P.J. Rijk (LEI-DLO)
S. van Loo (TNO-MEP)
R. Webb (Battle McCarthy)

Publicatie 2.205

# HAALBAARHEIDSSTUDIE VAN EEN BIOMASSA GESTOOKTE WARMTE/KRACHT-INSTALLATIE IN DE GEMEENTE GRONINGEN

Juni 1996

LANDBOUW ECONOMISCH INSTITUUT DEN HAAG BIBLIOTHEEK
SIGN. L26-2.205
EX. NO. c
MLV:

Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

359614

REFERAAT

HAALBAARHEIDSSTUDIE VAN EEN BIOMASSA GESTOOKTE WARMTE/
KRACHT-INSTALLATIE IN DE GEMEENTE GRONINGEN
Rijk, P.J., S. van Loo en R. Webb
Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), 1996
Publicatie 2.205
ISBN 90-5242-352-0
103 p., tab., fig., bijl.

Deze publicatie geeft inzicht in de haalbaarheid van een met biomassa gestookte warmte/kracht-installatie ten behoeve van wijkverwarming en electriciteitsvoorziening van ruim 1.100 woningen in de stad Groningen. Daarnaast is ook gekeken naar de haalbaarheid van dergelijke installaties in een toekomstig uitbreidingsgebied van de stad.

In dit onderzoek heeft LEI-DLO samengewerkt met TNO MEP en het Engelse ingenieursbureau Battle McCarthy.

In de studie komen de prijzen en het aanbod van de volgende biomassastromen van houtig origine aan de orde: snoeihout van particulieren, parken en plantsoenen; schoon afvalhout; rest- en dunningshout uit de gewone bosbouw; hout uit pas aangelegde bossen; specifieke energieteelt van wilgen in hoge dichtheden en korte omlopen. De prijzen zijn berekend inclusief transport tot aan de poort van de installatie(s). Bij de conversie is zowel gekeken naar de haalbaarheid bij toepassing van een conventionele warmte/kracht-installatie (met behulp van een stoomturbine) als bij toepassing van een nieuwe conversietechniek (gecombineerde cyclus van een vergassingsinstallatie met een gecombineerde warmte/kracht-installatie).

Energieteelt/Biomassa/Energiehout/Bioconversie/Groningen/Braakland/Warmtekracht/Houtvergassing

Overname van de inhoud toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding

# INHOUD


| | | Blz. |
|---|---|---|
| WOORD VOORAF | | 7 |
| SAMENVATTING | | 9 |
| 1. | INLEIDING | 19 |
| 2. | DUURZAME ENERGIEVOORZIENING | 23 |
| | 2.1 Achtergrond | 23 |
| | 2.2 Doelen | 24 |
| | 2.3 Systeemopties | 25 |
| 3. | WARMTE- EN ELEKTRICITEITSVRAAG VOOR DE TE ONTWIKKELEN GEBIEDEN | 26 |
| | 3.1 CiBoGa-gebied | 26 |
| | 3.1.1 Aantal en type woningen | 26 |
| | 3.1.2 Warmtebehoefte | 27 |
| | 3.1.3 Verwarmingsvermogen en etmaalverloop warmtevraag | 28 |
| | 3.1.4 Elektriciteitsbehoefte | 29 |
| | 3.1.5 Overzicht totale warmte- en elektriciteitsbehoefte | 30 |
| | 3.2 Gebied Zuid-Oost | 30 |
| | 3.2.1 Gebiedsomschrijving | 30 |
| | 3.2.2 Warmte- en elektriciteitsbehoefte woningen | 31 |
| | 3.2.3 Warmte- en elektriciteitsbehoefte van industrie, school en winkels | 32 |
| | 3.2.4 Overzicht totale warmte- en elektriciteitsbehoefte | 34 |
| 4. | AANBOD VAN BIOMASSA UIT BESTAANDE (SNOEI- EN REST)-HOUTSTROMEN EN UIT DE BOSBOUW | 36 |
| | 4.1 Snoeihout van particulieren, parken en plantsoenen | 36 |
| | 4.1.1 Snoeihout in de Gemeente Groningen | 36 |
| | 4.1.2 Snoeihout omliggende gemeenten | 37 |
| | 4.1.3 Synthese aanbod en kosten van snoeihout | 38 |
| | 4.2 Schoon sloophout | 39 |
| | 4.3 Hout uit de bosbouw | 40 |
| | 4.3.1 Bosarealen | 40 |
| | 4.3.2 Algemene benuttingsmogelijkheden en kosten | 41 |
| | 4.3.3 Kosten van de houtoogst | 42 |
| | 4.3.4 Kosten van energiehout uit dunningen | 44 |

Blz.


4.3.5 Kosten van energie uit resthout 44
4.3.6 Synthese aanbod en kosten van hout en resthout uit de gewone bosbouw 45
4.4 Hout uit pas aangelegde bossen 45

5. MOGELIJKHEDEN VAN SPECIFIEK GETEELD HOUT VOOR ENERGIEDOELEINDEN 48
5.1 Wilgenteelt in korte omlopen 48
5.1.1 Algemeen 48
5.1.2 Kosten teelt 50
5.1.3 Rentabiliteit teelt 51
5.2 Inventariseren mogelijkheden voor de streek 53
5.2.1 Mogelijke actuele rentabiliteit van de teelt in de omgeving van Groningen 53
5.2.2 Arealen braakland 54
5.2.3 Transportkosten van geoogste chips uit de wilgenteelt in korte omlopen 56
5.2.4 Synthese energieteelt streek 60
5.3 Teelt door de Gemeente Groningen 60
5.3.1 Aanleiding, doel en oppervlakte 60
5.3.2 Huidige organisatie rondom verwerving en beheer landbouwgronden 61
5.3.3 De teelt als proces 62
5.3.4 Organisatievorm en kosten 63

6. SYNTHESE AANBOD EN KOSTEN BIOMASSA EN VERGELIJKING VAN FOSSIELE BRANDSTOFFEN 64
6.1 Synthese aanbod en kosten biomassa 64
6.2 Prijzen van fossiele brandstoffen 66

7. CONVERSIE 67
7.1 Beschrijving beschouwde conversiesystemen 67
7.1.1 Verbranding + stoomturbine 67
7.1.2 Vergassing + stoom- en gasturbine 70
7.2 Concretisering systemen 70
7.3 Inrichtingseisen 77
7.4 Milieuhygiënische aspecten 78

8. WERKGELEGENHEIDSASPECTEN 80
8.1 Teelt 80
8.2 Transport 81
8.3 Conversie 81
8.4 Synthese werkgelegenheid 82

Blz.

9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN 83
9.1 Conclusies 83
9.2 Aanbevelingen 85

SLOTBESCHOUWING 90

GESPREKSPARTNERS 93

LITERATUUR 97

BIJLAGE 101
1. Gehanteerde formules en rekenwijze om de warmtebehoefte te berekenen 102

# WOORD VOORAF

De gemeente Groningen heeft in samenwerking met de Nederlandse Onderneming voor Energie en Milieu (Novem) aan het Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO), TNO MILIEU, ENERGIE EN PROCESINNOVATIE (TNO MEP) en aan het Londense ontwerp- en ingenieursbureau Battle McCarthy gevraagd om een haalbaarheidsstudie uit te voeren naar de mogelijkheid om biomassa te benutten als brandstof voor een warmte/kracht-installatie.

Deze publicatie is het resultaat van deze studie. De studie geeft inzicht in de haalbaarheid van het realiseren van een dergelijke installatie ten behoeve van wijkverwarming en elektriciteitsvoorziening van ruim 1.100 woningen op een terrein nabij de Groningse binnenstad. Daarnaast is ook gekeken naar de haalbaarheid van dergelijke installaties in het toekomstige uitbreidingsgebied van de stad.

LEI-DLO heeft zich gericht op het potentiële aanbod en de kosten van biomassa van houtig origine in de omgeving van Groningen. Naast onder meer snoeihout en hout uit de bosbouw is er ook gekeken naar de mogelijkheid van de nieuwe specifieke energieteelt van wilgen in hoge dichtheden en korte omlopen. Ook de mogelijkheden voor concrete realisatie zijn nader in beeld gebracht.

De schatting van de energiebehoefte is verricht door TNO MEP. Battle McCarthy en TNO MEP hebben zich gericht op de conversie van deze biomassa. Bij de conversie is zowel gekeken naar de haalbaarheid bij toepassing van een conventionele warmte/kracht-installatie (met behulp van een stoomturbine) als bij toepassing van een nieuwe conversietechniek (gecombineerde cyclus van een vergassingsinstallatie met een gecombineerde warmte/kracht-installatie).

Het onderzoek is uitgevoerd door Ir. P.J. Rijk (LEI-DLO), Ing. S. van Loo (TNO MEP) en R. Webb BSc (Battle McCarthy). Bij het door Battle McCarthy verzorgde conversiedeel is Dr. J. Kenna van ESD (Energy for Sustainable Development) betrokken geweest. De projectleiding is door LEI-DLO verzorgd.

Het onderzoek is begeleid door Drs. M. de Maaré, Drs. M.A. Leever (beiden gemeente Groningen-Milieudienst) en Ir. K.W. Kwant (Novem). Verder wil ik vanaf deze plaats alle gesprekspartners en informanten dank zeggen voor hun informatie en medewerking bij dit onderzoek.

De directeur,

L.C. Zachariasse

Den Haag, juni 1996

# SAMENVATTING

*Inleiding*

Het gebruik van biomassa als brandstof heeft veel voordelen ten opzichte van fossiele brandstoffen. Dit zijn zowel milieuvoordelen (verminderen $CO_2$-emissie, het niet uitputten van fossiele brandstoffen), economische voordelen (meer lokale bedrijvigheid, minder import fossiele brandstoffen, gunstiger betalingsbalans) als ecologische voordelen (landschappelijk, meer diversiteit). Deze studie richt zich op biomassastromen van houtig origine.

Het grote voordeel van het gebruiken van biomassa als brandstof is dat bij het benutten van biomassa er per saldo geen $CO_2$ vrijkomt: planten leggen eerst dezelfde hoeveelheid $CO_2$ vast als later vrijkomt. Biomassa levert dus een positieve bijdrage aan de reductie van de $CO_2$-uitstoot, en daarmee aan het opwarmen van de Aarde door het broeikaseffect.

In samenwerking met de Novem heeft de gemeente Groningen aan LEI-DLO, TNO MEP en aan het Londense ingenieursbureau Battle McCarthy gevraagd om een haalbaarheidsstudie uit te voeren naar de mogelijkheid om biomassa te benutten als brandstof voor een warmte/kracht-installatie.

De hier voor u liggende studie geeft inzicht in de haalbaarheid van het realiseren van een met biomassa gestookt warmte/kracht-installatie ten behoeve van wijkverwarming en elektriciteitsvoorziening van ruim 1.100 woningen op het "CiBoGa" (Circus, Boden en Gas)-terrein in de stad Groningen. Daarnaast wordt ook gekeken naar de haalbaarheid van dergelijke installaties in het toekomstige zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad.

Eerst is de vraag naar warmte en elektriciteit voor beide plannen geïnventariseerd. Vervolgens zijn voor een aantal potentiële biomassastromen uit de nabije omgeving het aanbod en de kosten bepaald.

De keuze voor het type en het vermogen van de conversie-installaties is bepaald door de kosten van de biomassa, de energievraag en de stand van de technologie op dit moment.

Van de volgende biomassastromen (van houtig origine) uit de omgeving van Groningen zijn het aanbod en de kosten bepaald:

- snoeihout van particulieren, parken en plantsoenen;
- schoon sloophout;
- hout afkomstig uit de gewone bosbouw (resthout en dunningshout);
- hout uit pas aangelegde (meest snelgroeiende) bossen;
- specifieke energieteelt (wilgenteelt in korte omlopen).

*Energievraag*

In het 14 ha-grote CiBoGa-gebied aan de noordoostrand van de Groningse binnenstad zullen hoofdzakelijk woningen gebouwd worden. Voor de bepaling van de energievraag voor dit gebied is uitgegaan van de meest realistische inschatting van de aantallen en typen op dit moment. Voor de te bouwen 1.134 woningen is verder uitgegaan dat ze wat warmtebehoefte betreft minimaal 10% minder energie zullen gebruiken dan de huidige energieprestatiewaardenorm.

Voor het totale CiBoGa-gebied kan een warmtebehoefte verwacht worden van ongeveer 44 miljoen megajoule per jaar (overeenkomend met 1,25 miljoen kubieke meter aardgas) en een elektriciteitsbehoefte van ruim 3,5 miljoen kilowattuur per jaar.

Voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad Groningen, bruto 600 ha, worden naast 5.000 woningen ook een industriegebied van 100 ha, een school en een winkelcentrum gepland. De totale jaarlijkse warmtebehoefte wordt globaal geraamd op 358 miljoen megajoule. Dit komt overeen met ongeveer 10 miljoen kubieke meter aardgas per jaar. De totale elektriciteitsbehoefte zal voor het gehele gebied ongeveer 26 miljoen kilowattuur per jaar bedragen.

*Aanbod en kosten van snoeihout van particulieren, parken en plantsoenen*

De plantsoenendienst van de gemeente Groningen heeft per jaar ongeveer 2.000 ton takkensnoeihout dat voor het merendeel afkomstig is uit openbare parken en plantsoenen. Daarnaast hebben particulieren uit de stad Groningen zo'n 1.000 ton snoeihout. Bij elkaar betekent dit dat uit de gemeente Groningen zo'n 3.000 ton snoeihout, overeenkomend met ongeveer 1.500 ton ovendroog materiaal, beschikbaar is. De brandstofprijs aan de poort van de conversie-installatie van dit snoeihout bedraagt omgerekend *f* 0,67 per gigajoule. Hierbij zijn de verzamel- en versnipperkosten niet aan de brandstofprijs toegerekend. Dit omdat men die nu ook al heeft. De versnipperkosten bedragen momenteel *f* 5,60 per gigajoule.

Uit de dertien rond de gemeente Groningen gelegen gemeenten kan ook nog eens voor een totaal aan 15.000 ton snoeihout, overeenkomend met 7.500 ton ovendroog materiaal potentieel beschikbaar komen. Met zeven van deze gemeenten werkt de gemeente Groningen al samen via de ARCG (Afvalverwijdering Regio Centraal Groningen). De brandstofprijs van deze biomassastroom bedraagt *f* 1,12 per gigajoule. De prijs van deze biomassastroom wordt hoofdzakelijk bepaald door transportkosten vanaf de huidige inzamelpunten tot de conversie-installatie.

*Aanbod en kosten schoon sloophout*

Van alle sloophout in de gemeente Groningen is ongeveer tweevijfde redelijk schoon hout. Dit hout zou dus ook verder benut kunnen worden. Voor

de gemeente Groningen en de omliggende gemeenten gaat dit in potentie om 360 ton ovendroog schoon sloophout.

De kosten per gigajoule van dit schone sloophout liggen op hetzelfde niveau als dat van snoeihout.

*Dunnings- en resthout uit de gewone bosbouw*

In de gemeenten rond Groningen ligt bijna 1.500 ha bos. In de drie noordelijke provincies ligt ruim 40.000 ha bos.

Het hout dat afkomstig is uit dunningen en resthout zou ook gebruikt kunnen worden als brandstof voor een conversie-installatie. Onder resthout verstaan we hout dat afkomstig is uit dunningen en dat momenteel meestal in het bos achter blijft (bovenkant van de stam, de top en alle overige takken).

Ervan uitgaande dat de individuele bosbouwer dezelfde prijs voor het hout uit dunningen wil ontvangen dan de afgelopen jaren (ongeveer *f* 32,- per kubieke meter vast hout op stam) is te berekenen hoeveel de prijs aan de poort van een conversie-installatie moet zijn wil dit rendabel zijn. Naast de prijs die betaald moeten worden op stam komen hierbij de directe en indirecte oogstkosten en de kosten voor rente, chippen en transport. Alles bij elkaar komt de brandstofprijs voor dunningshout uit de gemeente Groningen of omliggende gemeenten uit op *f* 11,85 per gigajoule bij de poort van een conversie-installatie. Het gaat dan om een jaarlijkse hoeveelheid van 2.300 ton ovendroog materiaal. Voor het resthout uit deze gemeenten geldt een prijs van *f* 6,15 per gigajoule bij de poort van een installatie (1.500 ton).

Voor dunnings- en resthout voor de wat verder weg gelegen bossen in de drie noordelijke provincies geldt door de langere transportafstand naar Groningen een hogere brandstofprijs van respectievelijk *f* 13,63 en *f* 7,07 per gigajoule. In potentie is er jaarlijks in de drie noordelijke provincies voor deze prijzen een hoeveelheid dunningshout beschikbaar van 64.000 ton en een hoeveelheid resthout van 42.000 ton.

*Hout uit pas aangelegde bossen*

De afgelopen jaren is er vooral in Groningen en Drenthe veel gebruik gemaakt van de regeling Stimulering Bosuitbreiding op Landbouwgronden. De bedoeling van deze regeling is dat er de eerstkomende 25 jaar 30.000 ha, ofwel gemiddeld 1.200 ha per jaar, voormalige landbouwgrond bebost gaat worden. Ongeveer driekwart van de aanvragen komen uit Groningen en Drenthe. Bij de laatste aanvraagronde betrof het voor driekwart een aanvraag voor permanent bos. Als de tendens van de afgelopen jaren doorzet dan zal er bij continuatie van deze regeling en bij een zelfde belangstelling over zo'n 25 jaar in de provincie Groningen 15.000 ha bos meer zijn. In Drenthe zal dit circa 5.000 ha meer zijn.

Bij gebruikmaking van de nieuwste oogsttechnieken en efficiënte transportsystemen zal de brandstofprijs aan de poort van een conversie-installatie ongeveer op *f* 9,36 liggen. Deze bossen kunnen pas op z'n vroegst hout gaan leveren over 15 jaar; pas over 50 jaar kan dit proces volledig zijn.

*Energieteelt van wilgen in korte omlopen*

Van het landelijke areaal braakland van 28.000 ha in 1994 bevond zich 12.000 ha in de provincie Groningen en 3.500 ha in Drenthe. Grotere akkerbouwbedrijven zijn verplicht om een deel van hun grond braak te leggen. Op deze braak gelegde gronden mag een niet-voedselgewas worden geteeld; dit met behoud van de braaklegpremie (momenteel *f* 1.075,- per hectare).

Een besluit door een boer om aan de energieteelt van wilgen in korte omlopen te beginnen, zal sterk gerelateerd zijn aan het feit dat er al of niet verplicht braak gelegde gronden op het bedrijf aanwezig zijn.

Wilgenteelt in korte omlopen is een relatief nieuwe teelt: bij de aanplant worden in hoge dichtheden wilgenstekken in rijen geplant. De takken worden na 2, 3 of 4 jaar geoogst met een oogstmachine, vergelijkbaar met een maïshakselaar. De takken worden in kleine deeltjes versnipperd (chips). Nieuwe takken spruiten uit de stob en het proces kan opnieuw beginnen. Afgezien van enkele proefveldjes is er in ons land nog geen ervaring met deze teelt. Veel ervaring met deze teelt is er in Zweden. Daar hebben ongeveer 1.500 boeren een areaal van 15.000 ha.

Wil deze teelt kunnen concurreren met andere gewassen, dan zal een minimaal saldo behaald moeten worden van ongeveer *f* 2.000,- per hectare per jaar (dit is ongeveer het dubbele van de huidige braakpremie). Hierbij speelt de mindere flexibiliteit van deze teelt ten opzichte van braak gelegde gronden een rol (geen mogelijkheden om mee te doen in de gewassenrotatie). Uitgaande van een zelfde drogestofproductie na de eerste oogst als in Zuid-Zweden van 12 ton per hectare en de kosten voor deze teelt kan een energieprijs berekend worden van *f* 7,84 per gigajoule, af perceel.

Als er op alle braak gelegde gronden in 1994 in Groningen en Drenthe een dergelijke teelt gestaan zou hebben, dan zou er potentieel 175.000 ton ovendroge stof per jaar beschikbaar kunnen zijn.

In de studie is verder onderzocht wat de voordeligste manier van vervoer zou zijn voor het transport van chips na de oogst tot aan de conversie-installatie. Onderzocht zijn transport per kiepwagen (door de boer), transport per vrachtwagen en transport per kiepwagen naar een losplaats langs het Eemskanaal of het Winschoterdiep met daarna vervoer per schip.

Op een gemiddelde afstand van de teelt van zo'n 25 km van de conversie-installatie is vervoer per vrachtwagen het goedkoopste. De kosten van dit vervoer bedragen omgerekend *f* 1,36 per gigajoule. De kosten voor het vervoer per schip zijn ongeveer 20% meer en die met een kiepwagen het dubbele.

Uitgaande van het goedkoopste vervoer (vrachtwagen) komt de energieprijs voor geteeld wilgenhout in korte omlopen bij de poort van de conversie-installatie op *f* 9,20 per gigajoule (*f* 7,84 + *f* 1,36).

*Synthese aanbod en kosten biomassa en vergelijking fossiele brandstofprijzen*

In tabel 1 zijn de potentiële jaarlijkse hoeveelheden en de kosten van biomassa van houtig origine in de omgeving van Groningen nog eens bij elkaar gezet. In figuur 1 is dit ook nog eens grafisch weergegeven.

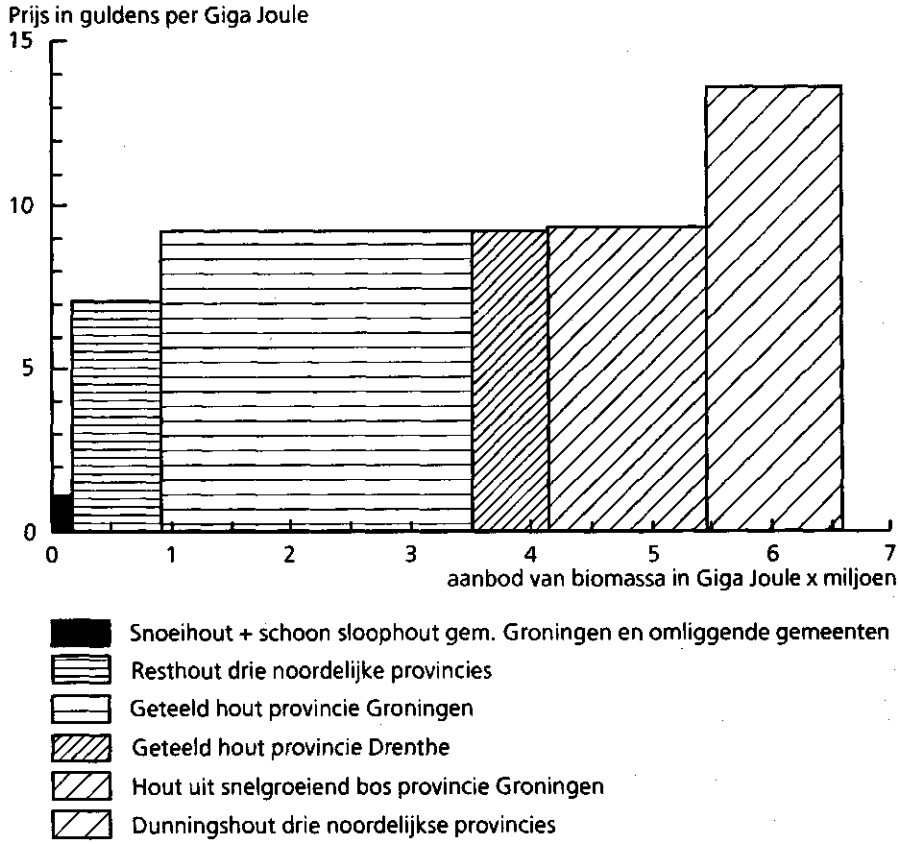
*Tabel 1* *Potentiële jaarlijkse hoeveelheden en de kosten van biomassa van houtig origine in de omgeving van Groningen*

| Soort biomassa | Hectare | Hoeveelheid in tonnen | | Gigajoule x 1.000 | Kosten per gigajoule in guldens |
|---|---|---|---|---|---|
| | | onge-droogd | oven-droog | | |
| Snoeihout gemeente Groningen | | 3.000 | 1.500 | 27 | 0,67 a) |
| Snoeihout omliggende gemeenten | | 15.000 | 7.500 | 134 | 1,12 a) |
| Schoon sloophout gemeente Groningen | | 200 | 180 | 3 | 0,67 a) |
| Schoon sloophout omliggende gemeenten | | 200 | 180 | 3 | 1,12 a) |
| Resthout gemeenten rond Groningen b) | 1.471 | | 1.500 | 37 | 6,15 |
| Resthout drie noordelijke provincies | 40.723 | | 41.500 | 741 | 7,07 |
| Geteeld hout in korte omlopen Groningen | 12.000 | | 135.000 | 2.500 | min. 9,20 |
| Geteeld hout in korte omlopen Drenthe | 3.500 | | 40.000 | 740 | min. 9,20 |
| Geteeld hout gemeente Groningen | 600 | | 6.500 | 120 | variabel |
| Hout uit snelgroeiend bos provincie Groningen | 12.000 | | 72.000 | 1.300 | 9,36 c) |
| Dunningshout gemeenten rond Groningen b) | 1.471 | | 2.300 | 42 | 11,85 |
| Dunningshout drie noordelijke provincies | 40.723 | | 63.700 | 1.137 | 13,63 |
| Totaal | | | 368.000 | 6.784 | |

a) Als de versnipperingskosten meegerekend worden, dan bedraagt de brandstofprijs aan de poort van de conversie-installatie voor snoeihout en schoon sloophout vanuit de gemeente Groningen *f* 6,27 en vanuit de omliggende gemeente *f* 6,72 per gigajoule; b) Afkomstig uit de gewone bosbouw; c) Dit proces kan pas op gang komen op zijn vroegst op 15 jaar vanaf nu en zal pas volledig zijn over zo'n 50 jaar (bij onveranderend beleid op dit punt).

De prijzen van biomassa uit tabel 1 kunnen ook worden vergeleken met de huidige prijzen van fossiele brandstoffen. De grootverbruikersprijzen aan de poort van een conversie-installatie bedragen op het ogenblik voor steenkool *f* 4,50, voor olie *f* 6,- en voor aardgas *f* 7,- per gigajoule. De huidige prijzen zijn historisch gezien vrij laag. Zo waren deze in 1985 voor steenkool *f* 7,-, voor stookolie *f* 13,- en voor aardgas *f* 18,- per gigajoule.

De kleinverbruikersprijs (consumentenprijs) voor aardgas, inclusief brandstoftoeslag en 17,5% BTW bedroeg in 1995 omgerekend *f* 15,- per gigajoule. Na volledige in werking treding van de energieheffing in 1998 bedraagt deze kleinverbruikersprijs *f* 18,50 per gigajoule. Dit verschil van ongeveer *f* 3,50 per gigajoule met en zonder energieheffing hoeft voor biobrandstoffen niet afgedragen te worden aan de fiscus. Dit bedrag zorgt ervoor dat het gebruik van biomassa en ook energieteelten wat makkelijker kunnen concurreren met fossiele brandstoffen.




*Figuur 1* *Grafische weergave van enkele potentiële biomassastromen met bijbehorende prijzen*

Gegeven de hoogte van de kleinverbruikers (consumenten)prijzen, het feit dat de energieheffing alleen geheven wordt op consumentenniveau en dat biomassa relatief volumineus is (hoe minder transport hoe beter) lijken er vooral mogelijkheden voor gebruik van biomassa te liggen op lokaal niveau in relatief kleinschalige installaties.

*Conversie*

Zowel voor de conversie-installatie voor het CiBoGa-gebied als voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de gemeente Groningen is uitgegaan dat de verkoop van warmte en elektriciteit vanuit deze installaties voor prijzen plaats vindt die vergelijkbaar zijn met die van de huidige consumentenprijs van aardgas en elektriciteit inclusief energieheffing.

Voor de ontwikkeling van een duurzaam energiesysteem voor het CiBoGa-terrein en voor het zuidoostelijk uitbreidingsgebied van de stad Groningen wordt aanbevolen de volgende gefaseerde ontwikkeling te volgen:

*Fase 1:*

In de eerste fase wordt voor het CiBoGa-terrein een warmte/kracht-conversie-installatie voorgesteld met een vermogen van 1 MWe en 4 MWth. Dit is een installatie met een gewone stoomturbine, waarbij via een wisselstroomdynamo elektriciteit wordt opgewekt en warmte vrijkomt. Deze techniek is commercieel beschikbaar en goed bekend. In dit geval is de brandstof houtsnippers; over het verbranden van houtsnippers in dergelijke installaties is in ons land nog geen ervaring aanwezig.

De kapitaalkosten van deze installatie bedragen ongeveer *f* 4,5 miljoen en *f* 1.875 miljoen voor het buisverwarmingssysteem (uitgaande van *f* 1.000,- per strekkende meter).

Deze installatie op het CiBoGa-terrein zou praktisch volledig kunnen draaien op het snoeihout (totaal circa 9.000 ton ovendroog) en het schone sloophout (circa 360 ton) van de gemeente Groningen en van de omliggende gemeenten. Dit snoeihout is zowel afkomstig van particulieren als van gemeentelijke plantsoenen.

Een dergelijke installatie kan de woningen op het CiBoGa-terrein voor 70% van de nodige warmte en van alle elektriciteit voorzien. De rest van de verwarming in de wijk kan door anderen geleverd worden. Van de totale hoeveelheid elektriciteit die deze installatie levert wordt ongeveer de helft geleverd aan de woningen op het CiBoGa-terrein zelf. De andere helft van de opgewekte stroom wordt aan het net als "groene stroom" geleverd.

De terugverdientijd van deze installatie is berekend op 3,7 jaren (inclusief het buisverwarmingssysteem). Dit voldoet aan de normale economische criteria voor technische installaties. Hiermee kan deze installatie (zonder subsidies) goed concurreren met op fossiele brandstoffen gestookte installaties.

Een dergelijke centrale levert een emissie reductie ten opzichte van de gebruikte gangbare fossiele brandstoffen op van 7.700 ton $CO_2$, 7 ton SOx en 13 ton NOx per jaar.

Inmiddels kunnen er ook proeven gestart worden met de teelt van wilgen in korte omlopen als aanloop naar fase 2. De houtsnippers van deze proeven kunnen ook meegestookt worden in deze centrale.

*Fase 2:*

Een zeer nieuwe en nog in ontwikkeling zijnde technologie is een combinatie van een (hout)vergassingsinstallatie en een intern gasverbrandingssysteem in combinatie met een stoomturbine. In de vergassingsinstallatie worden eerst de houtsnippers tot 800 °C verhit: de houtachtige stoffen vallen dan moleculair uiteen in een gasmengsel van koolmonoxide, kooldioxide, waterstof, koolwaterstoffen en stikstof. Daarna worden deze gassen in een gasturbine verbrand. De elektriciteitsefficiency bij deze techniek ligt zeer hoog. Vooral voor de conversie van houtachtig materiaal kan dit voor de nabije toekomst de meest efficiënte techniek worden.

Over een periode van vijf tot tien jaar mag verwacht worden dat dit houtvergassingssysteem operabel gemaakt kan worden. Een dergelijke centrale zou gebouwd kunnen worden voor het CiBoGa-terrein of in het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van Groningen.

Voorgesteld wordt een 5 MWe gecombineerde vergassings- en stoomturbine warmte/kracht-installatie (4 MWe vergassings- en gasturbine en 1 MWe stoomturbine) te bouwen. De kapitaalkosten voor deze installatie zullen ongeveer 15 miljoen gulden bedragen. Er zal ongeveer 18.000 ton ovendroog houtig materiaal nodig zijn voor een dergelijke installatie.

Voor een dergelijke installatie op het CiBoGa-terrein kan gebruik gemaakt worden van de dan reeds bestaande gebouwen en infrastructuur. De brandstof voor deze installatie bestaat dan voor de helft uit verzameld snoeihout en voor de helft uit geteeld hout. Voor deze installatie is een terugverdientijd te berekenen van 3,3 jaren (zonder subsidie en zonder opnieuw de kosten van het verwarmingssysteem opnieuw toe te rekenen), wat zeer gunstig is.

Omdat zowel de technologie als de teelt bij dit systeem nieuw zijn kan voor een dergelijke installatie van de EU of/en anderen waarschijnlijk een subsidie verkregen worden van 40%. Een dergelijke subsidie kan deze ontwikkeling versnellen en het ook voor telers aantrekkelijker maken om met een energieteelt te beginnen.

Een dergelijke installatie kan vrijwel het gehele CiBoGa-gebied van elektriciteit en verwarming voorzien. Ook vindt een aanzienlijke levering aan het elektriciteitsnet plaats ("groene stroom") van ruim negen keer de hoeveelheid elektriciteit die nodig is voor de woningen op het CiBoGa-terrein.

Een dergelijke centrale levert een emissie reductie van ruim 29.300 ton $CO_2$, 36 ton SOx en 51 ton NOx op.

Uitgaande van de berekende vraag naar elektriciteit en warmte voor het zuidoostelijk uitbreidingsgebied zou een 5 MWe vergassingssysteem 79% van de elektriciteitsvraag en 18% van de verwarmingsvraag kunnen dekken. Verder levert deze installatie ook nog "groene stroom" aan het net. De terugverdientijd van een dergelijk systeem is berekend op 2,4 jaren (zonder subsidie; de brandstof is voor de helft geteeld en voor de helft plantsoenhout).

Voor het gehele zuidoostelijke uitbreidingsgebied is een hoeveelheid warmte en elektriciteit nodig van ongeveer 8 keer die van het CiBoGa-gebied. Het zal van de stand van de techniek over een aantal jaren en de dan mogelijk te behalen schaalvoordelen afhangen of er voor meerdere kleinere installaties of één of twee grotere installaties gekozen moet worden. Vooralsnog wordt de voorkeur gegeven aan meerdere kleinere installaties (flexibelere optie).

Als men in het gehele zuidoostelijke uitbreidingsgebied voor de elektriciteit- en verwarming gebruik wil maken van brandstoffen van houtige origine voor de conversie dan heeft men niet genoeg aan plantsoen- en tuinafvalhout van de gemeente Groningen en omliggende gemeenten. De teelt van energiehout van wilgen in hoge dichtheden en in korte omlopen zou hierin kunnen voorzien.

*Werkgelegenheidsaspecten*

Een omschakeling naar met biomassa gestookte conversie-installaties kan een belangrijke bijdrage betekenen voor de lokale werkgelegenheid. Bij een energieteelt van wilgen in hoge dichtheden en in korte omlopen zou het voor het CiBoGa-gebied gaan om 7 arbeidsjaren directe werkgelegenheid (teelt, transport en conversie) en 18 arbeidsjaren indirecte werkgelegenheid (toelevering aan landbouw- en transportbedrijven, bouw conversie-installatie en de spin-off van een hogere koopkracht).

Voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad Groningen gaat het om 56 arbeidsjaren directe werkgelegenheid (teelt, transport, conversie) en 144 indirecte arbeidsjaren.

Deze werkgelegenheid en de daarmee gepaard gaande inkomens worden bij het gebruik van fossiele brandstoffen nu meestal elders gegenereerd.

*Inrichtingseisen en emissies*

Voor de conversie-installatie op het CiBoGa-terrein is een plek van 60 m x 40 m voldoende. Deze plek moet goed bereikbaar en gemakkelijk toegankelijk zijn voor transport over de weg.

De meeste voorraad van houtsnippers zal buiten de stad aangehouden moeten worden. De voorraad op de plek is binnen het fabrieksterrein (bijvoorbeeld deels ondergronds) en zou voldoende moeten zijn voor enkele dagen.

Voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied wordt in eerste instantie aan meerdere kleinere installaties gedacht op plekken van 80 x 40 m.

De emissies bij het decentraal verbranden van schoon hout in moderne warmte/kracht-installaties liggen ver onder de wettelijk toegestane niveaus. Dit neemt niet weg dat wel een schoorsteen nodig is om een goede zuiverheid te verzekeren.

*Implementatie*

Bij het opstarten en beginnen van dergelijke nieuwe ontwikkelingen in een streek is het noodzakelijk dat er reeds in een vroeg stadium voorlichting gegeven wordt aan de plaatselijke gemeenschap. Dit betreft onder meer voorlichting aan bewoners en omwonenden, energiegebruikers, wijze van inzameling van plantsoenafval, potentiële telers, enzovoort. Het is belangrijk dat een ieder weet wat de beoogde doelen, de voordelen en consequenties van een dergelijke ontwikkeling zijn.

*Ten slotte*

In deze studie is gekeken naar het aanbod en de prijzen van biomassastromen van houtig origine in de buurt van de stad Groningen.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat er in de omgeving van Groningen in potentie zeer veel biomassastromen van houtige origine aanwezig zijn:

globaal zouden de met de in dit onderzoek onderzochte stromen alle woningen in de stad Groningen van elektriciteit en warmte kunnen worden voorzien.

Ook kunnen sommige biomassastromen van houtige origine wat rentabiliteit betreft goed concurreren met fossiele brandstoffen. Dit geldt bijvoorbeeld voor het gebruiken van snoei- en sloophout. In de nabije toekomst kan ook het gebruiken van andere biomassastromen van houtige origine mogelijk goed renderen met fossiele brandstoffen. In de nabije toekomst kan een ontwikkeling van de nieuwe technologie van houtvergassing of een lichte stijging van de fossiele brandstoffenprijs er voor zorgen dat de teelt van energiegewassen een reële optie wordt.

Biomassa als duurzame energiebron heeft veel voordelen ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen. Deze liggen zowel op milieugebied (vermindering $CO_2$-emissie, het niet uitputten van de voorraad fossiele brandstoffen), economische voordelen (meer lokale bedrijvigheid, minder import fossiele brandstoffen, gunstiger betalingsbalans) als ecologische voordelen (landschappelijk, meer diversiteit).

Op termijn kan het gebruik van specifiek geteelde biomassa belangrijk worden voor de energievoorziening. Dit geldt zowel op nationaal als internationaal niveau.

De gemeente Groningen kan een voorbeeldfunctie vervullen voor ontwikkelingen elders. Om de teelt van biomassa, zoals die van de wilgenteelt in korte omlopen te stimuleren, zijn in het rapport een groot aantal aanbevelingen gedaan. Dit betreft aanbevelingen rondom onderzoek, voorlichting en implementatie. Van belang zijn ook andere concrete haalbaarheidsonderzoeken en teeltstimuleringsmaatregelen. De teelt zou men onder meer kunnen stimuleren door: investeringssubsidie voor de plantopstand, garantie voor langere tijd van de braaklegpremie, fiscale faciliteiten en planologische onzekerheden wegnemen ten aanzien van mogelijke bestemmingsverandering van de grond.

# 1. INLEIDING

Het gebruik van biomassa als brandstof heeft veel voordelen ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen. Dit zijn zowel milieuvoordelen (verminderen $CO_2$-emissie, het niet gebruiken van fossiele brandstoffen), economische voordelen (meer lokale bedrijvigheid, minder import fossiele brandstoffen, gunstiger betalingsbalans) als ecologische voordelen (landschappelijk, meer diversiteit).

De te benutten biomassastromen kunnen bestaan uit:

- snoeihout van particulieren en overheden uit tuinen en parken;
- dunningshout, minderwaardig hout en houtrestanten (takken, kromme bomen en laagwaardige stammen uit de bosbouw (particuliere boseigenaren, overheden en natuurbeschermingsinstanties);
- schoon oud afval en sloophout (ontdaan van verfresten en ontspijkerd);
- door boeren of door anderen geteeld snelgroeiend hout; dit hout kan komen uit recent aangelegde snelgroeiend hout bossen of van de nu in ons land nog niet bij boeren bekende nieuwe energieteelt van wilgenteelt in hoge dichtheden en korte omlopen (in Zweden hebben reeds 1.500 boeren 15.000 ha van deze teelt).

De hiervoor vermelde biomassastromen worden versnipperd ("gechipt") al of niet tijdens of vlak na de oogst en daarna gebruikt in een ketel voor stroomopwekking en verwarming.

Op dit moment is in ons land nog geen ervaring aanwezig rondom de benutting als brandstof van houtstromen uit de bosbouw of andere sectoren en de specifieke teelt door boeren. Ook met de verwerking (conversie) is nog nauwelijks ervaring.

Een van meest aantrekkelijkste opties om biomassa te benutten lijkt het gebruik ervan voor een gecombineerde warmte/kracht-installatie voor lokale elektriciteits- en warmtevoorziening.

In samenwerking met de Novem heeft de gemeente Groningen aan LEI-DLO, TNO MEP en aan het Londense ingenieursbureau Battle McCarthy gevraagd om een haalbaarheidsstudie uit te voeren naar de mogelijkheid om biomassa te benutten als brandstof voor een warmte/kracht-installatie.

Battle McCarthy heeft recent een dergelijke haalbaarheidsstudie gedaan voor Cambridge. TNO MEP heeft ervaring met onderzoek naar de haalbaarheid van andere met biomassa gestookte installaties. LEI-DLO heeft veel ervaring met regionale studies en heeft de beschikking over veel gegevens in de land-, tuin- en bosbouw. Ook is bij LEI-DLO recent een globale landelijk haalbaarheidsstudie over wilgenteelt in korte omlopen gereed gekomen.

*Doelstelling*

Met deze haalbaarheidsstudie wordt beoogd om inzicht te geven in de haalbaarheid van het realiseren van een met biomassa gestookte warmte/kracht-installatie ten behoeve van wijkverwarming en elektriciteitsvoorziening van ruim 1.000 woningen op het "CiBoGa"-terrein van de stad Groningen.

Daarnaast zal in deze studie ook gekeken worden naar de haalbaarheid van een dergelijke installatie in het toekomstige zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad. In dit stadsdeel zal uitgegaan worden van een mix van woningen, industrieën, kantoren en andere gebouwen. Op de overzichtskaart is de ligging van het CiBoGa-terrein en het zuidoostelijke uitbreidingsgebied weergegeven. De bedoeling van de gemeente Groningen is om voor het eerste project (CiBoGa) hoofdzakelijk van zelf geteelde biomassa 1) en van snoeihout uit de gemeente uit te gaan. Als teelt denkt men hierbij aan wilgenteelt in korte omlopen. Voor het tweede project zouden ook door anderen geteelde biomassa in aanmerking kunnen komen of hout uit recreatiebossen en dergelijke.

In de studie zal verder inzicht worden gegeven in de werkgelegenheidsaspecten rondom het telen van wilgen in korte omlopen. Verder zal worden ingegaan op de milieuhygiënische aspecten van de te gebruiken installatie. Ook de kosten van de installatie, het ruimtebeslag en de infrastructuur rondom de installatie komen aan de orde. Verder zal inzicht worden gegeven in het te gebruiken transportsysteem en de kosten daarvan.

Verder zal een visie worden gegeven rondom het gebruiken van biomassa voor de stad Groningen.

*Werkzaamheden partners*

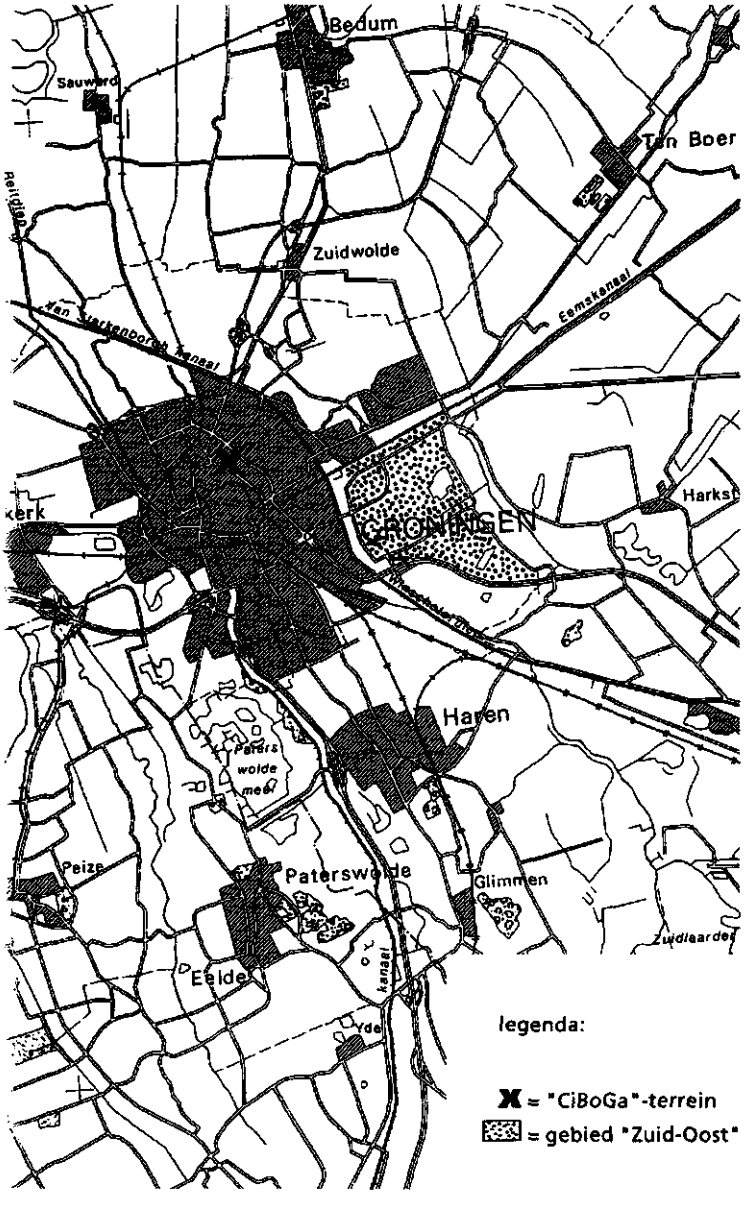
In deze studie is op een integrale wijze gebruik gemaakt van de kennis die er bij de drie samenwerkende partners op dit gebied is. Deze is vervolgens toegesneden op de specifieke situatie voor de beide te ontwikkelen projecten in de Gemeente Groningen.

Battle McCarthy heeft zich met name gericht op ontwerpcriteria, omgevingsaspecten, faseringen en managementaspecten van het te ontwikkelen gebied. Voorts is een indicatie gegeven van de investeringen van de te ontwerpen conversie-installatie.

TNO MEP heeft de energievraag van huishoudens en de andere gebruikers voor het CiBoGa-terrein en het toekomstige zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad geschat. TNO MEP heeft een bijdrage geleverd aan de technologiekeuze, faseringen en economische aspecten.

---

1) Bij het ter perse gaan van deze publicatie was deze optie van zelf geteelde biomassa inmiddels niet meer aan de orde.




*Figuur 1.1 Ligging van de onderzochte gebieden*

LEI-DLO heeft aangegeven hoeveel en welke soorten biomassa er in potentie aanwezig zijn in Groningen zelf en in het gebied Groningen Zuid-Oost langs het Eemskanaal. Eveneens zijn de prijzen van deze biomassastromen aangegeven. Ook is inzicht gegeven in de werkgelegenheidsaspecten rondom het project. LEI-DLO heeft voorts de projectleiding verzorgd.

# 2. DUURZAME ENERGIEVOORZIENING

Dit hoofdstuk vormt voor een groot deel de vertaling van enkele hoofdstukken uit het deelrapport van Battle McCarthy. Voor het volledige rapport en de bijbehorende figuren wordt verwezen naar dit rapport.

## 2.1 Achtergrond

Aan onze huidige manier van energieconsumptie zitten nogal wat nadelen. Voor het overgrote deel (99%) maken we gebruik van niet duurzame brandstoffen voor de opwekking van warmte en elektriciteit. Dit betreft met name vooral de fossiele brandstoffen olie, gas en steenkool en in mindere mate kernenergie.

In de recente op rijksniveau verschenen Derde Energienota (december 1995) wordt naast een beoogde energie-efficiencyverbetering voor de periode 1995-2020 van 33% ook meer aandacht gevraagd voor duurzame energievormen. In 2020 zal 10% van het gebruik van fossiele energiebronnen door duurzame energie dienen te zijn vervangen. De helft hiervan zou moeten komen uit het benutten van biomassa. Van deze 5%, zou volgens deze nota ongeveer eenderde opgewekt kunnen worden door snoeihout, schoon afvalhout en ander afval. De rest zou afkomstig kunnen zijn uit de bosbouwsector of uit geteelde biomassa.

Bij het gebruik van deze fossiele brandstoffen komt in vroeger tijden door planten vastgelegde $CO_2$ vrij. Deze $CO_2$ zorgt voor een opwarmend effect van de aarde. Naast het nadeel van deze emissie is het gebruik van deze fossiele brandstoffen eindig: ze zullen op termijn steeds meer op raken (in werkelijkheid zullen ze nooit opraken, maar steeds duurder worden, totdat het op een gegeven moment op die plaatsen in die tijd het niet meer rendeert om ze te gaan winnen: dit in concurrentie met de prijs van arbeid en andere aanwendingsmogelijkheden van kapitaal).

Internationaal gezien hebben de Europese landen zich verplicht om de $CO_2$-emissie in het jaar 2000 op het peil te brengen van 1990. Op dit moment kunnen ze aan hun verplichtingen niet voldoen. Dit met uitzondering van Frankrijk en Ierland. Het Internationaal Energie Agentschap in Parijs heeft in maart 1995 voorspeld dat door de behoeften van de zich ontwikkelende wereld en door de toenemende wereldbevolking de energieconsumptie tot het jaar 2010 met 30 tot 40% zal toenemen. Van deze energieconsumptie zal 90% afkomstig zijn van fossiele brandstoffen. Hierdoor zal de $CO_2$-emissie ook ongeveer met een zelfde percentage stijgen. Dit zal de aarde wereldwijd doen opwarmen en een zeespiegelstijging veroorzaken.

Toename van $CO_2$ zal de aarde opwarmen. Stijging van de zeespiegel zal wereldwijd miljarden guldens kosten om de risico's voor hoog water te beperken. De infrastructuur en gebouwen van steden langs de kust zullen beter beschermd moeten worden om het commerciële vertrouwen in deze gebieden niet te ondermijnen.

Er zijn twee strategieën om de $CO_2$-emissies te verminderen:

- een betere efficiency van de eindgebruiker om met energie om te gaan;
- alternatieve (niet-fossiele) energiebronnen benutten.

Het potentieel voor alternatieve energiebronnen in Europa is groot. De waarschijnlijk grootste bijdrage hierin kan de agrarische sector leveren. Zo wordt bijvoorbeeld in het Verenigd Koninkrijk gedacht dat alternatieve energiebronnen een bijdrage kunnen leveren van 150 TW elektriciteit per jaar. Dit voor een prijs van minder dan *f* 0,25 per kWh (de huidige consumentenprijs ligt in het Verenigd Koninkrijk op ongeveer *f* 0,19 per kWh). Energieteelten kunnen voor ongeveer de helft (80 TWh) van deze alternatieve energiebronnen bijdragen.

In Nederland zal de bijdrage van energieteelten als alternatieve energiebron vooralsnog beperkt van omvang zijn. Dit heeft onder meer te maken met het feit dat de verdiensten voor andere teelten (meestal voedselgewassen) op dit moment doorgaans beter zijn. Dit neemt niet weg dat er ook momenteel onder bepaalde voorwaarden mogelijkheden liggen. In de toekomst kunnen de prijsverhoudingen tussen energiegewassen en voedselgewassen mogelijk anders komen te liggen dan op dit moment. Als er op de huidige 28.000 ha braakland in Nederland een energieteelt zou zijn van bijvoorbeeld wilgenteelt in korte omlopen, dan zou deze teelt een bijdrage aan de energievoorziening kunnen leveren van ruim 5 PJ. Als deze energie gebruikt zou worden voor bijvoorbeeld elektriciteitsopwekking, dan zou een areaal van 28.000 ha ongeveer 110.000 mensen en aanverwante bedrijvigheid van elektriciteit kunnen voorzien.

In de provincies Groningen en Drenthe lijken door het grote areaal braakland de beste kansen te liggen voor een energieteelt.

## 2.2 Doelen

Wereldwijd is men het er over eens dat $CO_2$-emissies moeten worden gereduceerd als de opwarming van de aarde gestopt moet worden. Bij onveranderd beleid zullen de $CO_2$-emissies tot 2010 wereldwijd met ongeveer een kwart toenemen.

Om zo efficiënt mogelijk met energie om te gaan en de $CO_2$-emissies te minimaliseren, wordt voorgesteld de volgende stappen te nemen:

1. De eerste stap is energie-efficiënte gebouwen te ontwerpen. Gebouwen zijn verantwoordelijk voor 50% van het energiegebruik en $CO_2$-emissies. Hiervan nemen woningen ongeveer twee derde voor hun rekening.
2. Gecombineerde warmte/kracht-installaties behalen een grotere efficiency en minder afval.

Conventionele opwekking van elektriciteit is erg onefficiënt: 35% van de primaire energie uit de fossiele brandstof wordt omgezet in elektriciteit en 65% gaat verloren.
Bij gecombineerde warmte/kracht-installaties wordt van de primaire energiebron 28% omgezet in elektriciteit en 56% in warmte. Slechts zo'n 13% is als afval te beschouwen.

3. Door biomassa als brandstof te gebruiken wordt er elektriciteit en warmte gegenereerd waarbij er netto geen $CO_2$-emissie vrijkomt: de door planten vastgelegde $CO_2$ komt na conversie (bijvoorbeeld bij verbranding) in dezelfde mate vrij als er eerder vastgelegd is.

## 2.3 Systeemopties

Om energiesystemen met alternatieve energiebronnen voor CiBoGa en Zuid-Oost haalbaar te maken, is het nodig dat een gecombineerde warmte/kracht-installatie verbonden wordt met een lokaal verwarmingsnetwerk. Warmte/kracht-systemen kunnen tot 90% bruikbare energie benutten uit de primaire brandstof dit in tegenstelling tot gewone krachtstations die normaal slechts hooguit 35% kunnen halen.

Er zijn twee technologische opties voor de conversie van biomassa in elektriciteit en verwarming, namelijk een Stoomturbine en een Vergassingsinstallatie. De Vergassingstechnologie is nog deels in ontwikkeling. De stoomturbine is commercieel gangbaar. Vergassing van biomassa is echter een efficiënter proces, waarbij de gehele energie-efficiency kan oplopen tot 84%.

# 3. WARMTE- EN ELEKTRICITEITSVRAAG VOOR DE TE ONTWIKKELEN GEBIEDEN

In deze studie wordt vooruitgelopen op de ontwikkeling van een tweetal gebieden die in de nabije en de wat verder weg gelegen toekomst bestemd zullen gaan worden voor woningbouw en voor andere doeleinden.

Het eerste te ontwikkelen gebied, 14 ha groot, is het voormalige Circus-, Boden- en Gasfabriekterrein ("CiBoGa") aan de noordoostrand van de Groninger binnenstad. Op een termijn van ongeveer 5 jaar zullen hier voornamelijk woningen gebouwd gaan worden.

Het tweede te ontwikkelen gebied ligt aan de zuidoostkant van de huidige stedelijke bebouwing. Er wordt uitgegaan van een mix van woningen, industrieën en kantoren. De eerste woningen zullen mogelijk rond 2005 gebouwd worden. Rond 2015 zal deze wijk van bruto 600 ha voltooid zijn.

## 3.1 CiBoGa-gebied

### 3.1.1 Aantal en type woningen

In overleg met de projectleiding voor het CiBoGa-terrein is uitgegaan van een aantal te bouwen woningen op dit 14 ha groot terrein van 1.134.

Een van de doelstellingen bij de ontwikkeling van deze wijk is een wijk te bouwen met een hoge milieukwaliteit. Potentieel zou dit ook goed kunnen. De nieuw te ontwikkelen wijk ligt aan de rand van het centrum, er is weinig verkeersoverlast, veel groen (nabij Noorderplantsoen) en rust. Ook ligt de locatie in een ecologische zone: de verbindingszone tussen het Noorderplantsoen en het stadsgewestpark Noorddijk. Een nadeel is de lokale bodemverontreiniging op het voormalige terrein van de gasfabriek. Inzet voor de gemeente bij de planontwikkeling is de bestaande milieukwaliteit bij bebouwing van het gebied minstens te handhaven en mogelijk verder te versterken. Daarom streeft men naar een duurzame bebouwing. Ook het streven naar een duurzame vorm van energievoorziening past in dit beeld. Een van de doelstellingen bij het bouwen van woningen in deze wijk zal worden dat deze een energiegebruik zullen hebben dat minimaal 10% onder de Energie Prestatie Norm (EPN) zal liggen; dit bij de huidige grenswaardenorm van 1,4; op termijn gaat deze norm naar 1,2 en 1,0.

Over de verdeling van de 1.134 woningen over de diverse typen is overleg gepleegd met de afdeling Volkshuisvesting van de gemeente Groningen. Een precieze invulling is momenteel nog niet mogelijk. Een en ander hangt nauw samen met het tijdstip waarop met de verdere planontwikkeling kan worden gestart en van de marktomstandigheden op dat moment. De woningen in de

wijk zullen schotsgewijs in woningcomplexen gebouwd worden. Deze zullen gunstig georiënteerd worden op licht en wind.

Uitgegaan wordt van de meest realistische inschatting van de aantallen en typen op dit moment. Ongeveer de helft van de woningen zal in deze schatting als appartement gebouwd worden, te weten:

- 100 "aanleunwoningen" met een vloeroppervlakte van 65 à 70 $m^2$;
- 235 appartementen met een vloeroppervlakte van gemiddeld 90 $m^2$;
- 235 appartementen met een vloeroppervlakte van gemiddeld 110 $m^2$.

De andere helft van de woningen zullen "grondgebonden" woningen (woningen met een tuin of terras) zijn. Uitgegaan wordt van 564 woningen. Het betreft ongeveer 3 blokken van 40 woningen in één schots. In één schots komen dus ongeveer 120 woningen. In onze opzet gaan we uit van 4 schotsen van 120 woningen en één van 84 woningen. De woningen zullen terrasvormig in een aantal lagen tegen elkaar komen te liggen. De groottes van de woningen zullen overeenkomen met de huidige gewone eengezinswoningen. Het energieverbruik zal evenwel door minder buitenmuren, betere isolatie en een compactere bouw lager liggen.

### 3.1.2 Warmtebehoefte

Bij de berekening van warmtebehoefte voor ruimteverwarming en warm water zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

a. Als voorwaarde bij de berekening is gesteld dat de EPN-eis met 10% wordt onderschreden. Aangezien het netto-energiegebruik voor ruimteverwarming niet rechtstreeks in de formule voor de Epcoëfficiënt voorkomt is deze voorwaarde anders vertaald. Vanuit de huidige EP-grenswaarde van 1,4 is met de bekende gegevens van het project en de benodigde aannames de nettowarmtebehoefte voor ruimteverwarming voor ieder type woning bepaald. Deze warmtebehoefte is vervolgens met 10% verminderd 1).

b. Zoveel mogelijk zijn de forfaitaire rekenwaarden gebruikt welke in de NEN 5128 zelf worden genoemd (NEN 5128: Energieprestatie van woningen en woongebouwen, Bepalingsmethode, september 1994, Nederlands Normalisatie Instituut).

c. Voor de defaultwaardes in de EPN-berekeningen is uitgegaan van een warmte/kracht-installatie met individuele bemetering (aangenomen is dat deze het meest op de geplande installatie lijkt). In iedere huisinstallatie is een circulatiepomp aanwezig die voorzien is van een pompschakelaar. De opwekking van warm tapwater geschiedt via een doorstroomtoestel welke wordt gevoed door de districtsverwarming. Als ventilatiesysteem is voor alle woningen gekozen voor mechanische afvoer en natuurlijke toevoer.

---

1) Bij de uitgangspunten bij dit onderzoek is hiervan uitgegaan. Inmiddels zijn de normen naar beneden bijgesteld.

d. Ten aanzien van de oppervlakte van de woningen is aangenomen dat de in het voorlopige plan genoemde woningoppervlakten gelijk zijn aan de gebruiksoppervlakten van de verwarmde zones (Ag;verw) in de EPN-berekeningen. Al naar gelang de in het plan genoemde bouwvorm per woningtype is een verliesoppervlakte (Averlies) aangenomen welke een bepaalde factor van Ag;verw bedraagt. Deze factor bedraagt voor de aanleunwoningen 1,5, voor de appartementen 1,1 en voor de grondgebonden woningen 1,8.

In bijlage 1 is de gehanteerde formule en rekenwijze nader weergegeven.

In tabel 3.1 zijn de resultaten van de warmtebehoefteberekeningen op basis van de EPN weergegeven. Uit de diverse berekeningen blijkt dat de totale warmtebehoefte van de woningen in het CiBoGa-project ruim 44 miljoen megajoule per jaar zal bedragen. Dit komt ongeveer overeen met 1,25 miljoen kubieke meter gas per jaar.

*Tabel 3.1 Warmtebehoefte van de woningen in het CiBoGa-project*

| Type woningen | Aantal woningen | Woningoppervlak ($m^2$) | Warmtebehoefte per woning | | | Totale warmtebehoefte alle woningen (MJ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | verwarming (MJ) | warm tapwater (MJ) | totaal (MJ) | |
| Aanleun | 100 | 67,5 | 20.968 | 6.183 | 27.151 | 2.715.100 |
| Appartement | 235 | 90 | 25.182 | 8.244 | 33.426 | 7.855.110 |
| Appartement | 235 | 110 | 30.777 | 10.076 | 40.853 | 9.600.455 |
| Grondgebonden | 564 | 100 | 33.426 | 9.160 | 42.586 | 24.018.504 |
| Totaal | 1.134 | | | | | 44.189.159 |

### 3.1.3 Verwarmingsvermogen en etmaalverloop warmtevraag

Het precieze gevraagde verwarmingsvermogen van de woningen is op dit moment niet duidelijk te voorspellen. Dit hangt onder meer af van de kwaliteit van de bouw, de zwaarte van de bouwmassa, de bouwvorm, de situering van de woning binnen het gebouw en de gewenste opwarmsnelheid. Daarnaast is het nog de vraag of de bewoner het totale opwarmvermogen wat hem ter beschikking staat, wel zal benutten. Bij het niet volledig verwarmen van zijn woning of door verwarming vanuit naburige woningen kan het voorkomen dat slechts een deel van het voor de woning beschikbare verwarmingsvermogen wordt benut.

Vooralsnog is het uitgangspunt gerechtvaardigd dat het verwarmingsvermogen 8 kW per woning bedraagt voor de kleinere woningen (aanleunwoningen en appartementen van 90 $m^2$) en 10 kW voor de grotere woningen (appartementen 110 $m^2$ en grondgebonden woningen). Het totale in de woningen

opgestelde verwarmingsvermogen komt hierbij op 10.670 kW. Voor het opwarmen van het tapwater wordt geen extra verwarmingsvermogen geïnstalleerd omdat gedurende de warmtelevering ten behoeve van het opwarmen van tapwater de warmtelevering ten behoeve van de woningverwarming tijdelijk wordt gestopt. Het gewenste verwarmingsvermogen van circa 20 kW ten behoeve van tapwaterverwarming kan toch worden bereikt doordat voor het opwarmen van het tapwater een groter verschil in temperatuur tussen het ingaande en uitgaande stadsverwarmingswater gerealiseerd wordt.

Bij de verdere dimensionering van het verwarmingsvermogen van de warmte-opwekkende installatie dient uiteraard rekening te worden gehouden met de te verwachten warmteverliezen in het transportnet en de werkelijke maximale warmtevraag (gelijktijdigheidsfactor).

Over het etmaalverloop in de warmtevraag is op te merken dat er iedere dag twee pieken zijn en daardoor ook twee dalperiodes. De eerste warmtevraagpiek ligt op circa 8.30 uur en de tweede om circa 18.30 uur. De minimum warmtevraag vindt plaats om circa 3.00 uur en om 14.30 uur.

### 3.1.4 Elektriciteitsbehoefte

Bij de berekening van de elektriciteitsbehoefte dient er rekening mee te worden gehouden dat de woningen geen aansluiting hebben op het aardgasnet en er dus elektrisch wordt gekookt. In de literatuur wordt voor het elektrisch koken een jaarverbruik van 950 kWh genoemd. Voor het toekomstige CiBoGa-project wordt voor het kookverbruik een gemiddeld jaarverbruik van 650 kWh ingeschat in verband met de te verwachte ontwikkeling van de techniek (bijvoorbeeld inductiekoken) en het aantal kleinere huishoudens in het totale woningbestand.

In tabel 3.2 is het elektriciteitsverbruik van de diverse woningtypen in het CiBoGa-project weergegeven. De gegevens zijn afkomstig uit het Handboek Installatietechniek (uitgegeven door TVVL, ISSO en Novem in 1994: p. 1167) en de Novem Energiegids 1994 (p. 75).

Het totale elektriciteitsverbruik van de woningen in het CiBoGa-project zal circa 3,6 miljoen kilowattuur per jaar bedragen.

Ten aanzien van het piek- en dalverbruik is geen voorspelling te geven vanwege het grote vermogen wat totaal zal staan opgesteld om te koken.

*Tabel 3.2 Elektriciteitsverbruik van de woningen in het CiBoGa-project*

| Type woningen | Aantal woningen | Verbruik per woning (kWh/jr) | Verbruik alle woningen (kWh/jr) |
|---|---|---|---|
| Aanleun | 100 | 2.400 | 240.000 |
| Appartement 90 m² | 235 | 2.700 | 634.500 |
| Appartement 110 m² | 235 | 2.700 | 634.500 |
| Grondgebonden | 564 | 3.700 | 2.086.800 |
| Totaal | 1.134 | | 3.595.800 |

### 3.1.5 Overzicht totale warmte- en elektriciteitsbehoefte

In de voorgaande paragrafen is de warmte- en elektriciteitsbehoefte van de woningen in het CiBoGa-plangebied weergegeven. Tabel 3.3 geeft hiervan een samenvattend beeld.

*Tabel 3.3 Totaaloverzicht energiebehoefte in het CiBoGa-gebied*

| Type woningen | Warmtebehoefte (megajoule per jaar) | Elektriciteitsbehoefte (kilowattuur per jaar) |
|---|---|---|
| Aanleun | 2.715.100 | 240.000 |
| Appartement 90 m² | 7.855.110 | 634.500 |
| Appartement 110 m² | 9.600.455 | 634.500 |
| Grondgebonden | 24.018.504 | 2.086.800 |
| Totaal | 44.189.159 | 3.595.800 |

Grofweg kan dus voor het CiBoGa-terrein uitgegaan worden van een warmtebehoefte van 44 miljoen megajoule en van ruim 3,5 miljoen kilowattuur elektriciteit.

## 3.2 Gebied Zuid-Oost

### 3.2.1 Gebiedsomschrijving

In deze studie is in overleg met de gemeente Groningen voor dit uitbreidingsgebied ten zuidoosten van de huidige stad van een aantal uitgangspunten uitgegaan. Deze zijn op dit moment voorlopig en omgeven met onzekerheden. Ze zijn alleen geldig verklaard voor deze studie maar zijn op dit moment het meest realistisch.

Bij de bepaling van de energievraag in het zuidoostelijke uitbreidingsgebied wordt uitgegaan van een mix van woningen, bedrijven en kantoren. Het uitgangspunt in deze studie is dat er zo'n 5.000 woningen gebouwd gaan worden in de buurt van Engelbert en Middelbert. Rond 2005 zou gestart kunnen worden met de bouw van deze woningen. Jaarlijks zouden er dan 500 woningen gebouwd kunnen worden. In het plan zullen ook winkels, een school en andere voorzieningen worden opgenomen.

In de directe nabijheid zal er ook een ongeveer 100 ha nieuw industriegebied ontwikkeld gaan worden (locatie Rode Haan). In deze studie wordt ervan uitgegaan dat deze nieuwe industriële activiteiten en eventuele (groot)handelsactiviteiten met bijbehorende kantoren wat hun energievoorziening betreft ook voorzien zullen gaan worden van een met biomassa gestookte warmte/kracht-installatie. Voor wat het energieverbruik (warmte en elektriciteit) voor dit gebied mag uitgegaan worden van een zelfde behoefte (dag/nacht,

zomer/winter verdeling) als van het nabijgelegen bestaande industriegebied. Dit gebied wordt hierna omschreven.

In de nabijheid van het nieuw te ontwikkelen gebied Zuid-Oost liggen diverse bestaande industrieterreinen. Een mogelijkheid voor de toekomst zou kunnen zijn dat deze bedrijven als ze aan vervanging van bestaande systemen toe zijn ook van een met biomassa gestookte warmte/kracht-installatie gebruik zouden kunnen maken. In deze haalbaarheidsstudie wordt hier vooralsnog niet van uitgegaan. Deze industriegebieden zijn: Winschoterdiep (netto 55 ha, 95 bedrijven, 3.002 arbeidsplaatsen), Eemskanaal (39 ha netto, 113 bedrijven, 2.040 arbeidsplaatsen), Groothandelscentrum (31 ha netto, 42 bedrijven, 1.157 arbeidsplaatsen), Euvelgunne (40 ha netto, 74 bedrijven, 2.005 arbeidsplaatsen), Driebond (bruto 94 ha, nog in ontwikkeling, 56 bedrijven, 1.079 arbeidsplaatsen).

Voor het nieuw te ontwikkelen industriegebied wordt uitgegaan van een zelfde energievraag per hectare als de bedrijven in deze huidige industriegebieden momenteel hebben.

De 5.000 woningen in de omgeving van Engelbert en Middelbert zullen volgens voorlopige inschattingen van de gemeente Groningen gebouwd worden in een dichtheid van circa 40 per hectare. Het betreft 60% "grondgebonden" woningen (eigen deur plus tuin) en 40% appartementen.

De 3.000 "grondgebonden" woningen zullen in groepjes van 4 à 6 aan elkaar gebouwd worden. Dit in een gelaagdheid van 2 à 3 (soort terrasvorming). De helft is gemiddeld 80 $m^2$ groot en de andere helft 100 $m^2$.

De 2.000 appartementen zullen maximaal 4 à 5 hoog worden. De helft is gemiddeld 80 $m^2$ groot en de andere helft 100 $m^2$. Het betreft 2/3- en 3/4-kamerwoningen.

In het studiegebied zullen verder winkels gebouwd worden. Uitgegaan wordt van 15 winkels met een totale vloeroppervlakte van 3.600 $m^2$ (dit is vergelijkbaar met de wijk Vinkhuizen waar ook 5.000 woningen gebouwd zijn). Verder wordt in dit studiegebied uitgegaan van één school met 8 lokalen.

### 3.2.2 Warmte- en elektriciteitsbehoefte woningen

Voor de bepaling van de warmte- en elektriciteitsbehoefte van de toekomstig te bouwen woningen in het gebied Zuid-Oost is van dezelfde veronderstellingen uitgegaan als bij de bepaling van de warmte- en elektriciteitsbehoefte van de woningen in het CiBoGa-project.

Ook is uitgegaan van een te installeren verwarmingsvermogen van 8 kW voor de kleinere woningen (appartementen en grondgebonden woningen tot 80 $m^2$) en 10 kW (appartementen en grondgebonden woningen tot 100 $m^2$). Het totale in de woningen opgestelde verwarmingsvermogen komt hierbij op 45.000 kW.

In tabel 3.4 is de warmtebehoefte van de 5.000 te bouwen woningen weergegeven.

*Tabel 3.4 Warmtebehoefte van de woningen in Zuid-Oost*

| Type woningen | Aantal woningen | Woning-oppervlak ($m^2$) | Warmtebehoefte per woning | | | Totale warmtebehoefte alle woningen (MJ) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | verwarming (MJ) | warm tapwater (MJ) | totaal (MJ) | |
| Appartement | 1.000 | 80 | 22.383 | 7.328 | 29.711 | 29.711.000 |
| Appartement | 1.000 | 100 | 27.980 | 9.160 | 37.140 | 37.140.000 |
| Grondgebonden | 1.500 | 80 | 26.740 | 7.328 | 34.068 | 51.102.000 |
| Grondgebonden | 1.500 | 100 | 33.426 | 9.160 | 42.586 | 63.879.000 |
| Totaal | 5.000 | | | | | 181.832.000 |

De totale warmtebehoefte van de woningen in het gebied Zuid-Oost zal ruim 180 miljoen megajoule bedragen.

In tabel 3.5 is het elektriciteitsverbruik van de woningen in Zuid-Oost weergegeven. In totaal zullen de woningen 16,5 miljoen kilowattuur elektriciteit verbruiken.

*Tabel 3.5 Elektriciteitsverbruik van de woningen in Zuid-Oost*

| Type woningen | Aantal woningen | Verbruik per woning (kWh/jr) | Verbruik alle woningen (kWh/jr) |
|---|---|---|---|
| Appartement 80 $m^2$ | 1.000 | 2.700 | 2.700.000 |
| Appartement 100 $m^2$ | 1.000 | 2.700 | 2.700.000 |
| Grondgebonden 80 $m^2$ | 1.500 | 3.700 | 5.550.000 |
| Grondgebonden 100 $m^2$ | 1.500 | 3.700 | 5.550.000 |
| Totaal | 5.000 | | 16.500.000 |

### 3.2.3 Warmte- en elektriciteitsbehoefte van industrie, school en winkels

*Industrie*

Op basis van de energieverbruiken over de afgelopen jaren van de hiervoor vermeldde nabij gelegen industriegebieden heeft de EGD-Centraal Groningen een schatting gemaakt ten aanzien van de toekomstige energievraag van het industriegebied van 100 ha.

De volgende schatting van het jaarlijkse gas- en elektriciteitsverbruik is hierbij gegeven:

| | | |
|---|---|---|
| Gas: | 6.615.506 | $m^3$ |
| Elektriciteitsverbruik overdag: | 7.497.635 | kWh |
| Elektriciteitsverbruik 's-nachts: | 1.256.644 | kWh |

De energiewaarde van 1 $m^3$ gas komt overeen met 35,17 MJ. Uitgaande van dit gegeven en van de veronderstelling dat het gehele huidige gasverbruik ten behoeve van gebouwverwarming plaatsvindt en deze warmte wordt opgewekt met behulp van een ketel met een rendement van 75% resulteren deze verbruikscijfers in de volgende jaarlijkse vraag:

| | | |
|---|---|---|
| Warmtebehoefte: | 174.500.000 | MJ |
| Elektriciteitsbehoefte: | 8.754.300 | kWh |

Het is niet onderzocht wat de dagelijkse piek- en dalverbruiken en de verbruiken over zomer en winter voor deze gebruikers zijn.

*Basisschool en winkels*

In het plan "Zuid-Oost" wordt uitgegaan van één basisschool en 3.600 $m^2$ winkeloppervlakte.

Ten aanzien van de voorlopige inschatting van de warmte- en elektriciteitsbehoefte is gebruik gemaakt van de kengetallen energieverbruik zoals deze zijn opgenomen in de handboeken van de Novem (Handboeken brancheprofielen, doelgroepenkennis en kengetallen energiegebruik: Novem Kenniscentrum Gebouwde Omgeving, Apeldoorn). Deze cijfers zijn afkomstig van praktijksituaties. Over het algemeen wordt in deze handboeken per onderwerp een bandbreedte aangegeven waarbinnen de energieverbruiken per vierkante meter vloeroppervlak zijn geconstateerd. Uitgaande van de eis dat de voorzieningen in het plan "Zuid-Oost" energiezuinig zullen zijn, zijn de laagste kengetallen voor het energieverbruik aangehouden die in de handboeken worden genoemd.

Voor de basisscholen wordt een laagste gasverbruik opgegeven van 3,5 $m^3/m^3$ en een laagste elektriciteitsverbruik van 8,5 $kWh/m^2/jaar$. Het gasverbruik wordt opgegeven per volume-eenheid en het elektriciteitsverbruik per eenheid van oppervlakte. Voor de school in "Zuid-Oost" wordt uitgegaan van een vloeroppervlak van 800 $m^2$ en een verdiepingshoogte van 3 m. Om terug te rekenen naar de warmtebehoefte dient een warmte-opwekkingsrendement van de ketel te worden ingeschat. Hiervoor is een rendement van 75% aangenomen. Met deze uitgangspunten wordt de warmtebehoefte voor deze basis-

*Tabel 3.6 Warmtebehoefte van het winkelcentrum in het plan "Zuid-Oost"*

| Type winkel | Oppervlakte ($m^2$) a) | Gasverbruik ($m^3/m^2/jaar$) | Gasverbruik totaal ($m^3$) | Warmtebehoefte (megajoule) |
|---|---|---|---|---|
| Supermarkten | 1.800 | 15 | 27.000 | 713.000 |
| Kleding/schoenen | 1.000 | 25 | 25.000 | 660.000 |
| Doe-het-zelf | 600 | 9.3 | 5.580 | 147.000 |
| Cafetaria | 200 | 35 | 7.000 | 185.000 |
| Totaal | 3.600 | | 64.580 | 1.705.000 |

a) Schatting.

school berekend op ongeveer 222.000 MJ en de elektriciteitsbehoefte op 6.800 kWh per jaar.

Voor de winkels in het winkelcentrum zijn ook de laagste kengetallen voor het energieverbruik aangehouden. In tabel 3.6 is de warmtebehoefte voor het winkelcentrum met een geschatte aanname over de verschillende branches weergegeven.

In totaal zal de warmtebehoefte van de winkels in het plan Zuid-Oost ongeveer 1,7 miljoen megajoule bedragen.

De elektriciteitsbehoefte van de winkels is in tabel 3.7 weergegeven. De totale behoefte zal bijna 650.000 kWh bedragen.

*Tabel 3.7 Elektriciteitsbehoefte van de winkels in "Zuid-Oost"*

| Type winkel | Oppervlakte ($m^2$) a) | Elektriciteitsverbruik per type ($kWh/m^2/jaar$) | Elektriciteitsverbruik totaal (kWh/jaar) |
|---|---|---|---|
| Supermarkten | 1.800 | 250 | 450.000 |
| Kleding/schoenen | 1.000 | 100 | 100.000 |
| Doe-het-zelf | 600 | 58 | 34.800 |
| Cafetaria | 200 | 315 | 63.000 |
| Totaal | 3.600 | | 647.800 |

a) Schatting.

### 3.2.4 Overzicht totale warmte- en elektriciteitsbehoefte

In de voorgaande paragrafen is de warmte- en elektriciteitsbehoefte van de diverse sectoren in het plan Zuid-Oost weergegeven. Tabel 3.8 geeft hiervan een samenvattend beeld.

*Tabel 3.8 Totaaloverzicht energiebehoefte in het plan Zuid-Oost a) en CiBoGa*

| Sector | Warmtebehoefte (megajoule per jaar) | Elektriciteitsbehoefte (kilowattuur per jaar) |
|---|---|---|
| Woningen | 181.832.000 | 16.500.000 |
| Industrie | 174.500.000 | 8.754.300 |
| Basisschool | 222.000 | 6.800 |
| Winkels | 1.705.000 | 647.800 |
| Totaal Zuid-Oost | 358.259.000 | 25.908.900 |
| Totaal CiBoGa | 44.189.159 | 3.596.800 |

a) Bij het ter perse gaan van deze publicatie wordt door de gemeente de woonwijk in Zuid-Oost wat op de langere baan geschoven. Aan de ontwikkeling van het industriegebied in Zuid-Oost wordt meer prioriteit gegeven.

De totale warmtebehoefte in Zuid-Oost komt ongeveer overeen met 10 miljoen kubieke meter aardgas per jaar.

Ter vergelijking is onderaan in tabel 3.8 tevens nog eens de totale energiebehoefte in het CiBoGa-plangebied weergegeven.

# 4. AANBOD VAN BIOMASSA UIT BESTAANDE (SNOEI- EN REST)HOUTSTROMEN EN UIT DE BOSBOUW

In dit hoofdstuk zal nader ingegaan worden op de diverse mogelijke biomassastromen die benut zouden kunnen worden als brandstof voor de warmte/kracht-centrale. Ook wordt ingegaan op de huidige wijze van verzamelen en de kosten hiervan.

## 4.1 Snoeihout van particulieren, parken en plantsoenen

### 4.1.1 Snoeihout in de Gemeente Groningen

Snoeihout van particuliere tuinen binnen de gemeente Groningen wordt momenteel voor een deel gebracht op de stortplaats ARCG in Groningen (Afvalverwijdering Regio Centraal Groningen gelegen aan de Duinkerkenstraat aan het Winschoterdiep); hierin werken 8 gemeenten samen namelijk: Groningen, Haren, Leek, Marum, Grootegast, Zuidhorn, Bedum en Ten Boer). Dit snoeihout wordt gescheiden en zonder verontreinigingen aangevoerd. Men kan dit als particulier elke dag zonder kosten brengen. Als men meer dan 1 keer in de maand komt, moet men *f* 35,- per keer betalen. In 1994 bedroeg deze hoeveelheid snoeihout, afkomstig van struiken en bomen: 670 ton. De verdere verwerking is als volgt: Het snoeihout wordt op een grote hoop gestort; zo'n 3 keer per jaar komt er een versnipperaar. Hierna vindt er afvoer plaats naar een dichtbij gelegen groencomposteringsbedrijf.

De kosten van versnipperen, transport en composteren bedragen voor de ARCG *f* 56,- per ton. Voor ongeveer 90% is het gebrachte snoeihout afkomstig uit de gemeente Groningen zelf.

Deze versnipperaar is ook apart te huren: de kosten hiervan bedragen *f* 350,- per uur. Dit zijn de kosten inclusief laadschop en een persoon. De verwerkingscapaciteit per uur is 80 à 100 $m^3$ los snoeihout. Dit worden dan 25 $m^3$ snippers; dit is ongeveer 7 ton vast materiaal dat ovendroog ongeveer 3,5 ton weegt. De kosten van het versnipperen zijn dus hier *f* 100,- per ton (dat is *f* 350,-: 3,5) ovendroog materiaal; omgerekend komt dit ook ongeveer overeen met de huidige kosten die de ARCG moet maken voor verwerking van het snoeihout.

Een ander deel van het snoeiafval van particulieren in de gemeente Groningen bereikt de stortplaats via afvoer in de groene biobak en via de maandelijkse grofvuilophaaldienst. Een deel van het GFT (Groente, Fruit en Tuin)-afval en van het grove vuil betreft ook snoeihout van bomen en struiken. Hoeveel dit deel is, is moeilijk aan te geven. Een recente proef in een wijk in Groningen waarbij men de mogelijkheid had om dit snoeihout op centraal in de wijk gelegen plekken te brengen leerde omgerekend dat voor heel Groningen onge-

veer 500 ton per jaar op deze manier opgehaald zou kunnen worden. Als men echter overal deze mogelijkheid zou bieden dan zou er wel veel minder rechtstreeks naar de stortplaats gebracht worden. Hoeveel minder is niet precies aan te geven.

In samenspraak met de Milieudienst van de Gemeente Groningen is verondersteld dat er ongeveer totaal 1.000 ton snoeihout per jaar van particulieren in de stad Groningen aangeboden zou kunnen worden. Dit met een marge van + en - 20%.

Het merendeel van het snoeihout in de gemeente Groningen is afkomstig uit openbare parken en plantsoenen. Op het ogenblik wordt het merendeel van de takken vanuit de parken en openbare plantsoenen met wagentjes van de gemeentelijke plantsoenendienst meegenomen naar centrale wijkposten, waarvan er 10 in de gemeente zijn. Vanuit deze wijkposten worden de takken met grotere vrachtauto's (circa 10 $m^3$) vervoert naar een centrale plek. De afdeling openbare werken heeft vier dergelijke vrachtauto's, waarmee ook andere zaken worden vervoerd (huishoudelijk afval, puin). Als de takkenberg voldoende groot is worden de takken versnipperd. In totaal gaat het hier om zo'n 2.000 ton takkensnoeihout per jaar (Informatie: Plantsoenendienst gemeente Groningen).

Samenvattend gaat het in de Gemeente Groningen om een totaal van 3.000 ton snoeihout per jaar. Omgerekend is dit 17,5 ton snoeihout per jaar per 1.000 inwoners (Groningen telde per 1 januari 1994 bijna 171.000 inwoners).

### 4.1.2 Snoeihout omliggende gemeenten

In de omliggende gemeenten rondom de Gemeente Groningen is geprobeerd de hoeveelheden snoeihout te inventariseren. In het kader van dit onderzoek is dit op een globale manier gebeurd.

Uit recent onderzoek dat gedaan is door het gewest Midden IJssel (Inventarisatie-onderzoek naar alternatieve aanwendingen van snoeihout ten behoeve van energiewinning in het gewest Midden IJssel) bleek dat in stadsgemeenten de hoeveelheden snoeihout varieerde van 19 tot 25 ton per 1.000 inwoners per jaar. Voor plattelandsgemeenten varieerde dit tussen 90 en 140 ton per 1.000 inwoners per jaar. Gemiddeld werd in de desbetreffende studie met 125 ton snoeihout per 1.000 inwoners per jaar gerekend.

Ervan uitgaande dat de omliggende plattelandsgemeenten rond Groningen minder groen zijn dan de gemeenten in de Achterhoek gaan we in deze studie uit van gemiddeld 90 ton snoeihout per jaar per 1.000 inwoners (een globale inventarisatie voor de Gemeente Zuidhorn leverde ongeveer ook dit getal op). Voor de gemeente Hoogezand-Sappemeer is in verband met het meer verstedelijkt zijn van Hoogezand gemiddeld 25 ton per 1.000 inwoners als rekeneenheid genomen.

Tabel 4.1 geeft een schatting van de hoeveelheden snoeihout van zowel de gemeenten die reeds nu al met de gemeente Groningen samenwerken in de ARCG als van de overige gemeenten die direct aan de gemeente Groningen grenzen. Hieronder zijn ook drie Drentse gemeenten.

*Tabel 4.1 Schatting van de hoeveelheden snoeihout van de rond de stad Groningen gelegen gemeenten*

| Gemeente | Aantal inwoners per 1 januari 1994 a) | Indicatie vrijkomende hoeveelheid snoeihout (tonnen per jaar) |
|---|---|---|
| Ten Boer | 6.892 | 620 |
| Bedum | 10.424 | 938 |
| Haren | 18.578 | 1.672 |
| Leek | 18.013 | 1.621 |
| Zuidhorn | 17.509 | 1.576 |
| Grootegast | 11.133 | 1.002 |
| Marum | 9.229 | 830 |
| Totaal ARCG-gemeenten b) | 91.778 | 8.259 |
| Winsum | 13.208 | 1.189 |
| Slochteren | 14.155 | 1.274 |
| Hoogezand-Sappemeer | 33.937 | 1.697 |
| Eelde (Drenthe) | 10.732 | 848 |
| Peize (Drenthe) | 5.019 | 452 |
| Roden (Drenthe) | 18.533 | 1.668 |
| Totaal overige gemeenten | 95.584 | 7.128 |
| Totaal | 187.362 | 15.387 |

a) Bron: CBS: Bevolking der gemeenten van Nederland per 1 januari 1994; b) Exclusief gemeente Groningen.

In totaal zouden de in de ARCG samenwerkende gemeenten (exclusief gemeente Groningen) een hoeveelheid snoeihout kunnen leveren van ongeveer 8.000 ton. De overige aan de gemeente Groningen grenzende gemeenten zouden ongeveer 7.000 ton snoeihout kunnen leveren.

### 4.1.3 Synthese aanbod en kosten van snoeihout

Zoals hiervoor aangegeven is, zou er uit de gemeente Groningen en omliggende gemeenten een hoeveelheid snoeihout geleverd kunnen worden van in totaal 18.000 ton per jaar.

Voor de gemeente Groningen en het op de ARCG aangeboden snoeihout, samen 3.000 ton, moeten op het ogenblik verwerkings- en afzetkosten gemaakt worden van *f* 56,- per ton (vast materiaal).

Er wordt uitgegaan dat de kosten die de Plantsoenendienst moet maken ongeveer in dezelfde orde van grootte liggen dan voor de ARCG.

Uitgaande van een vochtpercentage van het snoeihout van gemiddeld ongeveer 50% bedragen de versnipperingskosten ongeveer *f* 100,- per ton droog materiaal (zie 4.1.1). Dit zijn kosten die nu ook al gemaakt worden.

De waarde van het gechipte materiaal bij het verlaten van de ARCG of een depot van de plantsoenendienst wordt derhalve gesteld op 0. De kosten die nu gemaakt worden, worden verondersteld ook in de toekomst gemaakt te worden.

Bij aanvoer naar het CiBoGa-terrein komen hier nog de transportkosten per vrachtwagen bij. Verondersteld is dat een vrachtwagen hier 1 1/2 uur over doet (inclusief lossen en leeg terugtransport) De kosten van dit transport komen bij een capaciteit van een vrachtauto van 90 $m^3$ chips op *f* 100,- per uur. Dit komt bij 1,5 uur transport neer op *f* 1,67 per kubieke meter chips ofwel op *f* 11,93 per ton ovendroog materiaal. Bij een veronderstelde energiewaarde van het aangeboden houtig materiaal van 17,85 GJ per ton komt de brandstofprijs aan de poort van de conversie-installatie uit op *f* 0,67 per gigajoule (als de versnipperingskosten wel meegerekend worden dan bedraagt de brandstofprijs aan de poort van de installatie *f* 111,93 : 17,85= *f* 6,27 per gigajoule).

In de rond Groningen gelegen gemeenten kan er ongeveer 15.000 ton snoeihout in potentie aangeboden worden. Uiteindelijk zullen de kosten voor de diverse verzamelpunten in deze gemeenten in dezelfde orde van grootte liggen als voor de gemeente Groningen en de ARCG.

Bij een gerekend transport van gemiddeld 2 1/2 uur en een waarde 0 van het reeds gechipte materiaal op de diverse depots komen de kosten van het materiaal aan de poort van een conversie-installatie uit op *f* 1,12 per gigajoule (als de versnipperingskosten meegerekend worden dan bedraagt de brandstofprijs aan de poort van de conversie-installatie *f* 6,72 per gigajoule).

## 4.2 Schoon sloophout

Op de ARCG wordt ook sloophout aangeboden. In 1994 ging het om totaal 340 ton. Dit wordt ook versnipperd en gaat naar de spaanplaatindustrie. De kosten voor de ARCG zijn hiervoor *f* 97,50 per ton + *f* 16,- per ton voor het transport. Dit sloophout gaat naar een verwerkend bedrijf in Hoogkerk (circa 10 km). Voor het merendeel is dit geverfd hout. Naar schatting 40% is redelijk schoon hout en zou dus eventueel ook verder benut kunnen worden. Dit betreft dus ongeveer 136 ton.

Daarnaast wordt er ook sloophout aangeboden via de grofvuilophaaldienst en voor een klein deel verdwijnt er ook sloophout via het gewone huisvuil. Bij intensivering en attendering op hergebruik zou mogelijk nog wat meer schoon sloophout apart verzameld en aangeboden kunnen worden. Naar schatting zou dit ongeveer 60 ton kunnen zijn. In totaal zou de stad Groningen ongeveer 200 ton schoon sloophout kunnen benutten.

Het inwonertal van de gemeenten rondom Groningen komt ongeveer overeen met dat van de gemeente Groningen. Ervan uitgaande dat per inwoner ongeveer een zelfde hoeveelheid schoon sloophout benut zou kunnen worden als in de gemeente Groningen zou uit de regio ruim 200 ton schoon sloophout benut kunnen worden.

Uitgaande van het feit dat het schone sloophout nagenoeg droog is en dat de huidige in rekening gebrachte kosten ook de feitelijke kosten zijn om

dit hout te versnipperen, zullen de feitelijke brandstofkosten aan de poort van een conversie-installatie in dezelfde orde van grootte liggen als dat van het aangeboden snoeihout. Deze zullen dus voor aangeboden sloophoutsnippers afkomstig uit de stad Groningen liggen op *f* 0,67 per gigajoule (en op *f* 6,27 bij meetelling van de versnippering) en *f* 1,12 per gigajoule (versnipperingskosten meegeteld *f* 6,72) voor sloophoutsnippers afkomstig uit de omliggende gemeenten.

## 4.3 Hout uit de bosbouw

In deze paragraaf wordt ingegaan op de mogelijkheden om het hout uit de gewone bosbouw te benutten voor energiedoeleinden.

In 4.3.1 wordt naast een overzicht van de arealen bos in de drie noordelijke provincies een overzicht gegeven van de arealen bos die in de omliggende gemeenten liggen.

In 4.3.2 wordt een beschouwing gegeven over de mogelijkheden om hout uit de bosbouwsector daadwerkelijk te benutten voor energiedoeleinden.

### 4.3.1 Bosarealen

In deze paragraaf wordt een beeld gegeven van de arealen bosbouw in de noordelijke provincies en in de rondom de gemeente Groningen gelegen gemeenten.

Tabel 4.2 geeft een beeld van de arealen bos in de drie noordelijke provincies.

*Tabel 4.2 Arealen bos in Groningen, Friesland en Drenthe. Situatie per 1-1-1989*

| Provincie | Areaal bos (ha) |
|---|---|
| Groningen | 3.559 |
| Friesland | 9.491 |
| Drenthe | 27.673 |
| Totaal | 40.723 |

Bron: CBS-bodemstatistiek, 1994.

Tabel 4.3 geeft een beeld van de arealen bos in de gemeente Groningen en de rondom Groningen gelegen gemeenten. Vanwege de nu al bestaande samenwerking op afvalgebied (via de ARCG) en de mogelijkheden die er misschien zijn om ook op ander terreinen deze samenwerking uit te breiden zijn de in de ARCG samenwerkende gemeenten en de overige rondom Groningen gelegen gemeenten apart weergegeven.

Uit tabel 4.3 blijkt dat het duidelijk is dat er relatief slechts weinig gewone bossen aanwezig zijn rondom de stad Groningen: slechts 3,7% van het tota-

le areaal bos uit de drie noordelijke provincies bevindt zich in de nabijheid van de stad Groningen.

*Tabel 4.3 Arealen bos in de Gemeente Groningen en rondom Groningen gelegen gemeenten*

| Gemeente | Areaal bos (ha) |
|---|---|
| Groningen | 56 |
| Ten Boer | 33 |
| Bedum | 37 |
| Haren | 220 |
| Leek | 95 |
| Zuidhorn | - |
| Grootegast | 3 |
| Marum | 90 |
| Totaal ARCG-gemeenten | 534 |
| Winsum | 21 |
| Slochteren | 278 |
| Hoogezand-Sappemeer | 101 |
| Eelde (Drenthe) | 101 |
| Peize (Drenthe) | 29 |
| Roden (Drenthe) | 407 |
| Totaal overige gemeenten | 937 |
| Totaal | 1.471 |

### 4.3.2 Algemene benuttingsmogelijkheden en kosten

Hout dat afkomstig is uit de bosbouw kan voor vele doeleinden benut worden. Goed hard recht hout uit dikke bomen van beuken en eiken afkomstig uit eindkap levert hoge prijzen op van vele honderden guldens per kubieke meter. Dit hout kan benut worden in de meubelindustrie en als timmerhout. Het merendeel van de bossen bestaat echter uit hout van mindere kwaliteit dat meestal als eindbestemming de papierindustrie heeft. Daarnaast is er veel dunningshout, waarvan de stammen meestal te gering van omvang zijn om ze voor hoogwaardige doeleinden te bestemmen.

In ons land is het bos gemiddeld genomen relatief jong, dat wil zeggen dat er weinig bossen zijn waar de bomen dik genoeg zijn om hout op te leveren met een hoge waarde. Om die reden en omdat dunningen op dit moment vrijwel niets opleveren (de kosten van dunnen zijn ongeveer net zoveel als de opbrengsten), wordt er veel minder gedund dan er per jaar bijgroeit. De bijgroei van het gemiddelde Nederlandse bos is ongeveer 9 $m^3$ per hectare per jaar (bron: proefperken HOSP). Omgerekend betekent dit een gemiddelde bijgroei van 4,8 ton ovendroge stof per hectare.

Bij deze omrekening is gebruik gemaakt van het gegeven dat 1 $m^3$ naaldhout (pinus, lariks douglas) 500 kg ovendroog gewicht kan leveren en 1 $m^3$ loofhout (eik, beuk, es, esdoorn) 630 kg. De energetische waarde van 1 ton ovendroog hout is 18,7 GJ voor naaldhout en 17,0 GJ voor loofhout (bron: J. Sipkes: Rondhout als energiedrager: "Twee vliegen in één klap", Stichting Bos en Hout, Wageningen 1994).

Van de 330.000 ha bos in ons land is 36% in bezit van particulieren (waarvan een derde natuurbeschermingsinstanties), 43% van de Rijksoverheid en 21% van Provinciale en Gemeentelijke overheden.

De afgelopen jaren is er in de Nederlandse particuliere bosbouw gemiddeld slechts 3,7 $m^3$ hout per hectare geoogst. Hierbij was 2,8 $m^3$ afkomstig uit dunningen. In tabel 4.4 zijn de gemiddelde hoeveelheden en prijzen van het geoogste hout naar oogstmethoden en verkoopwijze uit de Nederlandse particuliere bosbouw van de afgelopen jaren weergegeven.

Het is niet bekend hoeveel hout en voor welke prijzen er in de niet-particuliere bosbouw geoogst wordt. Vooralsnog mag verondersteld worden dat deze in dezelfde orde van grootte zullen liggen als voor de particuliere bosbouw.

*Tabel 4.4 Hoeveelheden verkocht hout per hectare naar oogstmethode en verkoopwijze (in kubieke meter per hectare) en betaalde opbrengstprijzen (in guldens per kubieke meter). Gemiddeld per jaar over 1990 t/m 1993*

| Oogstmethode/ verkoopwijze | Geoogste $m^3$ per hectare | Opbrengstprijs in guldens per $m^3$ |
|---|---|---|
| Dunning | | |
| - geveld | 0,96 | 61 |
| - op stam | 1,82 | 32 |
| Eindkap | | |
| - geveld | 0,14 | 62 |
| - op stam | 0,76 | 47 |
| Gemiddeld | 3,68 | 44 |

Bron: Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse Particuliere Bosbouw, 1990 t/m 1993. LEI-DLO-publikaties.

Gezien de betaalde opbrengstprijzen per kubieke meter in de afgelopen jaren zou het kunnen zijn dat hout dat momenteel bij dunningen op stam verkocht wordt in eerste instantie mogelijk benut zou kunnen gaan worden als brandstof voor de energiesector.

### 4.3.3 Kosten van de houtoogst

De houtoogst omvat vellen, snoeien, het afkorten in verwerkbare stamstukken, het gesorteerd uitrijden naar de verharde weg en het vervoer over de

weg naar de verschillende verwerkers. De oogstkosten dalen met het toenemen van de boomdiameter. Ook de aard van de opstand, de bodemgesteldheid, de interne ontsluiting en de afstanden tot verharde wegen hebben forse invloeden op de oogstkosten. De kosten voor vellen, snoeien en afkorten kunnen uiteenlopen van *f* 20,- à *f* 30,- per kubieke meter voor dik hout tot *f* 50,- per kubieke meter voor dun hout. Uitrijden kost *f* 10,- à *f* 15,- per kubieke meter; transport naar de verwerker binnen een straal van 80 km ongeveer *f* 15,- per kubieke meter. In tabel 4.5 zijn de kosten nog eens schematisch weergegeven.

*Tabel 4.5 Kosten van dunningen en eindhak in guldens per m³*

| Kostensoort | Dunning | Eindhak |
|---|---|---|
| Vellen, snoeien, korten | 40 | 50 |
| Uitrijden naar verharde weg | 15 | 10 |
| Transport naar verbruiker | 25 | 15 |
| *Totaal, exclusief algemene beheerskosten* | *80* | *50* |

Bron: Sipkes, 1994.

Als de dunningen uitsluitend gericht worden op het verkrijgen van een energiesortiment dat in de vorm van luchtdroge chips zou worden geleverd, dan gaat dit gepaard met de in tabel 4.6 weergegeven kosten.

*Tabel 4.6 Kosten voor het oogsten en transport van energiechips in guldens per m³*

| Kostensoort | Naaldhout a) | Hard loofhout a) |
|---|---|---|
| Vellen, snoeien, korten en uitrijden naar grote rolstapels aan de verharde weg | 49 | 58 |
| Berekende rentekosten bij 1 jaar droogtijd | 4 | 5 |
| Chippen | 10 | 10 |
| Transport naar verbruiker | 12 | 12 |
| Totaal, exclusief beheerskosten | 75 | 85 |

a) Bedoeld zijn vaste kubieke meters; 1 stort-m³ is 0,35 vaste m³.
Bron: Sipkes, 1994.

Naast de in tabel 4.6 genoemde kosten zijn er de algemene beheerskosten (blessen, meten, administratie) rondom de houtoogst, die ongeveer op *f* 7,50 per vaste kubieke meter liggen. Ook zullen er soms kosten gemaakt moeten worden voor tussenopslag. Deze kosten zijn niet in het onderzoek meegenomen.

### 4.3.4 Kosten van energiehout uit dunningen

Minimaal zal dus aan de poort van een conversie-installatie voor hout dat afkomstig is uit gewone dunningen uit de bosbouwsector die zich in een straal van 80 km rondom een installatie bevindt een prijs betaald moeten worden die overeenkomt met de som van de opbrengst die de bosbouwer nu krijgt (minimaal gemiddeld *f* 32,- per $m^3$ hout; dit heeft een bosbouwer de afgelopen jaren gekregen bij verkoop op stam; zie tabel 4.4) vermeerderd met de kosten voor de directe oogstkosten, rente, chippen, transport naar de verbruiker (gemiddeld samen *f* 80,- per $m^3$: zie tabel 4.6) en indirecte oogstkosten (*f* 7,50 per $m^3$). Alles bij elkaar kost de brandstof dan minimaal aan de poort van een conversie-installatie *f* 119,50 per $m^3$ hout (*f* 32,- + *f* 80,- + *f* 7,50).

Ervan uitgaande dat ongeveer de helft van het aangevoerde hout loofhout en de andere helft naaldhout is en dat 1 $m^3$ hout gemiddeld 565 kg ovendroog hout oplevert met een gemiddelde energetische waarde van 17,85 GJ per ton, is de brandstofprijs als volgt te berekenen: om 1 ton ovendroog hout te gebruiken is 1,77 (1.000/565) $m^3$ hout nodig. De kosten hiervan zijn minimaal *f* 211,50 (1,77 x *f* 119,50). Dit komt neer op een minimale brandstofprijs van *f* 11,85 (*f* 211,50 : 17,85) per gigajoule.

### 4.3.5 Kosten van energie uit resthout

Een andere mogelijkheid is het gebruiken van het resthout afkomstig uit dunningen dat momenteel bijna altijd in de bossen blijft liggen. In Zweden wordt tweederde van de boom bij dunningen benut voor de normale houtbestemmingen en een derde wordt gebruikt voor energiedoeleinden. Voor energiedoeleinden wordt de bovenkant van de stam (8% van het hout van de totale boom), de top (13%) en alle overige takken (13%) gebruikt. Ook bij de eindkap van bomen blijft resthout liggen.

Grofweg mag verondersteld worden dat uit dunningen gemiddeld 2,78 $m^3$ per hectare en uit eindhak gemiddeld 0,90 $m^3$ per hectare komt (zie tabel 4.4). Naast de oogst van deze gemiddeld totaal 3,68 $m^3$ blijft ongeveer 1,8 $m^3$ resthout in het bos achter. Dit resthout blijft nu gewoon liggen of als het in de weg ligt wordt het versnipperd met een klepelmaaier. Op gunstig gelegen plaatsen en bij een opleving van de prijs voor vezelhout is het soms rendabel om dit resthout als vezelhout af te voeren. De afvoer vindt meestal plaats naar België. Dit komt door het ontbreken van een dergelijke verwerkende industrie in ons land. Afvoer van dit resthout is voor deze bestemming vezelhout mogelijk voor prijzen vanaf ongeveer *f* 40,- per $m^3$ (bedoeld zijn vaste kubieke meters). Dit bij een redelijke hoeveelheid en vanaf de gunstig gelegen percelen. Pas dan worden de kosten van korten, uitrijden, tijdelijke opslag en chippen vergoed. De kosten voor vellen en snoeien zijn hier niet opgevoerd, omdat deze al gemaakt zijn. Wil men ook het moeilijk bereikbare resthout dat verder van de ontsluitingwegen af ligt benutten, dan zal waarschijnlijk dit hout minimaal zo'n *f* 10,- per $m^3$ meer op moeten brengen. Gemiddeld genomen lijkt *f* 50,- per $m^3$ een prijs waarvoor het huidige resthout aangewend zou kunnen worden voor energiedoeleinden. Dit is de prijs die aan de rand van het bosper-

ceel betaald moet worden. Voordat deze chips bij een conversie-installatie, zijn komen er nog bij de kosten voor overslag op een vrachtauto van omgerekend circa *f* 4,- per vaste $m^3$ en voor transport van omgerekend circa *f* 8,- per vaste $m^3$ (uitgaande van een totale transporttijd dat een vrachtauto met deze vracht bezig is van 2 1/2 uur; in werkelijkheid worden er 90 $m^3$ chips vervoert, waarbij de vrachtauto heen en terug in totaal 2 1/2 uur mee bezig is).

Alles bij elkaar komen de kosten van de op deze manier gewonnen brandstof tot bij de poort van de conversie-installatie op ongeveer *f* 62,- per vaste $m^3$ (in werkelijkheid wordt dus gechipt materiaal geleverd). Weer uitgaande van het gegeven dat voor 1 ton ovendroog hout 1,77 $m^3$ hout nodig is, komen de kosten voor 1 ton ovendroog hout op 1,77**f* 62,-= *f* 109,74. Dit komt neer op (109,74:17,85) *f* 6,15 per gigajoule.

Recente ontwikkelingen uit Zweden rondom de oogst van resthout voor de energievoorziening vermelden dat de kosten per gigajoule verder kunnen dalen: men oogst het resthout en bundelt het rechtstreeks in grote balen (vergelijkbaar met stro), laadt het op en versnippert het bij de conversie-installatie. In Zweden dalen de kosten met deze nieuwe wijze van oogsten en verder verwerken met ongeveer *f* 1,50 per gigajoule.

### 4.3.6 Synthese aanbod en kosten van hout en resthout uit de gewone bosbouw

Uit de vorige paragrafen blijkt dat er in de gemeenten rond Groningen 1.471 ha gewone bosbouw is. Uitgaande van een gemiddelde oogst van dunningshout van 2,8 $m^3$ per hectare en van potentieel resthout van 1,8 $m^3$ kan er per jaar uit deze bossen mogelijk 4.119 $m^3$ dunningshout en 2.648 $m^3$ resthout komen. Dit komt overeen met 2.327 ton ovendroog hout uit dunningen en 1.496 ton ovendroog resthout. De prijzen voor de brandstof geleverd tot aan de poort van een conversie-installatie zijn voor het dunningshout omgerekend *f* 11,85 per gigajoule en voor het resthout *f* 6,15 per gigajoule.

Als de houtstromen uit de gewone bosbouw uit verder weg gelegen bossen gebruikt zouden worden, dan worden de kosten per gigajoule hoger. Benutting van het totale areaal bos in Groningen, Friesland en Drenthe zou een 28 keer zo groot aanbod genereren. De prijzen per gigajoule tot aan de poort van een conversie-installatie in de stad Groningen zouden door de langere transportafstanden, afhankelijk van de afstand met 10 tot 20% stijgen.

## 4.4 Hout uit pas aangelegde bossen

De afgelopen jaren is er in ons land in toenemende mate gebruik gemaakt van de regeling Stimulering Bosuitbreiding op Landbouwgronden. Volgens de voorstellen uit het Structuurschema Groene Ruimte van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij uit 1993 kunnen er de eerstkomende 25 jaar 30.000 ha voormalige landbouwgronden bebost worden, ofwel gemiddeld 1.200 ha per jaar. Er is veel belangstelling voor deze regeling. Tot nu toe konden telkens binnen een paar dagen na de opening van de jaarlijkse inschrij-

ving geen nieuwe aanvragen in behandeling worden genomen, omdat het geplande quotum volgeboekt was. Naast een plantsubsidie ontvangt men voor tijdelijk bos, dat bijna altijd bestaat uit snelgroeiend hout, jaarlijks *f* 1.200,- per hectare voor een periode van vijftien jaar. Voor blijvend bos, dat eventueel ook snelgroeiend hout kan bevatten, ontvangt men jaarlijks *f* 1.500,- per hectare gedurende 20 jaar.

Sinds de regeling opengesteld is (1993), kwam gemiddeld 39% van de voor de regeling goedgekeurde aanvragen uit Groningen en 44% uit Drenthe. Bij de laatste aanvraagronde betrof het voor ruim driekwart een aanvraag voor permanent bos. Als deze tendens zich voortzet, dan betekent dit dat in de nabije toekomst het areaal bos in Groningen en Drenthe aanzienlijk zal toenemen. In Groningen is tussen mei 1994 en mei 1995 het areaal door boeren beheerd bos toegenomen met bijna 600 ha. In Drenthe bedroeg de toename ruim 200 ha. Daarnaast is er nog veel bos, geplant op voormalige landbouwgronden, in gebruik door momenteel ex-agrariërs.

Als de tendens van de afgelopen jaren zich voortzet, dan zal er bij continuatie van deze regeling en bij een zelfde belangstelling over zo'n 25 jaar in de provincie Groningen zo'n 12.000 ha bos meer zijn. In Drenthe zal dit circa 13.000 ha meer zijn.

Een groot deel van deze aangelegde bossen betreft snelgroeiende houtsoorten. Theoretisch mogen deze al worden gekapt 15 jaar na de aanplant. Verwacht mag worden dat een groot deel van deze bossen tussen het twintigste en vijfentwintigste jaar gekapt zullen worden.

De bijgroei in kubieke meter hout per hectare van snelgroeiende houtsoorten zoals populier varieert zeer sterk. Dit is sterk afhankelijk van de grondsoort, de klimaatomstandigheden, de gebruikte klonen en het plantverband. Het noordoosten (als ook de kuststreek) van Nederland wordt voor de populierenteelt als niet bijzonder gunstig gezien (Houtteelt en Populier, Consulentschap Bos- en Landschapsbouw, 1989). Voor de omgeving van de stad Groningen wordt in deze brochure uitgegaan van een productie voor een 15 jarige teelt van 7-12 $m^3$ per hectare per jaar. Bij een langere omloop mag uitgegaan worden van een hogere gemiddelde productie per hectare per jaar. In deze studie veronderstellen we een gemiddelde opbrengst bij een 20 à 25 jarige omloop van 12 $m^3$ per hectare per jaar. Dit zou neer komen op een gemiddelde productie voor de snelgroeiend-houtbossen van 6,8 ton droge stof per hectare per jaar.

Omdat niet alle pas aangelegde bossen uit snelgroeiende houtsoorten bestaan, wordt er in deze studie vanuit gegaan dat deze nieuw aangelegde bossen gemiddeld op termijn ongeveer 6 ton droge stof per jaar kunnen produceren.

Uitgaande van het gegeven dat er in de provincie Groningen over zo'n 25 jaar mogelijk ongeveer 12.000 ha extra bos aangelegd is op voormalige landbouwgronden en van een gemiddelde jaarlijkse drogestofproductie van deze bossen van 6 ton per jaar kan op lange termijn per jaar een drogestofproductie behaald en geoogst worden van ongeveer 72.000 ton. Uiteraard kan dit proces pas op gang komen op zijn vroegst over zo'n 15 jaar vanaf nu en zal pas volledig zijn over zo'n 50 jaar.

Als op termijn het hout uit deze bossen aangewend zou worden als brandstof voor een conversie-installatie dan zou er ongeveer 72.000 * 17,85 = 1,3 miljoen gigajoule aan brandstof geleverd kunnen worden.

Als deze bossen volledig gekapt zouden worden (en eventueel later weer opnieuw ingeplant worden), kan er bespaard worden op de oogstkosten. Dit zou bijvoorbeeld op wat grotere schaal kunnen gebeuren met een oogstmachine ("processor"), al of niet samen met een uitsleper ("forwarder") en een "verchipper". Oogstmachines zijn in andere landen heel gewoon. In Zweden zijn er bijvoorbeeld reeds 3.000 van dergelijke oogstmachines operabel. Dergelijke machines zijn bijna volcontinu in bedrijf. Er wordt in een drieploegendienst vrijwel het gehele jaar op gewerkt. In ons land is slechts een enkele machine zo nu en dan in gebruik.

In paragraaf 4.3.4 is met de huidige wijze van dunnen een brandstofprijs berekend van *f* 11,85 per gigajoule aan de poort van een conversie-installatie. Afhankelijk van de te gebruiken toekomstige techniek en de efficiency rondom de oogst (grootte van de percelen, transportafstanden, in- en externe ontsluiting) kan de brandstofprijs bij een volledige en efficiënte oogsttechniek en afzet vanaf het perceel enkele guldens per gigajoule lager zijn.

Een globale berekening komt tot de volgende prijs: de oogstkosten bij gebruik van een processor + forwarder zijn globaal ongeveer *f* 250,- per uur. Bij een capaciteit van 100 $m^3$ per uur bedragen de oogst- en uitrijkosten ongeveer *f* 25,- per kubieke meter. Deze handelingen kosten op het ogenblik ongeveer dubbel zo veel. Dit verlaagt de kosten voor het oogsten ongeveer met *f* 25,- per kubieke meter. Dit verlaagt de totale kosten per kubieke meter hout aan de poort van een conversie-installatie met 21% (*f* 25,- x 100:*f* 119,50; zie paragraaf 4.3.4). Deze worden nu 79% van de in van de in paragraaf 4.3.4 vermeldde brandstofprijs van *f* 11,85 per gigajoule. De brandstofprijs van op deze wijze geoogst hout zal dus liggen op ongeveer *f* 9,36 per gigajoule.

# 5. MOGELIJKHEDEN VAN SPECIFIEK GETEELD HOUT VOOR ENERGIEDOELEINDEN

## 5.1 Wilgenteelt in korte omlopen

### 5.1.1 Algemeen

Wilgenteelt in korte omlopen is een relatief nieuwe teelt en vindt als volgt plaats: in het eerste jaar worden stekken in hoge dichtheden in de grond geplant. De afstand in de rijen tussen de stekken is 50 cm. De afstanden tussen twee rijen is steeds 75 cm en 150 cm. In totaal worden er circa 16.000 stekken per hectare geplant. De takken worden elke 2, 3 of 4 jaar geoogst met een oogstmachine, vergelijkbaar met een maïshakselaar. Nieuwe takken spruiten uit de stob en het proces kan opnieuw beginnen. Na bijvoorbeeld 24 jaar en 8 keer de takken geoogst te hebben, kan het nodig zijn om de stob te rooien (de stob is te groot geworden voor de oogstmachine; belangrijk in dit verband is het om bij de oogst zo dicht mogelijk boven de grond te maaien; dan zal er praktisch geen stob ontstaan). De teelt van wilgen is aantrekkelijk voor energiedoeleinden (elektriciteitsproductie en lokale verwarming door verbranding, vergassing of meestoken van versnipperde geoogste takken) door de combina-

*Foto 1 1e-jaarsaanplant Proefveld, Slootdorp, augustus 1994*

tie van een relatief hoge drogestofproductie die dit gewas kan behalen (zeer lang groeiseizoen) en een specifieke teeltwijze (opnieuw uitlopen van de stob na afmaaien van de takken).

Op dit moment is er in ons land praktisch nog geen ervaring met deze teelt. Er zijn alleen enkele proefveldjes in Oostelijk Flevoland van de Stichting Bos en Hout (Minderhoudhoeve, Dronten) en op het IMAG-DLO proefstation in de Wieringermeerpolder (Oostwaardhoeve, Slootdorp). Ook zijn er in Limburg enkele proefveldjes (Stichting Energie Boerderijproject, Sittard).

Wel is er in Nederland en België ervaring met een nagenoeg identieke teelt door professionele wilgentelers. Deze geteelde wilgen worden gebruikt voor andere doeleinden, zoals voor de waterbouw, erfafscheidingen, manden, en dergelijke. Op deze plantages zijn de dichtheden nog hoger dan op een "gewone" energieplantage.

Wilgenteelt in korte omlopen voor energiedoeleinden wordt wel reeds op grote schaal in Zweden toegepast. Momenteel hebben ongeveer 1.500 boeren een areaal van circa 15.000 ha van deze teelt. De afgelopen twee jaar is dit areaal met 5.000 ha toegenomen. De enorme groei in Zweden in de afgelopen twee jaar heeft zowel te maken met een verlaging van de plantkosten daar (vooral van de stekken) als met een verhoging van de daar geldende braakpremie voor deze gronden. De schaal in Zweden is veelal dat ongeveer 20 boeren met 200 ha wilgen zorgen voor de verwarming van de woningen en bedrijven van circa 1.000 mensen.

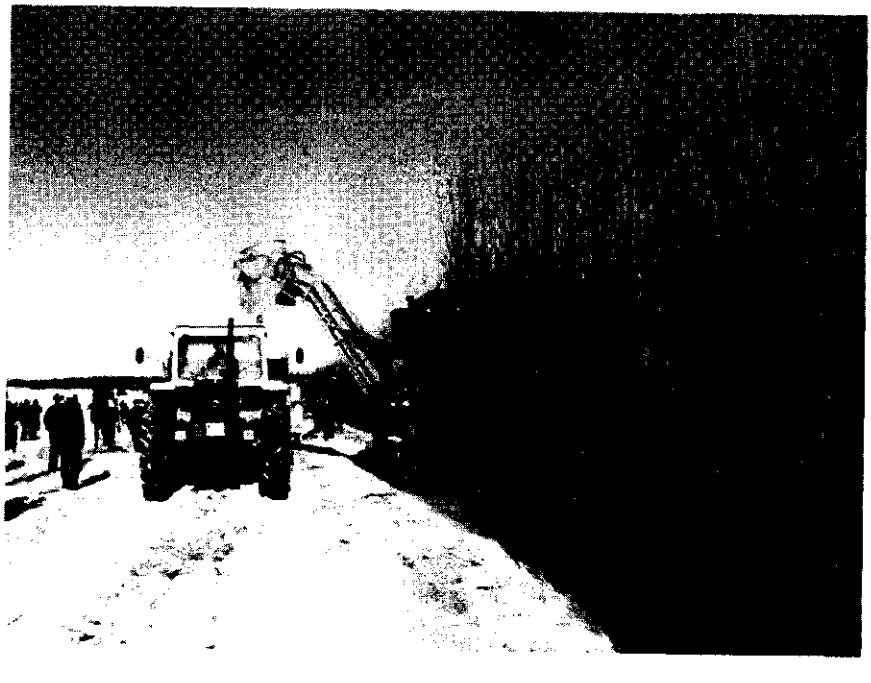


*Foto 2 Oogst in Zweden, februari 1994*

Van groot belang om deze teelt succesvol te doen zijn is dat begonnen wordt met een goed onkruidvrij bewerkt land, zodat de planten het eerste stichtingsjaar snel groeien. Het planten kan het best vlak na de winter gebeuren, zodra de grond dit toelaat. Na het eerste jaar moeten de planten afgemaaid worden waarna ze beter uitstoelen.

### 5.1.2 Kosten teelt

Eind 1994 is er door LEI-DLO een onderzoeksrapport verschenen over de kosten en baten van het telen van wilgen in korte omlopen in ons land (Rijk, 1994 ). De studie is gebaseerd op literatuur, huidig onderzoek en ervaringen van wilgentelers in ons land en België. Ook is veel gebruik gemaakt van de ervaringen in Zweden.

In deze studie is ervan uitgegaan dat de teelt al een redelijke omvang heeft (10.000 ha), zodat de kosten van een aantal productiemiddelen een gewoon prijsniveau hebben bereikt; in de aanvangsperiode zullen de kosten van

*Tabel 5.1 Kostenopbouw van wilgenteelt in korte omlopen*

| | | Minimaal | Gemiddeld | Maximaal |
|---|---|---|---|---|
| Grondvoorbereiding | (f/ha) | 225 | 550 | 725 |
| Aankoop stekken | " | 1.200 | 1.600 | 3.400 |
| Plantkosten | " | 175 | 375 | 850 |
| Bemesting | " | 0 | 0 | 325 |
| Onkruid- en ziektebestrijding | " | 100 | 525 | 750 |
| Wildrasters | " | 0 | 0 | 900 |
| Stekken herplanten | " | 0 | 200 | 850 |
| | | + | | |
| Totale stichtingskosten | (f/ha) | 1.700 | 3.250 | 7.800 |
| Oogsten | (f/ha/oogst) | 650 | 850 | 1.075 |
| Opslag | " | 0 | 100 | 225 |
| Bemesting | " | 0 | 250 | 350 |
| Onkruidbestrijding | " | 0 | 150 | 250 |
| | | + | | |
| Kosten rondom de oogst | (f/ha/oogst) | 650 | 1.350 | 1.900 |
| Bemesten | (f/ha/jaar) | 0 | 0 | 275 |
| Ziektebestrijding | " | 0 | 150 | 300 |
| Grond- en gebouwkosten | " | 1.150 | 1.200 | 1.350 |
| Overhead | " | 50 | 50 | 100 |
| | | + | | |
| Jaarlijkse kosten | (f/ha/jaar) | 1.200 | 1.400 | 2.025 |
| Rooikosten stobben eenmalig | (f/ha) | 975 | 1.300 | 1.925 |
| Gem. jaarl. productiekosten | (f/ha/jr) | 1.570 | 2.100 | 3.350 |

bijvoorbeeld planten en oogsten hoger zijn; dit geldt ook voor de prijzen van de stekken.

De kosten van de teelt zijn onder te verdelen in stichtingskosten, oogstkosten, jaarlijkse kosten en opruimen van de stobben aan het einde van de cyclus. De directe oogstkosten bedragen ongeveer *f* 850,- per oogst. Na de oogst vindt onkruidbestrijding en bemesting plaats. De jaarlijkse kosten bestaan verder uit kosten voor grond en gebouwen (*f* 1.200,-), bestrijding van ziekten in het gewas (*f* 150,-) en soms uit mestgiften. Voor het rooien van de stobben wordt eenmalig *f* 1.300,- ingerekend.

Tabel 5.1 geeft een overzicht van de verschillende kostenposten. Omdat er momenteel nog onzekerheden zijn over sommige kosten en deze ook afhankelijk zijn van de grondsoort en de omvang van de teelt op een individueel bedrijf zijn ook de minimale en maximale bedragen per kostenpost gegeven.

Bij een oogstinterval van 3 jaar, een projectduur van 24 jaar en een discontovoet van 7% bedragen op jaarbasis de gemiddelde productiekosten van een dergelijke teelt ongeveer *f* 2.100,- per hectare per jaar. Bij dezelfde aannamen zijn de jaarlijkse kosten van de minimumvariant *f* 1.570,- en de maximumvariant *f* 3.350,- per hectare.

### 5.1.3 Rentabiliteit teelt

De teelt van wilgen in korte omlopen ten behoeve van energiedoeleinden is relatief extensief: de teler kan in vergelijking met andere teelten relatief weinig arbeid in de teelt kwijt. Planten en oogsten zal veelal in loonwerk gebeuren. Grondbewerkingen, bemesten en afvoer van de oogst kunnen veelal wel zelf door de teler uitgevoerd worden. Bestrijding van onkruid en eventuele ziekten in het gewas zullen soms door de teler uitgevoerd kunnen worden.

Een dergelijke teelt kan als een redelijk normale teelt in ons land beschouwd worden als er minimaal een saldo behaald kan worden van ongeveer *f* 2.700,- per hectare per jaar. Pas dan zal een dergelijke teelt enigszins kunnen concurreren met andere gewassen. Hierbij speelt ook een rol dat een dergelijke meerjarige teelt de rotatie van gewassen binnen het bedrijf beperkt en daarom niet alleen met relatief laag salderende gewassen (zoals granen) moet concurreren maar ook met gemiddeld relatief hoog salderende gewassen (suikerbieten, aardappelen).

In tabel 5.1 weergegeven kostenopbouw is al een vergoeding voor de kosten van grond en gebouwen opgenomen van gemiddeld *f* 1.200,- per hectare per jaar. Ook zijn er kosten opgenomen voor de in te zetten arbeid van de teler van gemiddeld ongeveer *f* 200,- per hectare per jaar.

De gemiddeld jaarlijks aan de teelt toe te rekenen kosten (dat zijn dus de kosten exclusief grond, gebouwen en eigen arbeid boer) bedragen dus *f* 2.100,- (tabel 5.1) minus (*f* 1.200,- + *f* 200,-) = *f* 700,-.

Als er een saldo behaald moet worden van *f* 2.700,- per hectare, dan moet de geldopbrengst van een dergelijke teelt dus *f* 3.400,- per hectare bedragen.

Aangenomen wordt dat er in een opstand in volledige productie (na de eerste oogst) een gemiddelde drogestofopbrengst behaald kan worden van 12

ton per hectare per jaar. De eerste jaren zal dit wat lager zijn. Gerekend over de gehele cyclus (24 jaar) wordt van gemiddeld 11,2 ton droge stof per jaar uitgegaan. Dit komt overeen met ervaringen van de teelt in Zuid-Zweden. In ons land en in België worden door wilgentelers (met andere marktdoelen) ook deze opbrengsten gehaald.

*Foto 3 Oogst van een perceel (Zweden, februari 1994)*

Een vereiste geldopbrengst voor deze teelt van ongeveer ƒ 3.400,- per hectare betekent dat de houtsnippers ƒ 306,- per ton droge stof op moeten brengen (ƒ 3.400,- : 11,2).

*Tabel 5.2 De ontwikkeling van de prijs per ton droge houtsnippers onder diverse aannamen en het te behalen saldo*

| Voorbeeld | Gewenst saldo (ƒ/ha/jaar) | Rentepercentage | Subsidies (ƒ/ha) | Opbrengst per hectare (ton/jaar) | Prijzen in ƒ/ton met variatie in kosten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | laag | gemiddeld | hoog |
| 1 | 2.700 | 7 | 0 | 12 | 257 | 306 | 415 |
| 2 | 2.700 | 3 | 0 | 12 | 244 | 285 | 383 |
| 3 | 2.700 | 3 | 0 | 9 | 325 | 379 | 511 |
| 4 | 2.700 | 3 | 0 | 15 | 195 | 227 | 306 |
| 5 | 2.700 | 3 | 1.075 | 12 | 150 | 197 | 291 |
| 6 | 2.700 | 3 | 1.200 | 12 | 141 | 186 | 280 |
| 7 | 2.700 | 3 | 1.200 +) | 12 | 126 | 171 | 265 |
| 8 | 2.700 | 3 | 1.500 +) | 12 | 101 | 146 | 240 |
| 9 | 2.425 | 3 | 1.500 +) | 12 | 77 | 122 | 216 |
| 10 | 2.425 | 3 | 1.500 +) | 12 | 75 | 120 | 212 |

+) Naast de subsidie per hectare wordt in deze voorbeelden een plantsubsidie verstrekt van ƒ 3.000,- (vergelijkbaar met de plantsubsidie in de bosbouwregeling. In voorbeeld 10 is ook rekening gehouden met de fiscale investeringsaftrek van de plantopstand.

Het hanteren van een ander rentepercentage (bijvoorbeeld 3%, omdat maar een beperkt deel van het bedrijfsvermogen met vreemd geld gefinancierd is) en lagere of hogere drogestofopbrengsten van het gewas leveren bij een zelfde vereiste geldopbrengst per hectare andere mogelijke opbrengstprijzen per ton droge stof op. Een en ander is in tabel 5.2 nader weergegeven.

Omdat deze teelt een niet-voedselgewas is komt deze energieteelt in aanmerking voor een eventuele braaklegvergoeding (op het ogenblik ƒ 1.075,- per hectare). In tabel 5.2 is ook het effect weergegeven dat eventuele andere subsidies zouden hebben op de prijzen per ton droge stof.

De verstrekte subsidies in de voorbeelden van ƒ 1.075,-, ƒ 1.200,- en ƒ 1.500,- per hectare komen respectievelijk overeen met de bedragen van de huidige regelingen voor het braak leggen van gronden en de regelingen voor tijdelijk en permanent bos.

## 5.2 Inventariseren mogelijkheden voor de streek

In de vorige paragrafen is ingegaan op de teelt en op de kosten hiervan op een globaal en landelijk niveau. In deze paragraaf zal nader worden ingegaan op de specifieke situatie in Groningen.

### 5.2.1 Mogelijke actuele rentabiliteit van de teelt in de omgeving van Groningen

Momenteel bestaan er in ons land nog geen extra stimuleringsmaatregelen om een energieteelt van wilgen in korte omlopen op te starten. Dit geldt zowel voor een eventuele toekomstige plantsubsidie als voor een langere garantie voor een bepaalde jaarlijkse hectaretoeslag. Wat op het ogenblik wel geldt is dat een dergelijke teelt op braak gelegde gronden mogelijk is. Dit omdat deze teelt een niet-voedselgewas is. In Groningen gold in 1995 de verplichting voor een akkerbouwbedrijf met meer dan 12,93 ha granen, oliehoudende zaden, eiwithoudende gewassen of lijnzaad om minimaal 12% van deze oppervlakte braak te leggen (in 1994 was dit 15%). Voor 1996 geldt een minimaal percentage van 10%. Men kan kiezen voor roulerende of voor vaste braak. Als men voor vaste braak kiest, wat bij een teelt als wilgen in korte omlopen onvermijdelijk is, dan is men verplicht om minimaal 17% (in 1994 was dit 20%) van deze gronden te braken. Voor 1997 is deze verplichting verlaagd tot 10%. De braaklegpremie bedraagt momenteel ƒ 1.075,- per hectare per jaar. Bij vaste braak wordt deze voor 5 jaar gegarandeerd. Indien in deze braakperiode de braaklegpremie hoger wordt dan wordt deze hogere vergoeding uitgekeerd. Een onzekerheid bij het opstarten van deze teelt, waarvan de stichtingskosten relatief hoog zijn, is dus de termijn en de hoogte van de premie na 5 jaar.

In de vorige paragraaf is uitgegaan van een gemiddeld landelijk saldo voor deze teelt van minimaal ƒ 2.700,- per hectare. Voor specifieke gebieden en bedrijven in Groningen liggen de huidige saldo's soms lager. Dit heeft te maken met beperkingen in het bouwplan (relatief veel granen in verband met erg zware grond) of erg lichte grond (Veenkoloniën). In sommige gebieden

kan een te behalen saldo van *f* 2.000,- per hectare voor een wilgenteelt in korte omlopen waarschijnlijk concurreren met andere gewassen. Dit blijkt ook uit de grote belangstelling in Groningen voor de regeling Stimulering Bos op Landbouwgronden, waarbij hectaretoeslagen betaald worden tussen *f* 1.200,- en *f* 1.590,- per jaar. Deze bedragen zijn overigens wel gegarandeerd voor 15 tot 20 jaar. De aanplant van deze bossen wordt grotendeels gesubsidieerd. Heel wat boeren blijken bereid een deel of soms hun hele bedrijf in te planten met bos. De meesten hebben ook niet echt het idee dat dit bos ook financieel wat oplevert over 15 tot 20 jaar.

Uit de vorige paragraaf bleek dat de toegerekende gemiddelde jaarlijkse kosten per jaar voor de wilgenteelt in korte omlopen ongeveer *f* 700,- per jaar bedragen. Om een saldo te verkrijgen van *f* 2.000,- is dus een geldopbrengst van deze teelt nodig van *f* 2.700,- per jaar. Met een braakpremie van *f* 1.075,- per jaar is de benodigde geldopbrengst uit de directe teelt dus *f* 1.625,- per hectare. Bij een gemiddelde drogestofopbrengst van 11,2 ton per hectare per jaar komen de kosten hiervan op *f* 145,- per ton droge stof (een en ander is gebaseerd op het uitgangspunt van een drogestofproductie van 12 ton per hectare per jaar na de eerste oogst; volgens recente informatie uit Engeland, oktober 1995, is er op een proefveld in Zuid-Engeland reeds 20 ton droge stof behaald. Het is dus niet onmogelijk dat bij gebruikmaking van de juiste rassen voor ons klimaat ook een aanzienlijk hogere drogestofproductie behaald kan worden; een en ander beïnvloedt in sterke mate de kostprijs; vooralsnog is dit echter nog niet bewezen en in Groningen zullen waarschijnlijk de groeiomstandigheden minder zijn dan die Zuid-Engeland). Uitgaande van een energiewaarde van deze wilgensnippers van 18,5 GJ per ton droge stof, betekent dit omgerekend een gewenste prijs van *f* 145,- per ton droge stof een energiewaardeprijs van *f* 7,84 per gigajoule, af perceel (bij een gewenst saldo van *f* 2.000,-/ha/jaar). Bij een gewenst saldo van *f* 2.700,- /ha/jaar is een energiewaardeprijs nodig van *f* 10,65/GJ. In het saldo zit een braakpremie van *f* 1.075,-/ha/jaar.

### 5.2.2 Arealen braakland

Zoals in de vorige paragraaf al beschreven is, is het beginnen van deze teelt op braakliggende gronden een voor de hand liggende optie.

Van de in totaal in 1994 13.500 ha vrijwillige braak en 14.500 verplichte braak in ons land (Landbouw Economisch Bericht, 1995, blz. 211 e.v.) bevindt zich 12.000 ha (43%) in de provincie Groningen en 3.500 ha (12%) in de provincie Drenthe.

Een besluit door een boer om aan wilgenteelt in korte omlopen te beginnen, zal sterk gerelateerd zijn aan het feit dat er al of niet verplicht braak gelegde gronden op het bedrijf aanwezig zijn.

In tabel 5.3 wordt een beeld gegeven in de totale oppervlakte landbouwgrond, het areaal akkerbouwgrond en de arealen braakland over de diverse gemeenten in Groningen. Uit deze tabel komt naar voren dat een groot deel van de braak gelegde gronden zich in het Oldambt en naaste omgeving bevin-

*Tabel 5.3 Oppervlakte landbouwgrond, areaal akkerbouw en areaal braakland per gemeente in de provincie Groningen*

| Gemeente | Opp. landbouw-grond (ha) | Opp. akker-bouw (ha) | Opp. braak-land (ha) a) | % braak van akkerbouwgr. |
|---|---|---|---|---|
| Groningen | 2.411 | 189 | 70 | 37 |
| Zuidhorn | 10.738 | 3.340 | 396 | 12 |
| Grootegast | 6.435 | 296 | 5 | 2 |
| Leek | 4.198 | 328 | 4 | 1 |
| Marum | 4.160 | 306 | 4 | 1 |
| Winsum | 7.721 | 1.969 | 221 | 11 |
| Haren | 2.173 | 246 | 26 | 1 |
| Ten Boer | 3.702 | 804 | 126 | 16 |
| Bedum | 3.694 | 801 | 112 | 14 |
| Centrale Weidestreek | 45.232 | 8.279 | 964 | 11 |
| De Marne | 11.143 | 8.572 | 887 | 10 |
| Eemsmond | 13.526 | 10.144 | 1.134 | 11 |
| Loppersum | 8.856 | 5.152 | 631 | 12 |
| Delfzijl | 8.655 | 6.171 | 834 | 14 |
| Appingedam | 1.616 | 396 | 153 | 39 |
| Noordel. Bouwstreek | 43.796 | 30.435 | 3.639 | 12 |
| Reiderland | 7.071 | 5.667 | 1.378 | 26 |
| Bellingwedde | 8.533 | 7.501 | 1.129 | 15 |
| Menterwolde | 6.259 | 5.182 | 822 | 16 |
| Scheemda | 8.810 | 7.140 | 1.241 | 17 |
| Slochteren | 10.698 | 6.964 | 930 | 13 |
| Winschoten | 990 | 777 | 147 | 19 |
| Oldambt en omstreken | 42.361 | 33.231 | 5.647 | 17 |
| Hoogezand-Sappemeer | 3.353 | 2.319 | 220 | 9 |
| Pekela | 3.766 | 3.297 | 370 | 11 |
| Stadskanaal | 8.583 | 7.503 | 356 | 5 |
| Veendam | 5.154 | 4.530 | 283 | 6 |
| Vlagtwedde | 12.897 | 11.206 | 590 | 5 |
| Veenkoloniën | 33.753 | 28.855 | 1.819 | 6 |
| Provincie Groningen | 165.142 | 100.800 | 12.071 | 12 |

a) Inclusief groenbemestingsgewassen.
Bron: CBS-Landbouwtelling-1994, LEI-DLO-bewerking.

den. Ook in de akkerbouwstreek in het noorden van de provincie bevinden zich relatief veel braak gelegde gronden.

Als alle nu braak gelegde gronden in de provincie Groningen benut zouden worden voor een wilgenteelt in korte omlopen, dan zouden deze gronden

een productie aan houtsnippers kunnen opleveren van 135.000 ton aan droge stof per jaar. De arealen braak gelegde gronden in Drenthe zouden potentieel voor 40.000 ton aan droge stof per jaar kunnen produceren.

### 5.2.3 Transportkosten van geoogste chips uit de wilgenteelt in korte omlopen

Bij een aantal transport- en overslagbedrijven in de omgeving van Groningen zijn gegevens verzameld over de wijze van vervoer en de daarmee gepaard gaande kosten. Nagegaan zijn vervoer over de weg en vervoer per schip.

Wat het interne transport op het land bij de oogstwerkzaamheden betreft, wordt verondersteld dat de boer zelf met al op het bedrijf aanwezige kiepwagens met de oogstmachine meerijdt. Ingezet worden dezelfde kiepwagens die nu ook al voor andere oogsttransporten ingezet worden (granen, aardappelen). Meestal zal er samengewerkt moeten worden met andere boeren om de stroom van geoogste chips continu op gang te houden. Dit kan met min of meer gesloten beurzen geregeld worden, waarbij de ene boer de andere helpt. Zo worden de al op de landbouwbedrijven aanwezige kiepwagens zo efficiënt mogelijk ingezet met de geringste kosten. De inhoud van een kiepwagen is 10 tot 15 $m^3$. De kosten van een kiepwagen van gemiddeld 12 ton zijn circa *f* 22,- per uur. Verondersteld is dat hierin ongeveer 14 $m^3$ chips gaan. Daarbij komen nog de kosten van een tractor (circa *f* 28,- per uur) en het loon van de boer.

Van belang bij de berekeningen van het transport is het feit dat het altijd gaat om vers gechipt materiaal. Dit heeft een vochtpercentage dat tussen de 35 en 60% ligt. Hoe droger het materiaal is hoe hoger de energetische efficiency. Meestal zal het vochtpercentage rond de 50% zijn.

Uit informatie van I/S Vestkraft om deze teelt in Denemarken te stimuleren en de brochure Hvisted Energy Forest van Johannes Falk uit Denemarken blijkt dat ongeveer 4 à 5 $m^3$ nodig zal zijn om 1 ton droog materiaal te krijgen. In Zweden en door ETSU-Engeland wordt uitgegaan dat 6 à 7 $m^3$ geoogste chips nodig zijn om 1 ton ovendroog materiaal te verkrijgen. Een en ander hangt ook samen met de chipsgrootte die weer afhankelijk is van de gekozen oogstmachine, dikte van de takken en dergelijke. In deze studie gaan we ervan uit dat 6 $m^3$ geoogste chips 1 ton droog materiaal oplevert.

Het vervolgtransport van chips na de oogst kan als volgt plaatsvinden:

a. Direct transport per kiepwagen naar de verwerkingsinstallatie.
b. Transport naar het erf van de boer; daarna transport over de weg met vrachtauto's (80 tot 100 $m^3$) naar de conversie-installatie.
c. Transport met de kiepwagen over weg naar een aantal overslagpunten langs het Eemskanaal en het Winschoterdiep, waarna verder vervoer per schip.

Ad a. Als de conversie-installatie niet zo ver verwijderd is van de oogstplek lijkt rechtstreeks transport zonder overslagkosten met een kiepwagen het

goedkoopste. Bij een berekend uurloon van *f* 35,- per uur (overeenkomend met een bruto-CAO-loon), *f* 28,- per uur voor een tractor en *f* 22,- per uur voor een kiepwagen (verrekenprijzen bij onderling gebruik voor respectievelijk een tractor van 50-60 kW en een kiepwagen van 12 ton (Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Open Grond)) komen de kosten van dit transport op ongeveer *f* 85,- per uur.

Hierbij past wel de aantekening dat deze oogstwerkzaamheden bijna volledig in de winterperiode zullen plaatsvinden. Dit is dus voor veel boeren een rustige tijd. Velen hebben tijd in deze periode over en zullen blij zijn om deze te benutten. Als men een tractor en een kiepwagen heeft staan is deze in deze periode niet te benutten en zullen vele boeren waarschijnlijk dit materiaal samen met hun eigen arbeid graag ten gelde willen brengen. Daarom lijkt een combinatietarief van het uurloon van de boer samen met tractor en kiepwagen van circa *f* 50,- per uur in deze periode meer voor de hand te liggen en meer de werkelijke praktijk te benaderen. Uitgaande van een kiepwagen van 14 $m^3$ met een hoeveelheid droog materiaal van 2,33 ton (14:6) komt dit overeen met *f* 21,42 per ton droog materiaal per uur.

Ad b. Transport per vrachtauto kan vanaf de rand van het perceel, vanaf het erf van de boer of vanaf centraal gelegen overslagplaatsen plaatsvinden. Op dit moment lijkt het gebruik van 40 of 50 $m^3$-containers waarbij er per transport twee gebruikt worden voor de hand te liggen. Deze containers zijn 7 m lang en 4 m hoog. Het gebruik van grotere en langere containers is op dit moment niet mogelijk in verband met de huidige wettelijk toegestane maximale hoogten en lengten (maximaal 18,35 m) van een transportcombinatie. De kosten van een dergelijke transportcombinatie bedragen ongeveer *f* 100,- per uur (bron: informatie afkomstig van enkele transporteurs in het gebied). Dit betekent voor een transport van gemiddeld 90 $m^3$ chips *f* 1,11 per kubieke meter per uur; dit komt neer op *f* 6,66 per ton droog materiaal per uur.

Daarbij komen ook nog de kosten voor de overslag op zich: kiepwagens storten het neer, waarna het met een shovel of via een stortbak met transportband in een container geladen wordt.

Hierbij wordt uitgegaan van een kwartier per overslag (lossen, eventueel monster nemen en wegen, laden) per kiepwagen. De kosten hiervan bedragen *f* 80,- per uur (kosten shovel + bijkomende kosten; informatie transporteurs). De kosten per overslag zijn dus *f* 20,- per 14 $m^3$, dit is *f* 1,43 per kubieke meter. Dit komt neer op *f* 8,58 per ton droog materiaal.

Een transport over de weg vanaf het erf, rand van het perceel of vanaf centralere overslagpunten over een afstand van 20 à 30 km naar de conversie-installatie in de stad Groningen zal volgens de transportondernemers 2 à 2 1/2 uur per vracht tijd in beslag nemen, zodat de totale transportkosten ongeveer neer zullen komen op *f* 13,32 à *f* 16,65 per ton droog materiaal. Bij een optimaal en efficiënt gebruik en een voldoende gestroomlijnd transport kunnen de kosten mogelijk lager worden. Doch dit zal in de praktijk moeten blijken of dit mogelijk is.

ad c. Langs het Eemskanaal en het Winschoterdiep ligt momenteel een aantal kades met opslag- en overslagfaciliteiten die eventueel mogelijkheden zouden kunnen bieden om het gechipte materiaal per schip naar een conversie-installatie te vervoeren.

In de stad Groningen is gekeken of scheepsvervoer tot aan het CiBoGa-terrein mogelijk zou zijn zonder overslag. Varend vanaf het Winschoterdiep of het Eemskanaal richting CiBoGa-terrein moet eerst de Oostersluis ingevaren worden. Dit zal waarschijnlijk geen probleem zijn. Daarna moet het Oosterhamrikkanaal ingevaren worden. Hier moet eerst de Oliemuldersbrug gepasseerd worden. De bevaarbare doorgang hier is circa 10 m. Vervolgens wordt de Zaagmuldersbrug gepasseerd; de bevaarbare doorgang is circa 11 m.

Er kan vervolgens in theorie gevaren worden tot aan het Wouter van Doeverenplein; verder varen richting CiBoGa-terrein is niet mogelijk. Ongeveer 10 jaar geleden is hier de vroegere brug bij dit plein afgebroken en is hier een vaste weg gelegd. De laatste paar honderd meter tot aan de kade van de vroegere gasfabriek is dus niet per schip te bereiken. Op de plek nabij het Wouter van Doeverenplein lijkt verder geen ruimte voor kades, overslagterrein en een conversie-installatie. De optie voor scheepsvervoer van biomassa naar het CiBoGa-terrein zonder een extra overslag is dus niet mogelijk. Een andere optie om wel van scheepsvervoer gebruik te kunnen maken zou misschien de bouw van de conversie-installatie te ontkoppelen van het directe CiBoGa-terrein. Men zou dan deze installatie bijvoorbeeld kunnen bouwen direct aan het Eemskanaal. Of daar nu of in de toekomst voldoende ruimte voor is, is in het kader van deze studie niet onderzocht.

Vervoer per Rijnaak vanaf bijvoorbeeld Appingedam, Delfzijl of Winschoten naar Groningen komt omgerekend op circa ƒ 3,25 per $m^3$, hetgeen neer komt op ƒ 19,50 per ton droog materiaal. Dit zijn binnenlandse vastgestelde tarieven, die gehanteerd worden door de Schippersbeurs in Rotterdam. Het tarief voor dit traject is relatief vrij hoog. Dit komt door het meestal ontbreken van retourvrachten en vanwege de relatief kleine afstand. Zo zijn de kosten om bijvoorbeeld te varen van Delfzijl naar Rotterdam slechts 80% meer dan de reis Delfzijl-Groningen.

Een ander mogelijkheid zou het inzetten van duwbakken zijn. Deze kunnen dan een aantal dagen langs de kade liggen en dan zo gevuld worden. Vervolgens worden deze met een sleepboot weggesleept. De huur van een duwbak van ongeveer 3.000 $m^3$ zijn ƒ 350,- per dag. Met een sleepboot naar Groningen varen kost circa ƒ 1.000,-. In één week tijd zou met een normale inzet van één oogstmachine een dergelijke duwbak gevuld kunnen worden. Uitgaande van een week ligtijd en de kosten van een sleepboot zijn de kosten van deze transportwijze ƒ 3.450,-. Dit komt neer op ƒ 1,15 per kubieke meter, wat overeenkomt met ƒ 6,90 per ton droge stof. Bij deze wijze van vervoer zullen op het kadeterrein voordat de houtchips het ruim in geladen worden ook nog kosten gemaakt moeten worden voor de overslag: het is niet waarschijnlijk dat een kiepwagen rechtstreeks in een dergelijke duwbak kan storten. De overslag zal ofwel met een kraan of met en stortbak in combinatie met transportbanden moeten gebeuren. De kosten voor het overslaan zullen ongeveer ƒ 3,- per

kubieke meter (informatie overslagbedrijf) bedragen, wat neerkomt op *f* 18,- per ton droog materiaal.

In tabel 5.4 zijn de kosten van de hierboven beschreven transportlijnen nog eens naast elkaar op een rijtje gezet. Uiteraard verschillen de transportkosten van perceel tot perceel, ligging ten opzichte van de openbare weg of erf, afstanden tot het Eemskanaal of Winschoterdiep en de afstanden ten opzichte van de stad Groningen. Als rekenmodel wordt het volgende gehanteerd: de teelt vindt op gemiddeld 25 km afstand van de stad Groningen plaats. Overslag kan plaatsvinden op twee manieren: direct aan de verharde weg of aan de rand van het perceel, of op gemiddeld 5 km afstand verwijderd van het perceel op een duwbak.

*Tabel 5.4 Berekening van de kosten van drie transportsystemen van houtchips van wilgenteelt in korte omlopen vanaf het perceel tot aan de poort van een conversie-installatie. Kosten in guldens per ton ovendroog materiaal*

| Transportwijze | Kostenberekening | Totale kosten per ton materiaal |
|---|---|---|
| Afvoer per kiepwagen tot conversie-installatie | 2 1/2 uur à *f* 50,- (14 m³ inhoud) | *f* 53,55 |
| Afvoer per vrachtauto vanaf de rand van het perceel tot conversie-installatie | overslag *f* 8,58 per ton<br>2 1/2 uur à *f* 100,- (90 m³ inhoud) | *f* 8,58<br>*f* 16,65 + |
| Totaal | | *f* 25,23 |
| Afvoer per kiepwagen 5 km<br>overslag<br>duwbaktransport 20 km | 1/2 uur à 50,- : *f* 25,- (14 m³ inhoud)<br>*f* 3,- per m³ : = per ton<br>3000 m³ (kosten *f* 3.450,-) = per ton | *f* 10,71<br>*f* 18,00<br>*f* 6,90 + |
| Totaal<br>Veronderstelling: conversie-installatie aan water: geen extra overslag en natransport | | *f* 35,61 |

Uit tabel 5.4 kan geconcludeerd worden dat als de biomassa geteeld zou worden op een afstand van gemiddeld zo'n 25 km van de stad Groningen het vervoer per vrachtauto duidelijk goedkoper is dan het vervoer per schip of door boeren zelf gebracht. De kosten van het vervoer per vrachtauto bedragen omgerekend *f* 25,23 per ton droog materiaal, wat neerkomt op een prijs van *f* 1,36 per gigajoule (uitgaande van een energiewaarde van 18,5 gigajoule per ton).

Het mag duidelijk zijn dat het vervoer per schip op zich voordelig is, maar de hierbij gepaard gaande overslagkosten en de kosten voor het voor- en eventueel natransport kunnen aanzienlijk zijn.

### 5.2.4 Synthese energieteelt streek

Zoals hiervoor al aangegeven is, zou er in potentie in de provincie Groningen op een areaal van 12.000 ha een productie aan wilgenhoutsnippers kunnen plaatsvinden van 135.000 ton ovendroge stof per jaar. In de provincie Drenthe zou ook nog eens 40.000 ton per jaar geproduceerd kunnen worden.

De kosten van de brandstof aan de poort van een conversie-installatie zullen minimaal ongeveer *f* 7,84 (af perceel) + *f* 1,36 (transport) = *f* 9,20 per gigajoule bedragen.

Dit onder de veronderstellingen zoals die aangegeven zijn in de vorige paragrafen. Dat wil zeggen een verondersteld minimaal saldo voor de boer van *f* 2.000,- per hectare per jaar en een gegarandeerde braakpremie voor de gehele oogstcyclus. Om een dergelijke ontwikkeling op gang te brengen en boeren over de streep te trekken, kan ook aan verdere stimuleringsmaatregelen gedacht worden zoals aan plantsubsidies of fiscale maatregelen.

Verder zijn er op dit moment onzekerheden op het gebied van de mogelijk te behalen drogestofopbrengsten. Deze kunnen zowel positief als negatief uitpakken. In dit onderzoek is van de op dit moment meest realistische uitgegaan (een opbrengst van ongeveer 12 ton droge stof per hectare per jaar na de eerste oogstcyclus).

## 5.3 Teelt door de Gemeente Groningen 1)

### 5.3.1 Aanleiding, doel en oppervlakte

De gemeente Groningen is op diverse plaatsen bezig met planontwikkelingen over toekomstige mogelijke uitbreidingen van de stad. Gronden, die nu nog in agrarisch gebruik zijn, zullen bij verdere stadsuitbreidingen bestemd gaan worden voor woningbouw, industrie, infrastructuur en tal van andere stedelijke voorzieningen.

Vooruitlopend op een uitbreidingsplan of als er reeds een bestemmings- of uitbreidingsplan plan ligt, gaat de gemeente ertoe over om gronden te verwerven. Bij de verwerving van de gronden probeert de gemeente de grond op een zo voordelig mogelijke manier te verkrijgen. Meestal wordt de grond in een vrij onderhandelingsproces met de zittende agrariër verkregen. Soms moet overgegaan worden tot onteigening. Ook gebeurt het dat derden (projectontwikkelaars of anderen) de grond inmiddels gekocht hebben van de desbetreffende agrariërs. De gemeente moet dan met hen verder in onderhandeling in een proces dat meestal al een grondprijsopdrijvend effect heeft gehad.

Om het bovengenoemde laatste speculatieve en grondprijsopdrijvende proces te ontlopen, is door de gemeente het plan geopperd om reeds in een

---

1) Bij de aanvang van deze studie, september 1995, was dit een uitgangspunt; bij het gereedmaken van dit rapport wordt hier door de gemeente niet meer aan gedacht.

heel ver vooruitlopend stadium gronden te gaan verwerven en deze zelf te gaan gebruiken voor bijvoorbeeld een wilgenteelt in korte omlopen ten behoeve van energiedoeleinden.

Met name is dit idee geopperd voor de ontwikkeling voor het nieuw te ontwikkelen uitbreidingsgebied van de stad in het zuidoosten. De totale oppervlakte van dit te ontwikkelen gebied bedraagt ongeveer 600 ha. Op dit moment is de verwachting dat men daar met de bouw van woningen zal gaan starten rond 2005. Tot 2015 worden er jaarlijks 500 woningen gebouwd. Ook zullen er diverse voorzieningen komen en komt er een industriegebied (zie ook 3.2.1).

Bij een snelle start en een volledige benutting van de 600 ha zou er gedurende een aantal jaren op deze oppervlakte van 600 ha zo'n 6.500 ton droge stof per jaar geproduceerd kunnen worden. Ook voor andere toekomstig te ontwikkelen gebieden rond de stad Groningen zou een dergelijke ontwikkeling mogelijk zijn.

### 5.3.2 Huidige organisatie rondom verwerving en beheer landbouwgronden

Ter oriëntatie wordt eerst nader ingegaan op de huidige manier van grondverwervingen door de gemeente Groningen en de organisatie daar rondom.

Vooruitlopend op het bouwrijp maken van de grond wordt door de gemeente zoveel mogelijk reeds in een vroeg stadium gronden van individuele agrariërs verworven. Ongeveer de helft van deze gronden blijft daarna in agrarisch gebruik op tijdelijke basis en de helft blijft wel in gebruik maar niet strikt agrarisch. De gronden worden zoveel mogelijk op tijdelijke basis verhuurd. De huurders zijn meestal boeren of hobby-gebruikers (paardenweiland en dergelijke) van wie men het vertrouwen heeft dat de gemeente geen moeilijkheden heeft bij ingebruikneming van de gronden. In veel gevallen mag de voormalige eigenaar-agrariër ook na de verwerving de grond blijven gebruiken tot de grond bouwrijp gemaakt wordt.

Op het ogenblik wordt door de gemeente op deze manier zo'n 200 ha beheerd. Deze gronden bevinden zich op het ogenblik vooral aan de westkant van de stad (richting Hoogkerk). Voor deze tijdelijk huur worden huur/pachtprijzen betaald van *f* 600,- à *f* 700,- per hectare (informatie: de Boer, gemeente Groningen).

In het kader van deze studie is ook gekeken naar andere grondeigendommen in het landelijk gebied rond Groningen. De gemeente Groningen heeft momenteel enkele duizenden hectaren grond in eigendom. Deze gronden liggen in Oost-Groningen en in de Veenkoloniën. Deze gronden zijn met "stadsmeierrechten" (een soort "eeuwigdurend" erfpachtrechten) bezwaard. Dat wil zeggen dat de huidige grondgebruikers deze gronden "eeuwigdurend" mogen blijven gebruiken. Sommige contracten stammen al vanaf 1628. Vroeger waren deze grondbezittingen van de gemeente Groningen veel omvangrijker, namelijk circa 9.000 ha. De betaalde erfpachtcanons bedragen slechts enkele guldens per hectare per jaar. Momenteel worden deze rechten

in het kader van de herinrichtingswet Oost-Groningen en Groningse en Drentse Veenkoloniën opgeheven.

Tot zo'n 8 jaar geleden had de gemeente Groningen in deze gebieden ook nog twee eigen landbouwbedrijven van 500 ha elk in eigen exploitatie. Daarnaast had de gemeente acht bedrijven van ongeveer 50 ha in eigendom die men verpachtte (informatie: Wiltman, gemeente Groningen).

Uit het hier voorafgaande blijkt dat de stad Groningen vroeger een grote invloed heeft gehad op de agrarische structuur en activiteiten in de streek. Een energieteelt door boeren met als bestemming de stad Groningen of een door de gemeente zelf op te starten teelt is op zich historisch gezien dus niet eens zo vreemd.

### 5.3.3 De teelt als proces

Een energieteelt van wilgen in korte omlopen die door de gemeente zelf opgestart en uitgevoerd wordt, zou een alternatief kunnen zijn voor het huidige tijdelijk in gebruik geven van gronden aan derden.

Men kan zich bij de concretisering het volgende voorstellen:
Een gebied waarvan men al zeker weet dat op termijn daar een nieuwe stadsuitbreiding komt, wordt voor een deel door de gemeente verworven. Men plant hier wilgenstekken aan. Voor de teelt is het het beste als men na één jaar de opstand afmaait. Van de afgemaaide stekken worden voor een deel nieuwe stekken gemaakt; deze stekken kunnen worden gebruikt voor de volgende aanplant. Als er geen ziekten in het gewas zitten, is deze handelswijze sterk kostendrukkend voor de stichtingskosten van de volgende aanplant. Steeds moet wel in de gaten gehouden worden of nieuwe rassen niet een hogere productie geven. Soms kan het dus noodzakelijk zijn om een ander ras aan te planten.

Zoals in paragraaf 5.1 al vermeld is, zijn de stichtingskosten van de aanplant in vergelijking met de jaarlijkse beheerskosten relatief hoog. Als deze stichtingskosten over de gehele cyclus van de teelt uitgesmeerd worden, dan maken ze slechts een beperkt deel uit van de productiekosten. Als een teelt van wilgen in korte omlopen voor het einde van de oogstcyclus beëindigd moet worden in verband met woningbouw of andere bestemmingen, dan geldt dat er op de investering van de plantopstand sneller afgeschreven moet worden. Deze versnelde afschrijving van de plantopstand moet steeds afgewogen worden tegen de voordelen die de gemeente mogelijk heeft door in een vroeger stadium dan gebruikelijk de gronden te verwerven. De kosten van de plantopstand kunnen gedrukt worden door van de afgemaaide takken nieuwe stekken te maken, zoals hiervoor omschreven.

Jaarlijks kan door de gemeente een groter gebied aangeplant worden. Van belang bij de aanplant is dat de plantopstand het eerste jaar goed doorkomt. Er moet begonnen worden met een goed onkruidvrij plantbed. Belangrijk is dat dit feitelijk het jaar voor de aanplant al gerealiseerd is. Men kan het beste in het najaar voor de plantbedvoorbereiding het perceel één keer laten spuiten met bijvoorbeeld glyfosfaat (uit te voeren door een loonspuitbedrijf).

De grondvoorbereiding (ploegen, cultivateren) kan zelf door de gemeente gedaan worden als het materiaal aanwezig is of uitgevoerd worden door derden (boeren of loonwerkers).

Voor het planten kan men bijvoorbeeld gebruik maken van een koolplantmachine. Wat de plantafstanden betreft, kunnen de afstanden gebruikt worden zoals die in paragraaf 5.1 weergegeven zijn (afstanden in de rijen tussen de stekken: 50 cm; de afstanden tussen twee rijen is steeds 75 cm en 150 cm. De beste tijd om te planten is zo snel mogelijk als de grond dit toelaat (niet te nat) in het vroege voorjaar (maart, april).

Voor de verdere exploitatie zijn er gemiddeld slechts enkele uren per hectare per jaar nodig (paragraaf 8.1). Dit betreft uren voor bemesting en onkruidbestrijding en in het eerste jaar uren die nodig zijn voor het eventuele herplanten van niet aangeslagen stekken. Voor de oogst lijkt op dit moment een aangepaste maïshakselaar met een andere maaikop erop de beste optie.

### 5.3.4 Organisatievorm en kosten

Het beheer en de exploitatie van de plantopstanden zal voor de gemeente het gemakkelijkst verlopen als men hiervoor één persoon binnen de gemeente verantwoordelijk stelt. Als er op bepaalde momenten meer arbeid nodig is, kan deze wellicht ingehuurd worden bij de eigen Plantsoenendienst of bij Openbare Werken. Ook kan arbeid ingehuurd worden buiten het gemeentelijk apparaat. Het gemiddelde benodigde aantal uren voor de teelt is slechts gering (zie ook volgende hoofdstuk), namelijk gemiddeld per jaar over de hele rotatiecyclus zo'n 7,5 à 8 uren per hectare. Voor een gebied van 600 ha betekent dit een gemiddelde arbeidsbehoefte van zo'n 4.500 à 4.800 uren per jaar. Omgerekend zou dit gemiddeld voor zo'n 3 mensjaren werk zijn. Wat de organisatie van de werkzaamheden betreft, gaan de werkzaamheden echter met grote arbeidspieken (bij het stichten van de aanplant en de oogst) gepaard, zodat toch veel werk uitbesteed zal moeten worden aan derden (loonwerkers of gespecialiseerde bedrijven). Een vaste bezetting van één of twee personen met voldoende mogelijkheden om anderen (al of niet in dienst van de Gemeente Groningen) in te schakelen, lijkt een betere en flexibeler optie.

Als de gemeente Groningen een dergelijke wilgenteelt in korte omlopen zou opstarten, dan is zij de eerste organisatie in ons land, afgezien van enkele proefveldjes, die dit in een redelijke omvang en op commerciële basis doet. Dit betekent dat de kosten van deze teelt door het onbekend zijn met deze teelt meer zullen zijn dan in tabel 5.1 weergegeven is. Dit heeft te maken met onervarenheid, organisatorische zaken rondom het verkrijgen van plantmateriaal en het (nog) ontbreken van specifieke machines.

Om tegemoet te komen in de extra kosten die de gemeente Groningen zou moeten maken voor het opstarten van deze teelt en vanwege de voorbeeldfunctie dat een dergelijke project kan hebben voor de gehele streek, zijn er wellicht mogelijkheden om extra fondsen voor een dergelijk project te verkrijgen (EU-programma's, landelijk, provinciaal).

# 6. SYNTHESE AANBOD EN KOSTEN BIOMASSA EN VERGELIJKING PRIJZEN VAN FOSSIELE BRANDSTOFFEN

## 6.1 Synthese aanbod en kosten biomassa

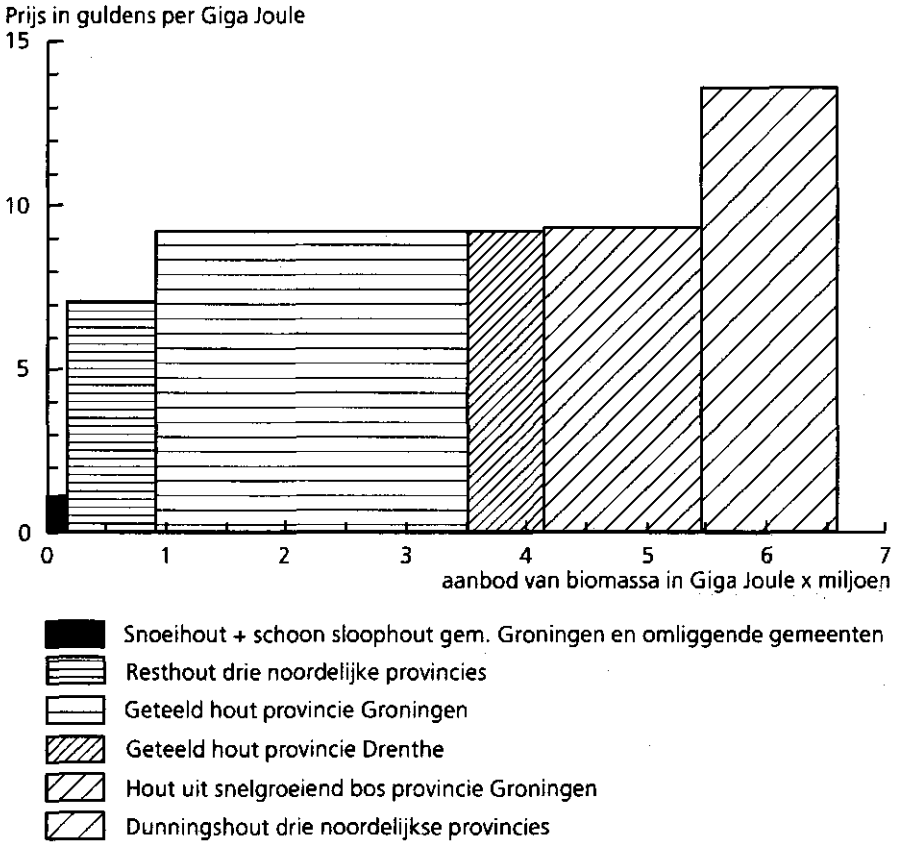
In hoofdstuk 4 en 5 zijn de potentiële biomassastromen nader in beeld gebracht. In tabel 6.1 zijn al deze biomassastromen nog eens bij elkaar gezet. Dit betreft zowel de potentiële hoeveelheden als de kosten van de diverse biomassastromen. De kosten per gigajoule zijn berekend tot aan de poort van een conversie-installatie.

*Tabel 6.1 Potentiële jaarlijkse hoeveelheden en de kosten van biomassa in de omgeving van Groningen*

| Soort biomassa | Hectare | Hoeveelheid in tonnen | | Gigajoule x 1.000 | Kosten per gigajoule (gld.) |
|---|---|---|---|---|---|
| | | onge-droogd | oven-droog | | |
| Snoeihout gemeente Groningen | | 3.000 | 1.500 | 27 | 0,67 a) |
| Snoeihout omliggende gemeenten | | 15.000 | 7.500 | 134 | 1,12 a) |
| Schoon sloophout gemeente Groningen | | 200 | 180 | 3 | 0,67 a) |
| Schoon sloophout omliggende gemeenten | | 200 | 180 | 3 | 1,12 a) |
| Resthout gemeenten rond Groningen b) | 1.471 | | 1.500 | 37 | 6,15 |
| Resthout drie noordelijke provincies | 40.723 | | 41.500 | 741 | 7,07 |
| Geteeld hout in korte omlopen Groningen | 12.000 | | 135.000 | 2.500 | min. 9,20 |
| Geteeld hout in korte omlopen Drenthe | 3.500 | | 40.000 | 740 | min. 9,20 |
| Geteeld hout gemeente Groningen | 600 | | 6.500 | 120 | variabel |
| Hout uit snelgroeiend bos provincie Groningen | 12.000 | | 72.000 | 1.300 | 9,36 c) |
| Dunningshout gemeenten rond Groningen b) | 1.471 | | 2.300 | 42 | 11,85 |
| Dunningshout drie noordelijke provincies | 40.723 | | 63.700 | 1.137 | 13,63 |
| Totaal | | | 368.000 | 6.784 | |

a) Als de versnipperingskosten meegerekend worden, dan bedraagt de brandstofprijs aan de poort van de conversie-installatie voor snoeihout en schoon sloophout vanuit de gemeente Groningen *f* 6,27 en vanuit de omliggende gemeente *f* 6,72 per gigajoule; b) Afkomstig uit de gewone bosbouw; c) Dit proces kan pas op gang komen op zijn vroegst op 15 jaar vanaf nu en zal pas volledig zijn over zo'n 50 jaar (bij onveranderend beleid op dit punt).

In figuur 6.1 is een deel van tabel 6.1 nog eens grafisch weergegeven.




*Figuur 6.1 Grafische weergaven van enkele biomassastromen met bijbehorende prijzen in de omgeving van Groningen*

Uit tabel 6.1 komt duidelijk naar voren dat snoeihout afkomstig van particulieren en de gemeente zelf de goedkoopste biomassastroom is. Ook schoon sloophout heeft dezelfde prijs. Resthout uit de gewone bosbouwexploitatie is vervolgens de goedkoopste brandstof. Geteeld hout uit korte omlopen en hout uit snelgroeiende bossen kan in Groningen en Drenthe wat prijs betreft concurreren met dunningshout uit de gewone bosbouw. Dit uiteraard onder de voorwaarden zoals die in de desbetreffende paragrafen weergegeven zijn.

Als we kijken naar het relatieve organisatorische gemak om deze potentiële biomassastromen om te zetten in actuele biomassastromen, dan is een combinatie van verzameld snoei- en schoon sloophout uit de gemeente Groningen en omliggende gemeenten samen met door de gemeente Groningen geteeld hout een kansrijke optie.

Uit hoofdstuk 3 komt naar voren dat het benutten van het snoeihout en het schone sloophout uit de gemeente Groningen en de omliggende gemeenten praktisch voldoende is om de woningen van het CiBoGa-terrein volledig van warmte en elektriciteit te voorzien. Er kan dan zelfs nog elektriciteit aan het net geleverd worden.

Uit tabel 6.1 blijkt dat er potentieel op termijn in de omgeving van Groningen een hoeveelheid biomassa aanwezig kan zijn die 40 keer zoveel woningen van warmte en elektriciteit zou kunnen voorzien dan op het te ontwikkelen CiBoGa-terrein. Omgerekend zouden dit ruim 45.000 woningen zijn. Bij gebruikmaking van de nieuwe efficiëntere technologie van houtvergassing, zoals geschetst in hoofdstuk 7, kan dit nog veel meer zijn. Globaal zou dit betekenen dat in potentie en in theorie alle verwarming en elektriciteit voor alle woningen in de gehele stad Groningen opgewekt zouden kunnen worden met door houtsnippers gestookte warmte/kracht-installaties.

## 6.2 Prijzen van fossiele brandstoffen

Ter vergelijking hoe de prijzen van de onderzochte biomassastromen zich verhouden ten opzichte van de huidige 1) prijzen van fossiele brandstoffen volgen hier enige getallen:

Grootverbruikersprijzen bij de poort van de conversie-installaties:
Steenkool : *f* 4,50/gigajoule
Olie : *f* 6,- /gigajoule
Aardgas : *f* 7,- /gigajoule

Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat deze prijzen op dit moment historisch gezien erg laag zijn. Zo waren deze prijzen in 1985 voor steenkool *f* 7,-, voor stookolie *f* 13,- en voor aardgas *f* 18,- per gigajoule.

De kleinverbruikers (consumentenprijs) voor aardgas, inclusief brandstoftoeslag en 17,5% BTW bedroeg in 1995: 52ct/m$^3$: dat is *f* 15,- per gigajoule. Na volledige in werking treding van de energieheffing bedraagt deze aardgasprijs 65 ct/m$^3$: dat is *f* 18,50 per gigajoule.

Op het gebied van lokale verwarming met tevens gebruikmaking van elektriciteitsopwekking liggen dus duidelijk mogelijkheden voor biomassa. Een duidelijk voordeel is hierbij dat de energieheffing geheven op deze brandstoffen niet afgedragen hoeft te worden aan de fiscus maar ten goede kan komen aan de brandstofprijs. Deze meerwaarde van ongeveer *f* 3,50 per gigajoule die aan de biomassabrandstof gegeven kan worden, zorgt er juist voor dat het gebruik van biomassa en ook energieteelten wat makkelijker kunnen renderen.

---

1) De gehanteerde prijzen zijn die van januari 1996. Bij het ter perse gaan van deze publicatie (mei 1996) zijn deze prijzen iets hoger.

# 7. CONVERSIE

In de voorgaande hoofdstukken is ingegaan op de vraag naar warmte en elektriciteit in de twee gebieden (hoofdstuk 3) en op het mogelijke aanbod en de kosten van de diverse biomassastromen van houtig origine (hoofdstuk 4 t/m 6). Vraag en aanbod en de kosten en opbrengsten hiervan zijn met elkaar in verband gebracht. Ook is gekeken naar de huidige stand van de techniek en naar de milieukengetallen van de diverse opties.

De diverse biomassastromen kunnen in diverse typen conversie-installaties verwerkt worden. Diverse opties zijn op hun kosten, opbrengsten en milieukengetallen doorgerekend. De berekeningen van de opties zijn door Battle McCarthy in overleg met TNO MEP verricht. In een aparte door Battle McCarthy verzorgde rapportage wordt nader op de diverse opties ingegaan en worden de diverse berekeningen nader toegelicht.

In dit hoofdstuk worden uit het oogpunt van kosten en opbrengsten de meest renderende opties voorgesteld. De tekst in dit hoofdstuk is voor een groot deel ontleend aan de samenvatting uit het rapport van Battle McCarthy. Voor de berekeningen en details rondom de conversie-installaties wordt verwezen naar de rapportage van Battle McCarthy.

## 7.1 Beschrijving beschouwde conversiesystemen

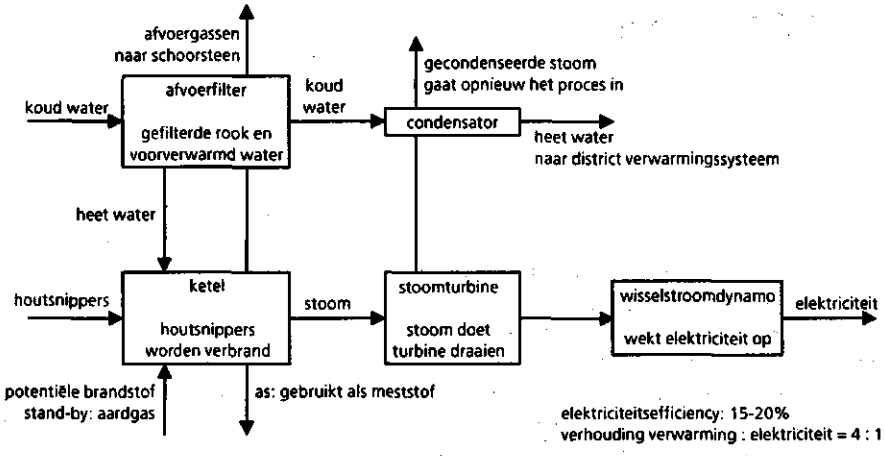
### 7.1.1 Verbranding + stoomturbine

De conversie, dat is de omzetting van brandstoffen in elektriciteit en warmte, gebeurt onder de huidige omstandigheden zoals hierna wordt omschreven.

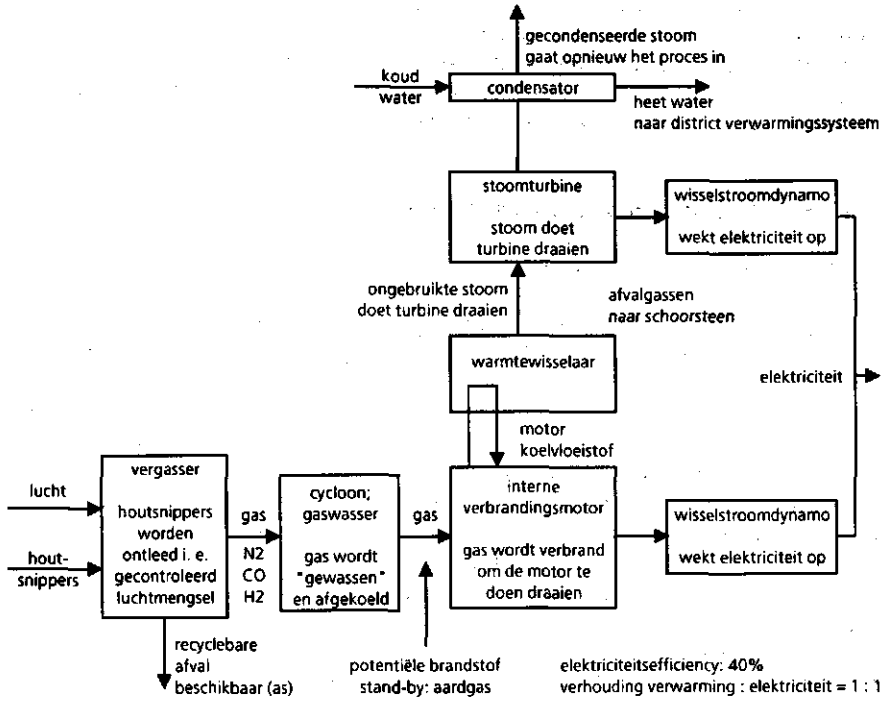
In een ketel wordt brandstof, zoals bijvoorbeeld houtsnippers, verbrand: er ontstaat stoom, die gebruikt wordt om een stoomturbine aan te drijven: via een wisselstroomdynamo wordt elektriciteit opgewekt. De restwarmte kan benut worden voor verwarming van bijvoorbeeld huizen (met behulp van een leidingstelsel). Deze (warmte/kracht-)techniek is commercieel beschikbaar en goed bekend. In ons land is nog geen ervaring met het verbranden van houtsnippers in dergelijke installaties. Deze ervaring is wel in het buitenland aanwezig.

De elektriciteitsefficiency van 15-20% is relatief laag ten opzichte van bijvoorbeeld kolengestookte installaties. De verwarming-elektriciteitsratio ligt op 4:1.

De bij het proces vrijkomende as kan weer opnieuw gebruikt worden als meststof op het land: precies dezelfde elementen die de planten eerder ge-

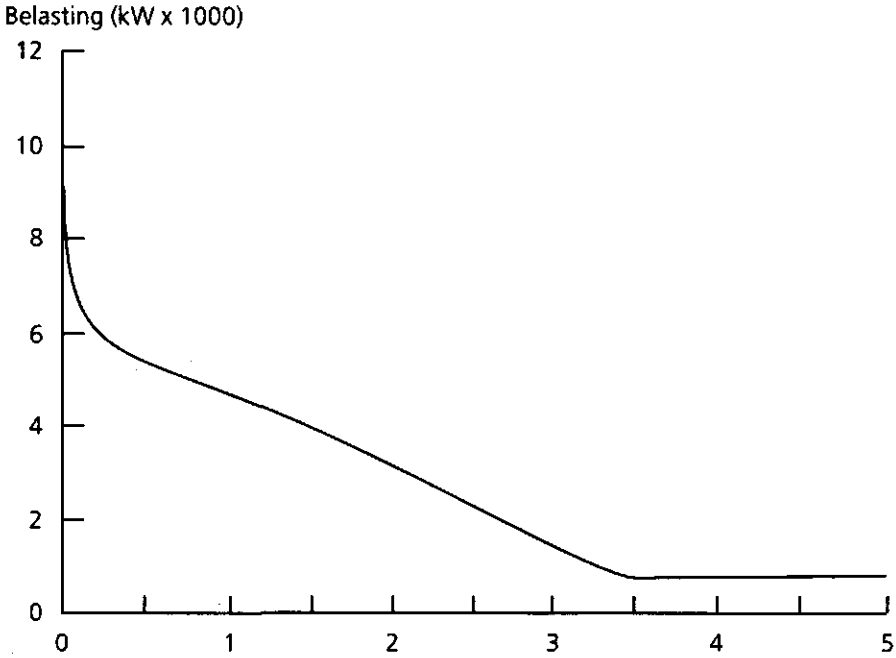



Fase 1.: Warmte/kracht-installatie met behulp van een stoomturbine

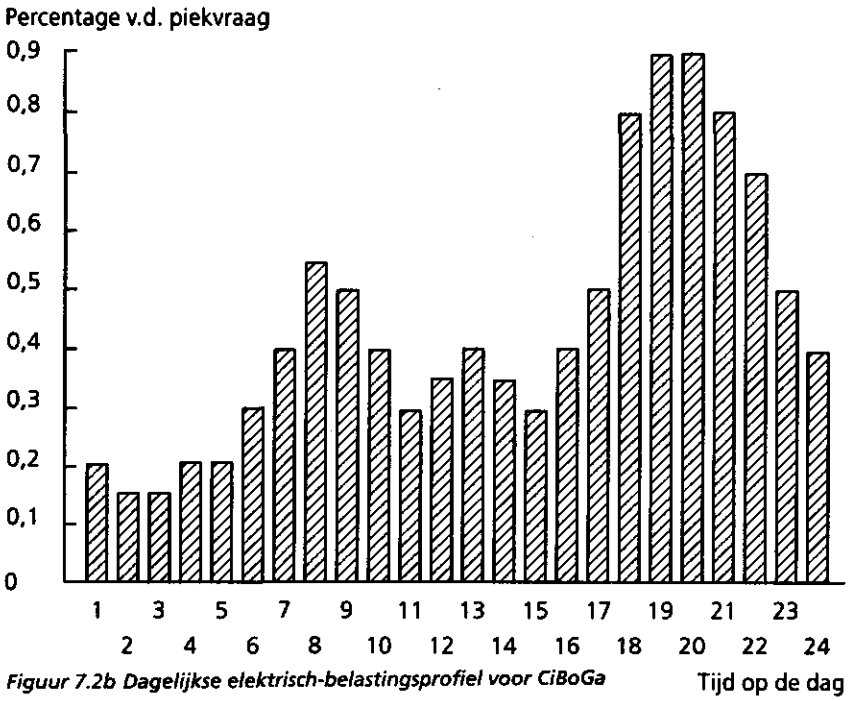



Fase 2.: Gecombineerde cyclus van een vergassingsinstallatie met een gecombineerde warmte/kracht-installatie

*Figuur 7.1 Schematische weergave van de te gebruiken conversiesystemen*




*Figuur 7.2a Jaarlijkse verwarmingsbelastingsprofiel voor CiBoGa*




*Figuur 7.2b Dagelijkse elektrisch-belastingsprofiel voor CiBoGa*

bruikt hebben om te groeien kunnen opnieuw gebruikt worden. Ook hier is sprake van een kringloop.

### 7.1.2 Vergassing + stoom- en gasturbine

Een zeer nieuwe en nog in ontwikkeling zijnde technologie is een combinatie van een vergassingsinstallatie, een gasturbine en een stoomturbine. In de vergassingsinstallatie worden eerst de houtsnippers tot 800 °C verhit: de houtachtige stoffen vallen dan moleculair uiteen in een mengsel van koolmonoxide (20%), kooldioxide (10%), waterstof (20%), koolwaterstoffen (5%) en stikstof (45%). Daarna worden deze gassen in een gasturbine verbrand. Vervolgens wordt via een wisselstroomdynamo elektriciteit opgewekt en wordt via een warmtewisselaar een stoomturbine aangedreven. Hier vandaan wordt ook weer via een wisselstroomdynamo elektriciteit opgewekt en komt ook warmte vrij die ook weer benut kan worden voor verwarming van woningen of andere gebouwen. De elektriciteitsefficiency bij deze techniek is hoog en bedraagt 40% of meer. De verwarmingselektriciteitsratio bedraagt 1:1.

Vooral voor de conversie van houtachtig materiaal kan dit voor de nabije toekomst de meest efficiënte techniek worden. Verwacht wordt dat deze techniek commercieel beschikbaar zal zijn over zo'n 5 tot 10 jaar.

Ter oriëntatie zijn in figuur 7.1 de voorgestelde conversiesystemen schematisch weergegeven. In figuur 7.2 zijn de jaarlijkse uren voor verwarming met bijbehorende belasting en het elektriciteitsverbruik over de dag weergegeven.

## 7.2 Concretisering systemen

Bij de berekening van de conversiesystemen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

1. Energiegebruik conform hoofdstuk 3.
2. Verloop van het energiegebruik in de tijd conform figuur 7.2. Verder wordt voor de installaties uitgegaan van een fabrieksbelastingfactor van 0,85 (hij werkt 85% van de tijd). Het aantal uren nodig voor verwarmingsdoeleinden bedraagt 5.000.
3. Er is geen rekening gehouden met het niet-gelijktijdig optreden van de warmtevraag (gelijktijdigheidsfactor-1).
4. De opbrengsten uit de geproduceerde energie zijn:
   - elektriciteit aan de consument: 0,306 *f*/kWh;
   - elektriciteit aan het net: 0,140 *f*/kWh;
   - warmte: 0,500 *f*/m$^3$ aardgas.
5. De kosten van de brandstof conform tabel 6.1.
6. De investeringskosten van de verschillende installaties (inclusief benodigde milieumaatregelen) zijn geschat op *f* 3.000,- tot *f* 6.000,- per kW-elektrisch voor de vermogensrange van 0,5 tot 5 MWe en *f* 2.000,- tot *f* 4.500,- per kW-elektrisch voor de vermogensrange van 1 tot 40 MWe.

7. Het energetisch rendement van de installaties is gesteld op:
   - verbranding (fase 1): 15%;
   - vergassing (fase 1): 25%;
   - vergassing (fase 2): 40%.

Ten aanzien van punt 4 van de hiervoor weergegeven uitgangspunten gelden nog de volgende voorliggende veronderstellingen ervan.

Zowel voor de conversie-installatie voor het CiBoGa-gebied als voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de gemeente Groningen is uitgegaan dat de verkoop van warmte en elektriciteit vanuit deze installaties voor prijzen plaatsvindt die vergelijkbaar zijn met die van de huidige consumentenprijs van aardgas en elektriciteit (inclusief energieheffing).

Voor aardgas is een gemiddelde gewogen consumentenprijs berekend van 50 cent per kubieke meter (deze prijs is berekend inclusief energieheffing en met inachtneming van een vrijstelling van de energieheffing voor de eerste 800 $m^3$ aardgas; deze prijs is exclusief 17,5% BTW en 2 cent milieutoeslag).

Voor elektriciteit is uitgegaan van een gewogen gemiddelde elektriciteitsprijs van 30,6 cent/kWh (deze prijs is berekend inclusief energieheffing en met inachtneming van een vrijstelling van de energieheffing over de eerste 800 kWh; deze prijs is exclusief 17,5% BTW).

Voor teruglevering aan het elektriciteitsnet is een verkoopprijs van elektriciteit verondersteld van 14 cent per kilowattuur. Hierbij is verondersteld dat de elektriciteit doorverkocht kan worden als zogenaamde "groene stroom". Dit bij de veronderstelling dat er genoeg mensen rond en in Groningen zullen zijn die voor deze iets duurdere stroom willen betalen; hierbij kan dus winst gemaakt worden op de verkoop van de "groene stroom"; met deze meeropbrengst kunnen verdere activiteiten ondersteund worden om het gebruik van biomassa als brandstof te stimuleren: hierbij ligt een hogere uitbetalings- of nacalculatieprijs voor de houtsnippers, al of niet specifiek geteeld, voor de hand.

Voor de ontwikkeling van duurzame energiesystemen voor het CiBoGa-terrein en voor het zuidoostelijk uitbreidingsgebied van de stad Groningen wordt aanbevolen de volgende fasering te kiezen:

*Fase 1:*

Voor het CiBoGa-terrein wordt een conversie-installatie voorgesteld met een vermogen van 1 MWe en 4 MWth. Dit is een installatie met een gewone conventionele stoomturbine. De kapitaalkosten (exclusief grondkosten) voor de installatie zullen ongeveer 4,5 miljoen gulden bedragen en ƒ 1.875 miljoen voor het verwarmingssysteem (uitgaande van ƒ 1.000,- per strekkende meter verwarmingsbuis). Per jaar heeft deze installatie ongeveer 9.500 ton ovendroog houtig materiaal nodig als brandstof. Uit de gemeente Groningen en de omliggende gemeenten kan ongeveer 9.000 ton snoeihout beschikbaar komen (hoofdstuk 5) tegen prijzen van ƒ 0,67/GJ (1.500 ton) en ƒ 1,12/GJ (7.500 ton). Daarnaast zou ongeveer 360 ton schoon sloophout uit de gemeente Groningen en omliggende gemeenten benut kunnen worden. Uit de gemeente Gronin-

gen en omliggende gemeenten kan dus bijna genoeg houtig materiaal komen (9.360 ton ovendroog). Nodig is 9.500 ton. Om het risico van een tijdelijke tekort aan snoeihout uit te sluiten, zou men nog op andere manieren houtig materiaal kunnen verzamelen (snoeihout van nog een enkele gemeente meer of rest- en dunningshout uit bossen; zie hoofdstuk 5) of men kan beginnen met het opzetten van proeven van geteeld (wilgen)hout in korte omlopen op braakland (hoofdstuk 6). Voor een jaarlijkse hoeveelheid van bijvoorbeeld 200 ton geteelde (wilgen) houtsnippers uit korte omlopen is ongeveer 18 ha nodig.

Deze laatste optie is aantrekkelijk voor de landbouw: men kan praktijkervaring met de teelt opdoen. Ook heeft men de zekerheid van een afnemer. Mocht het bij de inzameling van het benodigde snoeihout door de diverse gemeenten nog niet goed lukken, dan zou men kunnen overwegen om met een groter areaal geteelde wilgen in korte omlopen te beginnen.

Een dergelijke installatie op het CiBoGa-terrein voorziet de woningen op het CiBoGa-terrein voor 70% van de benodigde warmte en van alle elektriciteit. De rest van de verwarming in de wijk kan door anderen geleverd worden (bijvoorbeeld warmte van de installatie van het nabij gelegen ziekenhuis; deze heeft momenteel een warmte-overschot). Van de totale hoeveelheid elektriciteit van 7.446 MWh die deze installatie levert, wordt ongeveer de helft gebruikt voor de woningen op het CiBoGa-terrein zelf. De andere helft van de opgewekte elektriciteit wordt aan het net als "groene stroom" geleverd. De terugverdientijd van deze installatie is berekend op 3,7 jaren (dit is inclusief het verwarmingssysteem; zonder dit systeem erbij is de terugverdientijd 2,6 jaren). Dit voldoet aan de normale economische criteria voor technische installaties. Hiermee kan deze installatie (zonder subsidie) goed concurreren met op fossiele brandstoffen gestookte installaties.

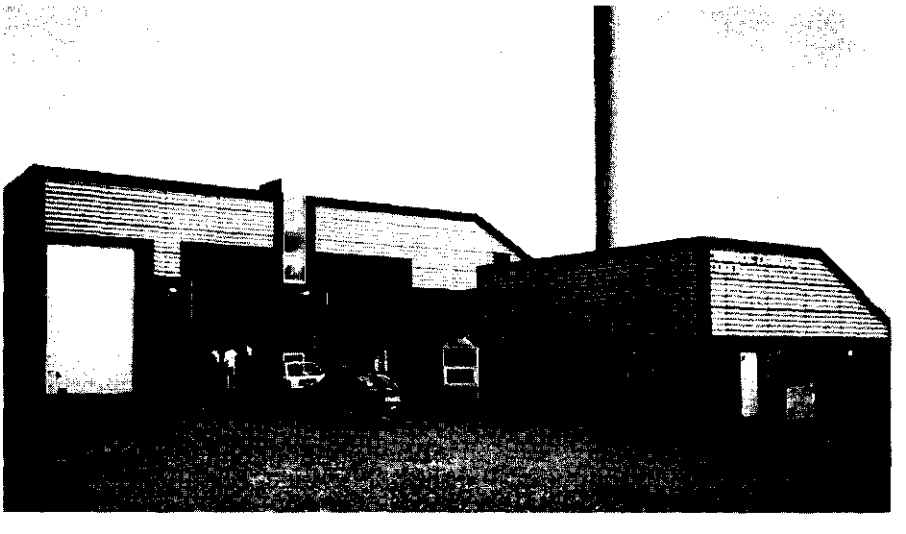


*Foto 4 Conversie-installatie in Denemarken: capaciteit 6,3 MWth*

Een dergelijke centrale levert een emissiereductie van 7.700 ton $CO_2$, 7 ton SOx en 13 ton NOx per jaar op. Dit in vergelijking met het gebruiken van fossiele brandstoffen als brandstof. (Overigens: het bijkomende vervoer per vrachtauto van de houtsnippers vermindert deze reductie slechts met enkele tienden van procenten.)

*Fase 2:*

Over een periode van vijf tot tien jaar mag verwacht worden dat het onder 7.1 geschetste vergassingssysteem operabel gemaakt kan worden. Voorgesteld wordt een 5 MWe gecombineerde vergassings- en stoomturbine warmte/kracht-installatie (4 MWe vergassings- en gasturbine en 1 MWe stoomturbine) te bouwen. De kosten voor deze installatie zullen naar verwachting voor een installatie van een dergelijke omvang ongeveer 15 miljoen gulden bedragen. Er zal ongeveer 18.000 ton ovendroog houtig materiaal nodig zijn als brandstof voor een dergelijke installatie.

Er zou overwogen kunnen worden om gebruik te maken van de dan reeds na fase 1 bestaande bedrijfsgebouwen en infrastructuur op het CiBoGa-terrein (afschrijving van de installatie uit fase 1: ongeveer 10 jaar). Dit zou de kosten van de nieuwe installatie ook nog kunnen drukken. Ook zou een dergelijke installatie gebouwd kunnen worden in het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad.

Voor het CiBoGa-terrein zou een dergelijke installatie voor alle elektriciteit en voor ruim 90% in de verwarming kunnen voorzien. Voorts zou een dergelijke installatie een hoeveelheid elektriciteit aan het net ("groene stroom") kunnen leveren van ruim 9 keer de benodigde hoeveelheid elektriciteit voor het CiBoGa-terrein. Voor deze installatie is dus twee keer zoveel hout nodig als de beschreven installatie in fase 1. Hij levert daarentegen 5 keer zoveel elektriciteit (is dus veel efficiënter).

Als deze installatie op het CiBoGa-terrein komt, dan mag verondersteld worden dat de helft van de totale benodigde brandstof verzameld snoeihout zal zijn. De andere helft zou uit geteeld wilgenhout kunnen bestaan. Hiervoor is dan ongeveer 800 ha nodig.

De terugverdientijd van deze installatie is 3,3 jaren (zonder subsidie en zonder de kosten voor het verwarmingssysteem opnieuw toe te rekenen). Dit zou dus een zeer concurrerend systeem kunnen zijn.

Met meerekening van de kosten van het verwarmingssysteem en bij gemengd brandstofgebruik (geteeld hout en snoeihout elk de helft; dit kan alleen mits het snoeihout niet al gebruikt wordt) is de terugverdientijd van een dergelijke installatie 3,7 jaren. Hierbij zou een dergelijke installatie uitstekend kunnen concurreren met gangbare installaties. Een dergelijke centrale levert een emissiereductie van ruim 29.300 ton $CO_2$, 36 ton SOx en 51 ton NOx per jaar op.

Omdat zowel de conversietechnologie als de herkomst van de brandstof nieuw is, zou voor een dergelijke installatie waarschijnlijk een subsidie verkregen kunnen worden van naar schatting ongeveer 40% (door de EU of anderen). Hierbij kan de terugverdientijd verder omlaag gebracht worden. Ook kan deze subsidie doorgegeven worden aan de telers van het energiehout. Bij een

doorgeven van een dergelijke subsidie aan de telers en uitgaande van een zelfde terugverdientijd van de installatie van 3,7 jaren, waarbij de helft van de brandstof snoeihout en de helft geteeld hout is, zou ongeveer jaarlijks twee keer zo veel betaald kunnen worden voor het geteelde hout. Dit zou ervoor kunnen zorgen dat het te behalen saldo voor de teler zou kunnen verdubbelen wat de animo om energiehout te gaan telen sterk kan stimuleren.

Als een dergelijke vergassingssysteem (van 5 megawatt-elektrisch) volledig zou moeten draaien op geteeld energiehout, dan is ongeveer 1.600 ha nodig. De terugverdientijd van een dergelijke installatie wordt dan 5,3 jaren (zonder subsidie). Voor de kosten voor het buisverwarmingssysteem is hier ook *f* 1,875 miljoen ingerekend. Ook dan kan een dergelijk systeem goed concurreren met de huidige installaties. Met subsidie kan de rentabiliteit verder verbeteren en kan een teelt meer opleveren.

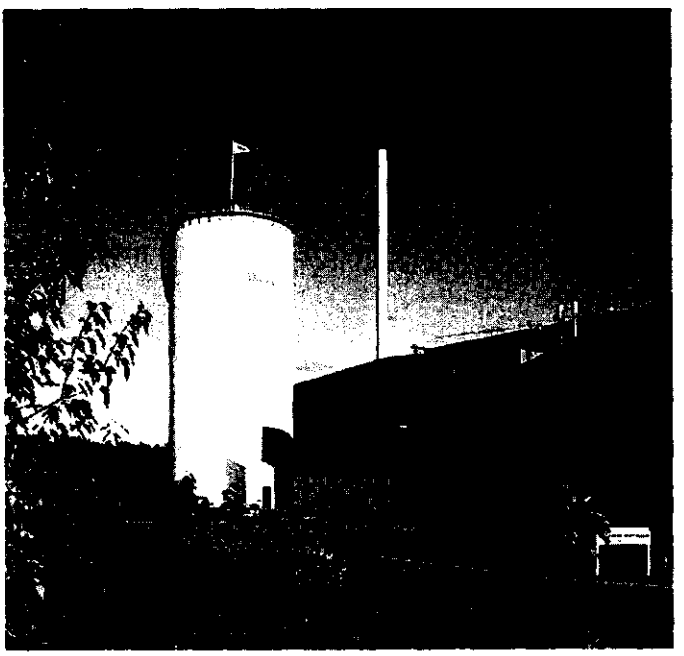


*Foto 5 Gecombineerde warmte/kracht-installatie in Denemarken. Capaciteit: 5 MWe en 13 Mwatt-verwarming. Deze installatie wordt op stro gestookt. Voor hout is een veel kleinere opslag nodig, die ook onder de grond kan*

In het zuidoostelijk uitbreidingsgebied is sprake van een ruimere bebouwing. Ook is er een industriegebied gepland. De kosten voor de buisverwarmingssystemen en ook de aanleg van het elektriciteitsnet kunnen daardoor op een ander niveau liggen dan bij het CiBoGa-terrein en zo de terugverdientijd beïnvloeden.

Voor het gehele zuidoostelijke uitbreidingsgebied is een hoeveelheid warmte en elektriciteit nodig van ongeveer 8 keer die van voor het CiBoGa-terrein. Op dit moment is het nog onzeker of er schaalvoordelen te bereiken zijn met het voorgestelde vergassingssysteem. Afhankelijk van de bewezen technologie kan men hier in de loop van de tijd op inspelen. Misschien zijn meerdere kleinere installatie (van 5 megawatt-elektrisch) een optie of bijvoorbeeld één veel grotere installatie. Een en ander ligt ook aan de concrete warmte- en elektriciteitsvraag van de industrieën in het geplande industriegebied.

Uitgaande van de vraag naar elektriciteit en warmte zoals die beschreven is in paragraaf 3.2 zou een 5 megawatt-elektrisch vergassingssysteem 79% van de elektriciteitsvraag en 18% van de warmtevraag kunnen dekken van het totale zuidoostelijke uitbreidingsgebied. Verder levert deze installatie een hoeveelheid elektriciteit aan het net ("groene stroom"), die ruim driekwart de omvang van de interne levering betreft. De terugverdientijd van de installatie is berekend op 2,4 jaren, zonder subsidie. Hierbij is *f* 15 miljoen ingerekend voor de installatie en *f* 3 miljoen voor het buisverwarmingssysteem. Als brandstof wordt verondersteld dat de helft snoeihout is en de helft afkomstig is van specifiek geteeld hout.

Deze centrale zou dus onder de veronderstelde voorwaarden gemakkelijk kunnen concurreren met de door fossiele brandstoffen gestookte centrales.

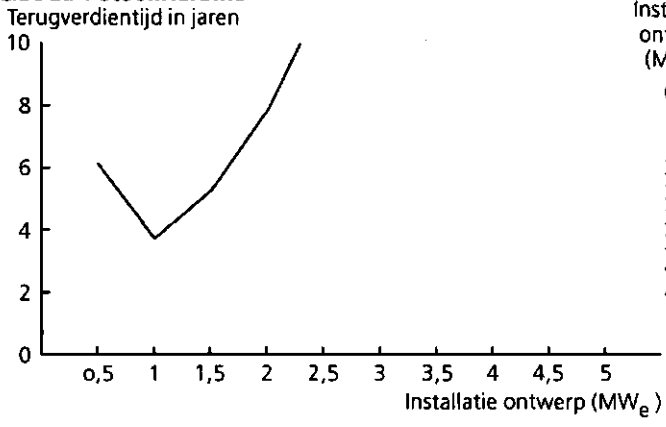
Met gebruikmaking van subsidies kan het rendement nog verder verbeteren. Bij doorgeving van dergelijke subsidies aan de telers van dit energiegewas kunnen de te behalen saldo's per hectare hoger worden.

Een grotere installatie van bijvoorbeeld 30 megawatt-elektrisch vergassingssysteem zou alle elektriciteit in het gebied kunnen leveren en 46% van de warmte. Voorts zou een dergelijke centrale nog eens bijna 8 keer zoveel elektriciteit kunnen leveren aan het net. De terugverdientijd van deze centrale ligt op 3,3 jaren. Voor een dergelijke centrale is 107.000 ton ovendroog materiaal (houtsnippers) nodig. In potentie zouden deze genoeg geteeld kunnen worden (hoofdstuk 7).

Het zal op dat moment echter van de stand van de techniek afhangen en van de kosten van de techniek of misschien twee iets kleinere installaties wellicht een betere oplossing zullen zijn; ook de precieze omvang en energieverbruik van de bedrijven op het industriegebied zal hierbij een rol spelen). Een nog grotere of een andere installatie zou de resterende hoeveelheid warmte kunnen leveren. Ook kan deze warmte elders aangekocht worden.

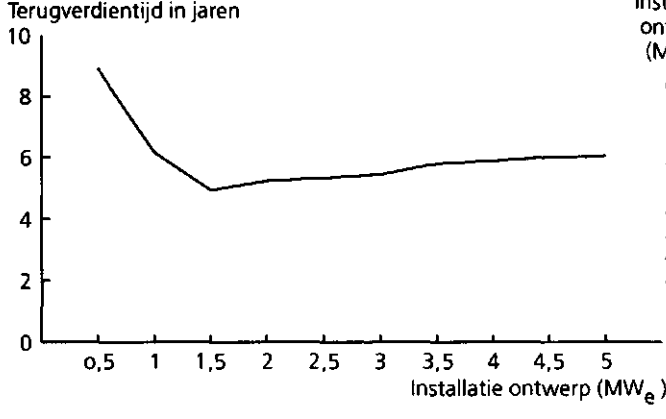
Voor de nadere uitwerkingen, de berekeningen en diverse gevoeligheidsanalyses rondom de conversie-installaties wordt verwezen naar het rapport van Battle McCarthy. In figuur 7.3 zijn voor de diverse installaties de terugverdientijden grafisch weergegeven.

**CiBoGa 1 Stoomturbine**



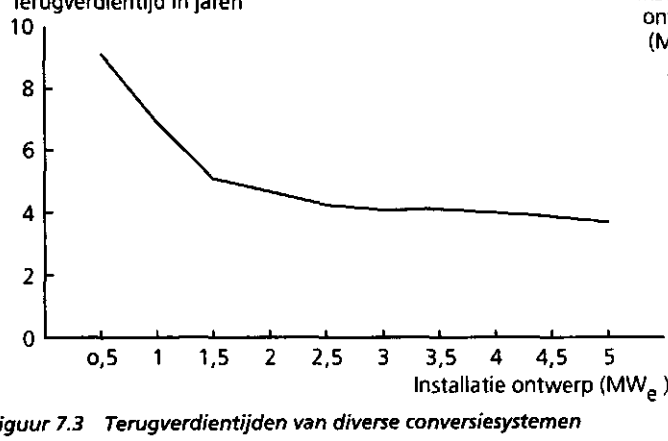

| Installatie ontwerp ($MW_e$) | Terugverdientijd (jaren) |
|---|---|
| 0,5 | 6,15 |
| 1 | 3,72 |
| 1,5 | 5,27 |
| 2 | 7,89 |
| 2,5 | 11,64 |
| 3 | 18,45 |
| 3,5 | 35,86 |
| 4 | 135,58 |
| 4,5 | 0,00 |
| 5 | 0,00 |

**CiBoGa 2 Vergassing**




| Installatie ontwerp ($MW_e$) | Terugverdientijd (jaren) |
|---|---|
| 0,5 | 8,92 |
| 1 | 6,18 |
| 1,5 | 4,95 |
| 2 | 5,25 |
| 2,5 | 5,35 |
| 3 | 5,48 |
| 3,5 | 5,81 |
| 4 | 5,90 |
| 4,5 | 6,02 |
| 5 | 6,06 |

**CiBoGa 3 Gecombineerde cyclus**




| Installatie ontwerp ($MW_e$) | Terugverdientijd (jaren) |
|---|---|
| 0,5 | 9,13 |
| 1 | 5,89 |
| 1,5 | 5,09 |
| 2 | 4,67 |
| 2,5 | 4,24 |
| 3 | 4,08 |
| 3,5 | 4,12 |
| 4 | 4,00 |
| 4,5 | 3,87 |
| 5 | 3,69 |

*Figuur 7.3 Terugverdientijden van diverse conversiesystemen*

## 7.3 Inrichtingseisen

Ten aanzien van de dimensionering en het ruimtebeslag van de conversie-installatie gelden de volgende richtlijnen:

1. Voor de conversie-installatie op het CiBoGa-terrein is een plek van 40 x 60 m voldoende.
2. Deze plek moet liggen op een plaats die gemakkelijk toegankelijk is voor transport over de weg (indien mogelijk zou ook een plek bij een kanaal voor watertransport te overwegen zijn; uit het onderzoek in dit rapport blijkt dat dit praktisch, althans voor het CiBoGa-terrein, niet te verwezenlijken is).
   Districtsverwarmingssystemen kunnen over diverse kilometers opereren, dus de afstand tot de huizen is technisch gezien niet kritisch. De kosten van dergelijke buisverwarmingssystemen (circa *f* 1.000,- per strekkende meter) daarentegen kunnen wel kritisch zijn.
   De enige andere overweging voor de fabriekslocatie is wind, dit met betrekking tot het ontwerp van de schoorsteen. De schoorsteen moet hoog genoeg zijn om een goede verspreiding van de rook te verzekeren, waarschijnlijk 30 m of meer. Het detailontwerp zal afhangen van de lokale regels op dit gebied.
3. De meeste voorraad van houtsnippers zal buiten de stad aangehouden moeten worden in verband met dit met dagelijkse leveringen aan de installatie. De voorraad op de plek is binnen het fabrieksterrein en zou voldoende moeten zijn voor 2 tot 4 dagen in het geval van slecht weer.
4. De infrastructuur voor districtsverwarming is erg eenvoudig: twee geïsoleerde buizen tot 200 mm diameter worden samen met waterleidingbuizen, elektriciteits-, kabel- en telefoonleidingen onder het wegdek tegelijkertijd aangelegd.
5. Wat het ontwerp van de huizen betreft, is op te merken dat het mogelijk is om een districtsverwarmingssysteem te koppelen aan een gangbaar verwarmingssysteem in elk huis. Het systeem kan de plek van de boiler innemen en is verder direct te koppelen aan het gangbare radiatorensysteem. Een meter kan de totale gebruikte verwarming meten. Battle McCarthy beveelt echter een laag energetisch systeemontwerp aan voor alle woningen, waarbij een vloerverwarmingssysteem continu werkt. Dit zal dagelijkse pieken in de vraag naar verwarming elimineren.

Voor het gebied Zuid-Oost kan de dimensionering iets anders verlopen als voor de installatie in het CiBoGa-gebied. Dit vanwege de bestaande gebouwen en de gefaseerde ontwikkeling van nieuwe gebouwen. Battle McCarthy denkt namelijk aan verschillende kleinere installaties op plekken van 80 x 40 m.

## 7.4 Milieuhygiënische aspecten

Met betrekking tot de milieuhygiënische aspecten dient bij de realisatie van de installaties aandacht te worden besteed aan:
- emissie van stof bij op- en overslag van brandstof;
- emissie van stof via rookgassen;
- gasvormige emissies via rookgassen;
- hinderaspecten (geur, geluid, aanvoer brandstof).

Met betrekking tot de stofemissie bij op- en overslag kan worden opgemerkt dat dit plaats dient te vinden door middel van gesloten systemen. Hierdoor kan de emissie van stof naar de omgeving worden voorkomen. De emissie van stof en de emissie van gasvormige componenten via de rookgassen dienen te voldoen aan de hiervoor geldende milieuhygiënische criteria.

Voor de verbranding van schoon resthout gelden de volgende emissiegrenswaarden (Bijzondere Regeling voor de verbranding van schoon resthout, NeR):
- CO: 250 mg/nm$^3$;
- $C_xH_y$: 50 mg/nm$^3$;
- stof: 25 mg/nm$^3$.

Deze waarden kunnen bij de toepassing van moderne verbrandings- en vergassingssystemen (ruim) worden onderschreden.

Hierna zijn de emissies weergegeven bij het decentraal verbranden van schoon hout in een moderne warmte/kracht-installatie.

Rookgassamenstelling van de verschillende componenten in mg/m$^3$:

CO : 50
$C_xH_y$ : 10
$NO_x$ : 50
$SO_2$ : 12
Cl : 10
Stof : 25

Met betrekking tot de hinderaspecten kan worden gesteld dat de installaties dienen te voldoen aan de milieuhygiënische grenswaarde voor zowel geur als geluid. Gesteld kan worden dat aan deze voorwaarden kan worden voldaan.

In Denemarken zijn de eisen aan emissies strenger naarmate een installatie dichter bij de woningen staat. De bioconversie-installaties in Denemarken hebben meestal stro als brandstof; deze bevinden zich veelal op een afstand van 500 à 1.000 m van de woningen (informatie: Novem, E. v.d. Heuvel).

Met betrekking tot mogelijke hinder door de aanvoer van brandstof, kunnen in dit stadium geen uitspraken worden gedaan. Enerzijds hangt de intensiteit van het transport af van de wijze van transport, waarbij de eventuele hinder eveneens gerelateerd is aan de routing.

Samengevat kan worden gesteld dat de installaties naar verwachting kunnen voldoen aan de geldende milieuhygiënische criteria. Met betrekking tot de eventuele aantasting van het leefklimaat in de woongebieden, blijkt uit

ervaringen uit het buitenland dat deze nauwelijks plaats hoeft te vinden. Een punt van aandacht wordt hierbij gevormd door de aanvoer van de biomassa.

# 8. WERKGELEGENHEIDSASPECTEN

In dit hoofdstuk komen de specifieke werkgelegenheidsaspecten aan de orde die samenhangen met het gebruiken van wilgenhoutsnippers als brandstof in een conversie-installatie. Aan de orde komen zowel de werkgelegenheid rondom de teelt, het transport als bij de conversie. Ook de indirecte effecten komen aan de orde.

## 8.1 Teelt

De teelt van wilgen in korte omlopen is een relatief extensieve teelt die weinig arbeid vraagt vergeleken met andere teelten. In vergelijking met braak gelegde akkerbouwgronden is deze teelt wel intensief en geeft een duidelijke meerwaarde aan de werkgelegenheid en aan de economie. Ook in toeleverende sectoren (machines, plantmateriaal) geeft een dergelijke teelt duidelijk meer economische activiteit dan braak gelegde akkerbouwgrond. Tabel 8.1 geeft een indruk van de uren arbeid die de teelt per hectare vergt. Deze gegevens zijn voor een deel afkomstig van praktijkbedrijven in Zweden en zijn ten dele aangepast aan de Nederlandse situatie (kortere omloop van 3 jaar en waarschijnlijk wel herplanten van niet aangeslagen stekken). Hierbij moet wel de aantekening gemaakt worden dat in Zweden reeds veel ervaring is met deze teelt. In het begin zal er in ons land vanwege het ontbreken van ervaring op dit terrein en fouten die gemaakt worden de arbeidsbehoefte duidelijk hoger zijn. Verondersteld is verder een perceel van een redelijke omvang, ongeveer 10 ha, zodat de werkzaamheden redelijk efficiënt uitgevoerd kunnen worden.

Uit tabel 8.1 blijkt dat de meeste arbeidsuren zitten in de oogst (67%). De exploitatie neemt 18% van de tijd voor haar rekening, het aanleggen van de plantopstand 9% en het rooien en opruimen van de stobben 6%. Het totale aantal benodigde arbeidsuren per hectare per rotatie bedraagt ongeveer 177. Gemiddeld per jaar komt dit neer op 7,5 à 8 uur per hectare per jaar.

Zoals al eerder is vermeld is deze teelt dus relatief extensief (ter vergelijking: het gemiddelde aantal gewerkte uren op het grotere akkerbouwbedrijf in de Veenkoloniën bedraagt ongeveer 45 per hectare). In vergelijking met het braak leggen van gronden is de teelt wel intensiever.

Als de conversie-installatie op het CiBoGa-terrein gestookt zou worden met geteeld wilgenhout uit korte omlopen, dan is ongeveer 9.000 ton ovendroog materiaal per jaar nodig. Hiervoor zou 800 ha nodig zijn. Met een arbeidsbehoefte van gemiddeld 8 uren per hectare levert dit een arbeidsbehoefte van 6.400 uren per jaar op, wat globaal overeenkomt met omgerekend 4 arbeidsjaren.

*Tabel 8.1 Arbeidsuren per hectare in een wilgenteelt in korte omlopen*

| | Per jaar | Per rotatie |
|---|---|---|
| Plantbedvoorbereiding (stoppelen, onkruidbestrijding, ploegen, eggen) | 4,5 | |
| Planten | 4,0 | |
| Onkruidbestrijding | 1,7 | |
| Bemesten | 0,4 | |
| Administratie, planning, toezicht | 1,0 | |
| Herplanten | 5,0 | |
| Totaal uren vereist bij stichting | 16,6 | 16,6 |
| Onkruidbestrijding jaar 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20 | 0,6 | 4,2 |
| Bemesten jaar 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20 | 0,4 | 2,8 |
| Toezicht, beheer, planning, elk jaar | 1,0 | 24,0 |
| Oogsten/maaien jaar 2 | 1,3 | 1,3 |
| Oogsten jaar 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23 | 1,8 | 12,6 |
| Transport jaar 2 | 10,1 | 10,1 |
| Transport jaar 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23 | 13,6 | 95,2 |
| Totaal uren vereist bij exploitatie en oogsten | | 150,2 |
| Rooien en opruimen stobben jaar 23 of 24 | 9,9 | 9,9 |
| Totaal uren per rotatie | | 176,7 |

## 8.2 Transport

Bij de veronderstelling dat de conversie-installatie op het CiBoGa-terrein gestookt zou worden met 9.000 ton wilgenchips afkomstig uit een wilgenteelt in korte omlopen uit de regio, is de volgende berekening op te zetten voor het transport per vrachtauto.

Per vracht kunnen er 90 $m^3$ chips mee die omgerekend 15 ton ovendroog materiaal bevatten. Er moet dus 9.000:15= 600 keer met een vrachtauto naar de conversie-installatie gereden worden, wat gemiddeld 2,5 uur per rit tijd in beslag zal nemen. Dit is 1.500 uur per jaar, wat omgerekend werk voor één persoon betekent. In werkelijkheid zal de arbeidspiek echter in de winterperiode liggen.

## 8.3 Conversie

Toezicht, onderhoud en organisatie in de installatie zal waarschijnlijk met twee personen uit te voeren zijn. Voor de distributie en administratie (rekeningen sturen en innen) zijn ook nog mensen nodig. Maar dit zou ook gelden bij een ander conversiesysteem. Hiervoor wordt dus geen extra werkgelegenheid aan toegerekend.

## 8.4 Synthese werkgelegenheid

Een met wilgenchips gestookte conversie-installatie op het CiBoGa-terrein levert dus omgerekend voor 7 mensjaren directe werkgelegenheid op. In het gebied Zuid-Oost is ongeveer 8 keer zo veel elektriciteit en warmte nodig. Een gebruik in Zuid-Oost van geteelde biomassa als brandstof voor de conversie zou werkgelegenheid opleveren voor 56 mensen. CiBoGa en Zuid-Oost samen levert directe werkgelegenheid op voor 63 mensen.

Naast deze directe werkgelegenheid levert een omschakeling naar met biomassa gestookte conversie-installaties ook extra indirecte werkgelegenheid op. Dit zit vooral in de toeleveringsfeer aan de landbouwbedrijven om de teelt mogelijk te maken. Hierbij kan gedacht worden aan plantmateriaal (stekken), kunstmest, bestrijdingsmiddelen, oogstmachines, grondbewerkingsmaterialen, kiepwagens, tractors. Ook zit extra werkgelegenheid in de overslag (shovel, ruimte) en toelevering aan transportbedrijven (vrachtauto's en onderdelen).

Daarnaast levert een energieteelt op braakland meer op dan alleen braakland; dit zorgt er dus voor dat het inkomen van de teler hoger is dan wanneer hij dit niet doet: zijn koopkracht neemt dus toe. Dit kan weer tot gevolg hebben dat de bestedingen in winkels toenemen.

Een indicatie voor de totale meerwaarde die biomassa voor de lokale inkomens en de werkgelegenheid kan bieden in vergelijking met de fossiele brandstoffen is te berekenen door de totale waarde van de biomassa te nemen aan de poort van de conversie-installatie. Voor CiBoGa vertegenwoordigen chips afkomstig van een wilgenteelt in korte omlopen met een prijs van *f* 9,20 per gigajoule aan de poort van de conversie-installatie per jaar een waarde van 9.000 x 18,5 x *f* 9,20= 1,5 miljoen gulden.

Omgerekend naar volwaardige banen (ongeveer gemiddeld bruto *f* 60.000,- per jaar) zou dit een werkgelegenheid betekenen van ongeveer 25 personen. Naast de hiervoor beschreven 7 personen directe werkgelegenheid bedraagt de indirecte werkgelegenheid omgerekend dus ongeveer 18. Voor het gebied Zuid-Oost kan op dezelfde manier een totale werkgelegenheid berekend worden van 200 personen (56 direct en 144 indirect).

Een omschakeling naar een met biomassa gestookte conversie-installatie kan dus een belangrijke bijdrage betekenen voor de lokale werkgelegenheid. Voor CiBoGa en Zuid-Oost samen gaat het om 63 arbeidsjaren directe arbeidsplaatsen en 162 indirecte arbeidsplaatsen.

Door het gebruiken van de lokale mogelijkheden van biomassa wordt dus lokaal extra werkgelegenheid gecreëerd. Deze werkgelegenheid en de daarmee gepaard gaande inkomens worden bij het gebruik van fossiele brandstoffen nu meestal elders gegenereerd (OPEC-landen, oliemaatschappijen of vloeien in de schatkist zoals veel van de opbrengsten van ons landelijke aardgas).

# 9. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

## 9.1 Conclusies

De conclusies zijn onder te verdelen in conclusies rond de energievraag, het aanbod van biomassa, de conversie en andere aspecten.

Energievraag:

- de 1.134 woningen in het CiBoGa-project zullen ongeveer 44 miljoen Megajoule per jaar warmte gebruiken (overeenkomend met 1,25 miljoen $m^3$ aardgas) en een elektriciteitsbehoefte hebben van ruim 3,5 miljoen kilowattuur per jaar;
- voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad Groningen van bruto 600 ha worden naast 5.000 woningen ook een industriegebied van 100 ha, een school en een winkelcentrum gepland. De totale warmtebehoefte wordt globaal geraamd op 358 miljoen megajoule. Dit komt overeen met ongeveer 10 miljoen $m^3$ aardgas per jaar. De totale elektriciteitsbehoefte zal voor het gehele gebied ongeveer 26 miljoen kilowattuur per jaar bedragen.

Aanbod van biomassa:

- de gemeente Groningen kan uit openbare parken en plantsoenen bij particulieren ongeveer 3.000 ton takkensnoeihout verzamelen. Dit komt ongeveer overeen met 1.500 ton ovendroge tonnen. De brandstofprijs aan de poort van een conversie-installatie bedraagt omgerekend ƒ 0,67 per gigajoule. Hierbij zijn de verzamel- en versnipperkosten niet aan de brandstofprijs toegerekend omdat men die nu ook al heeft (de versnipperkosten bedragen momenteel ƒ 5,60 per gigajoule);
- uit de dertien rond Groningen gelegen gemeenten kan omgerekend ongeveer 15.000 ton takkensnoeihout verzameld worden tegen een prijs van ƒ 1,12 aan de poort van een conversie-installatie. Ook hier zijn de verzamel- en versnipperkosten niet meegerekend;
- uit de gemeente Groningen en omliggende gemeenten is er ongeveer 360 ton schoon sloophout beschikbaar tegen ongeveer dezelfde prijzen als dat van snoeihout;
- uit de 40.000 ha bos in de drie noordelijke provincies zou per jaar omgerekend 41.500 ovendroog resthout benut kunnen worden tegen een prijs van ruim ƒ 7,- per gigajoule aan de poort van de conversie-installatie;

- de hoeveelheid dunningshout per jaar uit de bossen van de drie noordelijke provincies bedraagt bijna 64.000 ton (ovendroog). De prijs bij de conversie-installatie bedraagt bijna *f* 14,- per gigajoule;
- hout uit de pas aangelegde bossen op voormalige landbouwgronden kan op termijn een bijdrage leveren van 72.000 ovendroge tonnen per jaar tegen een prijs van ruim *f* 9,- per gigajoule;
- de energieteelt van wilgen in hoge dichtheden en korte omlopen in Groningen en Drenthe op braak gelegde gronden zou een bijdrage aan de energievoorziening kunnen leveren voor een prijs van ruim *f* 9,- per gigajoule. Als alle braak gelegde gronden in 1994 in Groningen en Drenthe benut geweest zouden zijn, hadden er op deze 15.500 ha omgerekend 175.000 ovendroge tonnen houtsnippers beschikbaar kunnen zijn, uitgaande van de veronderstelling dat de teelt een minimaal saldo moet opleveren van *f* 2.000,- per hectare. Bij deze berekening is ook verondersteld dat de huidige braaklegpremie van *f* 1.075,- gehandhaafd blijft en dat de drogestofproductie van de teelt na de eerste oogst op 12 ton per hectare zal liggen.
  Om een saldo van *f* 2.700,- per hectare te verkrijgen is een energieprijs aan de poort van een conversie-installatie nodig van *f* 12,- per gigajoule;
- het gunstigste transport voor de afvoer van geoogste chips uit de wilgenteelt in korte omlopen over een afstand van gemiddeld 25 km tot een verwerkingsinstallatie is afvoer per vrachtauto. Afvoer per schip en kiepwagen door de boer is duurder.

Conversie:

- uitgaande van de huidige energieprijzen en na diverse doorrekeningen wordt voor het CiBoGa-gebied aanbevolen een conventionele warmte/kracht-installatie te bouwen van 1 MWe en 4 MWth. Deze installatie zou praktisch volledig kunnen draaien op het snoeihout (totaal circa 9.000 ton ovendroog) en het schone sloophout (circa 360 ton) van de gemeente Groningen en van de omliggende gemeenten. Proeven met wilgenteelt in korte omlopen zouden voor het resterende hout kunnen zorgen. De terugverdientijd van deze installatie is berekend op 3,7 jaren (inclusief het buisverwarmingssysteem);
- over in periode van vijf tot tien jaar mag verwacht worden dat de nieuwe technologie van houtvergassing en een intern verbrandingssysteem in combinatie met een stoomturbine operabel is. Een dergelijke installatie of meerdere zouden gebouwd kunnen worden in het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad. Vooral voor de conversie van houtachtig materiaal kan dit voor de nabije toekomst de meest efficiënte techniek worden;
  Voorgesteld wordt een 5 MWe gecombineerde vergassings- en stoomturbine warmte/kracht-installatie(s) te bouwen (4 MWe vergassings- en gasturbine en 1 MWe stoomturbine). De kapitaalskosten voor deze installatie zullen ongeveer 15 miljoen gulden bedragen. Er zal ongeveer 15.000 ton ovendroog houtig materiaal nodig zijn voor een dergelijke installa-

tie. De terugverdientijd van een dergelijk systeem is berekend op 2,4 jaren (zonder subsidie; de brandstof is voor de ene helft geteeld met de energieteelt van wilgen in korte omlopen en voor de andere helft met plantsoenhout).

Overige conclusies:

- omschakeling naar met biomassa gestookte warmte/kracht-conversie-installaties kan een belangrijke bijdrage betekenen voor de lokale werkgelegenheid. Bij een energieteelt van wilgen in korte omlopen gaat dit voor het CiBoGa-gebied om 7 arbeidsjaren directe werkgelegenheid en 18 arbeidsjaren indirecte werkgelegenheid.
  Voor het zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad Groningen gaat het om 56 arbeidsjaren directe en 144 indirecte arbeidsplaatsen. Benutting van alle braakland in Groningen en Drenthe voor deze energieteelt zou een extra werkgelegenheid creëren van 133 arbeidsjaren (teelt: 76, transport: 19, conversie: 38) en een indirecte werkgelegenheid (spin-off) van 340 arbeidsjaren;
- emissies bij het decentraal verbranden van schoonhout in moderne warmte/kracht-installaties liggen ver onder de wettelijke toegestane niveaus;
- de met biomassa gestookte conventionele warmte/kracht-installatie op het CiBoGa-terrein levert een emissiereductie ten opzichte van gangbare fossiele brandstoffen op van 7.700 ton $CO_2$, 7 ton SOx en 13 ton NOx per jaar. De beschreven vergassingsinstallatie levert een emissiereductie op van ruim 29.300 ton $CO_2$, 36 ton SOx en 51 ton NOx.

## 9.2 Aanbevelingen

Het benutten van biomassastromen voor elektriciteitsproductie en verwarmingsdoeleinden voor woonwijken en andere gebruikersgroepen is een nieuwe ontwikkeling. Deze ontwikkeling past uitstekend in het nationale (en internationale)milieu- en energiebeleid. Het benutten van biomassastromen voor energiedoeleinden levert een concrete duurzame bijdrage aan het reduceren van $CO_2$-emissies (en daarmee aan het broeikaseffect) en aan een verdere energiediversificatie. Het benutten van biomassa, inclusief specifiek geteelde biomassa zoals de energieteelt van wilgen in korte omlopen, levert een daadwerkelijke directe bijdrage aan een positieve energiebalans (de verhouding energie-input en output ligt voor deze wilgenteelt in korte omlopen op ongeveer 16 à 17; dat wil zeggen dat een dergelijke teelt na verbranding en benutting van de energie hiervan 16 à 17 keer zoveel energie oplevert dan er aan energie in deze teelt gestopt is); dit in tegenstelling tot het benutten van fossiele brandstoffen, waarbij men alleen maar energie consumeert, die in vroeger tijden door planten vastgelegd is. Tevens levert het benutten van biomassastromen extra werkgelegenheid en inkomen op (zowel voor de landbouwsec-

tor als verwante sectoren) en kan een bijdrage leveren aan een afwisselender landschap en natuur.

In deze studie is voor twee concrete projecten (CiBoGa en Zuidoost) voor de gemeente Groningen weergegeven hoe de actuele en potentiële biomassastromen gebruikt kunnen worden voor het opwekken van elektriciteit en voor verwarmingsdoeleinden. Deze studie laat zien dat dit ook economisch haalbaar kan zijn.

In de eerste fase wordt voor het CiBoGa-gebied een conventionele warmte/kracht-installatie van 1 MWe en 4 MWth voorgesteld die hoofdzakelijk voor brandstof gebruik zal maken van al aanwezig snoeihout uit de gemeente Groningen en omliggende gemeenten. Een dergelijke installatie kan voor deze wijk in alle elektriciteit voorzien en voor 70% van de warmte. Voorts levert deze installatie een zelfde hoeveelheid "groene" stroom aan het net.

Inmiddels kan er ook een begin gemaakt worden met de energieteelt van wilgen in korte omlopen; de oogst hiervan kan in deze installatie gebruikt worden. Voor agrariërs is dit een belangrijk punt om aan een energieteelt te beginnen: er is nu een afnemer.

Over een aantal jaren zal waarschijnlijk de nieuwe en nu nog in ontwikkeling zijnde technologie van een (hout)vergassingsinstallatie en een intern gasverbrandingssysteem in combinatie met een stoomturbine operabel zijn. Een dergelijke installatie of meerdere daarvan zouden gezet kunnen worden in het zuidoostelijk uitbreidingsgebied van de stad Groningen. De energieteelt van wilgen in korte omlopen zou hiervoor in potentie de benodigde brandstof kunnen leveren.

De gemeente Groningen zou de eerste in ons land zijn die voor de elektriciteitsvoorziening en de verwarming in een woonwijk gebruik zou maken van een met biomassa gestookte gecombineerde warmte/kracht-installatie. In eerste instantie is het benutten van het snoeihout van particulieren en van de plantsoenen uit de gemeente Groningen zelf en de omliggende gemeenten de beste optie. Een aantal jaren later kan de wilgenteelt in korte omlopen een aantrekkelijke zaak worden. Dit zou de eerste echte commerciële energieteelt in ons land zijn. Ook in de ons omringende landen is nog geen ervaring op dit gebied. Zeer veel praktijkervaring op dit gebied is er in Zweden.

Een project in de gemeente Groningen kan als proef en voorbeeld dienen voor andere gebieden. De in dit rapport weergegeven studie kan als een testcase haalbaarheidsonderzoek gezien worden. Ook elders liggen er mogelijkheden om gebruik te maken van biomassa ten behoeve van lokale elektriciteitsopwekking en warmtevoorziening. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de mogelijkheden niet overal hetzelfde zijn: het aanbod van biomassa, de soorten biomassa (al of niet geteeld) en de prijzen kunnen lokaal verschillen.

Hierna zijn een aantal aanbevelingen geformuleerd. De aanbevelingen zijn gesplitst in lokale regionale, landelijke en internationale beleidsaanbevelingen om de verdere implementatie en ontwikkeling van energie-opwekking uit biomassa en met name energieteelten te stimuleren.

*Lokale regionale aanbevelingen*

De gemeente Groningen zou de volgende stappen kunnen nemen om een biomassa-energiesysteem verder te kunnen ontwikkelen voor het CiBoGa-terrein of het zuidoostelijk uitbreidingsgebied:

- het organiseren van een presentatie voor belangrijke leden en partijen binnen en buiten de gemeente om een breder draagvlak te creëren;
- contacten leggen met elektriciteitsbedrijf of andere bedrijven voor de exploitatie;
- nadere studies laten doen rondom het gebouwontwerp en de energievraag;
- nadere studies laten doen rondom de locatie van de installatie en het schoorsteenontwerp en emissie;
- er zijn nog onduidelijkheden ten aanzien van ruimtelijke ordeningsaspecten (met name ligging ten opzichte van bebouwing): contacten met het buitenland op dit gebied worden aanbevolen;
- benaderen van de EU en/of anderen voor mogelijke subsidies rondom dit project;
- benadrukken dat energie uit biomassa een groen imago kan geven (als je het goed doet);
- benadrukken dat een dergelijk project een bijdrage kan leveren aan de lokale werkgelegenheid;
- benadrukken dat het voorgestelde model een duurzame manier van energiebenutting is met een positieve bijdrage voor het milieu ($CO_2$ neutraal; het levert een uitstekende bijdrage aan de stabilisering van het broeikaseffect, nutriëntenkringloop).

Als eenmaal besloten is om een project te starten dienen we ons bij dergelijke nieuwe ontwikkelingen goed te realiseren dat het belangrijk is dat er reeds in een vroeg stadium een goede voorlichting gegeven moet worden aan alle betrokken partijen.

Hierbij kan men denken aan:

- algemene voorlichting over de doeleinden die men wil bereiken;
- zaken rond de bouw van de installatie (emissies, lawaai, verkeer, plek en geur);
- voorlichting over de wijze van inzameling van plantsoenafval;
- voorlichting over de teelt aan boerenorganisaties en aan boeren.

Om dit te bereiken kan men bijvoorbeeld gebruik maken van de volgende middelen:

- aanstellen van een contactpersoon;
- projectgroep installeren voor de uitwerking;
- maken van brochures;
- lokale organisaties consulteren;
- openbare bijeenkomsten en tentoonstellingen houden;
- lokale media inschakelen en benutten;

- open dagen en veldbezoeken houden;
- voor de teelt: voorbeeldpercelen aanleggen.

*Landelijke aanbevelingen*

- Uit dit onderzoek blijkt dat er potentieel op termijn mogelijkheden zijn voor een rendabele energieteelt van wilgen in korte omlopen. Veel onderzoek rondom deze teelt en rondom de conversie is gedaan in andere landen. Aan te raden is om de resultaten hiervan goed te benutten en toepasbaar te maken in ons land.
- Ook elders in het land liggen mogelijkheden om een dergelijke ontwikkeling op te starten. Afhankelijk van de beschikbaarheid, soorten en prijzen van de verschillende potentiële biomassastromen en van de lokale vraag naar elektriciteit en warmte zal deze ontwikkeling uit kunnen. Nadere lokale haalbaarheidsstudies kunnen hier meer inzicht in geven.
- Omdat een dergelijke ontwikkeling nieuw is en op termijn perspectief biedt, zouden in de aanvangsfase subsidies verstrekt kunnen worden. Dit om de ontwikkeling op gang te brengen en om mensen over de streep te trekken om aan een dergelijke teelt te beginnen.
  Hierbij zou men aan de volgende teeltstimuleringsmaatregelen kunnen denken:
  a. een investeringssubsidie voor de plantopstand (bijvoorbeeld vergelijkbaar met de huidige regeling ter stimulering van bossen op landbouwgronden);
  b. een garantie van de braaklegpremie over een langere tijd (nu maar 5 jaar);
  c. fiscale versnelde afschrijving bieden van de plantopstand (milieu-investering);
  d. vrijstelling van inkomstenbelasting van een energieteelt;
  e. waarborgen dat de planologische bestemming landbouwgrond blijft, zodat men geen risico loopt ten aanzien van bestemmingsveranderingen van de grond.
- Voor de conversie-installatie(s) zouden aanvullende gelden beschikbaar gesteld kunnen worden door middel van EU of landelijke subsidies. Ook hier kunnen vervroegde afschrijvingen (milieu-investering), Groenfondsgelden en verkoop van groene elektriciteit de rentabiliteit verder verhogen. Bij een zelfde consumentenelektriciteits- en verwarmingsprijs als elders kunnen voordelen aangewend worden voor een hogere brandstofprijs aan de poort, die ten goede kunnen komen aan de telers.

*Internationale aanbevelingen*

Een ontwikkeling zoals in dit rapport geschetst, kan op andere plaatsen en regio's in de Europese Gemeenschap ook tot stand worden gebracht. Op veel plaatsen zal dit waarschijnlijk gemakkelijker mogelijk zijn dan in ons land. Dit komt omdat er per hectare doorgaans in andere landen gemiddeld minder verdiend wordt. Een energieteelt van wilgen in korte omlopen is het gemakke-

lijkst op braak gelegde gronden: de braaklegpremie voor deze gronden mag behouden worden. In ons land was er in 1994 28.000 ha cultuurgrond braak gelegd. In landen als Engeland, Frankrijk en Duitsland liggen vele honderdduizenden hectares braak. Aan boeren met deze gronden worden braaklegpremies gegeven om deze uit productie te houden. Dit in het kader van het gevoerde marktordeningsbeleid (MacSharry-maatregelen). Een energieteelt van bijvoorbeeld wilgen in korte omlopen op deze gronden zou voor vele regio's beter zijn voor de lokale werkgelegenheid en het milieu. Ook kan een dergelijke teelt een aanzienlijke bijdrage leveren aan een duurzame energievoorziening: fossiele brandstoffen gebruiken is uiteindelijk een vorm van roofbouw plegen ten koste van toekomstige generaties.

De EU zou uiteindelijk meer haar verantwoordelijkheid dienen te nemen om deze vorm van duurzame energievoorziening te stimuleren. De hiervoor vermelde regionale en landelijke aanbevelingen zijn ook voor de EU van toepassing.

# SLOTBESCHOUWING

Aan het gebruik van biomassa als brandstof zitten veel voordelen ten opzichte van het gebruik van fossiele brandstoffen. Dit zijn zowel milieuvoordelen (verminderen $CO_2$-uitstoot, het niet uitputten van fossiele brandstoffen), economische voordelen (minder import fossiele brandstoffen, meer lokale bedrijvigheid met de daarbij horende spin-off) als ecologische voordelen (meer diversiteit, landschappelijke variatie).

Duurzame vormen van energieopwekking, waarvan het benutten van biomassa er één is (naast bijvoorbeeld windenergie, zonnecollectoren, waterkracht, golven, getijdenwerkingen) komen nog maar moeilijk van de grond. Dit heeft enerzijds te maken met de prijs en de gemakkelijke beschikbaarheid van de huidige fossiele brandstoffen en anderzijds met de onbekendheid van alternatieve vormen van energieopwekking.

In deze studie is gekeken naar de lokale beschikbaarheid en de prijzen van actuele en potentiële biomassastromen van houtige origine in de buurt van Groningen. Dit in verband met een mogelijke concretisering van het benutten van deze biomassa in warmte/kracht-installaties ten behoeve van de elektriciteitsopwekking en warmtevoorziening voor het CiBoGa-gebied (ruim 1.100 woningen in de binnenstad van Groningen) en voor het toekomstige zuidoostelijke uitbreidingsgebied van de stad Groningen (600 ha met onder meer 5.000 woningen, industrie, winkelcentrum, en dergelijke).

Onderzocht zijn de hoeveelheden en prijzen van snoeihout en schoon sloophout in de gemeente Groningen en de omliggende gemeenten, dunnings- en resthout uit de gewone bosbouw in de drie noordelijke provincies, hout uit nieuwe bossen in de provincie Groningen en specifiek geteeld energiehout in de provincies Groningen en Drenthe.

Uit het onderzoek kwam naar voren dat er in de omgeving van Groningen in potentie zeer veel biomassa van houtige origine aanwezig is: globaal zouden met de in dit onderzoek onderzochte stromen alle woningen in de gehele stad Groningen van elektriciteit en warmte kunnen worden voorzien. Het gebruiken van houtsnippers als brandstof in conversie-installaties voor opwekking van elektriciteit en warmte kan dus lokaal een aanzienlijke bijdrage leveren in de energievoorziening. In dit verband dient ook opgemerkt te worden dat er naast de onderzochte houtige biomassastromen nog meer mogelijkheden zijn. Zo zijn er nog meer gemeenten in Groningen en Drenthe met snoeihout en schoon sloophout dan de gemeenten die aan de stad Groningen grenzen. Ook is er houtafval van houtverwerkende bedrijven (timmerfabrieken, bouwafval, meubelindustrie) dat momenteel niet verzameld wordt.

Uit deze studie blijkt dat voor het CiBoGa-gebied het benutten van snoei- en schoon sloophout als brandstof voor een conventionele warmte/kracht-installaties goed mogelijk is. Een dergelijke installatie kan bijna volledig draaien

op het snoeihout en schoon sloophout uit de gemeente Groningen en de omliggende gemeenten. Een dergelijke installatie kan ook goed concurreren met een met fossiele brandstoffen gestookte installatie uitgaande van de veronderstelling dat de kosten voor het verzamelen en versnipperen van dit snoeihout op dezelfde manier toegerekend worden als nu het geval is.

Hierbij is wel een verdere intensivering rondom de verzameling van dit hout en verdere samenwerking met de omliggende gemeenten rond de stad Groningen noodzakelijk. Het is dan mogelijk om met dit verzamelde snoei- en sloophout via de conversie-installatie de toekomstige woningen op het CiBoGa-terrein van elektriciteit en warmte te voorzien. Het voordeligste is het om op het CiBoGa-terrein een installatie te bouwen van 1 megawatt-elektrisch en 4 megawatt-thermisch te bouwen. Deze installatie kan alle woningen van elektriciteit en voor 70% van de benodigde warmte voorzien. De rest van de warmte wordt verkregen op andere wijze (bijvoorbeeld verwarming van het warmte-overschot van het nabijgelegen academisch ziekenhuis). De installatie op het CiBoGa-terrein levert verder veel elektriciteit terug aan het net dat verkocht kan worden als "groene stroom".

Om in het zuidoostelijk uitbreidingsgebied van de stad Groningen ook biomassa als brandstof te gaan benutten in warmte/kracht-installaties voor elektriciteits- en warmtevoorziening zijn grotere stromen houtig materiaal nodig. In potentie is dit in Groningen in ruime mate voorhanden. Op een termijn zo'n vijf tot tien jaar kan in het zuidoostelijk uitbreidingsgebied van de gemeente Groningen de waarschijnlijk dan meer uitontwikkelde technologie van houtvergassing een rendabele benutting van houtige biomassastromen mogelijk laten zijn.

De teelt van energiegewassen is dan een reële optie. Hierbij kan gedacht worden aan de voor ons land nieuwe teelt van wilgen in korte omlopen en in hoge dichtheden. Met deze teelt is een relatief hoge drogestofproductie per hectare mogelijk (lang groeiseizoen). In ons land is er praktisch nog geen ervaring met deze teelt. Voorgesteld wordt om zoveel mogelijk gebruik te maken van de ervaringen en proeven van andere landen. In een land als Zweden hebben al 1.500 boeren deze energieteelt op 15.000 ha grond.

Op braakland zou deze teelt kunnen concurreren met andere gewassen. In Groningen en Drenthe was in 1994 15.500 ha braakland. Het gebruiken van dit braakland voor het telen van een energieteelt zoals wilgen in korte omlopen en hoge dichtheden heeft een gunstig effect op de directe en indirecte werkgelegenheid. Benutting van alle braakland in Groningen en Drenthe voor de energieteelt van wilgen in korte omlopen zou naar schatting een extra directe werkgelegenheid creëren van 133 arbeidsjaren (teelt: 76, transport: 19, conversie: 38) en een indirecte werkgelegenheid (spin-off) van 340 arbeidsjaren. Ook aan het benutten van de andere houtige biomassastromen zitten werkgelegenheidsaspecten. In het kader van deze studie zijn deze niet onderzocht.

Gezien vanuit het oogpunt van werkgelegenheid en ook gezien vanuit de reeds eerder aangegeven voordelen is het aan te bevelen om te beginnen met ervaring op te doen met een dergelijke energieteelt. Het lijkt de moeite waard om ervaring op te gaan doen met deze technologie en met het gehele

proces (teelt, verzameling, transport). Groningen kan een voorbeeldfunctie op dit gebied vervullen voor ontwikkelingen elders.

Het telen van energiegewassen is momenteel alleen mogelijk (en dan onder bepaalde voorwaarden) op braak gelegde gronden. Als de energieprijzen in de toekomst zullen stijgen en/of met gebruikmaking van nieuwe conversietechnologieën, zoals het in dit rapport beschreven houtvergassingssysteem, zouden deze energiegewassen meer kunnen gaan concurreren met andere gewassen. Ook op niet braak gelegde gronden kunnen dan dergelijke gewassen geteeld gaan worden. Of dit zal gebeuren hangt ook samen met de rentabiliteit van het telen van de gewone voedselgewassen.

Een probleem op dit moment om nieuwe energiesystemen te ontwikkelen is de huidige overcapaciteit van de diverse conversie-installaties (zowel lokaal als in het gehele land). Niettemin lijkt het een goede zaak om het telen van energiegewassen op braakliggende gronden te stimuleren; het is een duurzame energiebron en is goed voor het milieu. Het levert extra werkgelegenheid op en heeft positieve effecten op natuur en landschap.

In dit rapport staan aanbevelingen om deze teelt concreet te stimuleren. Deze aanbevelingen zijn zowel van economisch-fiscale als van meer operationele aard. Van belang is vooral dat er een eenduidig beleid gevoerd gaat worden dat ook op termijn continuïteit heeft. Dit geldt niet alleen op het lokale en nationale niveau, maar ook op EU-niveau.

# GESPREKSPARTNERS

Bijsterveld, dhr.
Over- en opslagbedrijf Mulder Jansen
Appingedam

Boer, dhr. R. de
Beheerder afdeling vastgoed
Gemeente Groningen

Boersma, dhr.
Bedrijfsleider Afvalverwijdering Regio Centraal Groningen (ARCG)
Groningen

Bosgroep Salland Twente
Heino

Broek, dhr. F.H.K. ten
Dienst R.O. en E.Z.
Gemeente Groningen

Bunskook, dhr.
Grontmij
Assen

Deelen, dhr. J.G.
Directie Internationale Zaken
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Den Haag

Does, dhr. J.
Projectleider "CiBoGa"-terrein
Gemeente Groningen

Face, Stichting
Arnhem

Gelder, dhr. A. de
Hoofd Terreinbeheer Staatsbosbeheer
Lelystad

Heuvel, Dhr. E. v.d.
Novem, Utrecht

Kooy, dhr. v.d.
Milieudienst
Gemeente Groningen

Kuiper, dhr.
Taxateur afdeling Vastgoed
Gemeente Groningen

Leever, mw. M.A.
Milieudienst
Gemeente Groningen

Maaré, mw. M de
Milieudienst
Gemeente Groningen

Meeuwissen, dhr. T.
Directie Noord
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Groningen

Meteren, mw. v.
Directie Juridische Zaken
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Den Haag

Meijden, dhr. G. v.d.
Auteur rapport logistiek wilgenteelt in korte omlopen
Wageningen

Müller, dhr. Ch.
Ontwerper
Gemeente Groningen

Oostra, dhr.
Secretaris ARCG
Groningen

Pebesma, mw. M.
Directie NBLF
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Den Haag

Peppelenbosch, mw.
Lid ARCG
Gemeente Bedum

Polkerman, dhr.
Lid ARCG
Gemeente Zuidhorn

Prent, mw.
Gewest Midden Yssel, afdeling Milieu
Deventer

Ritsema, dhr. D.
Transport-, op- en overslagbedrijf
Groningen

Rosenqvist, dhr. H.
Swedish University of Agricultural Science
Uppsala
Zweden

Schippersbeurs
Rotterdam

Smitsduyzentkunst, dhr.
Hoofd afdeling Volkshuisvesting
Gemeente Groningen

Veen, dhr. B. v.d.
Scheepsbevrachtingen
Delfzijl

Velde, dhr. L. v.d.
Coördinator Bosuitbreidingen Groningen
Directie Noord
Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij
Groningen

Vegt, mw. T. de
Hoofd Plantsoenendienst
Gemeente Groningen

Wiltman, dhr.
Hoofd buitenbezittingen van de gemeente Groningen
Groningen

Wit, dhr. de
Op-, overslag- en transportbedrijf
Siddeburen

Zanten, dhr. v.
Secretaris Noordelijke Land- en Tuinbouworganisatie
Assen

# LITERATUUR


Battle McCarthy (1996)
*Groningen: CiBoGa and Zuid-Oost;* Feasibility study for an Agricultural Fuel Energy System; Final Report, 1996

Berger, P. (1990 t/m 1993)
*Bedrijfsuitkomsten in de Nederlandse Particuliere Bosbouw;* Den Haag; LEI-DLO-publikaties

Bridgewater, A.V. (1993)
*A preliminary study on the technical and economic feasibility of wood gasification for power generation;* juli 1993

Bruchem, C. van et al. (1995)
*Landbouw Economisch Bericht;* Den Haag; Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO); LEI-DLO-publikatie

BTG Biomass Technology Group BV (1996)
*Pretreatment technologies for Energy Crops;* Enschede, BTG

CBS (1994)
*Bodemstatistiek;* Voorburg

Consulentschap Bos- en Landschapsbouw (1989)
*Houtteelt en Populier;* brochure 1989

Doomernik B.V. (1995)
*Haalbaarheidsonderzoek WKK;* Houtindustrie Schijndel; oktober 1995

Eggels, P.G. en S. van Loo (1995)
*Milieu-effecten van de energiewinning uit (afval)hout;* TNO-rapport nr. 94-372; april 1995

Falk Johannes
*Hvisted Energy Forest;* Brochure, Denemarken

Gemeente Groningen (1995)
*CiBoGa, het Scenario;* Groningen

Gewest Midden IJssel (1994)
*Inventarisatie-onderzoek naar alternatieve aanwending van snoeihout ten behoeve van energiewinning in het gewest Midden IJssel;* Deventer

Informatie- en Kenniscentrum Veehouderij/Informatie- en Kenniscentrum Akker- en Tuinbouw (1994)
*Kwantitatieve Informatie voor het Loonbedrijf 1994-1995;* Lelystad

IMAG-DLO (1994/1995)
*Logistiek bij de inzameling van biomassa;* Wageningen

Loo, S. van (1994)
*Onderzoek naar de technische en economische haalbaarheid van een met schoon resthout gestookte warmtelkracht-installatie te Lopik;* TNO-rapport nr. 94-220; juli

Loo, S. van (1995)
*Onderzoek naar de haalbaarheid van de warmtelkracht-opwekking met spaanplaatzaagsel;* TNO-rapport nr. R95-030; februari

Loo, S. van
*Onderzoek naar de haalbaarheid van de toepassing van biomassavergassing voor energie-opwekking op het TNO-complex te Apeldoorn;* TNO-rapport in voorbereiding

Meijden, G.P.M van der en J.K. Gigler (1994)
*Harvesting techniques and logistics of short rotation energy forestry;* IMAG-DLO, LU-Wageningen, Swedish Institute of Agricultural Engineering

Ministerie van Economisch Zaken (1995)
Derde Energienota (1995)

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (1991)
Nota Klimaatverandering

Moore, A. (1995)
*Development of a Standard Methodology for Interagrating Non-Food Crops in Rural Areas with Niche Energy Markets Concerted Action EU-AIR programme Second Year Report*; England, ETSU

Nederlands Normalisatie Instituut (1994)
*NEN 5128: Energieprestatie van woningen en woongebouwen; Bepalingsmethode;* september

Novem (1992)
*De haalbaarheid van de produktie van biomassa voor de Nederlandse Energiehuishouding;* Apeldoorn

Novem (1994)
*Novem Energiegids 1994:* pagina 75

Novem
Kenniscentrum gebouwde omgeving, Apeldoorn; Handboek brancheprofielen, doelgroepen kennis en kengetallen energiegebruik

Novem (1995)
*Energie-efficiency en Ruimtelijke Ordening*; Sittard

Proefstation voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Open Grond/Informatie- en Kenniscentrum voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Open Grond (1993)
*Kwantitatieve Informatie voor de Akkerbouw en de Groenteteelt in de Volle Grond 1993-1994;* Lelystad

Regio Centraal Groningen
*Gemeentelijk Energiebesparingsplan*

Rijk, P.J. (1994)
*The costs and benefits of willow (Salix) in short rotation for niche energy markets in the Netherlands;* Den Haag, Landbouw-Economisch Instituut (LEI-DLO)

Sipkes, J. (1994)
*Rondhout als energiedrager: "Twee vliegen in één klap"*; Stichting Bos en Hout, Wageningen

Stichting CPV (1994)
*Verslag Symposium Brandhout;* Lelystad

TVVL Magazine (1995)
*Themanummer Stadsverwarming;* februari

TVVL, ISSO en Novem (1994)
*Handboek Installatietechniek;* Pagina 1.167

# BIJLAGE

## Bijlage 1 Gehanteerde formules en rekenwijze om de warmtebehoefte te berekenen

$EP = Q_{pres;tot} / (330 \times A_{g;verw} + 65 \times A_{verlies})$

$Q_{pres;tot} = Q_{prim;verw} + Q_{prim;tap} + Q_{prim;vent} + Q_{prim;vl} + Q_{prim;koel} + Q_{prim;bev}$

$Q_{prim;verw} = ((Q_{wb;verw} / \eta_{sys;verw}) - Q_{ze;verw}) / \eta_{opw;verw} + Q_{hulp;verw}$

EP = energieprestatiecoëfficiënt van de woning of het woongebouw

$A_{g;verw}$ gebruiksoppervlakte van de verwarmde zones van de woning in $m^2$

$A_{verlies}$ verliesoppervlakte van de woning of het woongebouw in $m^2$

$Q_{pres;tot}$ karakteristieke totale energiegebruik van de woning of het woongebouw per jaar in MJ

$Q_{prim;verw}$ primaire energiegebruik voor ruimteverwarming in MJ

$Q_{prim;tap}$ primaire energiegebruik voor tapwaterverwarming in MJ
(= $91{,}6 \times A_{g;verw} / \eta_{opw;tap}$)

$Q_{prim;vent}$ primaire energiegebruik voor ventilatoren in MJ
(= $27 \times A_{g;verw}$ voor mechanische afzuiging)

$Q_{prim;vl}$ primaire energiegebruik voor verlichting in MJ
(= $65 \times A_{g;verw}$)

$Q_{prim;koel}$ primaire energiegebruik voor koeling in MJ
(= 0 ; geen koeling aangenomen)

$Q_{prim;bev}$ primaire energiegebruik voor bevochtiging in MJ
(= 0 ; geen bevochtiging aangenomen)

$Q_{wb;verw}$ nettowarmtebehoefte voor verwarming van de woning of het woongebouw in MJ

$\eta_{sys;verw}$ systeemrendement voor ruimteverwarming
(= 0,95 ; warmte/kracht-installatie met individuele bemetering)

$Q_{ze;verw}$ jaarlijkse bijdrage van een actief zonne-energiesysteem in MJ
(= 0 ; geen zonne-energiesysteem aangenomen)

$\eta_{opw;verw}$ opwekkingsrendement voor ruimteverwarming
(= 1,0 ; warmte/kracht-installatie)

$Q_{hulp;verw}$ primaire gebruik aan hulpenergie voor ruimteverwarming in MJ
(= $12 \times A_{g;verw}$ ; circulatiepomp met pompschakeling)

$\eta_{opw;tap}$ opwekkingsrendement van een toestel voor warmtapwaterbereiding (= 0,07 ; doorstroomtoestel met een warmte/kracht-installatie)

$Q_{wb;bruto;tap}$ warmtebehoefte voor tapwaterverwarming inclusief leidingverliezen in de woning in MJ ( = 91,6 x $A_{g;verw}$ )