heeft dan de pellets. In Zweden, Oostenrijk, Duitsland en de Verenigde Staten bestaan al kwaliteitsstandaards voor pellets. Een CEN norm voor hout brandstoffen wordt op dit moment opgesteld. De pellets die in Nederland verkrijgbaar zijn, voldoen aan de Oostenrijkse Önorm.



Figuur 3.1 Twee veel toegepaste principes voor de productie van houtpellets: Houtstof wordt door een matrijs met gaten geperst. Aan de achterzijde/onderzijde worden de geperste pellets afgestoken.

Houtsnippers zijn kleine houtdeeltjes met een lengte van 5-50 mm in de vezelrichting. Zij zijn minder gestandaardiseerd dan pellets en bestaan vaak uit grotere houtsnippers en een fijne fractie. De kwaliteit van de houtsnippers is sterk afhankelijk van het gebruikte hout en de productietechnologie. Er zijn verschillende soorten houtsnippers in omloop:

1. Houtsnippers gemaakt van afvalhout uit bossen zoals takken of zelfs hele bomen. Dit soort houtsnippers is voornamelijk in de noordelijke landen beschikbaar. Ze hebben een vochtgehalte van rond de 50% en variëren in maat van poeder tot snippers die nog aanzienlijke hoeveelheden bladeren en bast bevatten. Deze snippers zijn alleen geschikt voor grotere installaties voor stadsverwarming.
2. Houtsnippers geproduceerd in de houtzagerijen met een vochtgehalte van 40%-50%. Deze snippers worden o.a. gebruikt in de pulp en papierindustrie en hebben betere verbrandingseigenschappen dan de bovengenoemde snippers. Ze zijn echter te nat om in kleine installaties te verbranden, tenzij het hout eerst wordt gedroogd voordat het wordt versnipperd of de snippers worden gedroogd (bijvoorbeeld door opslag in een container met ventilatie met warme lucht).
3. Houtsnippers welke zijn geproduceerd uit dunningshout zonder takken of bladeren, dat gedurende 6 maanden wordt gedroogd voor het wordt versnipperd. Deze snippers bevatten ongeveer 30% water en hebben vaak een constante kwaliteit en grootte (als tenminste een goede versnipperaar wordt gebruikt). Deze houtsnippers zijn geschikt voor houtkachels voor blokverwarming. Grote stukken onversnipperd hout kunnen problemen veroorzaken in de houtkachel en moeten voor gebruik in de kachel worden verwijderd.



Figuur 3.2 Houtsnippers van goed gedefinieerde kwaliteit.

Het is voor het goed functioneren van de houtgestookte installatie van groot belang dat de brandstof goed past bij de kachel. Het is daarom belangrijk al voor de keuze voor een kachel te inventariseren welke brandstoffen beschikbaar zijn en voor welke prijs.

Onderstaande tabel geeft een overzicht van de meest belangrijke factoren voor brandstoffen die geschikt zijn voor blokverwarming. De gegevens voor de dichtheid hebben betrekking op het gestapelde volume van de brandstof (stordichtheid).

Tabel 3.1 *Typische eigenschappen van houtpellets en houtsnippers voor gebruik in blokverwarmings-systemen.*

	Houtpellets	Droge houtsnippers
Verbrandingswaarde	17,0 GJ/ton	13,4 GJ/ton
– Per kg	4,7 kWh/kg	3,7 kWh/kg
– Per m ³	3077 kWh/m ³	744 kWh/m ³
Vochtgehalte	8%	25%
Dichtheid	650 kg/m ³	200 kg/m ³
Asgehalte	0,5%	1%

3.2 Selectie van een geschikte brandstof

Zowel houtsnippers als houtpellets hebben voordelen en nadelen. Het is van belang deze goed tegen elkaar af te wegen.

Houtsnippers:

- Houtsnippers zijn lokaal beschikbaar.
- Productie stimuleert de lokale werkgelegenheid.
- Houtsnippers zijn goedkoper dan houtpellets.
- Houtsnippers hebben meer opslagruimte nodig dan houtpellets.
- Houtsnippers hebben een minder hoge en constante kwaliteit dan houtpellets.
- Er is meer arbeid nodig voor het onderhoud en draaiend houden van de installatie.

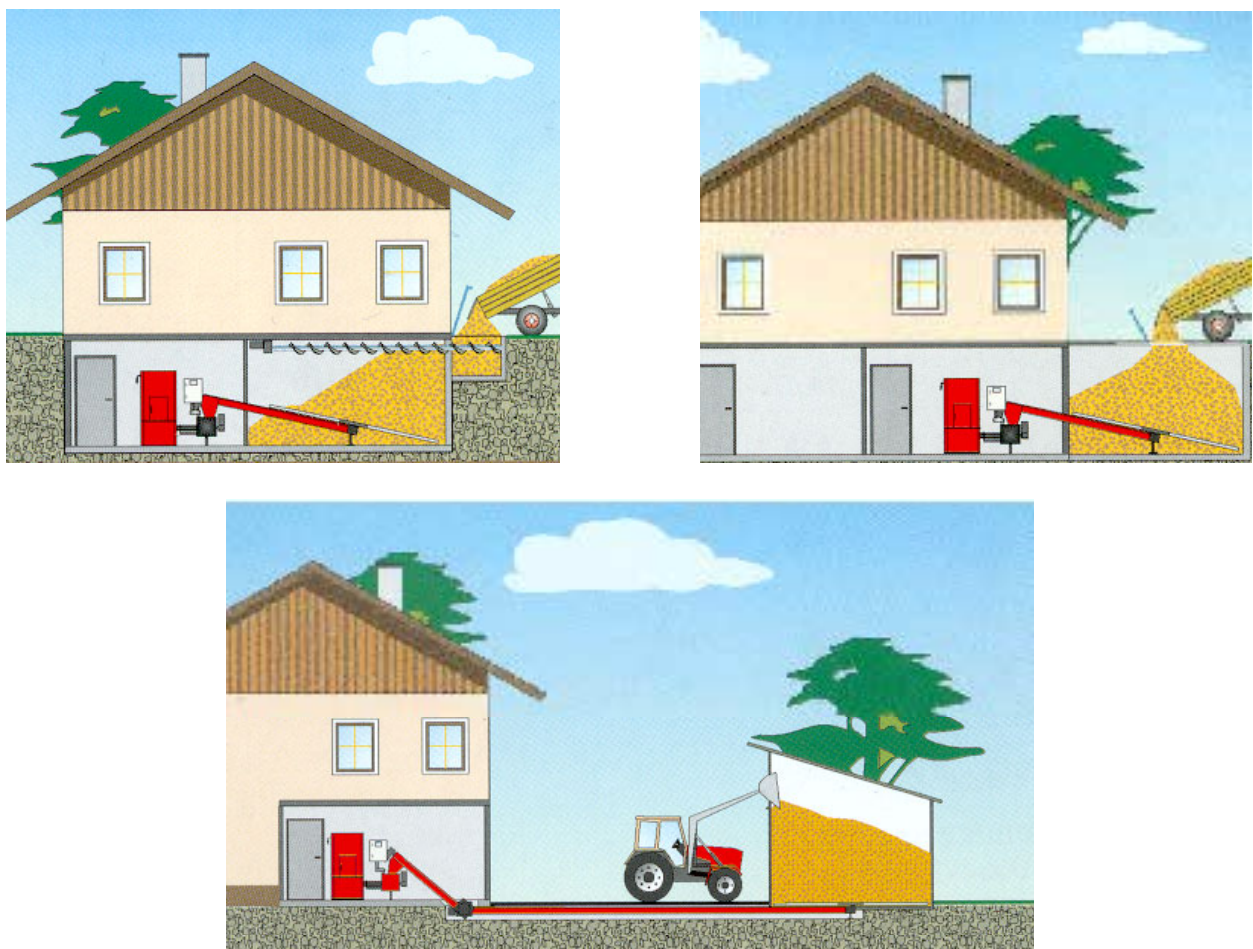
Houtpellets:

- Houtpellets zijn gestandaardiseerd en hebben daardoor een hoge betrouwbaarheid.
- Er is minder opslagruimte nodig dan bij houtsnippers.
- Houtpellets vereisen minder arbeid dan houtsnippers.
- Houtpellets zijn duurder dan houtsnippers.
- Er zijn minder voordelen voor de lokale economie dan bij houtsnippers.

Een kubieke meter houtpellets heeft ongeveer 4 keer zoveel energie-inhoud als een kubieke meter houtsnippers – hierdoor is de benodigde ruimte voor opslag veel kleiner. Sommige kachels die op de markt worden aangeboden, kunnen zowel houtsnippers als houtpellets verbranden. Deze kachels hebben elektronische controlesystemen die de verbrandingsparameters aanpassen aan de geselecteerde brandstof. Deze flexibiliteit kan heel handig zijn en ook economisch aantrekkelijk wanneer men, afhankelijk van de prijs, verschillende brandstoffen wenst te kunnen verbranden. Deze installaties zijn echter wel duurder dan bij keuze voor een enkele brandstof. Ook moeten de voorzieningen voor opslag en transport van de brandstof worden ontworpen voor de toepassing van beide brandstoffen. Overwegingen hierbij worden weergegeven in hoofdstuk 4.

4. Opslag van de brandstof

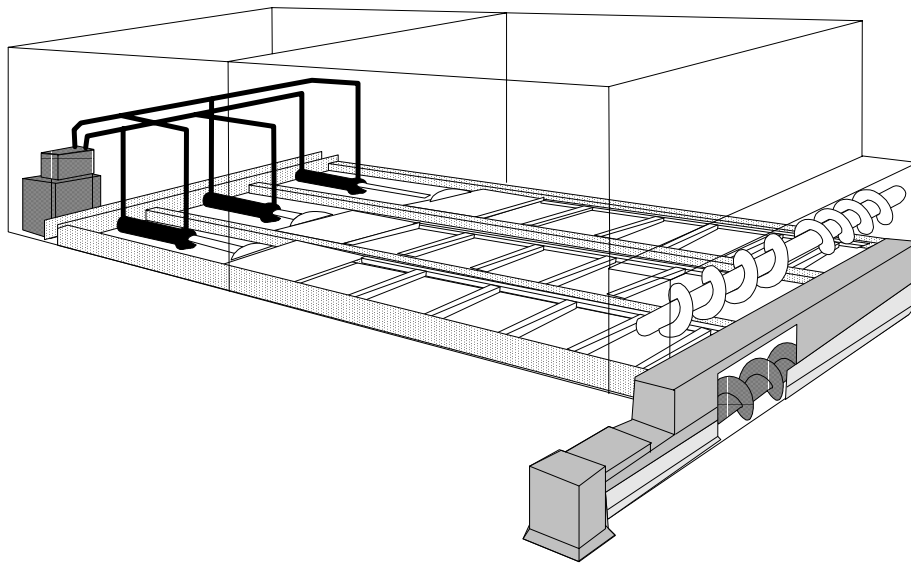
Biobrandstoffen kunnen zowel worden opgeslagen in een aparte ruimte binnenin het gebouw als in een aparte opslagtank buiten het gebouw. Dit kan in een bovengrondse silo of in een ondergrondse opslagruimte, van waar de brandstof naar de kachel kan worden vervoerd met behulp van een schroef. Een andere oplossing is het plaatsen van containers bij het gebouw, die kunnen worden verwisseld met een vrachtwagen wanneer moet worden overgeschakeld op een nieuwe, volle container. Een aantal verschillende concepten is hieronder schematisch weergegeven.



Figuur 4.1 Voorbeelden van handling en opslag van houtsnippers en houtpellets.

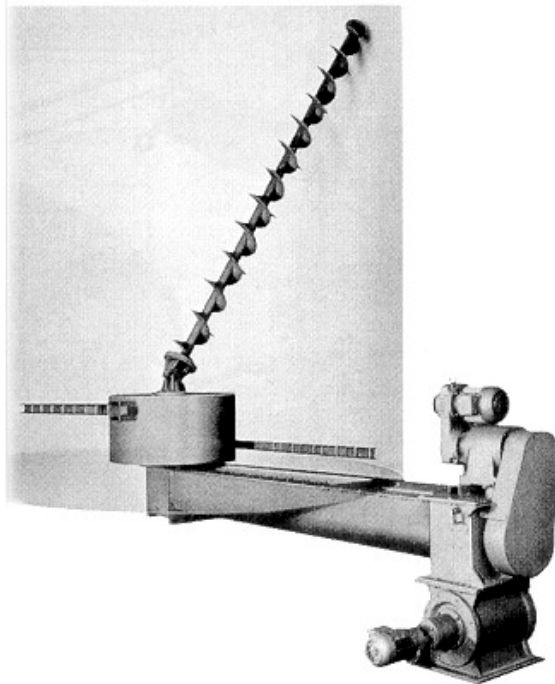
De brandstof kan op verschillende manieren van de opslagruimte naar de kachel worden getransporteerd:

- Via een zgn. *walking floor*. Dit is een vlakke vloer met horizontale hydraulische schraapmesen. Het is een relatief duur systeem, wat vooral wordt toegepast voor houtsnippers, bij een beperkte beschikbare ruimte.



Figuur 4.2 Voorbeeld van een zgn. walking floor.

- Roterende schraapmesses (zoals de bovenste voorbeelden in figuur 4.1). Dit is minder duur en kan voor zowel houtsnippers als houtpellets worden gebruikt. De opslagruimte moet rond zijn of vierkant om dode plaatsen in de ruimte zoveel mogelijk te vermijden.
- Een hellende vloer met een uitschroefstelsel.



Figuur 4.3 Een silo met daarin een ronddraaiende, schuingeplaatste schroef met onderin roterende schraapmesses en een transportschroef.

- Een hellende vloer met een pneumatisch brandstofvoedingssysteem - het goedkoopste systeem, alleen voor pellets, pneumatische voeding is mogelijk bij een afstand van de opslag van de opslagruimte tot het ketelhuis tot 15 meter. De opslagruimte moet lang en smal zijn om te veel dode ruimte te voorkomen.

De keuze voor een opslagsysteem heeft consequenties voor zowel het transport van de brandstof als het aanleveringssysteem. Voor bovengrondse silo's zijn speciale vrachtwagens nodig die brandstof in de silo blazen. Ondergrondse silo's daarentegen kunnen door iedere vrachtwagen met een kantelbare laadruimte worden gevuld. Dit laatste systeem wordt tot nu toe dan ook het meest toegepast.

Als het niet mogelijk is de brandstof in het midden van de opslag te storten, kan de brandstof in de opslagruimte worden verdeeld middels een aantal transportschroeven. Het is heel belangrijk er zeker van te zijn dat er geen water in de ondergrondse opslag kan komen. Opslagruimtes voor houtsnippers moeten goed worden geventileerd om de houtsnippers te drogen en rotting te voorkomen.

4.1 Grootte van de opslagruimte

De grootte van de opslagruimte voor de brandstof is afhankelijk van heel veel factoren: de verwachte brandstofvraag, welk type brandstof, de betrouwbaarheid van de aanvoer van brandstoffen, de beschikbare ruimte, de grootte van de vrachtwagen die de opslagruimte moet vullen etc. Voor bestaande gebouwen is de economisch meest aantrekkelijke oplossing in veel gevallen de brandstofaanvoer aan te passen op een bestaande opslagruimte in plaats van het bouwen van een nieuwe opslagruimte.

Het is niet eenvoudig om een opslagruimte voor meer dan 70% te vullen en het is heel belangrijk om de mogelijkheid te hebben een volledige vrachtwagen te kunnen laden, zonder dat dan de opslagruimte al helemaal leeg moet zijn. Als een nieuwe opslagruimte wordt gecreëerd wordt daarom gekozen voor een minimale grootte van ongeveer anderhalf keer de maat van een volledige vrachtwagenvracht of ten grootte van de voorraad voor 1 week (wat meestal meer is). Als men geen zekerheid heeft over een continue aanvoer van brandstof kan een conventioneel back-up systeem worden gebruikt in plaats van een extreem grote opslagruimte. Deze kachel kan tevens worden gebruikt om de pieklast op te vangen.

Pellets zijn over het algemeen in de zomer goedkoper dan in de winter, hierdoor kan het zelfs economisch aantrekkelijk zijn om voor kleine projecten brandstof voor een heel jaar op te slaan – dit moet per project worden vastgesteld.

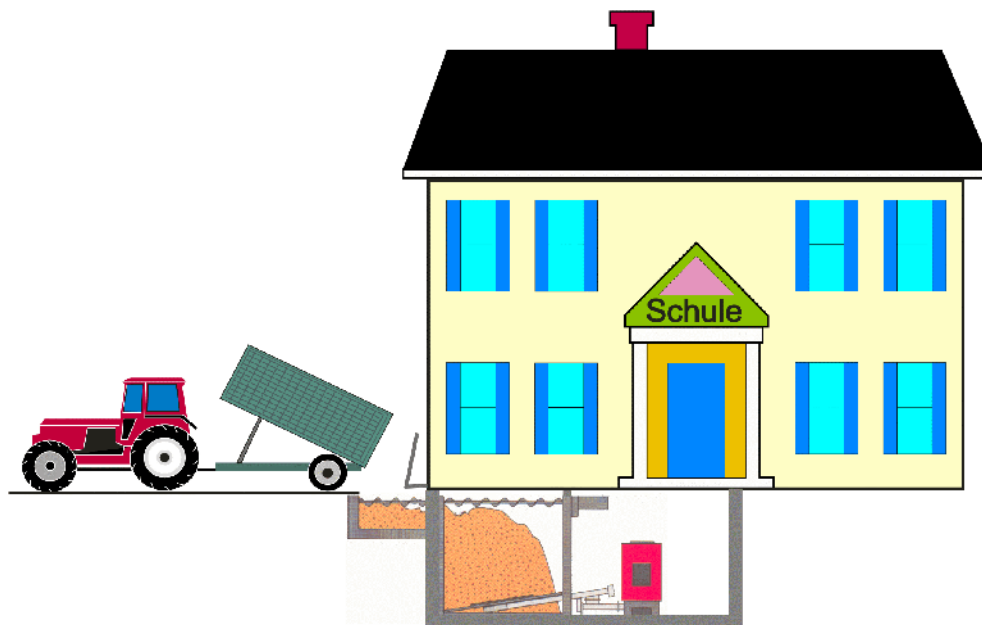
Houd er tevens rekening mee dat het nodig kan zijn de voorraadruimte leeg te halen in geval van een technische storing van apparatuur onder in de opslagruimte. Zoek in een vroeg stadium al contact met een aannemer om te bekijken of er lokale specifieke eisen moeten worden gesteld aan de brandstofopslag.

Software om de brandstofvraag te berekenen kan worden gedownload via www.bioheat.info.

4.2 Lay-out van de opslag en het ketelhuis

Het ketelhuis en de opslagruimte moeten altijd van elkaar gescheiden zijn om brandgevaar te beperken. Het is van groot belang er zeker van te zijn dat er genoeg ruimte is rond de apparatuur voor onderhoud en reparaties. Bij het ontwerp van het ketelhuis moet tevens rekening worden gehouden met dagelijkse activiteiten om de kachel draaiend te houden en de installatie te repareren. Eén van de activiteiten die de meeste ruimte nodig heeft is het vervangen van de branders en de schroeven bij de toevoer van pellets. Tevens moet rekening worden gehouden met het schoonmaken van de buizen van de warmtewisselaar (tenzij een automatisch schoonmaakstelsel aanwezig is).

Een typisch ketelhuis voor een kachel van maximaal 350 kW heeft een oppervlakte van ongeveer 20 m². Voor informatie over mogelijke lay-outs zie bijvoorbeeld www.pelletsheizung.at.



Figuur 4.4 Voorbeeld van een lay-out van brandstofopslag en ketelhuis.

4.3 Veiligheid van een opslagruimte voor pellets

Opslagruimtes voor pellets hebben specifieke veiligheidskenmerken om problemen te voorkomen met schade aan de opslagruimte, stofexplosies of degradatie van de brandstof. Een opslagruimte voor pellets moet aan de volgende eisen voldoen:

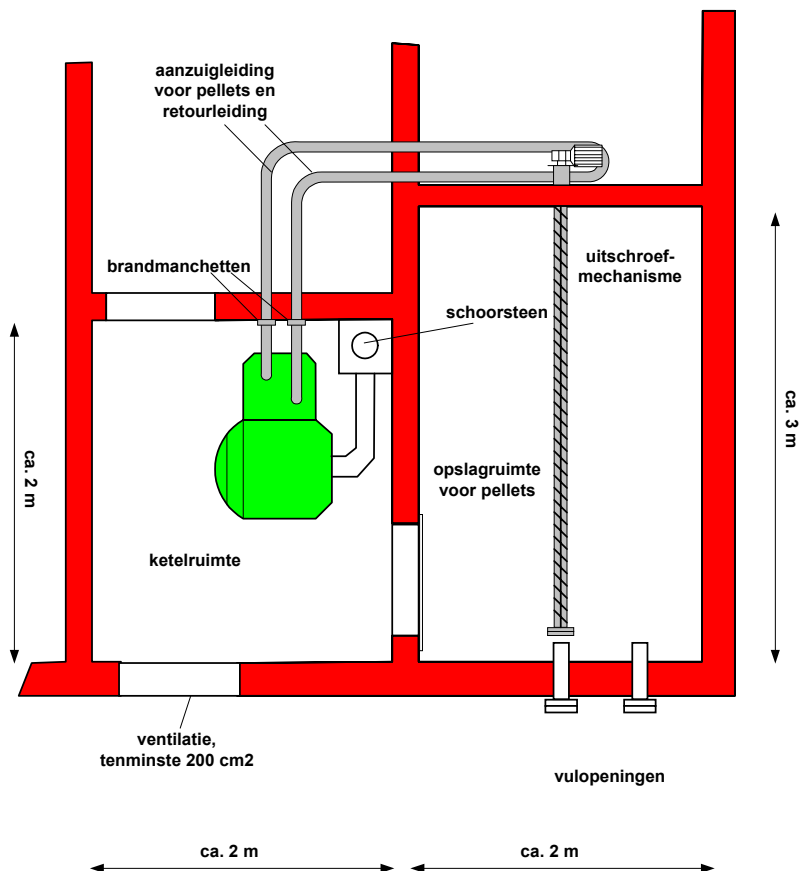
- Het moet volledig droog zijn. Er zijn een aantal gevallen bekend waar bij ingebruikname van een gebouw de wanden nog zoveel vocht afgaven aan de pellets dat de uitzetting van de pellets resulteerde in scheuren in de betonconstructie.
- De wanden moeten worden bekleed met een rubberen mat om te voorkomen dat deze beschadigen bij het inblazen van de pellets in de in de opslagruimte.

- De deur naar de opslagruimte moet brandveilig zijn en goed afsluiten. Verder dient de deur te worden beschermd tegen de druk van de pellets door plaatsing van een houten schot.
- In verband met mogelijk stofexplosies mogen er geen elektrische installaties aanwezig zijn, en dienen electrostatische vonken te worden voorkomen door de pijpen waardoor de pellets worden geblazen, te aarden.
- De wanden moeten sterk genoeg zijn om de druk van de pellets te weerstaan.
- De wanden moeten brandveilig zijn voor tenminste 90 minuten.

Een keer per jaar moet het opgehoopte stof worden verwijderd en moeten de assen van de schroeven worden gesmeerd.

4.4 Brandstoffoevoer

Houtbrandstoffen worden normaalgesproken aangeleverd per vrachtwagen of tractor die de brandstof via de opening in de opslagruimte naar binnen kantelt of per vrachtwagen die de brandstof naar binnen kan blazen. Voor houtsnippers is een kantelvrachtwagen meest gebruikelijk, voor pellets is een pneumatisch systeem een standaard vorm voor transport van de brandstof.



Figuur 4.5 Een voorbeeld van een opslagruimte in een kelder in een klein gebouw, waarbij de aanvoer van de brandstof plaatsvindt met een vrachtwagen die de pellets naar binnen blaast (Ökofen, zie www.pelletsheizung.at).

Een kubieke meter pellets heeft vier keer zoveel energie-inhoud als een kubieke meter houtsnippers, daarom is de aanvoer van pellets minder vaak nodig dan de aanvoer van houtsnippers. Dit kan een reden zijn waarom pelletgestookte installaties sneller worden geaccepteerd in de bebouwde omgeving dan houtsnippergestookte installaties.

Andere aspecten die rol spelen bij de acceptatie van de kachel in de bebouwde omgeving zijn gekoppeld aan veiligheid en ruimte. Er moet genoeg ruimte zijn voor het lossen van de vrachtwagen en het keren van de vrachtwagen. Het ligt heel gevoelig als de vrachtwagen hierbij over parkeerplaatsen of grasvelden moet draaien of dat deze ruimtes worden gebruikt voor (tijdelijke) opslag van brandstoffen.

Als de brandstoffen naar binnen worden geblazen, moeten de volgende veiligheidsmaatregelen worden getroffen:

- De chauffeur moet controleren of de opslagruimtes voldoen aan de veiligheidsstandaard voordat hij de vrachtwagen lost.
- Hij moet tevens controleren of de kachel is uitgeschakeld (omdat onderdruk in de opslagruimte kan leiden tot backburning).
- Er moet lucht uit de opslagruimte worden gezogen tijdens het vullen van de opslagruimte om te voorkomen dat stof in het gebouw wordt geblazen.
- De laaddruk moet gelimiteerd worden om te voorkomen dat er schade wordt aangebracht aan de opslagruimte of dat pellets kapot breken tijdens het inblazen.

Als houtsnippers uit de vrachtwagen in een opslagruimte worden gekanteld, moet rekening worden gehouden met de volgende aspecten:

- De aanvoer moet plaatsvinden op tijden dat de omwonenden er de minste last van hebben (bijvoorbeeld aan het einde van de ochtend).
- Er moeten veiligheidsmaatregelen worden getroffen zodat niemand in de open opslagruimte kan vallen (een ijzeren rooster over de opening is de beste oplossing, maar dit rooster moet wel groot genoeg zijn zodat er geen problemen ontstaan, omdat er brandstof vast blijft zitten).
- Er moet rekening worden gehouden met het vrijkomen van stofemissies tijdens het lossen van de vrachtwagen.
- Alle brandstofresten moeten worden verwijderd na het lossen om problemen met omwonenden te voorkomen.

5. Automatische houtgestookte ketels

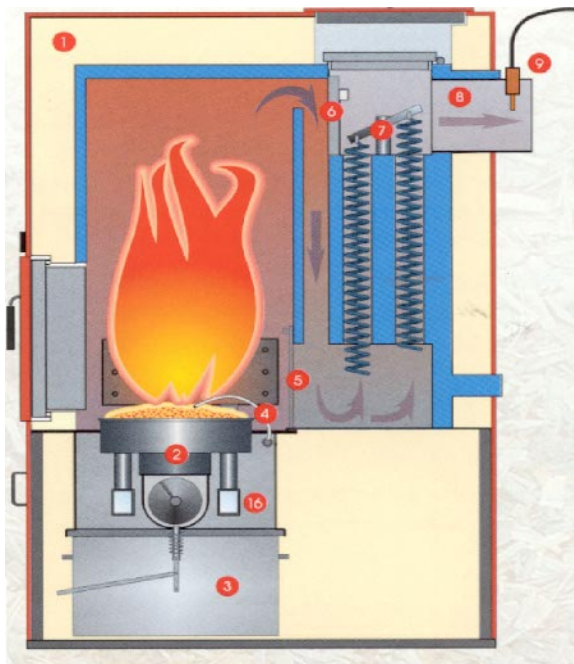
In de afgelopen 10 jaar is de kwaliteit van de geleverde houtkachels sterk verbeterd. De kachels hebben hogere rendementen gekregen en lagere emissies van stof en koolmonoxide. Er zijn vooral verbeteringen aangebracht in het ontwerp van de verbrandingskamer, de toevoer van verbrandingslucht en de automatische controlesystemen voor het verbrandingsproces. Van de moderne automatisch gestookte installaties is het rendement in de afgelopen 10 jaar toegenomen van gemiddeld 60% tot 85-92% en de emissie van CO is afgenomen van waarden in de orde grootte van 5000 mg/m³ naar minder dan 50 mg/m³. Het jaarrendement - de verhouding tussen de totaal geleverde warmte aan de gebouwen en de energie-inhoud van de gebruikte brandstof - is volgens een recente Deense studie gemiddeld ca. 78%.

Er bestaan echter grote kwaliteitsverschillen tussen de producten die op de Europese markt worden aangeboden. Het is van groot belang om een kachel te kiezen die is aangepast aan de eisen die worden gesteld aan een kachel in de bebouwde omgeving. Conventionele kachels welke zijn ontworpen voor de houtverwerkende industrie, leveren over het algemeen meer emissies op. Tevens hebben deze kachels over het algemeen een lager rendement en hebben ze wat meer onderhoud nodig dan modernere kachels. Aangeraden wordt dan ook om bij een leverancier of fabrikant naar referentieprojecten in de gebouwde omgeving te vragen en deze projecten te bezoeken, zodat de ervaringen met de kachel kunnen worden geëvalueerd.

5.1 Keuze voor een kachel

Er zijn verschillende soorten automatische kachels in de range van 50 tot 500 kW. De meest gebruikte types zijn:

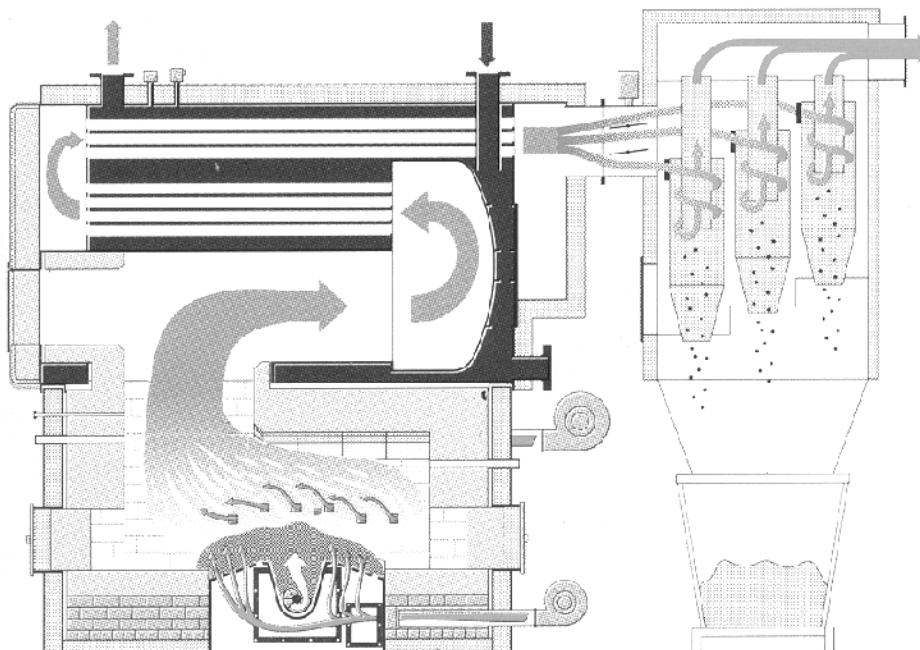
- Compact units: deze kachels kunnen worden beschouwd als een vergrote versie van een pelletkachel voor huishoudelijk gebruik - ze zijn in verhouding goedkoop, maar wel geschikt, omdat ze speciaal zijn ontworpen voor gebruik in gebouwen en niet in de houtverwerkende industrie. Dit betekent dat ze veel kenmerken hebben die het gebruik eenvoudig maken, zoals een automatisch reinigingssysteem, elektrische ontsteking en een hoge betrouwbaarheid.



1. Verwarmingsketel
2. Onderschoef stookinrichting
3. As afvoer
4. Brandstofniveau sensor
5. Toegangsdeur tot onderzijde warmtewisselaar voor verwijdering vliegias
6. Toegangsdeur tot bovenzijde warmtewisselaar
7. Reinigingsinrichting voor warmtewisselaar
8. Rookgasafvoer
9. Lambda-sonde en temperatuursensor

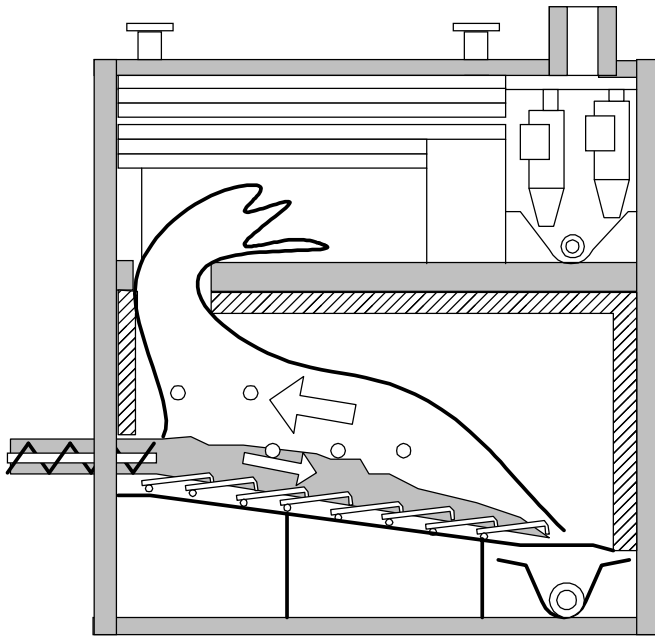
Figuur 5.1 Principe van een compact unit.

- Verbrandingsinstallaties met onderschroefstokers: deze kachels zijn geschikt voor droge brandstoffen met een laag asgehalte zoals houtsnippers en pellets. Let er wel goed op dat de kachel geschikt is voor de bebouwde omgeving.



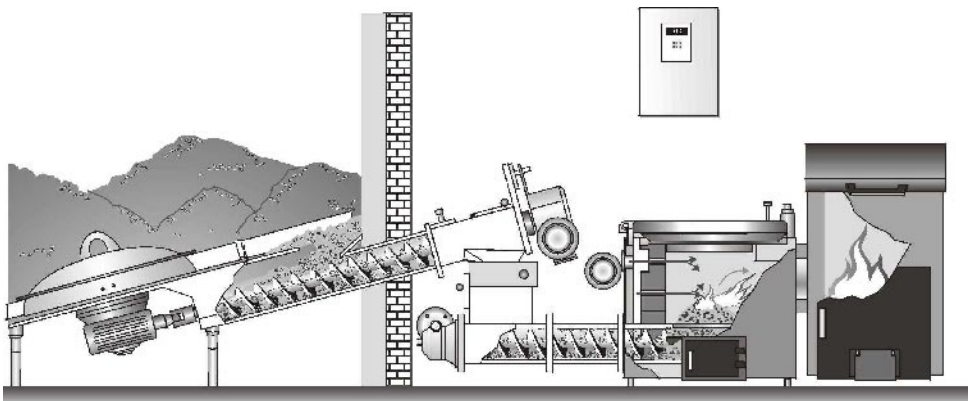
Figuur 5.2 Principe van een onderschroefstoker. Rechts van de verbrandingsinstallatie is een multicyclone toegepast voor verwijdering van stof.

- Kachels met een bewegend rooster: deze kachels zijn duurder, maar ze zijn minder kritische qua brandstof: ze kunnen hout met een hoger vochtgehalte en een hoger asgehalte verbranden. Deze constructie wordt vooral gebruikt voor kachels met een vermogen boven de 1000 kW.



Figuur 5.3 Principe van een roosteroven.

- Aangepaste oliebranders met een pelletstoker: deze oplossing wordt voornamelijk in Scandinavische landen toegepast: de bestaande oliekachel wordt dan omgebouwd tot pelletbrander. Dit is een veel goedkopere oplossing dan een nieuwe installatie, maar heeft tevens enkele nadelen: het geleverde vermogen is ongeveer 30% lager door de conversie en het ontassen en het schoonmaken van deze installatie is veel ingewikkelder dan bij speciale houtkachels.



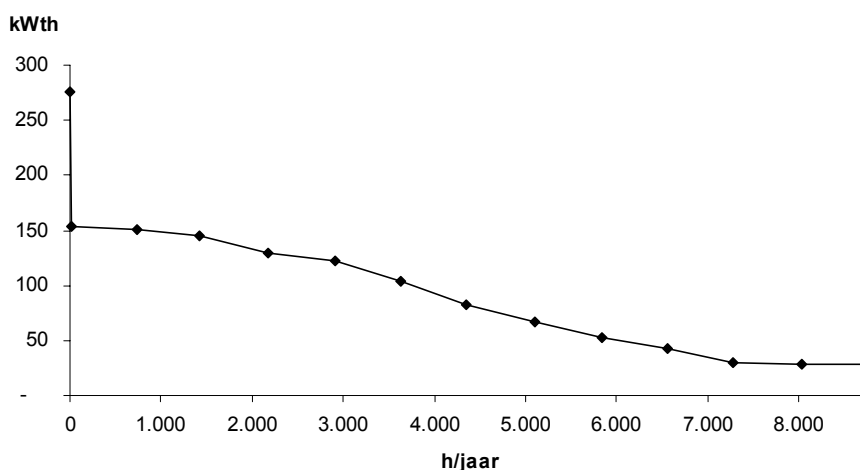
Figuur 5.4 Toepassing van een voorgeschakelde brander bij een bestaande oliekachel. Dit wordt met name toegepast bij oliegestookte branders.

Er bestaan nog enkele andere ontwerpen. Het belangrijkste aandachtspunt bij de selectie van een kachel is het type brandstof dat moet worden verbrand. De kachel moet goed passen bij de kwaliteit van de brandstof. Andere belangrijke punten die in beschouwing moeten worden genomen zijn:

- Hoge rendementen (> 85%) die zijn bevestigd met metingen door een onafhankelijke instantie.
- Lage CO emissies, NO_x emissies en stofemissies bij gebruik op vol vermogen.
- De mogelijkheid het vermogen te variëren (dus niet een eenvoudige aan/uit schakeling, omdat dit hoge emissies en veel verliezen veroorzaakt).
- Een hoge mate van automatisering om de hoeveelheid arbeid die nodig is te beperken.
- De mogelijkheid om de kachel op afstand te controleren (door de leverancier).
- Referenties die bevestigen dat de kachel wordt gebruikt in de bebouwde omgeving en zonder problemen al enige tijd werken.

5.2 Variaties in het gevraagde vermogen en leveringszekerheid

Tijdens de winter wisselt de warmtevraag van een gebouw sterk, afhankelijk van het weer, het gedrag van de gebruikers etc. De jaarbelastingsduurkromme geeft aan welk vermogen wordt gevraagd gedurende hoeveelheid tijd. Deze kromme kan worden berekend met behulp van de methode van Sochinsky. De Sochinsky curve laat zien hoeveel uur de kachel draait en op welk vermogen. Als een bepaalde installatie wordt gekozen en het vermogen is bekend, geeft het oppervlak onder de grafiek aan hoeveel warmte met de installatie wordt geleverd. Het is hierdoor mogelijk een biomassa-installatie te kiezen die een deel van het piekvermogen dekt, de rest moet dan worden opgevangen met een gaskachel. Dit is economisch vaak het meest aantrekkelijk.



Figuur 5.5 Voorbeeld van een jaarbelastingsduurkromme.

Het is moeilijk een kachel draaiend te houden bij een sterk verschillende warmtevraag zonder hoge emissies of andere problemen. Er zijn verschillende mogelijkheden om de flexibiliteit van het systeem hoog te houden en tevens alle gevraagde vermogens te kunnen leveren:

1. De houtkachel wordt gecombineerd met een conventionele gaskachel die de pieklast kan opvangen en tevens dient als back-up systeem. De capaciteit van de houtkachel hoeft dan niet op het piekvermogen te zijn afgesteld, maar is meestal 60-70% van de maximale warmtevraag. In dit geval wordt toch 90 tot 95% van de energievraag door de houtkachel geleverd, de gaskachel wordt dan alleen tijdens de piekvraag gebruikt, dit is slechts gedurende korte periodes (dit hangt wel af van het lokale klimaat – het is daarom noodzakelijk een lokale jaarbelastingsduurkromme te hebben voor een goede dimensionering). De capaciteit van de gaskachel moet wel de totale warmtevraag dekken, dit levert een 100% leveringszekerheid. Een dergelijke oplossing is vooral interessant als er al een bestaande gaskachel is die nog steeds kan worden gebruikt voor korte periodes.
2. De houtkachel wordt gedimensioneerd op de piekvraag en kan het maximale vermogen leveren, daarnaast wordt een warmtebuffer geïnstalleerd die het mogelijk maakt op korte termijn variaties in de warmtevraag op te vangen en te verzekeren dat de kachel tevens kan worden gebruikt bij lage vermogens. De warmtebuffer kan tevens worden gebruikt voor opslag van zonne-energie in de zomer. Deze oplossing heeft het voordeel dat er maar één schoorsteen nodig is. Een back-up gaskachel kan worden geïnstalleerd op dezelfde schoorsteen. Deze gaskachel wordt dan alleen gebruikt als de houtkachel buiten gebruik is.
3. Een combinatie van twee houtkachels. De tweede kachel verhoogt de zekerheid (hiervoor is het noodzakelijk dat deze kachel zijn eigen toevoer van biomassa heeft) en verzekert dat de kachels kunnen draaien in een optimale configuratie bij iedere warmtevraag. Het kan goedkoper zijn een tweede houtkachel te installeren dan een gaskachel met een gasaansluiting te plaatsen. Dit is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden.

Hierbij moet worden opgemerkt dat een goed gedimensioneerd managementsysteem alleen goed werkt als er een goede jaarbelastingsduurkromme beschikbaar is. Het is daarom van groot belang een goede en betrouwbare jaarbelastingsduurkromme te hebben. In een bestaand gebouw is de warmtevraag bekend en kan de warmtevraag worden berekend door de jaarlijkse energievraag te delen door het aantal vollasturen.



Figuur 5.6 Bij een Deense school zijn twee pelletkachels naast elkaar geïnstalleerd, zodat de kachels bij iedere warmtevraag optimaal kunnen worden bedreven.

5.3 Veiligheidssystemen

Een biomassagestookte installatie heeft een grotere traagheid dan een gaskachel. Als de elektriciteit uitvalt, zal de installatie toch nog even blijven branden en warmte leveren, wat moet worden afgevoerd. Een mogelijke oplossing hiervoor is een open expansievat die stoom kan afvoeren als de watertemperatuur in de ketel hoger wordt dan 100°C. Ook kan een speciale warmtewisselaar in de ketel worden opgenomen, welke wordt gekoeld door tapwater zodra de boiler temperatuur te hoog wordt. Als de ketel kan worden afgekoeld door natuurlijke circulatie koeling, kan een warmtebuffer deze zekerheid ook bieden.

Een elektronisch kachelcontrolesysteem kan uitvallen, het is daarom van belang dat de pompen die het water door het huis pompen niet worden gecontroleerd door dezelfde elektronica als de kachel, zodat de pompen blijven draaien bij uitval van de kachel.

Een ander belangrijk veiligheidsaspect is dat bij het systeem *backburning* van de kachel terug naar de brandstofopslag moet voorkomen. Er zijn minstens twee systemen nodig die deze zekerheid leveren: een onderbreking van de brandstoftoevoer (bijvoorbeeld via een sluis of door een valpijp) en een sprinkler installatie die de brandstoftoevoerleiding kan blussen als er toch *backburning* optreedt.

Het zogenoemde aftakstelsysteem is bedoeld om corrosie van de kachel te voorkomen door condenserende rookgassen. Hierbij wordt koud water uit het warmtenet via een driewegmengklep eerst vermengd met warm water uit de kachel, voordat het de kachel weer ingaat. Dit zorgt ervoor dat er nooit rookgassen kunnen condenseren in de kachel.

Voor meer details wordt verwezen naar de Europese EN 303-5 standaard, welke de veiligheidsnormen beschrijft die gelden voor houtgestookte verwarmingsinstallaties.

6. Geluid

Bij het gebruik van een biomassacentrale moet rekening worden gehouden met mogelijke geluidsoverlast. De belangrijkste bronnen van geluid zijn de ventilatoren en de mechanische apparatuur voor het transport van het hout. Deze overlast kan problemen veroorzaken met omwonenden en moet daarom vanaf de planning van de installatie aandacht krijgen, omdat met eenvoudige en relatief goedkope maatregelen grote problemen kunnen voorkomen. Om problemen met geluidsoverlast te voorkomen, kunnen de volgende maatregelen worden getroffen:

1. Pas het ontwerp van het gebouw aan. Plan de ketelruimte bijvoorbeeld niet direct onder de slaapkamers. En ook een schoorsteen moet als het kan niet door slaapkamers heen worden geleid.
2. Als het nieuwbouw betreft, is een goedkope en zeer effectieve maatregel om de betonnen vloer van de ketelruimte en de brandstofopslag los te koppelen van de muren van het gebouw, waardoor er geen akoestische verbinding meer is tussen de muren en de vloer.
3. Alle verbindingpunten tussen mechanische delen van de installatie en muren of vloeroppervlak moeten worden geïsoleerd (bijvoorbeeld waar de brandstof door een muur wordt geschroefd van de opslagruimte naar de ketelruimte, de plaats waar de kachel op de bodem wordt gemonteerd etc.).
4. Vraag de kachelleverancier wat zij hebben gedaan om geluidsproblemen te beperken (bijvoorbeeld de keuze van de motoren, onderzoek naar geluidsbeperkingen, isolatiemateriaal (rubberen matten) etc.).
5. Bezoek een referentieproject om te horen of er geluidsoverlast is en om het geluid te vergelijken. Er zijn nog geen standaard geluidsnormen opgesteld, omdat geluid sterk afhankelijk is van specifieke lokale omstandigheden.
6. Stalen schoorstenen veroorzaken meer geluid dan betonnen schoorstenen.
7. In verband met geluid en voor andere technische en organisatorische redenen kan een apart (ondergronds) gebouw worden geplaatst voor de kachel en de brandstofopslag.

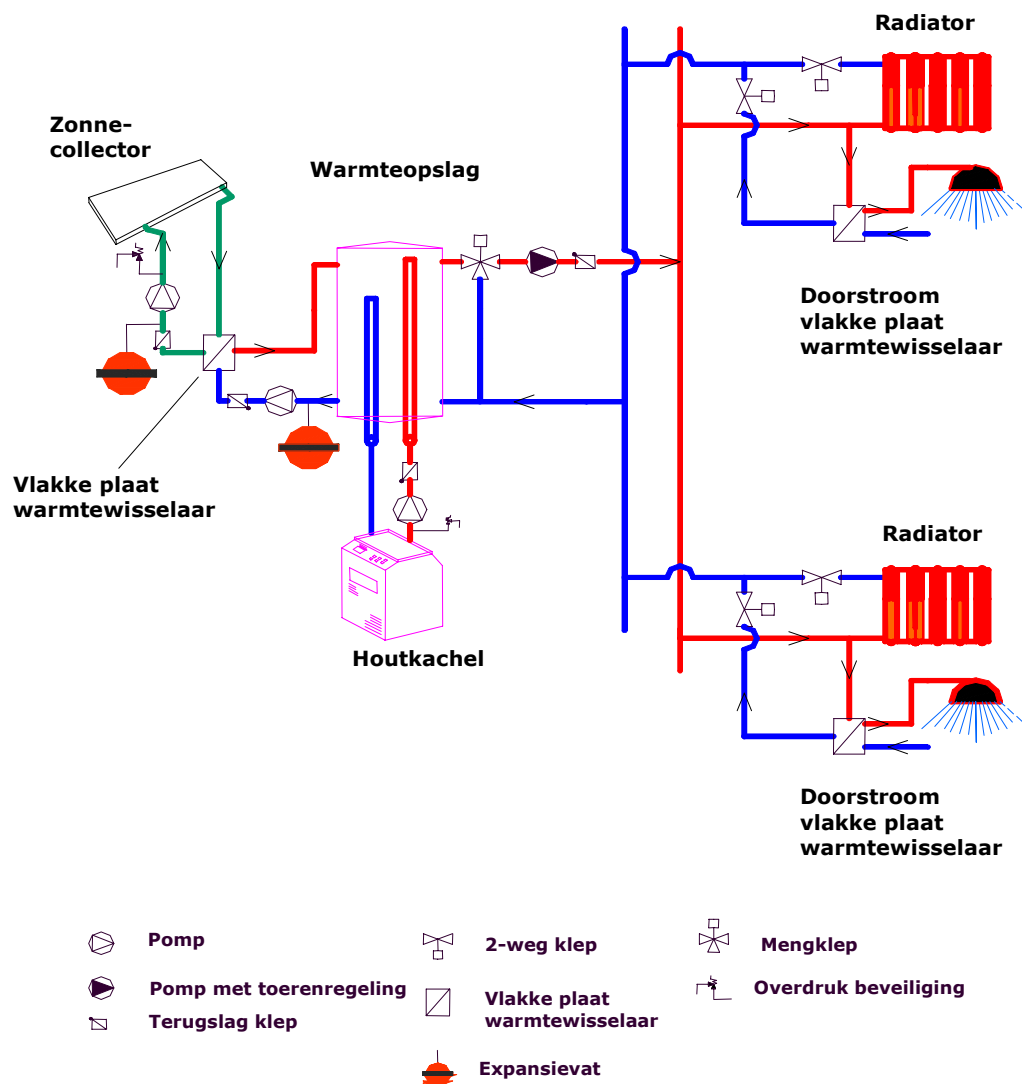
Geluidsoverlast kan tevens plaatsvinden tijdens de toevoer van de brandstof. Hier moet rekening mee worden gehouden bij de keuze van een locatie, maar ook bij het maken van afspraken, zoals bijvoorbeeld de levering van brandstof op een moment dat de omwonenden niet thuis zijn.

7. Levering van warm water en integratie met zonne-energie

In veel gevallen kan het aantrekkelijk zijn een zonne-energie systeem te combineren met een houtkachel. Door het gebruik van zonnestelsel in de zomer kan de biomassagestookte installatie dan worden stilgelegd, wat onderhoud, emissies en energieverliezen beperkt.

De warmteopslag tanks die nodig zijn voor het zonne-energiesysteem, kunnen tevens worden gebruikt voor de houtkachel om variaties in de warmtevraag op te vangen. Dit is een belangrijk voordeel voor de piekvraag en voor het gebruik bij lage vermogens. Bij veel ontwerpen kan zonnewarmte zowel voor warmwatervoorziening als voor de verwarming worden gebruikt. Tenslotte kan in de toekomst het zonne-energiesysteem ook voor koeling worden gebruikt door gebruik te maken van innovatieve technieken die op de markt komen (zie bijvoorbeeld www.solarfrost.com). Tevens hebben zonnecollectoren een aantal indirecte effecten op het project. Als het niet in economische zin zo is, dan in ieder geval omdat ze het groene imago versterken.

In Oostenrijk, waar de meeste projecten van combinaties van zonnepanelen en houtkachels zijn gerealiseerd, zijn twee typen systemen ontwikkeld die beide voordelen bieden qua eenvoud, kosten en energetisch rendement. Beide zijn gebaseerd op het concept van geïntegreerde warmwaterlevering en verwarming. Een voorbeeld van de combinatie van een houtkachel met zonnepanelen is weergegeven in figuur 7.1.



Figuur 7.1 Voorbeeld van een combinatie van een houtkachel met zonne-energie.

Het is belangrijk al in een vroeg stadium rekening te houden met de combinatie met zonne-energie, zodat een optimaal werkend en goedkoop systeem kan worden ontworpen.

8. Arbeid en onderhoud

De belangrijkste voorwaarde voor een optimale werking van de kachel is de juiste keuze van het vermogen. Een correcte dimensionering zorgt ervoor dat de kachel wordt gebruikt onder optimale condities en beperkt de hoeveelheid werk voor verwijdering van as, schoonmaken van de kachel en het aantal keer dat de kachel moet worden uitgeschakeld omdat er te weinig warmtevraag is.

De hoeveelheid arbeid die nodig is voor het draaiend houden van een installatie is afhankelijk van veel factoren, zoals bijvoorbeeld of er brandstof kan worden aangeleverd zonder dat daar personeel bij aanwezig moet zijn, of de brandstof onderbrekingen in de brandstoftoevoer veroorzaakt, of een deel van de controle op afstand kan worden gedaan en of er houtsnippers of houtpellets worden gebruikt. Activiteiten die moeten worden gedaan, zijn o.a.:

- Visuele controle van de kachel – twee keer per week.
- Afstelling, onderhoud en kleine problemen oplossen.
- Aanschaf van brandstof.
- Verwijdering van de assen.

Uit Deense ervaring blijkt dat de gemiddelde tijd die nodig is voor de houtverbrandingsinstallatie bij blokverwarming bedraagt:

- Pelletgestookte installatie: ca. 3,0 uur per week.
- Houtsnippersinstallatie: ca. 4,4 uur per week.

Natuurlijk hangt de exacte hoeveelheid af van de grootte van de installatie en het brandstofgebruik. Als de brandstofconsumptie en de grootte van de installatie bekend zijn, is het mogelijk deze hoeveelheid werk te schatten aan de hand van de volgende richtgetallen:

Tabel 8.1 Indicatie van de hoeveelheid benodigde tijd voor een installatie van 100 kW.

	Tijd voor de brandstof	Tijd voor de kachel
Pelletgestookte installatie	ca. 70 minuten per ton	70 minuten per week
Houtsnippersgestookte installatie	ca. 60 minuten per ton	110 minuten per week

De bovengenoemde tijden zijn niet de extra tijd die nodig is ten opzichte van een conventioneel systeem, maar geven een indicatie voor de totale hoeveelheid tijd die nodig is voor het draaiend houden van een houtgestookte installatie.

Er zijn verschillende mogelijkheden om de hoeveelheid arbeid te beperken. Een paar mogelijkheden zijn:

- Het onderbrengen van controle op de installatie bij derden, bijvoorbeeld een energieservicebedrijf.
- Het toepassen van voorzieningen voor automatische verwijdering van as en reiniging van de warmtewisselaar.

- De pelletleverancier kan mogelijk de verantwoording overnemen voor de brandstoffoevoer aan de hand van elektronische online informatie over het momentane warmtegebruik en de hoeveelheid brandstof die nog aanwezig is.
- Het schoonmaken van de kachel kan worden ondergebracht bij derden.

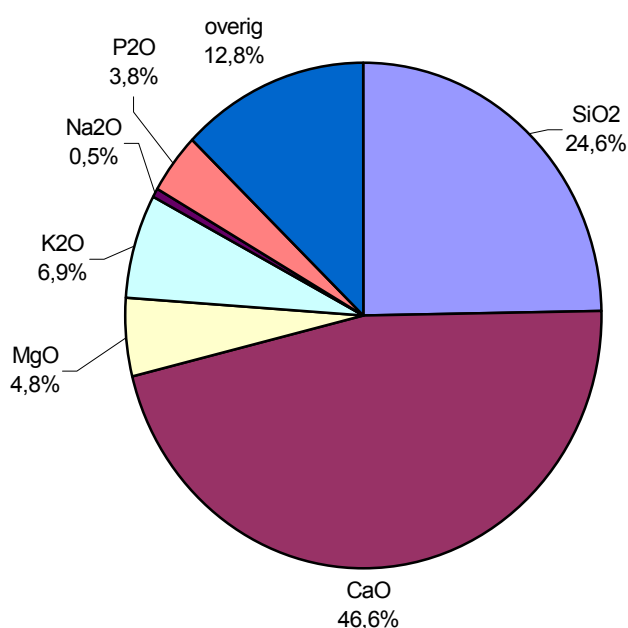
Bij toepassing van een moderne kachel en goede pellets of goede houtsnippers kan het onderhoud beperkt blijven tot ca. 30 minuten per week.

Veel technische problemen kunnen worden voorkomen door een persoon verantwoordelijk te maken voor de kachel en hem of haar in de opstartfase van de installatie goede instructies te laten geven door de leverancier, de installateur of een adviseur. Deze instructie moet in ieder geval de volgende onderwerpen bevatten:

- Dagelijkse routine.
- Typische problemen.
- Trouble shooting.
- Contactpersonen voor advies.
- Overeenkomst over de opstart van de installatie.
- Afstelling van de verbranding.

9. Afvoer van as

De as die vrijkomt bij verbranding van hout bestaat voornamelijk uit de mineralen die bij de groei van de boom die de brandstof heeft geleverd, waren opgenomen uit de bodem. De volgende figuur laat zien wat de belangrijkste componenten zijn van as van houtsnippers. De belangrijkste componenten in de categorie 'overig' uit milieuoogpunt zijn zink en cadmium. De zinkconcentratie kan wisselen tussen 260-500 mg/kg en cadmiumconcentraties kunnen variëren tussen 3,0-6,6 mg/kg.



Figuur 9.1 Indicatieve samenstelling van as uit hout. Naast kalk en zand bevat het vooral bruikbare voedingsstoffen voor planten.

Om naast de CO₂-kringloop ook de mineralenkringloop te sluiten is het in veel landen dan ook toegestaan om de as uit de installatie terug te brengen naar de bossen waar het hout aanvankelijk is geoogst.

In Nederland is dit echter niet toegestaan, derhalve wordt het hier bij grotere installaties meestal toegepast als vulstof in de wegenbouw. Bij kleine installaties kan de as gewoon met het huishoudelijke restafval worden afgevoerd.

10. Subsidies en vergunningen

10.1 Subsidies

Door de overheid wordt een aantal fiscale stimuleringsmaatregelen en subsidies ter beschikking gesteld ter bevordering van bio-energie¹. Dit zijn de Energie-investeringsaftrek (EIA), de Willekeurige Aftrek Milieu-investeringen (VAMIL), Groen beleggen, de Subsidieregeling Energievoorziening Non-profit- en Bijzondere Sectoren, Subsidieregelingen voor warmte/kracht voorzieningen in de glastuinbouw, CO₂-reductieplan en de Regulerende Energiebelasting (REB).

De belangrijkste stimuleringsregelingen bij toepassing van een biomassagestookte blokverwarming zijn de EIA en VAMIL regelingen. Bij de EIA regeling mag 55% van de investeringskosten worden afgetrokken van de fiscale winst. De VAMIL regeling maakt het daarnaast mogelijk om de investering willekeurig ofwel vrij af te schrijven. Meer informatie is te verkrijgen bij SENTER.

Naast deze financiële regelingen voor het bouwen van een installatie zijn er subsidieprogramma's van waaruit financiële steun kan worden verstrekt voor het uitvoeren van haalbaarheidsstudies of demonstratieprojecten. Hierbij wordt per project geëvalueerd of dit project voor een dergelijke financiering in aanmerking komt. Informatie over deze programma's is weergegeven op de websites van NOVEM en SENTER.

10.2 Vergunningen

Om een verbrandingsinstallatie van meer dan 18 kW te plaatsen waarin schoon hout² wordt verbrand, zijn meestal meerdere vergunningen nodig van de gemeente. Het wordt aangeraden al in een vroeg stadium hierover in contact te treden met de gemeente.

Zo is in de meeste gevallen een bouwvergunning nodig, omdat voor de installatie vaak een nieuw gebouw wordt geplaatst. Voor de bouwvergunning kan de invloed van de installatie op de "welstand" een item zijn waar de vergunningverlener veel aandacht aan zal schenken, dit is afhankelijk van de locatie. Vooral bij plaatsing van installaties in de gebouwde omgeving kan dit een belangrijke rol gaan spelen.

Naast een bouwvergunning is volgens de Wet Milieubeheer ook een milieuvergunning nodig. Deze vergunning omvat o.a. de emissie-eisen aan de installatie, de voorkeursvolgorde voor verwijdering volgens de ladder van Lansink, het aantal keer dat brandstof wordt aangevoerd, geluidsoverlast etc. De procedures voor dergelijke vergunningen zijn vastgelegd in de Algemene Wet Bestuursrecht.

¹ Ten tijde van het schrijven van deze brochure (juli 2002) was er sprake van herziening van een aantal van deze subsidiemiddelen en fiscale regelingen. In dit hoofdstuk wordt nog de situatie van juli 2002 beschreven. Aangeraden wordt om voor de laatste informatie de internetsite van het Informatiecentrum Duurzame Energie te raadplegen (www.duurzame-energie.nl).

² Zodra vervuild hout wordt verbrand, moet de milieuvergunning bij de provincie worden aangevraagd.

Een speciale milieueffectrapportage (MER) hoeft pas te worden opgesteld bij verwerking van meer dan 25 kton per jaar aan afvalstoffen (hieronder vallen volgens de wet ook houtsnippers en pellets). De installaties voor blokverwarming waar deze brochure voor is bedoeld, vallen echter niet in deze categorie en hoeven hier dus niet aan te voldoen.

11. De aanschaf van de installatie

Aanbevolen wordt om de aanschaf van de installatie reeds in een vroeg stadium voor te bereiden, maar niet eerder dan dat men zeker is over de haalbaarheid van het project. Het wordt aangeraden om pas contacten met verschillende aanbieders te leggen nadat het project door de eerste screening heen is en een eerste positieve reactie heeft opgeleverd bij de voorgenomen warmte afnemers. Een globale indicatie over de haalbaarheid van een installatie kan worden verkregen middels het evaluatiemodel dat verkrijgbaar is via de internetsite van BIOHEAT: <http://www.bioheat.info>.

Nadat is geconcludeerd dat het mogelijk haalbaar is om een installatie aan te schaffen, is het van belang om al direct bij de eerste contacten met potentiële leveranciers zo duidelijk mogelijk te zijn over de bedoeling van het project. Met goede informatie kan een leverancier ook beter bepalen wat de mogelijkheden zijn en een passende offerte maken. Het kan ook zijn dat bepaalde leveranciers geen standaard oplossing hebben voor uw situatie.

Voor een eerste aanvraag is het in ieder geval nodig de volgende gegevens aan de leverancier door te geven:

- De opbouw van de warmtevraag.
- Het voorziene brandstoftype en het vochtgehalte van de brandstof.
- De benodigde grootte van de brandstofopslag en de keuze voor bovengrondse of ondergrondse opslag.
- De beschikbare ruimte in de bestaande gebouwen voor een nieuwe installatie. Geef in ieder geval een schets van de lay-out weer, samen met afmetingen voor een mogelijk bestaand gebouw (lengte, breedte, hoogte).
- De emissie-eisen voor stof, NO_x etc. waaraan de installatie naar verwachting zal moeten voldoen.

De leverancier kan naar aanleiding van uw aanvraag in ieder geval de volgende informatie geven:

- Grenzen aan de verantwoordelijkheid.
- Grove schetsen van de lay-out.
- Voorlopige prijsindicaties en levertijden.
- Referenties (namen en telefoonnummers) van klanten die een soortgelijke installatie hebben aangeschaft.

Zodra bovenstaande vragen in een offerte zijn beantwoord, kan het eerste contact worden voortgezet en zal er ongetwijfeld nog vele malen contact moeten worden gezocht met de aanbieders voor eventuele aanvullende vragen. Stel de potentiële leveranciers regelmatig op de hoogte van de ontwikkelingen van het project. Vertel hun ook dat er contact is met meerdere mogelijke leveranciers.

Bij dit proces is het van groot belang duidelijk aan te geven wat er wel en niet is inbegrepen in de offerteaanvraag. Ook is er nogal eens verwarring onder wat men verstaat onder een hout-

kachel. Normaal gesproken worden kachels beschreven als synoniem voor houtverbrandingsinstallaties, maar dat kan leiden tot verwarring en tot verkeerde conclusies. De kachel is een zeer belangrijke component van een installatie, maar er zijn nog veel meer onderdelen nodig zoals brandstofopslag, brandstofuitvoer uit de opslag, transport van de brandstof, brandstofvoedingssysteem, circulerende pomp, pijpen, druksysteem, rookgasreiniging, rookgas ventilator, rookgaskanalen, schoorsteen, apparatuur voor stofverwijdering, as- en stofcontainers, elektriciteitsvoorziening, controleapparatuur, ketelhuis en een warmtemeter.

Uit deze opsomming blijkt dat een installatie bestaat uit een groot aantal verschillende componenten. Het is van groot belang de aankoop van deze componenten goed te organiseren. Eerst moet worden vastgesteld wat er eigenlijk moet worden aangeschaft, wie die het beste in de praktijk kan coördineren en wie verantwoordelijk is voor de verschillende aanleveringen.

Een veel voorkomend concept voor de aanschaf van een installatie is het zogenoemde "turn-key" concept. In principe betekent dit, dat men een installatie pas aanschaf nadat deze is geleverd en in bedrijf is gesteld. De kosten voor een dergelijke installatie zijn wel hoger dan wanneer alle componenten apart worden aangeschaft, maar het voordeel is dat een functionerend geheel wordt aangeschaft in plaats van verschillende technische componenten. Er kunnen dan ook garantieafspraken over de totale installatie worden gemaakt met de leverancier.

Als er toch voor wordt gekozen om de componenten gescheiden in te kopen, bestaat het risico dat dit eindigt in een situatie waarbij de verschillende onderdelen niet op elkaar passen en dat u zelf verantwoordelijk bent voor het functioneren van het geheel, omdat de afzonderlijke leveranciers zich onttrekken aan de verantwoordelijkheid voor een werkend geheel.

12. Verdere informatie

Voor meer specifieke informatie over blokverwarming wordt aangeraden de volgende internet-sites te raadplegen:

www.bioheat.info	Achtergrondinformatie over het Bioheat project, met praktijkvoorbeelden, rekenmodules, etc.
www.duurzame-energie.nl	Duurzame energie in het algemeen
www.biomaster.nl	Energie uit biomassa
www.ieabioenergy-task32.com	Verbranding van biomassa
www.novem.nl	Subsidies voor onderzoek, ontwikkeling en demonstratie
www.senter.nl	EIA, EINP en VAMIL
www.infomil.nl	Emissie-eisen
www.pelletsheizung.at	Integratie van houtverbrandingsinstallaties in gebouwen