

Nieuwe biomassaketens in Noord-Holland

Case 1. Biomassavergassingsketen

E. Annevelink & R.M. de Mol 1)

1) Wageningen UR Livestock Research

Rapport nr. 1195

Colofon

Titel	Nieuwe biomassaketens in Noord-Holland; Case 1. Biomassavergassingsketen
Auteur(s)	E. Annevelink & R.M. de Mol
Nummer	1195
ISBN-nummer	978-90-8585-898-0
Publicatiedatum	November 2010
Vertrouwelijk	Nee
OPD-code	OPD-code
Goedgekeurd door	H.L. Bos

Wageningen UR Food & Biobased Research
P.O. Box 17
NL-6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Samenvatting

Om na te gaan welke nieuwe biomassaketens tot ontwikkeling kunnen worden gebracht, zijn enkele mogelijke ketens doorgerekend met het computermodel Bioloco. Het doel hierbij is via een gestructureerde aanpak enkele regionale biomassaketens te identificeren die voldoende perspectief bieden op realisatie op korte termijn in de regio Noord-Holland.

In overleg met twee vertegenwoordigers van het Biomassaplatform Noord-Holland Noord zijn de uitgangspunten geïnventariseerd, de biomassaketens gedefinieerd en doorgerekend. De resultaten zijn geanalyseerd en in dit rapport beschreven.

Voor de biomassaketens is uitgegaan van de biomassasoorten snoeiafval gemeenten, dunningshout bos, snoeihout fruitteilers en stro. De conversietechniek is vergassing. De biomassa is afkomstig van gemeenten in Noord-Holland, Flevoland en Zuid-Holland, het wordt met vrachtwagens getransporteerd en op een bepaald moment gechipt.

Er zijn twee cases bekeken: basis case 1: een centrale vergasser van 40 MWth en basis case 2: twee decentrale vergassers van 20 MWth. Bij elke case zijn drie varianten bekeken: hogere inputcapaciteit, aangepaste prijzen en verminderde beschikbaarheid.

De modeluitkomsten geven inzicht in 1) de kosten en opbrengsten (en winst), 2) het energieverbruik en de energieopbrengst en 3) de broeikasgasemissies en de vermeden broeikasgasemissies.

De resultaten geven aan dat inzet van biomassa in een vergasser positief scoort, zowel financieel, energetisch als qua reductie van broeikasgasemissies. Er lijkt voldoende biomassa beschikbaar. Bij de kleinschaligere vergassers zijn de logistieke kosten lager, maar dat weegt niet op tegen de hogere conversiekosten.

De resultaten van dit onderzoek zijn relevant voor alle partijen in Noord-Holland die initiatieven voor de inzet van biomassa voor energieopwekking van de grond willen krijgen. Belangrijk is dat het beschikbare snoei- en dunningshout in Noord-Holland hiervoor beschikbaar komt.

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1 Inleiding	7
1.1 Achtergrond	7
1.2 Doelstelling	7
1.3 Aanpak	7
1.3.1 Inventarisatie uitgangsgegevens gekozen biomassaketens	8
1.3.2 Nader definiëren eerste opzet biomassaketens	8
1.3.3 Doorrekenen biomassaketens	8
1.3.4 Analyse resultaten	8
1.3.5 Rapportage projectresultaten	9
1.4 Opzet van dit rapport	9
2 Input- en outputgegevens Bioloco	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Globale beschrijving standaardinputgegevens	11
2.2.1 Biomassasoorten	11
2.2.2 Aanbodpatronen	11
2.2.3 Drogingskenmerken	12
2.2.4 Conversietechniek	12
2.2.5 Laad- en loskenmerken	12
2.2.6 Opslagsystemen	12
2.2.7 Transportmiddelen	12
2.2.8 Voorbewerkingstechnieken	12
2.3 Globale beschrijving netwerkspecifieke inputgegevens	13
2.3.1 Netwerkstructuur	13
2.3.2 Biomassabronlocaties & hoeveelheden	13
2.3.3 Transporttakken	13
2.3.4 Eigenschappen biomassacentrale	14
2.4 Typen outputgegevens / resultaten	16
3 Resultaten Basis Case 1: centrale vergasser (40MWth)	17
3.1 Algemene resultaten	17
3.2 Detailresultaten per bron/depot/tak	19
3.2.1 Aanvoer over alle bronnen per maand	19
3.2.2 Aanbodoverschot over alle bronnen per maand	19
3.2.3 Opslagvoorraad over alle bronnen per maand	19
3.2.4 Aanvoer naar centrale over alle bronnen per maand (ton ds)	20
3.2.5 Aanvoer per maand	20
3.2.6 Aantal transporten per maand	22
3.3 Varianten op Basis Case 1	23

3.3.1	Variant 1 - Inputcapaciteit centrale 10% hoger	23
3.3.2	Variant 2 - Aankoopprijs snoeiafval gemeenten verlaagd en dunningshout verhoogd	27
3.3.3	Variant 3 - Slechts 25% dunningshout beschikbaar	30
4	Basis Case 2: decentrale vergassers (2 x 20MWth)	33
4.1	Basis Case 2: twee vergassers van 20MWth	33
4.2	Varianten op Basis Case 2	38
4.2.1	Variant 1 - Inputcapaciteit centrale 10% hoger	38
4.2.2	Variant 2 - Aankoopprijs snoeiafval gemeenten verlaagd en dunningshout verhoogd	40
4.2.3	Variant 3 - Slechts 25% dunningshout beschikbaar	40
5	Discussie	43
6	Conclusies en aanbevelingen	45
6.1	Conclusies	45
6.2	Aanbevelingen	47
	Literatuur	48
	Dankbetuiging	49
	Bijlage A. Gebruikte optimalisatiemethode: Bioloco	51
	Bijlage B. Inputgegevens vergassingscase Noord-Holland	57
	Bijlage C. Detailresultaten van de centrale in Basis Case 1	93

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Het Uitvoeringprogramma van het Biomassaplatform Noord-Holland Noord onderscheidt voor de periode 2008-2011 vijf ontwikkelingslijnen. Eén daarvan is ‘nieuwe biomassa’. Het doel van dit programmaonderdeel is na te gaan welke nieuwe biomassaketens tot ontwikkeling gebracht kunnen worden. Daarbij verstaat men onder een biomassaketen de bron van de biomassa, de logistiek (opslag, voorbewerking en transport) en de conversie. Om te bepalen of het zinvol is te investeren in het opzetten van een nieuwe biomassaketen moet op een gestructureerde wijze kennis gegenereerd worden over alle onderdelen van de keten. Dat betreft zowel fysieke, technische en economische aspecten.

De werkgroep van het platform die zich met nieuwe biomassa bezig houdt was tot de conclusie gekomen dat, voor het in kaart brengen van kansrijke biomassaketens, het gebruik van een ketenmodel gewenst is. Hiermee kunnen potentiële biomassaketens geoptimaliseerd en globaal getoetst worden op hun haalbaarheid. De meest kansrijke biomassaketens kunnen dan vervolgens door geïnteresseerde partijen gedetailleerd uitgewerkt worden tot businessplannen. Na diverse alternatieven afgewogen te hebben is eind 2009 besloten om Wageningen UR opdracht te geven tot uitwerking van een ‘droge’ biomassaketen gebruikmakend van het rekenmodel Biolooco (zie voor een beschrijving bijlage A).

1.2 Doelstelling

Het doel van het project is via een gestructureerde aanpak enkele regionale biomassaketens te identificeren die voldoende perspectief bieden op realisatie op korte termijn in de regio Noord-Holland. Daarbij dient onder meer inzichtelijk gemaakt te worden wat het effect is van keuzen met betrekking tot schaalgrootte in relatie tot economie, transport en CO₂-emissies.

1.3 Aanpak

Het onderzoeksproject is uitgevoerd middels vijf activiteiten te weten:

1. Inventarisatie uitgangsgeschiedenis gekozen biomassaketens
2. Nader definiëren eerste opzet biomassaketens
3. Doorrekenen biomassaketens
4. Analyse resultaten
5. Rapportage projectresultaten

Tijdens de startbijeenkomst met een vertegenwoordiger van het Biomassaplatform (dhr. Bergmeijer) en van HVC (dhr. van Daalen) (de ‘Ketenondersteuningsgroep’) is gekozen voor een biomassaketten met vergassing als technologie. Voor deze biomassaketten is gekeken naar de volgende (door HVC) geïnventariseerde regionale biomassastromen, nl. snoeiafval gemeenten, dunningshout bos, snoeihout fruittelers en stro.

1.3.1 Inventarisatie uitgangsggegevens gekozen biomassaketens

De werkzaamheden hebben zich de eerste twee maanden vooral geconcentreerd op het bijeenbrengen van alle relevante gegevens. Wageningen UR heeft daarvoor lijsten opgesteld van de gegevens die nodig zijn om het Bioloco model te voeden. Aan de Ketenondersteuningsgroep is vervolgens gevraagd bij te dragen aan het beschikbaar krijgen van de benodigde gegevens. De resultaten van het project zijn nl. sterk afhankelijk van de kwaliteit van de aangeleverde gegevens. Voor ontbrekende gegevens zijn standaardgegevens uit het Bioloco model gebruikt.

1.3.2 Nader definiëren eerste opzet biomassaketens

In deze activiteit is in overleg met de opdrachtgever besloten welke varianten van de globaal beschreven biomassaketten nader zouden worden bestudeerd. Dit houdt in dat het biomassaketennetwerk nader is gespecificeerd. Op die manier zijn de randvoorwaarden van de berekeningen vastgelegd zoals: welke biomassasoorten worden aangeboden, in welke hoeveelheden, uit hoeveel bronnen kan gekozen worden, op welke plaatsen is voorbewerking mogelijk (bv. bij de bron of bij de energiecentrale), welke transportvormen worden vergeleken, is tussenopslag mogelijk, wat zijn mogelijke locaties van een centrale, wat is de schaal van de conversie (bv. grootschalig versus meerdere malen kleinschalig) etc. In feite zijn alle mogelijkheden klaargezet waaruit het logistieke model Bioloco kan gaan kiezen tijdens de optimalisatieberekeningen.

1.3.3 Doorrekenen biomassaketens

Het invoeren van de gegevens, het modelleren van het biomassaketennetwerk en het uitvoeren van berekeningen met het logistieke optimalisatiemodel Bioloco is in Wageningen gebeurd. Van de berekeningen zijn telkens overzichtelijke samenvattingen gemaakt, die zijn besproken met de Ketenondersteuningsgroep.

1.3.4 Analyse resultaten

Na een samenhangende set van berekeningen zijn de resultaten door Wageningen UR geanalyseerd en is deze (tussen)analyse vervolgens met de Ketenondersteuningsgroep nader besproken. Hiervoor zijn drie gezamenlijke werksessies belegd. De uitkomst van elke werksessie leidde telkens tot nadere aanpassingen van uitgangsggegevens van de gekozen biomassaketens, waarna in activiteit 3 nieuwe berekeningen zijn uitgevoerd. Zo is de gekozen biomassaketten met varianten stapsgewijs steeds verder verbeterd en is uiteindelijk via een iteratief proces de beste regionale biomassakettenvariant geïdentificeerd.

1.3.5 *Rapportage projectresultaten*

Het voorliggende rapport beschrijft de eindresultaten van de berekeningen en de analyses van varianten van de gekozen biomassaketten.

1.4 **Opzet van dit rapport**

In hoofdstuk 1 wordt beschreven welke inputgegevens Biolooco nodig heeft. Dit is verdeeld in standaardgegevens en netwerkspecifieke gegevens. Hoofdstuk 3 en 4 geven de resultaten van het iteratieve berekening- en analysewerk. Als Basis Case 1 is een centrale vergasser (40 MWth) met drie varianten doorgerekend en geanalyseerd (hoofdstuk 3). Vervolgens is dit vergeleken met Basis Case 2, waarin twee decentrale (kleinschaligere) vergassers (2 x 20 MWth) met drie varianten zijn opgenomen (hoofdstuk 4). De discussie in hoofdstuk 5 plaatst mogelijke kanttekeningen bij de resultaten, en tenslotte worden conclusies gegeven in hoofdstuk 6. In bijlage A staat een beschrijving van de gebruikte optimalisatiemethode, te weten Biolooco. In de uitgebreide bijlage B staan alle uitgangsgegevens voor de berekeningen opgenomen, zoals die zijn aangeleverd en besproken met de Ketenondersteuningsgroep. Tenslotte geeft bijlage C de detailresultaten van de centrale in Basis Case 1.

Biolooco heeft een Engelstalige interface met een Angelsaksische notatie van getallen (punt als decimaal scheidingsteken, komma om duizendtallen aan te geven), daarom is ook in de tekst van dit rapport de Angelsaksische notatie van getallen gebruikt.

2 Input- en outputgegevens Bioloco

2.1 Inleiding

Het Bioloco model vraagt de volgende typen standaard inputgegevens:

- biomassasoorten;
- aanbodpatronen;
- drogingskenmerken;
- conversietechniek;
- laad- en loskenmerken;
- opslagsystemen;
- transportmiddelen;
- voorbewerkingstechnieken.

Verder zijn de volgende netwerkspecifieke gegevens noodzakelijk:

- netwerkstructuur;
- biomassabronlocaties & hoeveelheden;
- transporttakken;
- eigenschappen biomassacentrale.

Deze gegevens worden globaal besproken in de volgende paragrafen. De nadere technische en financiële details over de inputgegevens staan vermeld in Bijlage B.

2.2 Globale beschrijving standaardinputgegevens

2.2.1 *Biomassasoorten*

Voor biomassavergassingsketen is gekeken naar de volgende door HVC geïnventariseerde regionale biomassastromen:

- snoeiafval gemeenten;
- dunningshout bos;
- snoeihout fruittelers;
- stro.

2.2.2 *Aanbodpatronen*

De aanbodpatronen geven aan hoe de beschikbaarheid van de biomassa over de verschillende maanden is verdeeld. Dit is beschreven als een fractie van de totaal per jaar beschikbare biomassa in die maand. Voor de biomassatypen snoeiafval gemeenten is dit gebaseerd op geregistreerde aanvoergegevens. Voor dunningshout bos was er een opgave van een groenaannemer. Voor snoeihout van fruittelers is aangenomen dat dit in de wintermaanden (van oktober t/m maart

gelijkmatig vrijkomt). Voor stro tenslotte zijn de oogstmaanden augustus en september aangenomen in gelijke verhouding.

2.2.3 *Drogingskenmerken*

De drogingskenmerken geven aan wat het evenwichtsvochtgehalte is in de maanden juni en december. Dat betekent het vochtgehalte dat in de buitenlucht bereikt kan worden door natuurlijke droging. Hiervoor is in beide maanden 35% aangenomen voor de biomassasoorten snoeihout gemeenten, dunningshout bos en snoeihout fruittellers. Voor stro is 26% in juni en 16% in december aangehouden.

2.2.4 *Conversietechniek*

Gekozen is voor enerzijds een centrale biomassavergasser met 40 MWth vermogen en anderzijds twee decentrale vergassers van ieder 20 MWth. Voor de eerste case heeft HVC reeds ontwerpberoekeningen gemaakt. Deze conversietechniek heeft een netto vermogen elektriciteit 10.35 MWe en warmte 14 MWth. De maximale doorzet per jaar in het HVC ontwerp is 63,009 ton droge stof biomassa en er worden 7,950 draaiuren per jaar gemaakt. De vaste kosten zijn ongeveer 5.7 miljoen € per jaar en de variabele kosten zijn 70.13 € per ton droge stof. Hierbij is door HVC gerekend met een afschrijvingstermijn van 12 jaar en een rentepercentage van 7.5%.

2.2.5 *Laad- en loskenmerken*

Hierbij worden de laad- en loskosten en het energieverbruik gespecificeerd.

2.2.6 *Opslagsystemen*

Alle biomassasoorten worden in de open lucht opgeslagen met beperkte kosten (0.17 € per m³ per maand) en er is geen energieverbruik.

2.2.7 *Transportmiddelen*

Er worden twee typen vrachtwagens gebruikt: met 1 container en met 2 containers (van den Oever & Annevelink, 2010). De vrachtwagen met 1 container heeft een maximum volume van 40 m³ en een maximum gewicht van de last van 10 ton. De vrachtwagen met 2 containers heeft een maximum volume van 80 m³ en een maximum gewicht van de last van 20 ton.

2.2.8 *Voorbewerkingstechnieken*

Alle biomassasoorten worden op een bepaald moment in de keten gechipt. Voor de biomassasoort snoeiafval gemeenten geldt dat deze voorbewerking ook nog wordt gecombineerd met zeven.

2.3 Globale beschrijving netwerkspecifieke inputgegevens

2.3.1 *Netwerkstructuur*

De biomassabronnen komen uit het verzorgingsgebied van HVC en zijn gemeenten in Noord-Holland, Zuid-Holland en Flevoland (figuur 1 en 2). Iedere biomassabron bevat vier depots die elk een van de verschillende biomassasoorten bevat. Deze biomassabronnen zijn in het netwerk gekoppeld aan een van de vier tussenopslagpunten, nl. Middenmeer, Dordrecht, Heiloo/Alkmaar en Emmeloord. Deze vier tussenopslagpunten zijn in de eerste case allen verbonden met één biomassavergassercentrale van 40 MWth die is gepland in Zaanstad.

In de tweede case staat in Zaanstad en op het tussenopslagpunt Emmeloord een kleinere biomassavergassercentrale van 20 MWth. Verder zijn dan alle tussenopslagpunten met deze twee centrales verbonden, zodat biomassa in principe ook bij een andere tussenopslagpunt gebruikt kan worden.

2.3.2 *Biomassabronlocaties & hoeveelheden*

Alle locaties zijn gemodelleerd als knopen. Een knoop heeft een naam en een beschrijving. Bij een knoop kunnen depots worden aangemaakt. Bij ieder depot moeten de depotgegevens verder worden ingevuld. Dit zijn de naam van de biomassasoort, het opslagsysteem bij dit depot dat gekoppeld is aan de biomassa, of het een pushdepot (doorvoer) of een bron betreft. Als het een biomassabron is moet het jaaraanbod in tonnen droge stof worden ingevuld en het aanbodpatroon van de biomassa.

De biomassabronlocaties en de hoeveelheden zijn aangegeven door HVC. Dit waren hoeveelheden verse biomassa (inclusief vocht). Het Bioloco model rekent echter altijd met hoeveelheden droge stof. Daarom moest eerst een omrekening worden gemaakt naar ton droge stof. Het uiteindelijke resultaat is te zien in Bijlage B2.2.

2.3.3 *Transporttakken*

Per tak dient te worden opgegeven welk transportmiddel wordt ingezet en of er een voorbereiding is ofwel bij het laden, ofwel bij het lossen. Verder moet de afstand (in km) tussen de depots worden aangegeven.

Voor het vervoer van de biomassabronnen naar de tussenopslagpunten wordt een vrachtwagen met 1 container met capaciteit van 40 m³/ 10 ton ingezet. Voor het transport van de tussenopslagpunten naar de centrale wordt een vrachtauto met 2 containers en een capaciteit van 80 m³/ 20 ton gebruikt. De biomassasoorten snoeihout gemeenten, dunningshout bos, snoeihout fruitteilers worden zonder voorbereiding naar de tussenopslagpunten afgevoerd. Pas bij opladen voor transport naar de centrale in Zaanstad wordt er gechipt (en ook nog gezeefd bij snoeihout gemeenten). Stro wordt steeds onbewerkt in balen getransporteerd en wordt pas bij de centrale gechipt. De afstanden van de transporttakken zijn bepaald met GoogleMaps (figuur 1). Hierin zijn eerst alle biomassabronlocaties geplaatst en later ook de tussenopslagpunten en de centrale.



Figuur 1 Biomassabronnen Noord-Holland (groene ballon) en een tussenopslag Middenmeer (geel huis) in GoogleMaps.

2.3.4 Eigenschappen biomassacentrale

Als een knoop in het netwerk een centrale bevat moet een aantal extra gegevens worden ingevuld:

- het conversietype;
- de extra vaste kosten die specifiek zijn voor het gekozen netwerk (in euro/jaar), bv. de aansluitingskosten op het net (afhankelijk van de afstand tot het net);
- extra variabele kosten die specifiek zijn voor het gekozen netwerk (in euro/GJ).

Voor de vraag aan de centrale is dat:

- de vraag naar laagwaardige warmte (in GJ/jaar);
- het vraagpatroon dat hierbij hoort;
- de vraag naar hoogwaardige warmte (in GJ/jaar);
- het vraagpatroon dat hierbij hoort.

Tenslotte moeten de vergoedingen worden opgegeven voor:

- elektriciteit (in euro/GJ);
- laagwaardige warmte (euro/GJ);
- hoogwaardige warmte (euro/GJ).

De biomassacentrale is in de eerste case de 40 MWth conversietechnologie. Er worden geen extra kosten aangenomen voor de aansluitingskosten op het net. De centrale gaat hoogwaardige warmte (346,892 GJ) leveren en krijgt een vergoeding voor elektriciteit (€53.61 per GJ, ofwel €0.193 per kWh) en voor hoogwaardige warmte (€3.17 per GJ). Voor de vergoeding voor elektriciteit is rekening gehouden met de SDE basisbedragen zoals die gelden in 2010.



Figuur 2 Biomassabronnen (groene ballon) en tussenopslagpunten (geel huis) in GoogleMaps voor gehele case.

2.4 Typen outputgegevens / resultaten

De resultaten van de optimalisatie voor de actuele berekening zijn als volgt ingedeeld:

- algemene resultaten;
- resultaten per bron/depot/tak;
 - aanvoer per bron en maand;
 - aanbodoverschot per bron en maand;
 - opslagvoorraad per depot per maand;
 - aanvoer naar centrale per depot per maand;
 - aanvoer per tak per maand;
 - aantal transporten per tak per maand;
- resultaten per centrale;
 - productie elektriciteit per centrale per maand;
 - productie laagwaardige warmte per centrale per maand;
 - productie hoogwaardige warmte per centrale per maand;
 - doorzet droge stof per centrale per maand;
 - input vocht per centrale per maand;
 - thermische input per centrale per maand;
 - aanvoervolume per centrale per maand;
- afgeleide resultaten;
 - berekende emissies;
 - onder- en bovengrenzen bij conversie;
 - onder- en bovengrenzen voor componenten.

3 Resultaten Basis Case 1: centrale vergasser (40MWth)

Hieronder zijn de resultaten van de basis case weergegeven. Het doel hiervan is het tonen van de verschillende typen resultaten. Bij de variaties op de basis case in paragraaf 3.3 zullen niet telkens alle detailgegevens worden getoond.

3.1 Algemene resultaten

De algemene resultaten van de basis case zijn als volgt:

Output Biolooco classic: global results				
Calculation number	67	dinsdag 14 september 2010	13:22	
network	NH-01			
criterion	3	Maximise profit		
model	1	Biolooco classic		
Total throughput [ton dm]:				
		from sources	63,965	
		to plants	63,012	
Costs and revenues [euro]:				
purchase costs	€ 436,391	low-valued heat reven.	€ 0	
storage costs	€ 111,928	high-valued heat reven.	€ 1,099,648	
transport costs	€ 1,259,628	electricity revenues	€ 13,761,588	
loading/unloading costs	€ 995,931	total revenues	€ 14,861,235	
pretreatment costs	€ 683,632			
conversion costs	€ 10,151,588			
total costs	€ 13,639,098			
		profit	€ 1,222,137	
Energy returns and use [GJ]:				
energy used for purchase	15,780	net low-valued heat returns	0	
energy used for storage	0	net high-value heat returns	346,892	
energy used for transport	17,297	net electricity returns	256,700	
energy used for (un)loading	0	total net energy returns	603,592	
energy used for pretreatment	411			
energy used for conversion	14,683			
total energy use of the chain	48,171	energy profit	555,422	
Emissions and avoided emissions [ton CO₂-equivalents]:				
emission for purchase	1,176	low-valued heat avoided emissions	0	
emission for storage	0	high-valued heat avoided emissions	32,755	
emission for transport	1,290	electricity avoided emissions	24,239	
emission for loading/ unloading	0	total GHG avoided	56,994	
emission for pretreatment	31			
emission for conversion	1,504			
total emissions	4,001	net GHG avoided	52,993	

Analyse:

- De procentuele verdeling van de totale kosten in de keten (€ 13,639,098) is als volgt: aankoop 3.2%, opslag 0.8%, transport 9.3%, laden & lossen 7.3%, voorbewerking 5.0% en conversie 74.4%. Het ketengedeelte, nl. opslag, transport, laden & lossen en voorbewerking samen is 22.4%.
- De totale opbrengsten (€ 14,861,235) zijn als volgt verdeeld: hoogwaardige warmte 7.4% en elektriciteit 92.6%.
- De basis case maakt een winst van € 1,222,137. Dat is ongeveer 9.0% gerekend t.o.v. van de totale kosten. Een dergelijk financieel resultaat zal kunnen leiden tot een positieve investeringsbeslissing.
- De procentuele verdeling van het energieverbruik in de keten (48,171 GJ) is als volgt: aankoop 32.8%, opslag 0.0%, transport 35.9%, laden & lossen 0.0%, voorbewerking 0.9% en conversie 30.5%.
- De energie-opbrengst in het overzicht (603,592 GJ) is meteen al de netto energie-opbrengst. Dit is dus na aftrek van de verbruikte/verloren energie bij de conversie, bv. voor het verdampen van vocht, maar ook voor verliezen e.d.
- De netto laagwaardige warmte is hier in ieder geval op 0 gesteld omdat er geen inkomsten voor verkregen worden en dus geen energie vervangt.
- De energiewinst (die gedefinieerd is als de totale netto energie-opbrengst minus het energiegebruik van de aanvoerketen) is 555,422 GJ. Dat is gelijk aan 92.0% van de totale netto energie-opbrengsten van 603,592 GJ. Met andere woorden 8.0% van de totale netto energie-opbrengsten wordt gebruikt voor de aanvoerketen, nl. aankoop, opslag, transport, laden & lossen, voorbewerking en voorbereiding van de conversie.
- De emissiewinst, de netto vermeden broeikasgas emissie is 52,993 ton CO₂-equivalenten. Dat is gelijk aan 93.0% van de totale vermeden broeikasgas emissie van 56,994 ton CO₂-equivalenten. Met andere woorden 7.0% van de totale vermeden broeikasgas emissie wordt gebruikt voor de aanvoerketen, nl. aankoop, opslag, transport, laden & lossen, voorbewerking en voorbereiding van de conversie.
- Zoals uit de vorige twee punten blijkt is het aandeel transport zowel energetisch als met betrekking tot CO₂-emissies relatief beperkt.

3.2 Detailresultaten per bron/depot/tak

3.2.1 Aanvoer over alle bronnen per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
Ton ds	9,768	11,154	14,837	775	830	1,091	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Ton ds	1,068	4,325	4,733	5,640	5,664	4,080	63,965

Analyse:

- Het moment van aanvoer is de maand waarin de uiteindelijk gebruikte biomassa vrijkomt. In die maand kan de biomassa soms direct worden verbruikt. Echter veelal moet de biomassa hierna nog enkele maanden worden opgeslagen voordat ze wordt verbruikt.
- Totaal wordt in een jaar 63,965 ton ds biomassa aangevoerd vanuit de bronnen.
- Het moment van aanvoer is niet gelijkmatig verdeeld over de maanden. Vooral in de lente en aan het begin van de zomer (maanden 4 t/m 7) is de aanvoer in verhouding gering. Overigens is in die maanden het aanbod ook relatief laag (hetgeen ook blijkt uit de geringe hoeveelheid aanbodoverschot die hieronder is te zien).

3.2.2 Aanbodoverschot over alle bronnen per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
Ton ds	20,025	19,149	15,636	1,327	1,102	1,351	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Ton ds	1,204	31,259	30,852	3,617	3,763	4,837	134,121

Analyse:

- Er blijft dus ruim voldoende biomassa over om uit te kiezen voor de optimalisatie. In de maanden 4 t/m 7 is de keuze voor extra biomassa echter gering.

3.2.3 Opslagvoorraad over alle bronnen per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
Ton ds	352	4,808	10,574	19,904	15,232	10,674	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Ton ds	6,431	2,220	1,277	754	1,134	1,528	74,887

Analyse:

- Er wordt gedurende bijna het gehele jaar biomassa opgeslagen voor gebruik in daaropvolgende maanden. Op die manier kan bv. ook in de lente en aan het begin van de zomer (maanden 4 t/m 7) biomassa uit opslag worden geleverd. In de maanden 1 en 9 t/m 12 is de opslag een stuk geringer. De maximum hoeveelheid die in een maand moet worden opgeslagen is 19,904 ton ds in maand 4. Hierop zou de opslagcapaciteit dan moeten worden afgesteld.

3.2.4 Aanvoer naar centrale over alle bronnen per maand (ton ds)

Maand	1	2	3	4	5	6	
Dunningshout	5,104	4,867	4,890	4,347	5,104	5,104	
Snoeiafval gemeenten	147	147	147	147	147	147	
Snoeiafval fruittelers	0	236	214	756	0	0	
Stro	0	0	0	0	0	0	
Totaal	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Dunningshout	5,104	609	562	4,497	3,306	3,821	47,314
Snoeiafval gemeenten	147	1,414	1,428	147	291	147	4,460
Snoeiafval fruittelers	0	0	0	607	1,239	1,283	4,335
Stro	0	3,227	3,261	0	414	0	6,903
Totaal	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	63,012

Analyse:

- De totale aanvoer bij de centrale (63,012 ton ds) is wat lager dan de totale aanvoer uit de bronnen (63,965 ton ds). Dat komt door verliezen door broei in de keten.
- De aanvoer bij de centrale is volkomen gelijkmatig verdeeld over de maanden (5,251 ton ds per maand).
- LET OP: Het bedrag 5,251 ton ds per maand is precies gelijk aan de invoercapaciteit van de centrale! De optimalisatie gaat dus exact aan de grenzen van de beperkingen zitten en daarom lijkt het nuttig om bij de varianten ook door te rekenen wat de invloed is van een verhoging van de invoercapaciteit van de centrale (bv. met 10%; zie variant 1).
- De hoofdbron voor de centrale is dunningshout 47,314 ton ds (75.1%). Hierna komt stro met 6,903 ton ds (10.9%). Snoeiafval van gemeenten vormt een relatief kleine bron met 4,460 ton ds (7.1%) en snoeiafval van fruittelers is een even kleine bron met 4,335 ton ds (6.9%).
- Vooral in de maanden 8 en 9 (tijdens de oogst) wordt er ook gebruik gemaakt van stro.

3.2.5 Aanvoer per maand

Dit zijn zeer gedetailleerde overzichten van de aanvoer over alle takken. Als voorbeeld is het overzicht gegeven van het transport van dunningshout uit de verschillende tussen depots naar de BEC-Zaanstad.

Dunningshout:	1	2	3	4	5	6	
Dordrecht	770	0	0	0	0	0	
Emmeloord	2,320	0	0	0	3,041	4,903	
Heiloo/Alkmaar	1,990	4,728	4,890	4,347	1,805	196	
Middenmeer	24	139	0	0	258	5	
Totaal	5,104	4,867	4,890	4,347	5,104	5,104	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Dordrecht	2,386	55	42	355	342	342	4,290
Emmeloord	2,486	368	370	2,868	1,858	2,138	20,352
Heiloo/Alkmaar	227	181	148	1,243	1,078	1,313	22,146
Middenmeer	5	5	2	31	28	28	526
Totaal	5,104	609	562	4,497	3,306	3,821	47,314
Snoeiafv. gemeente:	1	2	3	4	5	6	
Dordrecht	14	60	0	18	46	70	
Emmeloord	39	29	53	11	0	0	
Heiloo/Alkmaar	80	45	87	91	78	69	
Middenmeer	14	15	8	28	24	8	
Totaal	147	149	148	148	148	147	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Dordrecht	32	0	690	0	99	49	1,077
Emmeloord	0	0	344	0	65	60	602
Heiloo/Alkmaar	107	1,135	299	147	87	17	2,244
Middenmeer	9	279	94	0	39	22	538
Totaal	148	1,414	1,428	147	291	147	4,460
Snoeiafval fruit:	1	2	3	4	5	6	
Dordrecht	0	0	0	0	0	0	
Emmeloord	0	0	0	531	0	0	
Heiloo/Alkmaar	0	14	11	10	0	0	
Middenmeer	0	223	202	215	0	0	
Totaal	0	237	213	756	0	0	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Dordrecht	0	0	0	0	0	0	0
Emmeloord	0	0	0	0	633	968	2,132
Heiloo/Alkmaar	0	0	0	34	34	34	136
Middenmeer	0	0	0	573	572	281	2,066
Totaal	0	0	0	607	1,239	1,283	4,335
Stro:	1	2	3	4	5	6	
Dordrecht	0	0	0	0	0	0	
Emmeloord	0	0	0	0	0	0	
Heiloo/Alkmaar	0	0	0	0	0	0	
Middenmeer	0	0	0	0	0	0	
Totaal	0	0	0	0	0	0	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Dordrecht	0	0	0	0	0	0	0
Emmeloord	0	1,744	2,192	0	0	0	3,937
Heiloo/Alkmaar	0	742	327	0	414	0	1,483
Middenmeer	0	742	742	0	0	0	1,483
Totaal	0	3,228	3,261	0	414	0	6,903

Analyse:

- Het dunningshout wordt vooral aangevoerd uit de tussenopslag in Heiloo/Alkmaar, nl. 22,146 ton ds (47%) en uit de tussenopslag in Emmeloord met 20,352 ton ds (43%). Dordrecht levert 4,290 ton ds (9%) en het aanbod van Middenmeer is 526 ton ds (0.1%).
- Het snoeiafval gemeenten wordt ook vooral aangevoerd uit de tussenopslag in Heiloo/Alkmaar, nl. 2,244 ton ds (50%) en verder uit de tussenopslag in Dordrecht met 1,077 ton ds (24%).
- Het snoeiafval fruit komt vooral uit de tussenopslag Emmeloord, nl. 2,132 ton ds (49%) en Middenmeer nl. 2,066 ton ds (48%). Heiloo/Alkmaar levert slechts 136 ton ds (3%) omdat er in die regio weinig snoeiafval fruit beschikbaar is, en Dordrecht niets.
- Stro komt voornamelijk uit Emmeloord 3,937 ton ds (57%). Verder komt een exact gelijke hoeveelheid uit Heiloo/Alkmaar en Middenmeer, nl. beiden 1,483 ton ds (21,5%). Dordrecht levert niets.

3.2.6 Aantal transporten per maand

Per tak wordt het aantal transporten per maand berekend. Het totaal over alle takken is als volgt verdeeld:

Maand	1	2	3	4	5	6	
Aantal	983	964	1,464	1,696	473	518	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Aantal	535	1,264	1,322	1,131	1,269	1,277	12,897

Analyse:

- Het verloop van het aantal transporten is zeer onregelmatig.

De detailresultaten van de centrale in Basis Case 1 zijn opgenomen in bijlage C.

3.3 Varianten op Basis Case 1

De volgende varianten in case zijn doorerekend als gevoeligheidsanalyse op de inputgegevens:

- effectieve capaciteit van centrale 10% hoger dan maximum (variant 1);
- aankoopprijs biomassa (variant 2);
- veel lager beschikbaarheidpercentage dunningshout t.o.v. maximale hoeveelheid biomassa (variant 3).

De resultaten van alle verschillende varianten worden in de volgende paragrafen besproken.

3.3.1 Variant 1 - Inputcapaciteit centrale 10% hoger

In variant 1 op Basis Case 1 wordt kunstmatig de inputcapaciteit van de vergasser verhoogd met 10% (zonder verder iets te veranderen aan de vaste kosten en het totaal van de variabele kosten). Dit gaat uit van de aanname dat men de ontworpen centrale beter blijkt te kunnen benutten, dan in het oorspronkelijke ontwerp voor mogelijk was gehouden. Dit houdt in dat de input per maand gelijk wordt aan 5,776 ton ds i.p.v. 5,251 ton ds. Dit heeft ook invloed op de variabele kosten, omdat de gelijkblijvende som van de variabele kosten wordt gedeeld door meer ton ds. De variabele kosten worden dan gelijk aan € 63.75 per ton ds (i.p.v. € 70.13 per ton ds). Het aantal draaiuren blijft gelijk.

Analyse Variant 1 vergelijking globale gegevens (tabel 1):

- Er wordt ook daadwerkelijk 10% meer biomassa (6,300 ton ds) aangevoerd bij de centrale.
- Alleen de aankoopkosten nemen sterk af nl. tot € -18,841. Dat is € 455,232 minder dan in Basis Case 1, ofwel 104% lager. Dit komt doordat in variant 1 veel meer goedkoop snoeiafval gemeenten (plus 3,895 ton ds; zie tabel 2) wordt aangevoerd met kosten € -40.00 per ton ds (zie bijlage B1.1) en veel minder duur stro (minus 4,390 ton ds; zie tabel 2) met kosten € 45.00 per ton ds (zie bijlage B1.1).
- De overige ketenkosten (uitgezonderd de conversiekosten) stijgen allemaal, doordat er 10% meer biomassa door de keten moet worden gevoerd: opslagkosten gestegen met € 42,203 (38%), transportkosten € 316,907 (25%), laad- en loskosten € 227,618 (23%), voorberekingskosten € 75,914 (11%). Totaal zijn de ketenkosten (exclusief aankoop- en conversiekosten) dus gestegen met € 662,642 (22%). Dat deze kosten niet exact 10% hoger zijn, ligt aan de verschuiving tussen de biomassasoorten van deze variant 1 t.o.v. de Basis Case 1. Uit een gedetailleerde analyse van alle resultaten van Bioloco zouden de exacte effecten in beeld gebracht kunnen worden, maar dat is voor de analyse niet gedaan.
- De conversiekosten blijven bijna exact gelijk, omdat de vaste kosten gelijk blijven en de totale variabele kosten bij een volledige benutting van de input capaciteit ook gelijk blijven.
- De totale kosten stijgen met slechts met € 207,018 (2%). Dit komt doordat de hogere ketenkosten gedeeltelijk worden gecompenseerd door de lagere aankoopkosten.

- De opbrengsten voor hoogwaardige warmte blijven exact gelijk, maar de opbrengsten voor elektriciteit nemen toe met € 1,225,307 (9%).
- De winst neemt toe met € 1,018,290 (83%).
- Het energiegebruik in de keten is gestegen met 5,075 GJ (11%), terwijl de elektriciteitsopbrengst ook is gestegen met 22,856 GJ (9%). Overal leidt dit tot een stijging van de energiewinst met 17,780 GJ (3%).
- Ook de emissiewinst laat dezelfde relatieve groei zien van 3%.

Analyse Variant 1 vergelijking detailgegevens (tabel 2):

- Er wordt ook daadwerkelijk 10% meer biomassa aangevoerd.
- Er is nog steeds een groot aanbodoverschot.
- De biomassa moet meer worden opgeslagen 101,626 i.p.v. 74,887 ton ds. Dat is 26,739 ton ds (36%) meer opslag.
- De biomassasoorten die meer worden aangevoerd zijn dunningshout (plus 13%), snoeiafval gemeenten (plus 87%) en snoeiafval fruittelers (plus 15%). Stro wordt veel minder aangevoerd (min 64%).
- Het extra dunningshout komt vooral van tussenopslag Emmeloord 5,302 ton ds en Dordrecht 881 ton ds. Het extra snoeiafval gemeenten komt uit alle vier de tussenopslagpunten. Het extra snoeiafval fruittelers komt vooral uit Emmeloord.
- Het aantal transporten neemt toe met 2,186 stuks (17%).

Tabel 1 Vergelijking van globale gegevens van Variant 1 t.o.v. de Basis Case 1.

Total throughput [ton dm]:	Basis Case 1	Variant 1	Vershil	Percentage (%)
from sources	63,965	70,619	6,654	10
to plants	63,012	69,312	6,300	10
Costs [euro]:				
purchase costs	436,391	- 18,841	-455,232	-104
storage costs	111,928	154,131	42,203	38
transport costs	1,259,628	1,576,535	316,907	25
loading/unloading costs	995,931	1,223,549	227,618	23
pretreatment costs	683,632	759,546	75,914	11
total stor, trans, load, pretr	3,051,119	3,713,761	662,642	22
conversion costs	10,151,588	10,151,196	-392	0
total costs	13,639,098	13,846,116	207,018	2
Revenues [euro]:				
low-valued heat revenues	0	0	0	0
high-valued heat revenues	1,099,648	1,099,648	0	0
electricity revenues	13,761,588	14,986,895	1,225,307	9
total revenues	14,861,235	16,086,543	1,225,308	8
profit	1,222,137	2,240,427	1,018,290	83
Energy use [GJ]:				
energy used for purchase	15,780	16,600	820	5
energy used for storage	0	0	0	0
energy used for transport	17,297	20,334	3,037	18
energy used for (un)loading	0	0	0	0
energy used for pretreatment	411	495	84	20
total stor, trans, load, pretr	17,708	20,829	3,121	18
energy used for conversion	14,683	15,817	1,134	8
total energy use of the chain	48,171	53,246	5,075	11
Energy returns [GJ]:				
net low-valued heat returns	0	0	0	0
net high-val. heat returns	346,892	346,892	0	0
net electricity returns	256,700	279,556	22,856	9
total net energy returns	603,592	626,448	22,856	4
energy profit	555,422	573,202	17,780	3
Emissions [ton CO₂-eq.]:				
emission for purchase	1,176	1,238	62	5
emission for storage	0	0	0	0
emission for transport	1,290	1,516	226	18
emission for (un)loading	0	0	0	0
emission for pretreatment	31	37	6	19
total stor, trans, load, pretr	1,321	1,553	232	18
emission for conversion	1,504	1,620	116	8
total emissions	4,001	4,411	410	10
Avoided em. [ton CO₂-eq.]:				
LV heat avoided emissions	0	0	0	0
HV heat avoided emissions	32,755	32,755	0	0
electricity avoided emissions	24,239	26,397	2,158	9
total GHG avoided	56,994	59,152	2,158	4
net GHG avoided	52,993	54,741	1,748	3

Tabel 2 Vergelijking detailgegevens van Variant 1 t.o.v. de Basis Case 1.

Per bron/tak/depot	Basis Case 1	Variant 1	Vershil	Percentage (%)
Aanvoer [ton ds]	63,965	70,619	6,654	10
Aanbodoverschot [ton ds]	134,121	127,467	-6,654	-5
Opslagvoorraad [ton ds]	74,887	101,626	26,739	36
Aantal transporten	12,897	15,083	2,186	17
Dunningshout				
Dordrecht [ton ds]	4,290	5,101	811	19
Emmeloord [ton ds]	20,352	25,654	5,302	26
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	22,146	22,159	13	0
Middenmeer [ton ds]	526	526	0	0
Totaal [ton ds]	47,314	53,441	6,127	13
Snocioafval gemeenten				
Dordrecht [ton ds]	1,077	2,393	1,316	122
Emmeloord [ton ds]	602	743	141	23
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	2,244	3,743	1,499	67
Middenmeer [ton ds]	538	1,507	969	180
Totaal [ton ds]	4,460	8,355	3,895	87
Snocioafval fruittelers				
Dordrecht [ton ds]	0	1	1	-
Emmeloord [ton ds]	2,132	2,667	535	25
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	136	137	1	1
Middenmeer [ton ds]	2,066	2,199	133	6
Totaal [ton ds]	4,335	5,003	668	15
Stro				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	3,937	0	-3,937	-100
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	1,483	1,371	-112	-8
Middenmeer [ton ds]	1,483	1,142	-341	-23
Totaal [ton ds]	6,903	2,513	-4,390	-64
Per centrale				
Thermische input [GJ]	991,120	1,079,367	88,247	9
Elektriciteit [GJ]	256,700	279,556	22,856	9
Laagwaardige warmte [GJ]	0	30,887	30,887	-
Hoogwaardige warmte [GJ]	346,892	346,892	0	0
Doorzet droge stof [ton ds]	63,012	69,312	6,300	10
Vochtinput [ton H2O]	31,544	36,448	4,904	16
Aanvoervolume [m3]	419,518	451,902	32,384	8

3.3.2 Variant 2 - Aankoopprijs snoeiafval gemeenten verlaagd en dunningshout verhoogd

De prijs van de weinig gebruikte biomassasoort, nl. snoeiafval gemeenten is verlaagd, nl. tot de uiterste grens van € - 50.00 (i.p.v. € - 40.00) per ton ds genomen (dat wordt overigens € - 100.00 per ton ds in de database i.v.m. het zeefeffect; zie bijlage B1.1), zodat het in theorie gunstiger wordt om deze biomassasoort op te nemen in de keten. Overigens ziet HVC in de praktijk juist ontwikkelingen in de tegenovergestelde richting (eerder richting € - 30.00), maar dat is niet meegenomen in deze variant 2. Tegelijkertijd is de prijs van de meest opgenomen biomassasoort, nl. dunningshout verhoogd van € 10.00 naar € 20.00 per ton ds, zodat het ongunstiger zou moeten worden om deze biomassasoort op te nemen in de keten (indien er alternatieven voorhanden zijn).

Analyse Variant 2 vergelijking globale gegevens (tabel 3):

- Alle kostenposten (behalve conversiekosten) nemen toe. De aankoopkosten nemen toe met € 171,370 (39%). Er wordt weliswaar meer goedkoop snoeiafval gemeenten ingekocht, maar er moet ook nog steeds een relatief grote hoeveelheid dunningshout worden aangekocht tegen een twee maal zo hoge prijs, en er wordt ook veel meer duur stro ingekocht. Verder nemen vooral de opslagkosten € 13,608 (12%) en de voorbehandelingskosten € 84,889 (12%) toe.
- De winst neemt af met € 296,832 (min 24%) wat gelijk is aan het bedrag van de hogere kosten.
- Het energiegebruik gekoppeld aan de ingekochte biomassa neemt toe 3,796 GJ (24%), maar energiegebruik voor transport neemt af met 2,303 (min 13%), evenals de voorbewerkingsenergie met 394 GJ (min 17%).
- Het totale verschil in energiewinst is te verwaarlozen, evenals het verschil bij de broeikasgaswinst.

Analyse Variant 2 vergelijking detailgegevens (tabel 4):

- De opslagvoorraad gedurende het jaar neemt sterk toe t.o.v. Basis Case 1, nl. met 35,542 ton ds (47%).
- De gebruikte hoeveelheid dunningshout neemt sterk af met 16,047 ton ds (min 34%). We zien dus een duidelijk effect van de verhoogde prijs. Deze biomassa wordt vooral vervangen door een grote toename van stro met 10,240 ton ds (148%), waarvan de prijs gelijk is gebleven in variant 2. In variant 3 zal de beschikbare hoeveelheid stro echter sterk worden beperkt. Het is dus de vraag of deze toename van het aandeel stro in variant 2 in een realistische situatie wel gehaald kan worden. De toename van het snoeiafval gemeenten is veel minder, nl. 3,620 ton ds (81%). Dit is relatief gezien wel een hoge stijging binnen dat type biomassa, maar absoluut gezien slechts een klein aandeel van de vervanging, ondanks een goedkopere inkoopprijs. Tenslotte is er ook een toename van snoeiafval van fruittelers met 2,188 ton ds (50%).

Tabel 3 Vergelijking van globale gegevens van Variant 2 t.o.v. de Basis Case 1.

Total throughput [ton dm]:	Basis Case 1	Variant 2	Vershil	Percentage (%)
from sources	63,965	63,960	-5	0
to plants	63,012	63,012	0	0
Costs [euro]:				
purchase costs	436,391	607,761	171,370	39
storage costs	111,928	125,536	13,608	12
transport costs	1,259,628	1,277,911	18,283	1
loading/unloading costs	995,931	1,004,613	8,682	1
pretreatment costs	683,632	768,521	84,889	12
total stor, trans, load, pretr	3,051,119	3,176,581	125,462	4
conversion costs	10,151,588	10,151,588	0	0
total costs	13,639,098	13,935,930	296,832	2
Revenues [euro]:				
low-valued heat revenues	0	0	0	0
high-valued heat revenues	1,099,648	1,099,648	0	0
electricity revenues	13,761,588	13,761,588	0	0
total revenues	14,861,235	14,861,235	0	0
profit	1,222,137	925,305	-296,832	-24
Energy use [GJ]:				
energy used for purchase	15,780	19,576	3,796	24
energy used for storage	0	0	0	0
energy used for transport	17,297	15,011	-2,286	-13
energy used for (un)loading	0	0	0	0
energy used for pretreatment	411	394	-17	-4
total stor, trans, load, pretr	17,708	15,405	-2,303	-13
energy used for conversion	14,683	15,358	675	5
total energy use of the chain	48,171	50,339	2,168	5
Energy returns [GJ]:				
net low-valued heat returns	0	0	0	0
net high-val. heat returns	346,892	346,892	0	0
net electricity returns	256,700	256,700	0	0
total net energy returns	603,592	603,592	0	0
energy profit	555,422	553,253	-2,169	0
Emissions [ton CO₂-eq.]:				
emission for purchase	1,176	1,460	284	24
emission for storage	0	0	0	0
emission for transport	1,290	1,119	-171	-13
emission for (un)loading	0	0	0	0
emission for pretreatment	31	29	-2	-6
total stor, trans, load, pretr	1,321	1,148	-173	-13
emission for conversion	1,504	1,573	69	5
total emissions	4,001	4,181	180	4
Avoided em. [ton CO₂-eq.]:				
LV heat avoided emissions	0	0	0	0
HV heat avoided emissions	32,755	32,755	0	0
electricity avoided emissions	24,239	24,239	0	0
total GHG avoided	56,994	56,994	0	0
net GHG avoided	52,993	52,813	-180	0

Tabel 4 Vergelijking detailgegevens van Variant 2 t.o.v. de Basis Case 1.

Per bron/tak/depot	Basis Case 1	Variant 2	Vershil	Percentage (%)
Aanvoer [ton ds]	63,965	63,960	-5	0
Aanbodoverschot [ton ds]	134,121	134,126	5	0
Opslagvoorraad [ton ds]	74,887	110,429	35,542	47
Aantal transporten	12,897	14,418	1,521	12
Dunningshout				
Dordrecht [ton ds]	4,290	1,112	-3,178	-74
Emmeloord [ton ds]	20,352	8,616	-11,736	-58
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	22,146	21,024	-1,122	-5
Middenmeer [ton ds]	526	515	-11	-2
Totaal [ton ds]	47,314	31,267	-16,047	-34
Snoeiafval gemeenten				
Dordrecht [ton ds]	1,077	2,256	1,179	109
Emmeloord [ton ds]	602	745	143	24
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	2,244	3,731	1,487	66
Middenmeer [ton ds]	538	1,348	810	151
Totaal [ton ds]	4,460	8,080	3,620	81
Snoeiafval fruittelers				
Dordrecht [ton ds]	0	5	5	-
Emmeloord [ton ds]	2,132	3,192	1,060	50
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	136	201	65	48
Middenmeer [ton ds]	2,066	3,125	1,059	51
Totaal [ton ds]	4,335	6,523	2,188	50
Stro				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	3,937	14,036	10,099	257
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	1,483	1,483	0	0
Middenmeer [ton ds]	1,483	1,624	141	10
Totaal [ton ds]	6,903	17,143	10,240	148
Per centrale				
Thermische input [GJ]	991,120	991,120	0	0
Elektriciteit [GJ]	256,700	256,700	0	0
Laagwaardige warmte [GJ]	0	0	0	0
Hoogwaardige warmte [GJ]	346,892	346,892	0	0
Doorzet droge stof [ton ds]	63,012	63,012	0	0
Vochtinput [ton H2O]	31,544	28,336	-3,208	-10
Aanvoervolume [m3]	419,518	438,787	19,269	5

Vervolg analyse Variant 2 vergelijking detailgegevens (tabel 4):

- Alle tussendepots leveren weliswaar minder dunningshout, maar er zijn wel verschillen te zien. Zo is de afname bij Middenmeer 11 ton ds (min 2%) en Heiloo/Alkmaar 1,122 ton ds (min 5%) veel lager dan die afname vanuit Emmeloord 11,736 ton ds (min 58%) en Dordrecht 3,178 (min 74%). Dat is waarschijnlijk te wijten aan de langere transportafstanden tot Zaanstad.
- Het aantal transporten neemt licht toe met 1,521 stuks (12%).

- De elektriciteitsproductie is exact gelijk gebleven. Het elektrisch rendement is 25.9% van de thermische input. Ook de productie van hoogwaardige warmte is exact gelijk gebleven, nog steeds 35% van de thermische input.
- De vochtinput is lager, nl. 3,208 ton H₂O (min 10%), omdat relatief droger stro wordt aangevoerd.

3.3.3 Variant 3 - Slechts 25% dunningshout beschikbaar

In variant 3 wordt de totale hoeveelheid beschikbare dunningshout verlaagd van 99,925 ton ds tot 24,981 ton ds, ofwel 25% van het oorspronkelijk totaal. Dit houdt automatisch in dat er een verschuiving zal moeten plaatsvinden t.o.v. Basis Case 1, die 47,314 ton ds opneemt.

Analyse vergelijking Variant 3 globale gegevens (tabel 5):

- Bij Variant 3 nemen bijna alle kostenposten toe (behalve de laad- en loskosten), waardoor de totale kosten oplopen met € 511,332 (4%).
- De hoogste individuele stijgers zijn de transportkosten (€ 296,239, ofwel 24%), de voorbehandelingskosten (€ 116,479, ofwel 17 %) en de aankoopkosten (€ 99,913 , ofwel 23%).
- De opbrengsten zijn bijna gelijk zodat de winst daalt met € 505,767 (min 41%). Dit maakt een positieve investeringsbeslissing onwaarschijnlijk.
- Wat betreft de energiewinst (min 2%) en de emissiewinst (min 1%) zijn er procentueel nauwelijks verschillen tussen Basis Case 1 en Variant 3. Wel heeft Variant 3 een hoger energieverbruik, maar dat valt relatief in het niet bij de totaal geproduceerde energie.

Analyse vergelijking Variant 3 detailgegevens (tabel 6):

- Het aanbodoverschot van biomassa is vanzelfsprekend een stuk lager, simpelweg omdat er 75% minder dunningshout beschikbaar is.
- De hoeveelheid opslag is sterk toegenomen met 58,474 ton ds (78%). Dit komt waarschijnlijk door het stro dat moet worden opgeslagen voor de perioden buiten de oogst.
- Ook het aantal transporten is toegenomen met 2,068 stuks (16%).
- De vochtinput is afgenomen door het drogere stro met 4,215 ton H₂O (min 13%).
- Zoals te verwachten viel door de beperking van het beschikbare dunningshout is de opgenomen hoeveelheid enorm afgenomen, nl. met 22,881 ton ds (min 48%). Er is trouwens ook bijna geen dunningshout meer over, want in totaal wordt 24,433 ton ds gebruikt van de beschikbare 24,981 ton ds.
- Alle andere typen biomassa zijn toegenomen. Stro met het grootste aandeel, nl. 15,230 ton ds (221% meer!), maar ook snoeiafval gemeenten 4,554 ton ds (102%) en snoeiafval fruitteilers 3,086 ton ds (71%). Stro lijkt een aantrekkelijker alternatief dan snoeiafval gemeenten.

Tabel 5 Vergelijking van globale gegevens van Variant 3 t.o.v. de Basis Case 1.

Total throughput [ton dm]:	Basis Case 1	Variant 3	Vershil	Percentage (%)
from sources	63,965	63,754	-211	0
to plants	63,012	63,012	0	0
Costs [euro]:				
purchase costs	436,391	536,304	99,913	23
storage costs	111,928	119,482	7,554	7
transport costs	1,259,628	1,555,867	296,239	24
loading/unloading costs	995,931	987,079	-8,852	-1
pretreatment costs	683,632	800,111	116,479	17
total stor, trans, load, pretr	3,051,119	3,462,539	411,420	13
conversion costs	10,151,588	10,151,588	0	0
total costs	13,639,098	14,150,430	511,332	4
Revenues [euro]:				
low-valued heat revenues	0	0	0	0
high-valued heat revenues	1,099,648	1,099,648	0	0
electricity revenues	13,761,588	13,767,153	5,565	0
total revenues	14,861,235	14,866,800	5,565	0
profit	1,222,137	716,370	-505,767	-41
Energy use [GJ]:				
energy used for purchase	15,780	21,227	5,447	35
energy used for storage	0	0	0	0
energy used for transport	17,297	19,444	2,147	12
energy used for (un)loading	0	0	0	0
energy used for pretreatment	411	379	-32	-8
total stor, trans, load, pretr	17,708	19,823	2,115	12
energy used for conversion	14,683	15,686	1,003	7
total energy use of the chain	48,171	56,736	8,565	18
Energy returns [GJ]:				
net low-valued heat returns	0	0	0	0
net high-val. heat returns	346,892	346,892	0	0
net electricity returns	256,700	256,804	104	0
total net energy returns	603,592	603,696	104	0
energy profit	555,422	546,960	-8,462	-2
Emissions [ton CO₂-eq.]:				
emission for purchase	1,176	1,583	407	35
emission for storage	0	0	0	0
emission for transport	1,290	1,450	160	12
emission for (un)loading	0	0	0	0
emission for pretreatment	31	28	-3	-10
total stor, trans, load, pretr	1,321	1,478	157	12
emission for conversion	1,504	1,607	103	7
total emissions	4,001	4,667	666	17
Avoided em. [ton CO₂-eq.]:				
LV heat avoided emissions	0	0	0	0
HV heat avoided emissions	32,755	32,755	0	0
electricity avoided emissions	24,239	24,249	10	0
total GHG avoided	56,994	57,004	10	0
net GHG avoided	52,993	52,337	-656	-1

Tabel 6 Vergelijking detailgegevens van Variant 3 t.o.v. de Basis Case 1.

Per bron/tak/depot	Basis Case 1	Variant 3	Vershil	Percentage(%)
Aanvoer [ton ds]	63,965	63,754	-211	0
Aanbodoverschot [ton ds]	134,121	59,384	-74,737	-56
Opslagvoorraad [ton ds]	74,887	133,361	58,474	78
Aantal transporten	12,897	14,965	2,068	16
Dunningshout				
Dordrecht [ton ds]	4,290	1,551	-2,739	-64
Emmeloord [ton ds]	20,352	17,213	-3,139	-15
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	22,146	5,547	-16,599	-75
Middenmeer [ton ds]	526	132	-394	-75
Totaal [ton ds]	47,314	24,433	-22,881	-48
Snocioafval gemeenten				
Dordrecht [ton ds]	1,077	2,584	1,507	140
Emmeloord [ton ds]	602	746	144	24
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	2,244	4,062	1,818	81
Middenmeer [ton ds]	538	1,622	1,084	201
Totaal [ton ds]	4,460	9,014	4,554	102
Snocioafval fruittelers				
Dordrecht [ton ds]	0	187	187	0
Emmeloord [ton ds]	2,132	3,192	1,060	50
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	136	565	429	315
Middenmeer [ton ds]	2,066	3,476	1,410	68
Totaal [ton ds]	4,335	7,421	3,086	71
Stro				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	3,937	17,072	13,135	334
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	1,483	3,318	1,835	124
Middenmeer [ton ds]	1,483	1,743	260	18
Totaal [ton ds]	6,903	22,133	15,230	221
Per centrale				
Thermische input [GJ]	991,120	991,521	401	0
Elektriciteit [GJ]	256,700	256,804	104	0
Laagwaardige warmte [GJ]	0	140	140	0
Hoogwaardige warmte [GJ]	346,892	346,892	0	0
Doorzet droge stof [ton ds]	63,012	63,012	0	0
Vochtinput [ton H2O]	31,544	27,329	-4,215	-13
Aanvoervolume [m3]	419,518	448,177	28,659	7

4 Basis Case 2: decentrale vergassers (2 x 20MWth)

Bij Basis Case 2 kan op twee plekken potentieel een 20 MWth vergassingsinstallatie worden geopend, nl. één in Zaanstad (waar ook de centrale vergasser uit Basis Case 1 was gepland en één bij tussenopslagpunt Emmeloord. Deze twee conversielocaties met een decentrale (kleinschaligere) vergasser zijn beiden met alle tussenopslagpunten verbonden, zodat de biomassa van elk tussenopslagpunt potentieel bij elk van beide centrales gebruikt kan worden. De optimalisatie in Biolooco gaat dan bepalen of op beide plaatsen daadwerkelijk een 20 MWth vergassingsinstallatie wordt geopend en waar die zijn biomassa vandaan haalt.

4.1 Basis Case 2: twee vergassers van 20MWth

De volgende aannames zijn gemaakt:

- Het netto elektrisch vermogen is 5.17 MWe en het netto thermisch vermogen is 7 MWth, beiden de helft van de grote installatie van 40 MWth bruto.
- De netto rendement cijfers blijven gelijk, nl. 25.9% elektriciteit en 35% warmte. Dat lijkt niet helemaal reëel omdat een lager rendement te verwachten is, maar andere getallen ontbraken op het moment van berekenen.
- De inputcapaciteit is gehalveerd tot 2,625 ton ds per maand.
- Het aantal draaiuren blijft gelijk aan 662.5 uur per maand.
- Gekozen is voor de vrij simpele aanname dat door schaafeffecten de kleinschalige installatie 10% hogere investeringskosten en variabele kosten heeft. Dat komt neer op € 3,152,906 per jaar en € 77.14 per ton ds. E kwadraat advies (2009) komt overigens zelfs nog op een iets hogere kostenstijging. In die studie werd echter een 50 MWth installatie vergeleken met een 20 MWth installatie, zodat die resultaten niet precies zijn te vertalen naar de voorliggende studie.
- De afstanden van de tussenopslagpunten tot de centrale in Emmeloord zijn: Dordrecht 145 km, Emmeloord 0 km, Heiloo/Alkmaar 115 km en Middenmeer 98 km.
- De hoogwaardige warmtevraag is de helft, nl. 173,446 GJ/jaar.

Analyse vergelijking globale gegevens Basis Case 2 t.o.v. Basis Case 1 (tabel 7):

- Basis Case 2 maakt minder winst dan Basis Case 1, nl. € 565,554 (46%). Weliswaar zijn enkele kostenposten in de aanvoerketen lager geworden door het regionale kleinschaligere netwerk, nl. de transportkosten € 464,293 (min 37%) en voorberekingskosten € 28,101 (min 4%). Enkele andere kostenposten zijn echter licht gestegen, nl. de aankoopkosten € 23,683 (5%), de opslagkosten € 20,758 (19%) en de laad- en loskosten € 1,671 (0%). Helaas zijn vooral de conversiekosten door de ongunstige schaafeffecten een stuk hoger geworden nl. € 1,014,044 (10%).

Tabel 7 Vergelijking van globale gegevens van Basis Case 1 t.o.v. de Basis Case 2.

Total throughput [ton dm]:	Basis Case 1	Basis Case 2	Vershil	Percentage (%)
from sources	63,965	64,264	299	0
to plants	63,012	63,000	-12	0
Costs [euro]:				
purchase costs	436,391	460,074	23,683	5
storage costs	111,928	132,686	20,758	19
transport costs	1,259,628	795,335	-464,293	-37
loading/unloading costs	995,931	997,602	1,671	0
pretreatment costs	683,632	655,531	-28,101	-4
total stor, trans, load, pretr	3,051,119	2,581,154	-469,965	-15
conversion costs	10,151,588	11,165,632	1,014,044	10
total costs	13,639,098	14,206,859	567,761	4
Revenues [euro]:				
low-valued heat revenues	0	0	0	0
high-valued heat revenues	1,099,648	1,099,648	0	0
electricity revenues	13,761,588	13,763,795	2,207	0
total revenues	14,861,235	14,863,443	2,208	0
profit	1,222,137	656,583	-565,554	-46
Energy use [GJ]:				
energy used for purchase	15,780	14,602	-1,178	-7
energy used for storage	0	0	0	0
energy used for transport	17,297	8,238	-9,059	-52
energy used for (un)loading	0	0	0	0
energy used for pretreatment	411	416	5	1
total stor, trans, load, pretr	17,708	8,654	-9,054	-51
energy used for conversion	14,683	14,474	-209	-1
total energy use of the chain	48,171	37,730	-10,441	-22
Energy returns [GJ]:				
net low-valued heat returns	0	0	0	0
net high-val. heat returns	346,892	346,892	0	0
net electricity returns	256,700	256,741	41	0
total net energy returns	603,592	603,633	41	0
energy profit	555,422	565,903	10,481	2
Emissions [ton CO₂-eq.]:				
emission for purchase	1,176	1,089	-87	-7
emission for storage	0	0	0	0
emission for transport	1,290	614	-676	-52
emission for (un)loading	0	0	0	0
Emission for pretreatment	31	31	0	0
total stor, trans, load, pretr	1,321	645	-676	-51
emission for conversion	1,504	1,482	-22	-1
total emissions	4,001	3,216	-785	-20
Avoided em. [ton CO₂-eq.]:				
LV heat avoided emissions	0	0	0	0
HV heat avoided emissions	32,755	32,755	0	0
electricity avoided emissions	24,239	24,243	4	0
total GHG avoided	56,994	56,998	4	0
net GHG avoided	52,993	53,781	788	1

Tabel 8 Vergelijking totaal detailgegevens van Basis Case 1 t.o.v. de Basis Case 2 (met drie varianten).

Per bron/tak/depot	Basis Case 1	Basis Case 2	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Aanvoer [ton ds]	63,965	64,264	70,829	63,906	64,272
Aanbodoverschot [ton ds]	134,121	133,822	127,257	134,180	87,174
Opslagvoorraad [ton ds]	74,887	100,342	117,887	79,731	100,666
Aantal transporten	12,897	10,040	12,082	11,247	10,066
Per centrale					
Thermische input ZS [GJ]		495,560	533,123	495,560	495,560
Thermische input EM [GJ]		495,719	545,594	495,560	495,719
Totaal [GJ]	991,120	991,279	1,078,718	991,120	991,279
Elektriciteit ZS [GJ]		128,350	138,079	128,350	128,350
Elektriciteit EM [GJ]		128,391	141,309	128,350	128,391
Totaal [GJ]	256,700	256,741	279,388	256,700	256,741
Laagwaardige warmte ZS [GJ]		0	13,147	0	0
Laagwaardige warmte EM [GJ]		56	17,512	0	56
Totaal [GJ]	0	56	30,659	0	56
Hoogwaardige warmte ZS [GJ]		173,446	173,446	173,446	173,446
Hoogwaardige warmte EM [GJ]		173,446	173,446	173,446	173,446
Totaal [GJ]	346,892	346,892	346,892	346,892	346,892
Doorzet droge stof ZS [ton ds]		31,500	34,656	31,500	31,500
Doorzet droge stof EM [ton ds]		31,500	34,656	31,500	31,500
Totaal [ton ds]	63,012	63,000	69,312	63,000	63,000
Vochtinput ZS [ton H ₂ O]		15,673	18,524	14,917	15,750
Vochtinput EM [ton H ₂ O]		16,955	18,661	15,235	16,955
Totaal [ton H ₂ O]	31,544	32,628	37,185	30,152	32,704
Aanvoervolume ZS [m ³]		210,277	224,327	214,718	209,854
Aanvoervolume EM [m ³]		203,263	223,587	214,885	203,263
Totaal [m ³]	419,518	413,540	447,914	427,603	413,118

ZS= Zaanstad, EM = Emmeloord

Vervolg analyse vergelijking globale gegevens Basis Case 2 t.o.v. Basis Case 1 (tabel 7):

- Het verschil in winst is relatief veel groter dan het verschil in vermeden broeikasgasemissies. Dit betekent dat de grootschalige variant kostentechnisch aantrekkelijker is om de broeikasgasemissies te verlagen.

Analyse vergelijking detailgegevens Basis Case 2 t.o.v. Basis Case 1 (tabel 8):

- De aanvoer en het aanbodoverschot zijn vergelijkbaar.
- Basis Case 2 heeft een duidelijk hogere opslagvoorraad dan Basis Case 2, nl. 25,455 ton ds meer (34%).
- Het model rekent wel met ritten van 0 km voor de overheveling van tussenopslagpunt Emmeloord naar Centrale Emmeloord (bv. 2,612 in Basis Case 2) en rapporteert dus een te hoog aantal (bv. 12,652 in basis case 2). Daarom is hiervoor gecorrigeerd en zijn deze 0-km ritten niet opgenomen in tabel 8.
- Waarden voor thermische input, elektriciteit, laagwaardige en hoogwaardige warmte, doorzet droge stof, vochtinput en aanvoervolume zijn vergelijkbaar.

Tabel 9 Vergelijking aanvoer kleinschalige centrale **Zaanstad** van varianten t.o.v. de Basis Case 2

Per bron/tak/depot	Basis Case 2	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Dunningshout				
Dordrecht [ton ds]	1,957	2,787	90	1,960
Emmeloord [ton ds]	143	31	0	270
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	21,308	21,989	19,546	21,303
Middenmeer [ton ds]	510	510	426	509
Totaal [ton ds]	23,918	25,316	20,062	24,042
Snociafval gemeenten				
Dordrecht [ton ds]	664	2,203	53	661
Emmeloord [ton ds]	0	0	0	0
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	1,339	3,631	2,563	1,268
Middenmeer [ton ds]	288	1,300	530	276
Totaal [ton ds]	2,290	7,134	3,146	2,205
Snociafval fruittelers				
Dordrecht [ton ds]	0	0	1	0
Emmeloord [ton ds]	0	0	0	0
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	118	125	116	118
Middenmeer [ton ds]	1,426	1,702	2,071	1,612
Totaal [ton ds]	1,544	1,828	2,188	1,730
Stro				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	817	0	3,141	2,633
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	1,447	393	1,483	445
Middenmeer [ton ds]	1,483	0	1,483	445
Totaal [ton ds]	3,747	393	6,107	3,523

Analyse aanvoerbronnen naar centrale Zaanstad (tabel 9):

- Er wordt bij Basis Case 2 vooral dunningshout gebruikt in Zaanstad. Daarnaast worden alle drie de andere biomassatypen ook aangevoerd.
- De aanvoer van dunningshout vindt vooral plaats uit het tussenopslagpunt Heiloo/Alkmaar en wordt enigszins aangevuld met dunningshout uit Emmeloord. Dit geldt ook voor het snociafval gemeenten. Snociafval fruittelers komt vooral uit Middenmeer. Stro komt uit twee grote bronnen Heiloo/Alkmaar en Middenmeer en wordt aangevuld met stro uit Emmeloord.
- Het lijkt vreemd dat biomassa uit Emmeloord in Zaanstad wordt aangevoerd omdat er in Emmeloord een centrale staat. Echter de centrale in Emmeloord kan blijkbaar niet alle biomassa uit de eigen regio verwerken. De resterende biomassa is beschikbaar voor de centrale in Zaanstad.

Tabel 10 Vergelijking aanvoer kleinschalige centrale **Emmeloord** van varianten t.o.v. de Basis Case 2

Per bron/tak/depot	Basis Case 2	Variant 1	Variant 2	Variant 3
Dunningshout				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	27,488	30,701	20,356	27,488
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	0	0	0	0
Middenmeer [ton ds]	0	0	0	0
Totaal [ton ds]	27,488	30,701	20,356	27,488
Snociafval gemeenten				
Dordrecht [ton ds]	13	0	1,470	13
Emmeloord [ton ds]	753	746	1,206	753
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	0	0	0	0
Middenmeer [ton ds]	0	0	109	0
Totaal [ton ds]	766	746	2,785	766
Snociafval fruittelers				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	3,226	3,226	3,226	3,226
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	0	0	0	0
Middenmeer [ton ds]	0	0	0	0
Totaal [ton ds]	3,226	3,226	3,226	3,226
Stro				
Dordrecht [ton ds]	0	0	0	0
Emmeloord [ton ds]	20	0	5,133	20
Heiloo/Alkmaar [ton ds]	0	0	0	0
Middenmeer [ton ds]	0	0	0	0
Totaal [ton ds]	20	0	5,133	20

Analyse aanvoer naar centrale Emmeloord (tabel 10):

- Er wordt bij Basis Case 2 ook in Emmeloord vooral dunningshout gebruikt. Daarnaast worden de andere drie biomassatypen ook aangevoerd.
- De aanvoer van alle vier de biomassatypen komt vooral uit het tussenopslagpunt Emmeloord. Er wordt nauwelijks nog andere biomassa 'geïmporteerd'. In die zin is Emmeloord zelfvoorzienend. Alleen bij Variant 2 zijn er twee belangrijke bronnen voor het snociafval gemeenten.

4.2 Varianten op Basis Case 2

De volgende variaties in case zijn doorerekend als gevoeligheidsanalyse op de input gegevens:

- effectieve capaciteit van centrale 10% hoger dan maximum (variant 1);
- aankoopprijs biomassa (variant 2);
- veel lager beschikbaarheidpercentage dunningshout t.o.v. maximale hoeveelheid biomassa (variant 3).

4.2.1 Variant 1 - Inputcapaciteit centrale 10% hoger

In variant 1 op Basis Case 2 wordt kunstmatig de inputcapaciteit van de vergasser verhoogd met 10% (zonder verder iets te veranderen aan de vaste kosten en het totaal van de variabele kosten). Dit gaat uit van de aanname dat men de ontworpen centrale beter blijkt te kunnen benutten, dan in het oorspronkelijke ontwerp voor mogelijk was gehouden. Dit houdt in dat de input per maand gelijk wordt aan 2,888 ton ds i.p.v. 2,625 ton ds. Dit heeft ook invloed op de variabele kosten, omdat de gelijkblijvende som van de variabele kosten wordt gedeeld door meer ton ds. De variabele kosten worden dan gelijk aan € 63.75 per ton ds (i.p.v. € 70.13 per ton ds). Het aantal draaiuren blijft gelijk.

Analyse Variant 1 vergelijking globale gegevens (tabel 11):

- Er wordt ook daadwerkelijk 10% meer biomassa (6,312 ton ds) aangevoerd bij de centrale.
- Alleen de aankoopkosten nemen sterk af nl. tot € -42,902. Dat is € 502,976 minder dan in Basis Case 2, ofwel 109% lager.
- De overige ketenkosten (uitgezonderd de conversiekosten) stijgen allemaal, doordat er meer biomassa door de keten wordt gevoerd: opslagkosten gestegen met € 37,240 (28%), transportkosten € 268,093 (34%), laad- en loskosten € 235,141 (24%), voorberekingskosten € 89,623 (14%). Totaal zijn de ketenkosten (exclusief aankoop- en conversiekosten) dus gestegen met € 630,097 (24%)
- De conversiekosten blijven bijna exact gelijk, omdat de vaste kosten gelijk blijven en de totale variabele kosten bij een volledige benutting van de input capaciteit ook gelijk blijven.
- De totale kosten stijgen met slechts met € 127,460 (1%). Dit komt doordat de hogere ketenkosten gedeeltelijk worden gecompenseerd door de lagere aankoopkosten.
- De opbrengsten voor hoogwaardige warmte blijven exact gelijk, maar de opbrengsten voor elektriciteit nemen toe met € 1,214,077 (9%).
- De winst neemt toe met € 1,086,618 (165%).
- Het energiegebruik in de keten is gestegen met 4,429 GJ (12%), terwijl de elektriciteits-opbrengst ook is gestegen met 22,647 GJ (9%). Overall leidt dit tot een stijging van de energiewinst met 18,218 GJ (3%).
- Ook de emissiewinst laat dezelfde relatieve groei zien van 3%.

Tabel 11 Vergelijking van globale gegevens van Variant 1 t.o.v. de Basis Case 2.

Total throughput [ton dm]:	Basis Case 2	Variant 1	Vershil	Percentage (%)
from sources	64,264	70,829	6,565	10
to plants	63,000	69,312	6,312	10
Costs [euro]:				
purchase costs	460,074	-42,902	-502,976	-109
storage costs	132,686	169,926	37,240	28
transport costs	795,335	1,063,428	268,093	34
loading/unloading costs	997,602	1,232,743	235,141	24
pretreatment costs	655,531	745,154	89,623	14
total stor, trans, load, pretr	2,581,154	3,211,251	630,097	24
conversion costs	11,165,632	11,165,969	337	0
total costs	14,206,859	14,334,319	127,460	1
Revenues [euro]:				
low-valued heat revenues	0	0	0	0
high-valued heat revenues	1,099,648	1,099,648	0	0
electricity revenues	13,763,795	14,977,872	1,214,077	9
total revenues	14,863,443	16,077,519	1,214,076	8
profit	656,583	1,743,201	1,086,618	165
Energy use [GJ]:				
energy used for purchase	14,602	15,899	1,297	9
energy used for storage	0	0	0	0
energy used for transport	8,238	10,081	1,843	22
energy used for (un)loading	0	0	0	0
energy used for pretreatment	416	502	86	21
total stor, trans, load, pretr	8,654	10,583	1,929	22
energy used for conversion	14,474	15,677	1,203	8
total energy use of the chain	37,730	42,159	4,429	12
Energy returns [GJ]:				
net low-valued heat returns	0	0	0	0
net high-val. heat returns	346,892	346,892	0	0
net electricity returns	256,741	279,388	22,647	9
total net energy returns	603,633	626,280	22,647	4
energy profit	565,903	584,121	18,218	3
Emissions [ton CO₂-eq.]:				
emission for purchase	1,089	1,185	96	9
emission for storage	0	0	0	0
emission for transport	614	752	138	22
emission for (un)loading	0	0	0	0
emission for pretreatment	31	37	6	19
total stor, trans, load, pretr	645	789	144	22
emission for conversion	1,482	1,606	124	8
total emissions	3,216	3,580	364	11
Avoided em. [ton CO₂-eq.]:				
LV heat avoided emissions	0	0	0	0
HV heat avoided emissions	32,755	32,755	0	0
electricity avoided emissions	24,243	26,381	2,138	9
total GHG avoided	56,998	59,136	2,138	4
net GHG avoided	53,781	55,556	1,775	3

4.2.2 Variant 2 - Aankoopprijs snoeiafval gemeenten verlaagd en dunningshout verhoogd

In variant 2 wordt alleen de prijs van de minst gebruikt biomassasoort, nl. snoeiafval gemeenten, op de uiterste grens van € - 50.00 (i.p.v. € - 40.00) per ton ds genomen (dat wordt overigens € - 100.00 per ton ds in de database i.v.m. het zeefeffect; zie bijlage B1.1), zodat het in theorie gunstiger wordt om deze biomassasoort op te nemen in de keten. Tegelijkertijd is de prijs van de meest opgenomen biomassasoort, nl. dunningshout verhoogd van € 10.00 naar € 20.00 per ton ds, zodat het ongunstiger zou moeten worden om deze biomassasoort op te nemen in de keten.

Analyse Variant 2 vergelijking globale gegevens (tabel 12):

- Alle kostenposten (behalve conversiekosten en de opslagkosten) nemen toe. De aankoopkosten nemen toe met € 277,85 (60%). Er wordt weliswaar meer goedkoop snoeiafval gemeenten ingekocht, maar moet ook nog steeds een relatief grote hoeveelheid dunningshout worden aangekocht tegen een twee maal zo hoge prijs. Verder nemen vooral de voorbehandelingskosten € 62,822 (10%) toe.
- De winst neemt af met € 369,661 (min 56%) wat bijna gelijk is aan het bedrag van de hogere kosten.
- Het energiegebruik gekoppeld aan de ingekochte biomassa neemt toe 2,762 GJ (19%), maar energiegebruik voor transport neemt af met 663 (min 8%), evenals de voorbewerkingsenergie met 13 GJ (min 3%).
- Het totale verschil in energiewinst is te verwaarlozen, evenals het verschil bij de broeikasgaswinst.

4.2.3 Variant 3 - Slechts 25% dunningshout beschikbaar

In variant 3 wordt de totale hoeveelheid beschikbare dunningshout verlaagd van 99,925 ton ds tot 24,981 ton ds, ofwel 25% van het oorspronkelijk totaal. Dit houdt automatisch in dat er een verschuiving zal moeten plaatsvinden t.o.v. Basis Case 1, die 47,314 ton ds opneemt.

Variant 3 is wel doorgerekend, maar daarbij blijkt alleen de centrale in Emmeloord open te gaan. Uit de optimalisatie blijkt het niet rendabel de centrale in Zaanstad ook te openen bij de beschikbare biomassa. Het kost dan meer geld om de centrale te openen dan dat er verdiend wordt en dit draagt in de winstoptimalisatie niet bij tot een optimale winst. Biolooco neemt dan de beslissing de centrale niet te openen. De redenen voor dit gebrek aan winstgevendheid worden niet gerapporteerd door Biolooco, maar liggen aan een combinatie van de hogere conversiekosten van de kleinschalige installatie en de te hoge biomassakosten (in relatie tot energie-inhoud en het gehele logistieke aanvoertraject). Dit maakt de gegevens echter moeilijk vergelijkbaar met Basis Case 2 en daarom zijn de resultaten verder niet gepresenteerd in de tabellen.

Tabel 12 Vergelijking van globale gegevens van Variant 2 t.o.v. de Basis Case 2.

Total throughput [ton dm]:	Basis Case 2	Variant 2	Vershil	Percentage (%)
from sources	64,264	63,906	-358	-1
to plants	63,000	63,000	0	0
Costs [euro]:				
purchase costs	460,074	737,909	277,835	60
storage costs	132,686	108,313	-24,373	-18
transport costs	795,335	845,028	49,693	6
loading/unloading costs	997,602	999,078	1,476	0
pretreatment costs	655,531	718,353	62,822	10
total stor, trans, load, pretr	2,581,154	2,670,772	89,618	3
conversion costs	11,165,632	11,165,632	0	0
total costs	14,206,859	14,574,313	367,454	3
Revenues [euro]:				
low-valued heat revenues	0	0	0	0
high-valued heat revenues	1,099,648	1,099,648	0	0
electricity revenues	13,763,795	13,761,588	-2,207	0
total revenues	14,863,443	14,861,235	-2,208	0
profit	656,583	286,922	-369,661	-56
Energy use [GJ]:				
energy used for purchase	14,602	17,364	2,762	19
energy used for storage	0	0	0	0
energy used for transport	8,238	7,575	-663	-8
energy used for (un)loading	0	0	0	0
energy used for pretreatment	416	403	-13	-3
total stor, trans, load, pretr	8,654	7,978	-676	-8
energy used for conversion	14,474	14,966	492	3
total energy use of the chain	37,730	40,308	2,578	7
Energy returns [GJ]:				
net low-valued heat returns	0	0	0	0
net high-val. heat returns	346,892	346,892	0	0
net electricity returns	256,741	256,700	-41	0
total net energy returns	603,633	603,592	-41	0
energy profit	565,903	563,284	-2,619	0
Emissions [ton CO₂-eq.]:				
emission for purchase	1,089	1,295	206	19
emission for storage	0	0	0	0
emission for transport	614	565	-49	-8
emission for (un)loading	0	0	0	0
emission for pretreatment	31	30	-1	-3
total stor, trans, load, pretr	645	595	-50	-8
emission for conversion	1,482	1,533	51	3
total emissions	3,216	3,422	206	6
Avoided em. [ton CO₂-eq.]:				
LV heat avoided emissions	0	0	0	0
HV heat avoided emissions	32,755	32,755	0	0
electricity avoided emissions	24,243	24,239	-4	0
total GHG avoided	56,998	56,994	-4	0
net GHG avoided	53,781	53,572	-209	0

5 Discussie

In dit discussie hoofdstuk worden puntsgewijs enkele kanttekeningen gezet bij de gevolgde benadering en aannames. Deze opmerkingen maken de resultaten niet minder waardevol, maar geven wel aan binnen welke randvoorwaarden ze geldig zijn.

De import van biomassa vanuit ons omringende landen (bv. via de haven van Amsterdam) is in deze studie geheel buiten beschouwing gelaten.

De meeste gegevens over de biomassaketen varianten zijn geleverd door HVC en het Biomassaplatform Noord-Holland Noord. Ontbrekende gegevens zijn niet gebaseerd op aanvullend onderzoek, maar op reeds beschikbare gegevens uit Bioloco. Die zijn mogelijk op onderdelen gedeeltelijk verouderd.

De gekozen regionale indeling van de bronnen voor deze cases is niet geheel logisch voor een biomassavergassingscentrale in Zaanstad. In het zuidoostelijk deel van de provincie Noord-Holland (ten zuiden van het Noordzeekanaal en in het Gooi) zijn nl. geen biomassabronnen meegenomen, omdat deze gemeenten niet tot het inzamelingsgebied van HVC behoren en er daarom geen betrouwbare gegevens bekend waren. Daarentegen zijn wel biomassabronnen uit de verder gelegen regio's Dordrecht en Flevoland gedefinieerd. Het was wellicht beter geweest om de analyse nog meer te richten op bronnen in directe nabijheid van de biomassavergassingscentrale(s). Met de huidige analyse kan echter juist wel weer worden onderzocht of verder gelegen biomassabronnen ook kunnen worden meegenomen.

Bij het chippen/zeven van snoeiafval gemeenten op de tussenopslag locatie wordt veel restafval afgesplitst (50%). Het afsplitsen van biomassa is helaas echter niet mogelijk in Bioloco. Daarom is dit verrekend met aangepaste uitgangspunten, nl. er is gerekend met dubbele kosten, want men voert in werkelijkheid tweemaal zoveel biomassa aan naar de tussenopslaglocatie waar de zeefstap plaatsvindt. Deze noodoplossing wat betreft de modellering van Bioloco heeft goed gewerkt, maar vroeg wel steeds een goede controle van de uitgangsgegevens.

Mogelijk heeft men een voorkeur voor bepaalde biomassasoorten. De eis zou bv. kunnen zijn dat snoeiafval gemeenten in ieder geval afgenomen moet worden, omdat de aandeelhouders van HVC zich daar van moeten ontdoen. Dit valt wel te modelleren in Bioloco via de zogenaamde 'push'-optie. Deze variant is echter door tijdgebrek niet meer berekend in de analyse.

In de praktijk is voor de toevoer naar de biomassavergasser een constante samenstelling en kwaliteit gewenst. Het is dus minder gewenst om in een bepaalde periode op de ene mix van biomassa te draaien en in een andere periode weer op een andere mix (bv. niet alleen draaien op stro in de zomer). De resultaten geven echter steeds een veranderende mix van verschillende

biomassasoorten te zien. Dit leidt mogelijk tot operationele problemen, maar dat is niet meegenomen in de analyse.

In deze analyse lag de focus vooral op de bedrijfseconomische aspecten. Indien bijvoorbeeld was geoptimaliseerd naar reductie van broeikasgassen zou dat (mogelijk) leiden tot verschuivingen in de oplossing. Overigens is bij het verzamelen van gegevens ook vooral de focus op economie gelegd. Standaarddata over energieverbruik en broeikasgasemissie zijn veel minder grondig up-to-date gemaakt. Daardoor moeten deze resultaten ook met de nodige voorzichtigheid worden bekeken.

Achteraf is het een minder verstandige keuze geweest om in variant 2 (van Basis Case 1 en 2) zowel de prijs van snoeiafval gemeenten te verlagen als de prijs van dunningshout te verhogen. In de resultaten zijn daardoor helaas de effecten van beide (tegengestelde) maatregelen met elkaar vermengd, en daardoor bleek het lastiger duidelijke conclusies te trekken.

In principe wordt in de zomerperiode een lagere vraag naar warmte verwacht. Seizoenseffecten bij warmte- en elektriciteitsvraag zijn echter nog niet meegenomen in de analyse.

In deze studie is vooral de relatieve vergelijking van de twee verschillende basis cases (groot- en kleinschalig) en varianten daarop van belang. Absolute getallen over de financiële haalbaarheid (bv. jaarkosten voor conversie) van de verschillende Basis Cases en varianten zijn in dit kader minder belangrijk. De exacte hoogte van de rendementseis, die bepaalt of een centrale daadwerkelijk zal worden gebouwd, is uiteindelijk vooral afhankelijk van de strategie van een marktpartij. Voor bepaalde duurzame energieprojecten is men bv. om strategische redenen misschien juist wel bereid lagere rendementen te accepteren. Het is daarom in dit rapport moeilijk te stellen dat een centrale uit een bepaalde case wel of niet gebouwd zal worden, alleen op basis van de hoogte van de winst.

In de huidige studie is aangenomen dat de kosten van de decentrale (kleinschaligere) vergassingstechnologie 10% hoger zijn dan die van de centrale (grootschaligere) vergassingstechnologie. Waarschijnlijk is dat zelfs nog een onderschatting. Dit betekent dat de decentrale vergassingstechnologie in Basis Case 2 waarschijnlijk nog ongunstiger is dan nu blijkt al blijkt in vergelijking met Basis Case 1.

Binnen dit project wordt nog niet verkend welke biomassaketens mogelijk pas op termijn tot ontwikkeling kunnen komen als bijvoorbeeld de conversietechnologie marktrijp is. Hier is alleen gekeken naar vergassing als technologie bij de centrale. Vergisting kan een alternatief zijn maar daar is nog niet naar gekeken binnen dit onderzoek.

6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Alle detailconclusies over de verschillende deelaspecten van de twee Basis Cases zijn al besproken in de hoofdstukken 3 en 4. In tabel 13 zijn de belangrijkste resultaten van de beide Basis Cases samengevat. In dit afsluitende hoofdstuk worden nog enkele meer algemene conclusies gegeven.

Tabel 13 Belangrijkste resultaten Basis Case 1 en 2.

Basis Case	Winst	Transportkosten	Netto energieopbrengst	Netto CO ₂ -reductie
1. (40 MWth)	€ 1,222,137	€ 1,259,628	555,422 GJ	52,993 ton
2. (2 x 20 MWth)	€ 656,583	€ 795,335	565,903 GJ	53,781 ton

De modelmatige aanpak met behulp van Bioloco met als doel het ontwerpen van nieuwe biomassaketens is een zinvolle werkwijze geweest. De uitgangsgegevens zijn op deze manier systematisch op een rij gezet. De analyse van de eerste uitkomsten heeft vervolgens geleid tot het stapsgewijs verbeteren van de uitgangsgegevens, zowel de standaardgegevens als de netwerkspecifieke gegevens. Het iteratief analyseren van de varianten heeft geleid tot een beter doordacht ontwerp van een mogelijke biomassavergassingsketen in Noord-Holland. Bioloco maakt een betere afweging mogelijk tussen mogelijke varianten.

Wat betreft de benodigde hoeveelheid biomassa is de beschreven biomassavergassingsketen in ieder geval haalbaar in Noord-Holland. Van de potentieel totaal beschikbare biomassa ter grootte van 198,086 ton ds per jaar in de opgegeven bronnen, wordt door Basis Case 1 (centrale vergasser) slechts 63,965 ton ds per jaar geconsumeerd (dit is begrensd door de capaciteit van de centrale). Het resterende overschot van 134,121 ton ds per jaar is in principe nog beschikbaar voor andere initiatieven voor biomassaketens. Voor de meeste biomassa (behalve het snoeiafval gemeenten) geldt overigens wel dat dit nog daadwerkelijk gecontracteerd moet worden. Hier ligt nog steeds een grote uitdaging: hoe kan de potentiële biomassa daadwerkelijk worden gemobiliseerd.

Uit de optimalisatie blijkt dat snoei- en dunningshout aantrekkelijker is dan snoeiafval. Dit ondanks het feit dat voor gemeentelijk snoeiafval een vergoeding (negatieve kosten) wordt verkregen. Dit positieve kosteneffect weegt niet op tegen de lagere energie-inhoud in vergelijking tot snoeihout fruittelers en dunningshout bos (beiden 17 GJ/ton) en de hogere voorbereidingskosten voor het zeven.

In de praktijk rekent men vaak met een vaste transportprijs per ton biomassa per rit, onafhankelijk van de daadwerkelijke transportafstand. Het Bioloco model biedt de mogelijkheid

om te bekijken of dit principe veranderd zou moeten worden, en er beter met km-afhankelijke transportkosten gerekend kan worden. De huidige resultaten tonen in ieder geval aan dat er duidelijke verschillen zijn tussen Basis Cases 1 en 2 en hun varianten qua transportkosten, wanneer er met km-kosten wordt gerekend.

De logistieke kosten zijn wel verschillend voor de twee Basis Cases 1 en 2, maar niet onderscheidend genoeg om een duidelijke keuze voor decentraal in plaats van centraal te maken. De lagere logistieke kosten bij de decentrale keten (€ -464, 293) worden (ruim) teniet gedaan door de 10% hogere vaste kosten van de decentrale conversie (€ 1,014,044). Waarschijnlijk is dit zelfs nog een onderschatting van de kosten (zie discussie). Een grootschalige aanpak vermijdt het risico van nog hogere conversiekosten en voorkomt versplintering van initiatieven. In Basis Case 1 is de winst in de centrale biomassavergassingsketen gezien de risico's op het gebied van technologie en inkoop redelijk beperkt, namelijk € 1,222,137 (8.9% van de totale kosten). In Basis Case 2 met de biomassavergassingsketen met twee decentrale installaties neemt de winst af tot € 656,583 (4.6% van de totale kosten). De centrale optie is dus financieel robuuster dan de decentrale (kleinschaligere) optie.

Het verschil in winst is relatief veel groter dan het verschil in vermeden broeikasgasemissies. Dit betekent dat de centrale variant kostentechnisch aantrekkelijker is om de broeikasgasemissies te verlagen.

De resultaten van de studie zijn niet alleen van nut voor HVC, maar voor verschillende partijen in Noord-Holland (Noord). Ook de aanbieders van biomassa hebben er belang bij. De biomassa is in potentie wel aanwezig, maar de gemeenten kunnen zeker nog een faciliterende rol spelen om dit aanbod daadwerkelijk te mobiliseren. Het is o.a. een economisch belang voor deze gemeenten dat dunningshout uit hun gebied beschikbaar komt voor toepassing in een biomassavergassingsketen. Ook de duurzame energievoorziening en een reductie van de uitstoot van broeikasgassen is van belang voor het realiseren van beleidsdoelstellingen van provincie en gemeenten.

6.2 Aanbevelingen

De resultaten uit deze studie zijn vooral richtinggevend. Voor het onderbouwen van een investeringsbeslissing is nog verdere studie nodig. De keuze van uitgangspunten zal in dat geval bepaald worden door de investeerder en ontwikkelaar van het project.

Voor het realiseren van een centrale vergasser die gebruik maakt van regionale biomassa is het van belang op korte termijn met gemeenten en terreinbeheerders de mogelijkheden te verkennen. Doel is om vooral snoei- en dunningshout beschikbaar te krijgen en te contracteren voor een dergelijke biomassacentrale. Dit is van belang om de inkooprisico's te beperken en de logistieke kosten te minimaliseren.

Literatuur

- Annevelink, E. & R.M. de Mol, 2007. Biomass logistics. Workshop IEA Bioenergy Task 32, 15th European Biomass Conference, Berlin, Germany, 28 pp.
- Annevelink, E. & R.M. de Mol, 2006. Optimalisatie van biomassa logistiek met Bioloco. Syllabus cursus Biomassa: kans of bedreiging? Agro-industrie; leverancier voor energie en chemie?, Wageningen Business School, 14 pp.
- CBS, 2010. Bodemgebruik in Nederland in 2006, Oppervlakte bos per gemeente (statline.cbs.nl).
- Diekema, W.H., R.M. de Mol, E. Annevelink & H.W. Elbersen, 2005. Combining goals in the logistics bio-energy chains. 14th European Biomass Conference, Paris, France, 495-498.
- E kwadraat advies, 2009. Haalbaarheid van kleinschalige vergassing van biomassa tot groen gas in het kader van transitiepad groen gas. Rapport, 45 pp.
- Geijzendorffer, I.R., E. Annevelink, B. Elbersen, R. Smidt & R.M. de Mol, 2008. Application of a GIS-Bioloco tool for the design and assessment of biomass delivery chains. Proceedings 16th European Biomass Conference, Valencia, Spain, 640-643.
- Oever, M.J.A. van den & E. Annevelink, 2010. Biomass logistics; Collection of Input Data for BIOLOCO (Part 1). Wageningen UR, Food & Biobased Research, Report, 1167, 68 pp.

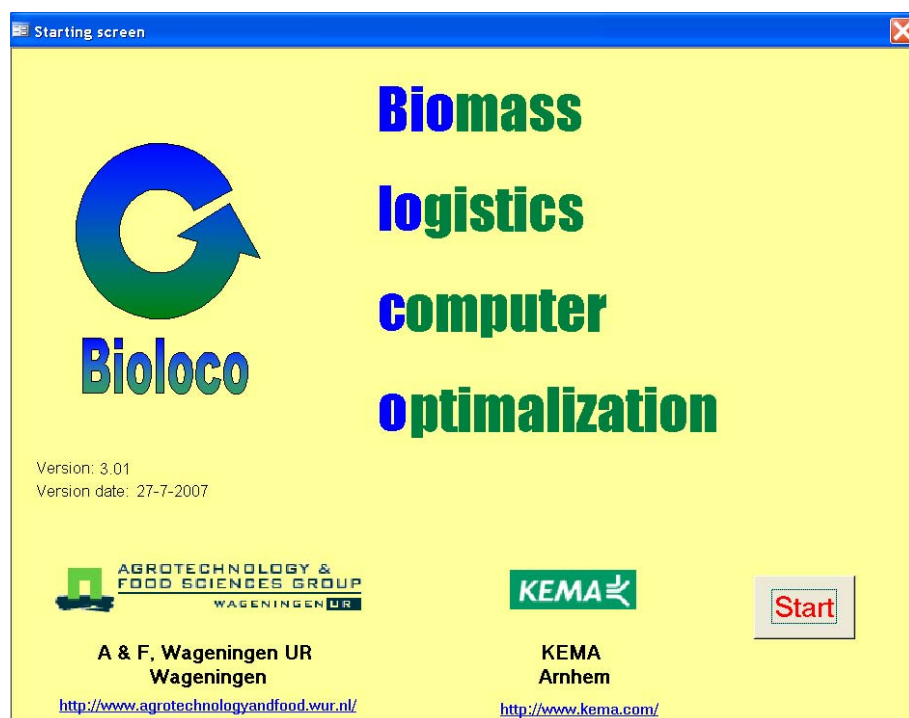
Dankbetuiging

De auteurs bedanken het Biomassaplatform Noord-Holland Noord voor het mogelijk maken van het in dit rapport beschreven onderzoek. Verder gaat dank uit naar Wim van Daalen (HVC) en Pieter Bergmeijer (Biomassaplatform Noord-Holland Noord & Energy Valley) van de begeleidingsgroep voor hun zeer waardevolle bijdragen en hun positieve, stimulerende opstelling tijdens de voortgangsbesprekingen.

Bijlage A. Gebruikte optimalisatiemethode: Bioloco

A1. Algemeen

Bioloco (figuur 3) is een optimalisatiemodel voor de logistiek bij de inzameling van biomassa voor elektriciteit- en warmteopwekking (Annevelink & de Mol, 2006 & 2007; Geijzendorffer et al., 2008). De logistiek wordt gemodelleerd als een netwerk opgebouwd uit knopen en takken. Bij elke knoop horen één of meer depots (met elk een eigen biomassasoort) waar opslag kan plaatsvinden. Een tak is een verbinding tussen twee depots en representeert transport. Bij een tak zijn voorbewerkingen mogelijk. Het model houdt rekening met verliezen tijdens opslag en met de seizoensafhankelijkheid van vraag en aanbod. Het computerprogramma bestaat uit drie delen: een database met gebruikersinterface, een grafische interface en een optimalisatiemodel.



Figuur 3 Openingscherm van Bioloco.

Bioloco is een acroniem voor Biomassa logistiek computer optimalisatie. Bioloco berekent zelf, uit een van te voren door de gebruiker opgegeven set van mogelijkheden, die biomassastromen, conversietechnieken en voorbewerkingen die nodig zijn om tot de optimale productie van elektriciteit en warmte te komen in één of meer energiecentrales. Het doel van Bioloco is om strategische verkenningen te ondersteunen.

Bioloco is gestart als logistiek rekenmodel, maar door ook conversietechnieken te definiëren kunnen totaalconcepten worden doorgerekend. Het rekenmodel, dat ontwikkeld is voor de distributiebedrijven, is gekoppeld aan een database waarin informatie is ondergebracht over kosten, emissies en energiegebruik voor de onderdelen in de biomassaketen.

Deze biomassaketen van bron tot energielevering wordt optimaal ingericht op basis van één gekozen optimalisatiecriterium. Hiervoor zijn er tien mogelijkheden (Diekema et al., 2005):

1. maximalisatie van de baten
2. minimalisatie van de kosten
3. maximalisatie van de winst (baten minus kosten)
4. maximalisatie van de energieopbrengst in de energiecentrale(s)
5. minimalisatie van het energieverbruik in de logistieke keten
6. maximalisatie van de netto energieopbrengst (opbrengst minus verbruik)
7. maximalisatie van de emissiebesparing t.o.v. fossiel
8. minimalisatie van de emissie
9. maximalisatie van de emissiewinst (besparing – emissie)
10. doelprogrammering (combinatie van verschillende criteria)

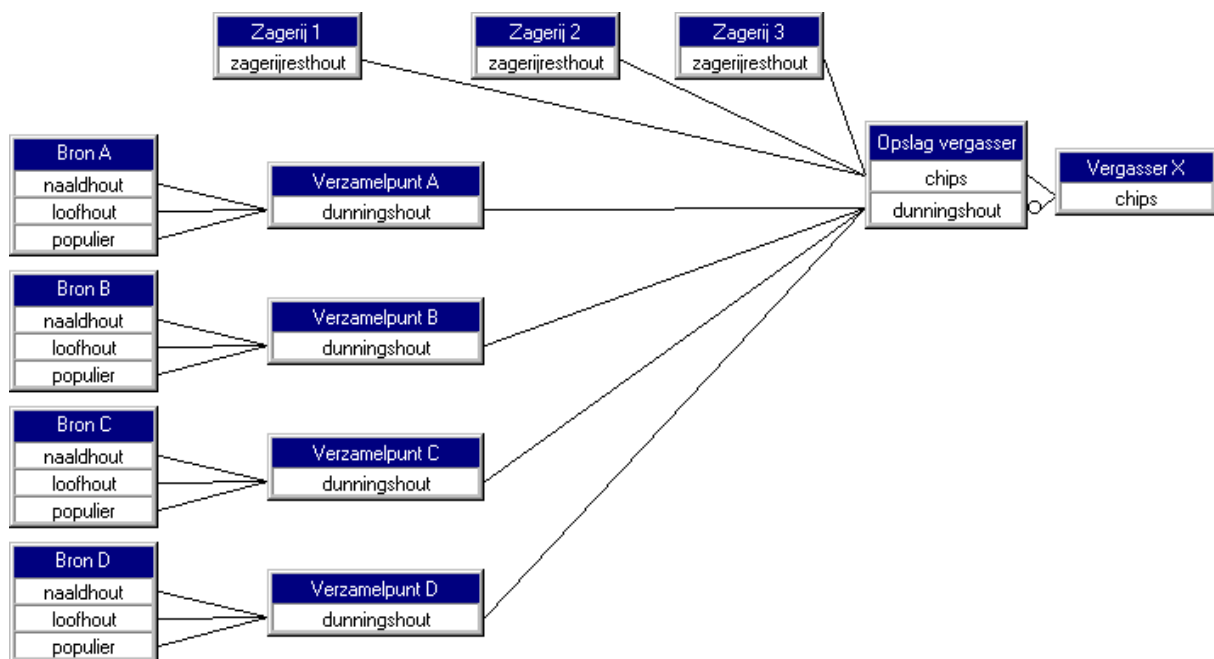
Bij de optimalisatie wordt rekening gehouden met effecten die typerend zijn voor biomassa:

- seizoensafhankelijkheid van de vraag naar biomassa en het aanbod van biomassa;
- verliezen door opslag, te onderscheiden in verlies in droge stof (broei) en vocht (droging).

Beide effecten hebben veel invloed op de logistiek en zijn moeilijk in te schatten zonder gebruik van een model. Ook wordt rekening gehouden met de combinatie van drogen, verkleinen, transport en eisen van de converstechniek. Een optimale gecombineerde keuze in deze is evenmin zonder computermodel in te zien.

A2. Modules in Bioloco

De onderdelen van de keten zijn: bronnen van biomassa, voorbereidingen (drogen en verkleinen), transportvormen, tussenopslag, conversie en koppeling aan het net. De keten wordt gerepresenteerd als een netwerk, opgebouwd uit knopen en takken (zie figuur 4). Bij elke knoop horen één of meer depots (met elk een eigen biomassasoort) waar opslag kan plaatsvinden. Een knoop kan ook een centrale representeren waar conversie plaatsvindt. Een tak is een verbinding tussen twee depots en representeert transport. Aan het begin of het einde van een tak zijn voorbereidingen mogelijk.



Figuur 4 Voorbeeld van een logistiek netwerk in Biolooco.

De implementatie van Biolooco bestaat uit drie onderdelen:

- De database (MS-Access) waarin de gegevens die van belang zijn bij de biomassalogistiek, voorbewerkingen en conversie, zijn opgeslagen. Dit zijn standaardgegevens betreffende de kennis van biomassa en netwerkspecifieke gegevens die nodig zijn bij de optimalisatie van een netwerk. De input voor de optimalisatie bij een project wordt automatisch samengesteld op basis van de actuele inhoud van de database.
- De grafische interface (in Delphi) waarmee de netwerkstructuur op een eenvoudige en flexibele wijze kan worden gedefinieerd.
- Een numeriek optimalisatiepakket (Xpress) waarmee de oplossing van een netwerk wordt berekend. De resultaten van de optimalisatie worden automatisch opgeslagen in de database.

Binnen MS-Access is voor Biolooco een gebruikersvriendelijke Engelstalige interface gedefinieerd waarmee met de database kan worden gewerkt en waarmee het optimalisatiepakket kan worden aangeroepen. Daarnaast zijn er rapportagemodules binnen MS-Access waarmee de resultaten op overzichtelijke wijze worden getoond.

De inhoud van de database wordt als volgt onderverdeeld:

- a) standaardgegevens betreffende de kennis van biomassa en logistiek.
- b) netwerkspecifieke gegevens.

Gegevens van type (a) zijn door KEMA in samenwerking met Wageningen UR ingevoerd. Gegevens van het type (b) dienen door de gebruiker zelf te worden ingevoerd.

De resultaten van verschillende doorgerekende varianten van netwerken worden uiteindelijk opgeslagen bij de netwerkspecifieke gegevens (type b), zodat de resultaten in relatie tot de ingevoerde gegevens kunnen worden geanalyseerd.

Voor een specifiek netwerk wordt automatisch een optimalisatiemodel gegenereerd, dat voldoet aan de invoereisen van het gekozen optimalisatiepakket. De gegevens worden via zoekopdrachten (queries) rechtstreeks uit de MS-Access database gehaald. De resultaten die het optimalisatiepakket vervolgens gegenereerd, worden daarna weer rechtstreeks opgeslagen in de database bij de netwerkspecifieke gegevens.

A3. Functionaliteit van Bioloco

Met Bioloco kunnen diverse alternatieve routes in de logistieke keten worden gedefinieerd waaruit via optimalisatie een keuze dient te worden gemaakt. Deze routes kunnen van allerlei bedrijfseigen kengetallen worden voorzien (of men kan gebruik maken van kengetallen die standaard reeds in de database zitten). Zo kan men allerlei mogelijke biomassabronnen definiëren, verschillende transportroutes aangeven en de voorbewerkingen op verschillende plaatsen positioneren. Ook kan men twee of meer centrales definiëren om tot een keuze te komen welke techniek in een specifiek geval de beste oplossing biedt. De kracht van Bioloco is dat aldus een groot aantal alternatieven in een netwerk kunnen worden vastgelegd, waaruit het rekenprogramma, via lineaire programmering (LP), de beste oplossing aanbeeft.

De gebruiker heeft dus de mogelijkheid om zelf allerlei opties te verkennen zonder dat veel detailinformatie nodig is. Zo kunnen bijvoorbeeld vragen beantwoord worden als:

- Welke bronnen van biomassa kan ik het beste gebruiken?
- Waar kan ik welke voorbewerking het beste laten plaatsvinden?
- Op welke plaats kan een centrale het beste neergezet worden?
- Moet ik gaan verbranden of gaan vergassen?
- Welke schaalgrootte is de beste keuze; is één grote centrale beter dan twee kleinere?
- Is warmteafzet in mijn situatie een goede optie?
- Wat is de CO₂-emissiereductie?
- Wat is het energiegebruik in de keten?
- Wat zijn de emissies van broeikasgassen?

Het model zal bij het beantwoorden van deze vragen uitspraken doen over de volgende beslissingen:

- hoeveelheid afname van verschillende biomassasoorten per bronlocatie per maand;
- hoeveelheid doorvoer van verschillende biomassasoorten per tussenlocatie per maand;
- voorziening in energiebehoefte (elektriciteit en/of warmte) per energiecentrale per maand;
- keuze uit een beperkt aantal locaties voor energiecentrales, rekening houdend met de inpassing in het elektriciteitsnet/warmtenet;
- keuze van type, de locatie en tijdstip van opslag;
- keuze van type, de locatie en tijdstip van voorbewerkingen;
- keuze van hoeveelheden transport tussen verschillende locaties per maand;
- keuze van type transport (weg/water/spoor) tussen de verschillende locaties per maand, rekening houdend met extra overslag bij water- en railtransport.

Bijlage B. Inputgegevens vergassingscase Noord-Holland

B1. Basic data

B1.1 Biomass types

name	
description	
bulk density	kg dm/m ³
heating	kg of organic matter loss/ kg organic matter
net heating value	GJ/ton
own use source	
initial moisture content	kg moisture/ kg total
source costs	€/ton dm
energy use source	GJ/ton dm
reference	

Snoeiafval gemeenten

Biomass types

name NH snoeiafval gemeenten

description snoeiafval gemeenten - losse takken, soms snippers

bulk density 75

manifestation branches

heating 0.015

minimum heating content 0.25

ash-softening point 1000

volatility 70

net heating value 15

own use source diesel

	minimum	setting value	maximum
particle size	0	300	1000
ash contents	1.00%	15.00%	40.00%
initial moisture content	50.00%	50%	50.00%
source costs	€ 80.00-	€ 80.00-	€ 80.00-
energy use source	0.4	0.4	0.4

reference Case North-Holland (let op dubbele kosten & energie ivm zeven)

Biomass types

name NH chips snoeiafval gemeenten

description houtchips snoeiafval gemeenten

bulk density 155

manifestation chips

heating 0.015

minimum heating content 0.25

ash-softening point 1000

volatility 70

net heating value 15

own use source diesel

	minimum	setting value	maximum
particle size	2	20	100
ash contents	1.00%	15.00%	40.00%
initial moisture content	35.00%	35%	35.00%
source costs	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
energy use source	0.2	0.2	0.2

reference Case North-Holland

- Bulk density 50-100 kg dm/m³, dus 75 kg dm/m³ genomen.
- Initieel vochtgehalte 50%
- Voor snoeiafval gemeenten is net heating value 7,5 GJ/ton (LHV) bij moisture content 50%. Het model vraagt echter HHV. In dat geval te gebruiken 15 GJ/ton.
- De bronkosten bij snoeiafval gemeenten € -20,- per ton vers materiaal (liggen tussen €-25 en €0). Dus de bronkosten zijn € -40,- per ton ds. Het levert dus geld op.
- Bij chippen/zeven van snoeiafval gemeenten wordt veel restafval afgesplitst (50%). Afsplitsen van biomassa is helaas niet mogelijk in Bioloco. Daarom moet dit worden verrekend met aangepaste uitgangspunten, nl.: reken dubbele kosten, want je voert in werkelijkheid 2x zoveel biomassa aan naar de tussenopslaglocatie waar de zeefstap plaatsvindt. Dat betekent dat € -80,- per ton dm is ingevuld.
- De prijs van chips is op €0 gezet om verwarring te voorkomen, want de kosten van chippen worden apart berekend bij pretreatments. De source costs van chips zijn hier irrelevant omdat deze biomassasoort niet bij bronnen beschikbaar komt.

Snoeihout fruittelers

Biomass types			
name	NH snoeihout fruittelers		
description	snoei- en rooihout fruittelers		
bulk density	75		
manifestation	dumped material		
heating	0.015		
minimum heating content	0.25		
ash-softening point	1250		
volatility	70		
net heating value	17		
own use source	diesel		
	minimum	setting value	maximum
particle size	0	100	500
ash contents	10.00%	19.00%	30.00%
initial moisture content	50.00%	50%	50.00%
source costs	€ 2.50	€ 2.50	€ 2.50
energy use source	0.2	0.2	0.2
reference	Case North-Holland		

Biomass types			
name	NH chips snoeihout fruittelers		
description	houtchips snoeihout fruittelers		
bulk density	155		
manifestation	chips		
heating	0.015		
minimum heating content	0.25		
ash-softening point	1250		
volatility	70		
net heating value	17		
own use source	diesel		
	minimum	setting value	maximum
particle size	2	20	50
ash contents	10.00%	19.00%	30.00%
initial moisture content	35.00%	35%	35.00%
source costs	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
energy use source	0.2	0.2	0.2
reference	Case North-Holland		

- Snoeihout fruittelers: de bulk density is ook 75-100 kg dm/m³, dus 75 kg dm/m³ genomen.
- De waarde is €2,50/ton ds.
- De prijs van chips is op €0 gezet om verwarring te voorkomen, want de kosten van chippen worden apart berekend bij pretreatments. De source costs van chips zijn hier irrelevant omdat deze biomassasoort niet bij bronnen beschikbaar komt.

Stro

Biomass types			
name	NH stro		
description	stro		
bulk density	400		
manifestation	bales		
heating	0.015		
minimum heating content	0.25		
ash-softening point	900		
volatility	79		
net heating value	17		
own use source	diesel		
	minimum	setting value	maximum
particle size	0	100	300
ash contents	1.20%	7.00%	23.00%
initial moisture content	6.00%	16%	26.00%
source costs	€ 45.00	€ 45.00	€ 45.00
energy use source	0.5	0.5	0.5
reference	Case North-Holland		

Biomass types			
name	NH chips stro		
description	stro chips		
bulk density	120		
manifestation	chips		
heating	0.015		
minimum heating content	0.25		
ash-softening point	900		
volatility	79		
net heating value	17		
own use source	diesel		
	minimum	setting value	maximum
particle size	0	10	30
ash contents	1.20%	7.00%	23.00%
initial moisture content	6.00%	16%	26.00%
source costs	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
energy use source	0.5	0.5	0.5
reference	Case North-Holland		

- De kosten van stro €45/ton ds kloppen volgens HVC.
- De prijs van chips is op €0 gezet om verwarring te voorkomen, want de kosten van chippen worden apart berekend bij pretreatments. De source costs van chips zijn hier irrelevant omdat deze biomassasoort niet bij bronnen beschikbaar komt.

Dunningshout bos

Biomass types			
name	NH dunningshout bos		
description	dunningshout bos		
bulk density	100		
manifestation	branches		
heating	0.015		
minimum heating content	0.25		
ash-softening point	1000		
volatility	70		
net heating value	17		
own use source	diesel		
	minimum	setting value	maximum
particle size	0	300	1000
ash contents	1.00%	15.00%	40.00%
initial moisture content	50.00%	50%	50.00%
source costs	€ 10.00	€ 10.00	€ 10.00
energy use source	0.2	0.2	0.2
reference	Case North-Holland		

Biomass types			
name	NH chips dunningshout bos		
description	houtchips dunningshout bos		
bulk density	155		
manifestation	chips		
heating	0.015		
minimum heating content	0.25		
ash-softening point	1000		
volatility	70		
net heating value	17		
own use source	diesel		
	minimum	setting value	maximum
particle size	2	20	100
ash contents	1.00%	15.00%	40.00%
initial moisture content	35.00%	35%	35.00%
source costs	€ 0.00	€ 0.00	€ 0.00
energy use source	0.2	0.2	0.2
reference	Case North-Holland		

- De bronkosten bij terreinbeheerders hout €10,- per ton ds.
- De prijs van chips is op €0 gezet om verwarring te voorkomen, want de kosten van chippen worden apart berekend bij pretreatments. De source costs van chips zijn hier irrelevant omdat deze biomassasoort niet bij bronnen beschikbaar komt.

B1.2 Supply patterns

Supply patterns biomass	
name	NH snoeiafval gemeenten
description	aanvoer snoeiafval gemeenten
January	5
February	8
March	9
April	8
May	7
June	10
July	9
August	9
September	9
October	9
November	10
December	7
reference	Case North-Holland

- Overzicht van Sortiva groenstromen d.d. 15 maart opgestuurd door HVC, als aanvulling op overzicht 20-1-2010, om supply pattern uit af te leiden.
- Hoofdgroep snoeihout gemeenten = boomstobben (code 5200), ziek iepenhout (code 5201), boomstammen (schoon) (code 5202) en snoeihout gehakseld (code 5670).
- Snoeiafval gemeenten (excl. GFT): voor berekend patroon ook tuinvuil (code 5220) en tuinvuil gehakseld (code 5230) meenemen. Dan krijg je een iets beter globaal beeld. Uit dat tuinvuil komt juist de genoemde 50% zeefafval.

Supply patterns biomass	
name	NH snoeihout fruittelers
description	aanvoer snoeihout fruittelers
January	1
February	1
March	1
April	0
May	0
June	0
July	0
August	0
September	0
October	1
November	1
December	1
reference	Case North-Holland

- Aangenomen is dat einde herfst & winter wordt gesnoeid.

Supply patterns biomass	
name	NH stro
description	aanvoer stro
January	0
February	0
March	0
April	0
May	0
June	0
July	0
August	1
September	1
October	0
November	0
December	0
reference	Case North-Holland

- Aangenomen is dat graan in augustus en september wordt geoogst.

Supply patterns biomass	
name	NH dunningshout bos
description	aanvoer dunningshout bos
January	5
February	5
March	5
April	0.14
May	0.14
June	0.14
July	0.14
August	0.14
September	0.14
October	1
November	1
December	1
reference	Case North-Holland

- Dunningshout bos zoals resthout terreinbeheer o.b.v. mail van HVC (15-3-2010), in tussenliggende maanden 100 ton nemen oftewel 0,14 als factor.

B1.3 Drying properties

name	
description	
biomass type	
storage system	
drying factor	
equilibrium moisture content in June	kg moisture/ kg total
equilibrium moisture content in December	kg moisture/ kg total
average storage period	Months
moisture content after storage	kg moisture/ kg total
reference	

Snoeiafval gemeenten

Drying properties	
name	NH snoeiafval gemeenten, open lucht
description	
biomass type	NH snoeiafval gemeenten
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	35.00%
equilibrium moisture content in December	35.00%
average storage period	3
moisture content after storage	35.00%
reference	Case Noord-Holland

Drying properties	
name	NH chips snoeiafval gemeenten, open luc
description	
biomass type	NH chips snoeiafval gemeenten
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	35.00%
equilibrium moisture content in December	35.00%
average storage period	1
moisture content after storage	35.00%
reference	Case Noord-Holland

- 10-15% droging per maand, echter afhankelijk van seizoen, nat/droog jaar, etc. Orde van grootte is correct.
- Evenwichtsvochtgehalte in juni en december beiden op 35% gezet.
- Vochtgehalte na opslag is 35%.

Snoeihout fruittelers

Drying properties	
name	NH snoeihout fruittelers, open lucht
description	
biomass type	NH snoeihout fruittelers
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	35.00%
equilibrium moisture content in December	35.00%
average storage period	3
moisture content after storage	35.00%
reference	Case Noord-Holland

Drying properties	
name	NH chips snoeihout fruittelers, open luc
description	
biomass type	NH chips snoeihout fruittelers
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	35.00%
equilibrium moisture content in December	35.00%
average storage period	1
moisture content after storage	35.00%
reference	Case Noord-Holland

Stro

Drying properties	
name	NH stro, open lucht
description	
biomass type	NH stro
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	26.00%
equilibrium moisture content in December	16.00%
average storage period	3
moisture content after storage	16.00%
reference	Case Noord-Holland

Drying properties	
name	NH chips stro, openlucht
description	
biomass type	NH chips stro
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	26.00%
equilibrium moisture content in December	16.00%
average storage period	1
moisture content after storage	16.00%
reference	Case Noord-Holland

Dunningshout bos

Drying properties	
name	NH dunningshout bos, open lucht
description	
biomass type	NH dunningshout bos
storage system	open air storage
drying factor	1
equilibrium moisture content in June	35.00%
equilibrium moisture content in December	35.00%
average storage period	5
moisture content after storage	35.00%
reference	Case Noord-Holland

Drying properties	
name	NH chips dunningshout bos, openlucht
description	
biomass type	NH chips dunningshout bos
storage system	open air storage
drying factor	0
equilibrium moisture content in June	35.00%
equilibrium moisture content in December	35.00%
average storage period	1
moisture content after storage	35.00%
reference	Case Noord-Holland

- Dunningshout 4-5 maanden in opslag.

B1.4 Conversion techniques

name	kort en uniek
description	uitgebreid
electrical power	netto elektrisch vermogen [MW]
thermal power	netto thermisch vermogen [MW]
own use plant	referentie naar de naam van de energiedrager voor toegevoegd energieverbruik
manifestation	referentie naar de naam van de verschijningsvorm
volatility	gewichtsverlies (in gewichtspercentage) op droge basis [-]
moisture content: minimum	ondergrens voor het vochtgehalte [kg vocht/kg totaal]
moisture content: maximum	bovengrens voor het vochtgehalte [kg vocht/kg totaal]
particle size: minimum	ondergrens voor de deeltjesgrootte [mm]
particle size: maximum	bovengrens voor de deeltjesgrootte [mm]
net heating value: minimum	ondergrens voor stookwaarde [MJ]/kg ds
net heating value: maximum	bovengrens voor stookwaarde [MJ]/kg ds
ash contents: maximum	bovengrens voor asgehalte [kg ds/kg ds]
net energy returns heat	energie rendement bij warmteproductie [G] nuttig/[G] input
net energy returns electricity	energie rendement bij elektriciteitsproductie [G] nuttig/[G] input
evaporation energy moisture	energie die nodig is om vocht in biomassa te verwarmen en te verdampen [G]/ton vocht
capacity input	capaciteit op basis van input [ton ds/maand]
working hours	maximaal aantal equivalente vollast-uren per maand [h]
fixed costs	exploitatiekosten van conversie-installatie [euro/jaar]
variable costs	variabele kosten, afhankelijk van hoeveelheid verwerkte biomassa [euro/ton ds input]
energy use	energieverbruik bij conversie [MJ]/m ³
emission CO2	emissie CO ₂ [mg/Nm ³]
emission Nox	emissie NO _x [mg/Nm ³]
emission SO2	emissie SO ₂ [mg/Nm ³]
emission dust	emissie stof [mg/Nm ³]
ash-softening point	asverwekingspunt [°C]
temperature	temperatuur [°C]
pressure	druk [Pa]
net produced steam	netto geproduceerde stoom [ton/h]
specific flue gas volume	specifiek rookgasvolume [Nm ³ /ton ds input]
reference	referentie naar herkomst van gegevens

Conversion techniques			
name	NH gasifier, 10.35 MW e		
description	Stand-alone gasifier 10.35 MWe		
electrical power	10.35	thermal power	14
own use plant	electricity		
manifestation	chips		
volatility	0		
	minimum	maximum	
moisture content	0.00%	50.00%	
particle size	10	20	
net heating value	6	20	
ash contents		30.00%	
net energy returns heat+electricity	0.609	electricity	0.259
evaporation energy moisture	2.256		
capacity input	5251		
working hours	662.5		
fixed costs	€ 5,732,556.00	variable	€70.13
energy use	35		
ash-softening point	1000		
temperature	0	pressure	0
net produced steam	0		
specific flue gas volume	0		
	CO2	NOx	SO2
emission	0	400	0
			dust
			3000
reference	Case North-Holland		

- De gegevens zijn overgenomen/ afgeleid uit de spreadsheet van HVC d.d. 28/4/10
- De genoemde vermogens voor elektriciteit (10.35) en warmte (14) zijn netto vermogens. Totaal 40 MWth = bruto vermogen
- Het eigen verbruikstype van de vergasser is elektriciteit. Volgens de opgave is het vermogen voor elektra eigen verbruik 1.2 MWe.
- De biomassa gaat in de verschijningsvorm 'chips' de vergasser in.
- Vluchtigheid is niet relevant voor deze case.
- Het maximale vochtgehalte is wel relevant voor deze case: als bovengrens wordt 50% genomen.
- De minimum en maximum grenzen aan de deeltjesgrootte, stookwaarde, asgehalt zijn niet van belang voor deze case.
- Het netto cycluserendement warmte = 35%
- Het netto cycluserendement elektriciteit = 25.9%
- Voor de waarde van de verdampingsenergie vocht is de waarde uit Bioloco genomen, nl. 2.256 GJ/ton vocht.
- De geplande doorzet input in het HVC ontwerp in jaar 5 is 76,240 ton vers/jaar, bij een vochtgehalte van 25%. Dit komt neer op 57,180 ton ds/jaar, dus 4,765 ton ds/maand. Dit bleek echter te laag te zijn om feasible oplossingen te bereiken. Daarom is gerekend met de maximale waarde die in het ontwerp wordt genoemd nl. 84,012 ton vers/jaar, bij een vochtgehalte van 25%. Dit komt neer op 63,009 ton ds/jaar, dus 5,251 ton ds/maand.
- Voor het aantal draaiuren is de waarde genomen van 7,950 uur per jaar, nl. de waarde als de centrale vanaf jaar 5 volledig op gang is gekomen. Dus 662.5 uur per maand.
- De vaste kosten per jaar zijn: 5,732,556 euro/jaar (annuïteit in spreadsheet). De fixed costs in Bioloco is incl. afschrijving en alle kosten onafhankelijk van biomassastroom.

- De variable kosten zijn berekend uit de som variabele kosten/tonnen biomassa in jaar 5, nl. $4,418,822/63,009 = 70.13$ euro/ ton dm input. Bij de totale variable kosten zijn inbegrepen: 1,791,807 (onderhoud) + 193,616 (verzekering) + 988,728 (personeel) + 97,884 (overig personeel) + 825,932 (eigen verbruik elektriciteit) + 168,581 (verbruiksgoederen) + 352,274 (residue kosten)
- Het energieverbruik bij conversie is 35 MJ/m³. Dit is bedoeld voor het eventueel voorbereiden en invoeren van de biomassa.
- De rest van de variabelen (van asverwekingspunt t/m emissie) zijn niet relevant voor deze case.

B1.5 Loading/unloading properties

biomass type	
transport	
loading costs	€/m ³
unloading costs	€/m ³
loading energy	MJ/m ³
unloading energy	MJ/m ³
own use loading	
own use unloading	
reference	

Snoeiafval gemeenten

Loading/unloading properties	
biomass type	NH snoeiafval gemeenten
transport	NH Vrachtwagen 1 container (v)
loading costs	€ 1.26
unloading costs	€ 1.00
loading energy	6.26
unloading energy	6.26
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH (let op dubbele kosten & energie ivm zeven)

- Dubbele kosten ivm dubbele hoeveelheid die eigenlijk moet worden opgeladen (ivm beperking Biolooco dat er geen biomassa kan worden afgesplitst bij pretreatment).

Loading/unloading properties	
biomass type	NH chips snoeiafval gemeenten
transport	NH Vrachtwagen 2 containers
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

- Loading/unloading berekend ahv van uurtarief truck met kraan 60 €, 50 km/h, laden 20-30 min, lossen 20 min, auto met 40 m³ container.
- Laden 20-30 minuten = 20-30 € = 0.50-0.75 €/m³ = gemiddeld 0.63 €/m³
- Lossen 20 minuten = 20 € = 0.50 €/m³

Snoeihout fruittelers

Loading/unloading properties	
biomass type	NH snoeihout fruittelers
transport	NH Vrachtwagen 1 container
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

Loading/unloading properties	
biomass type	NH chips snoeihout fruittelers
transport	NH Vrachtwagen 2 containers
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

Stro

Loading/unloading properties	
biomass type	NH stro
transport	NH Vrachtwagen 1 container
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

Loading/unloading properties	
biomass type	NH stro
transport	NH Vrachtwagen 2 containers
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

- Stro niet als chips maar als balen naar centrale met 'NH vrachtwagen 2 container'

Dunningshout bos

Loading/unloading properties	
biomass type	NH dunningshout bos
transport	NH Vrachtwagen 1 container
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

Loading/unloading properties	
biomass type	NH chips dunningshout bos
transport	NH Vrachtwagen 2 containers
loading costs	€ 0.63
unloading costs	€ 0.50
loading energy	3.13
unloading energy	3.13
own use loading	diesel
own use unloading	diesel
reference	NH

B1.6 Storage systems

name	
description	
costs	€/m ³ .month
energy use	MJ/m ³ .month
own use storage	
reference	

Storage systems	
name	NH openlucht opslag
description	openlucht opslag
costs	€0.17
energy use	0
own use storage	diesel
reference	NH

- Zelfde voor alle biomassatypen.

B1.7 Transport systems

name	
description	
maximum volume	m ³
maximum weight	ton
costs per km	€/km
costs per ton	€/ton
costs per load	€
fixed costs	€
transport energy	MJ/ton.km
own use transport	
reference	

Transportmiddel tussen bron en tussenopslag

Transport means	
name	NH Vrachtwagen 1 container
description	Vrachtwagen 1 container
maximum volume	40
maximum weight	10
costs per km	€ 2.00
costs per ton	€ 0.00
costs per load	€ 25.00
transport energy	2.24
own use transport	diesel
reference	NH (let op dubbele kosten en energie ivm retourrit)

- Deze vorm gebruikt voor snoeihout fruittelers, stro en resthout terreinbeheer.
- 10 ton/40m³ van gemeente naar depot (1-container-systeem).
- Transport €1/km.
- Dubbele transportkosten genomen ivm met heen en terugrit (2 * 1.00 euro) en ook dubbele transportenergie ivm met heen en terugrit (2 * 1.12)
- Loadkosten maar 1x genomen, nl. voor heenreis.

Transport means	
name	NH Vrachtwagen 1 container (v)
description	Vrachtwagen 1 container met dubbele kosten en energie
maximum volume	40
maximum weight	10
costs per km	€ 4.00
costs per ton	€ 0.00
costs per load	€ 50.00
transport energy	4.48
own use transport	diesel
reference	NH (let op 2 x dubbele kosten en energie ivm retourrit + zeven)

- Deze vorm gebruikt voor Snoeiafval gemeenten
- Bij chippen/zeven van snoeiafval gemeenten wordt veel restafval afgesplitst (50%). Afsplitsen van biomassa is helaas niet mogelijk in Biolooco. Daarom moet dit worden verrekend met aangepaste uitgangspunten, nl.: nogmaals dubbele transportkosten en transportenergie genomen ivm met het feit dat voor de zeef/chip operatie eigenlijk twee maal zoveel biomassa moet worden getransporteerd naar de tussenopslag dan in het model wordt opgegeven.

Transportmiddel tussen tussenopslag en centrale

Transport means	
name	NH Vrachtwagen 2 containers
description	Vrachtwagen 2 containers
maximum volume	80
maximum weight	20
costs per km	€ 2.00
costs per ton	€ 0.00
costs per load	€ 25.00
transport energy	2.24
own use transport	diesel
reference	NH (let op dubbele kosten en energie ivm retourrit)

- Deze vorm gebruikt voor alle typen biomassa.
- 20 ton/80 m³ van tussendepot naar centrale (2-container-systeem).
- Dubbele capaciteit tov eerste transportstap.

B1.8 Pretreatments

name	
description	
biomass input	
biomass output	
own use for pretreatment	
moisture content output	kg moisture/ kg total
pretreatment costs	€/m ³
pretreatment energy	MJ/m ³
reference	

Snoeiafval gemeenten

Pretreatments		
name	NH chippen & zeven snoeiafval gemeenten	
description	chippen & zeven snoeiafval gemeenten	
biomass input	NH snoeiafval gemeenten	
biomass output	NH chips snoeiafval gemeenten	
own use for pretreatment	diesel	
drying	☐	
size reduction	☒	
	minimum	maximum
particle size input	0	0
moisture content input	0.00%	50.00%
particle size output	0	0
moisture loss	0.00%	
moisture content output	35.00%	
dm loss	0.00%	
pretreatment costs	€ 3.00	
pretreatment energy	2	
drying costs	€ 0.00	
drying energy	0	
reference	NH (let op dubbele kosten & energie ivm zeven)	

- Bij chippen/zeven van snoeiafval gemeenten wordt veel restafval afgesplitst (50%). Afsplitsen van biomassa is helaas niet mogelijk in Bioloco. Daarom moet dit worden verrekend met aangepaste uitgangspunten, nl.: dubbele kosten ivm uitzeven helft van de biomassa.
- De kosten voor de zeef/chip stap is €20,-/ton (aangenomen is €5 voor zeven en €15 voor chippen). In Bioloco staan de kosten in €/m³. Bij een bulk density van 75 kg ds/m³ is 1 ton gelijk aan 13.33 m³ en dus zijn de kosten €1.50 /m³. Deze moeten echter dubbel worden genomen ivm 50% zeefverlies (zie uitleg hierboven). Er is dus €3.00 /m³ ingevuld.

Snoeihout fruittelers

Pretreatments	
name	NH chippen snoeihout fruittelers
description	chippen snoeihout fruittelers
biomass input	NH snoeihout fruittelers
biomass output	NH chips snoeihout fruittelers
own use for pretreatment	diesel
drying	☐
size reduction	☒
	minimum maximum
particle size input	0 0
moisture content input	0.00% 50.00%
particle size output	0 0
moisture loss	0.00%
moisture content output	35.00%
dm loss	0.00%
pretreatment costs	€ 1.13
pretreatment energy	1
drying costs	€ 0.00
drying energy	0
reference	NH

- De kosten voor chippen zijn €15,-/ton. In Biolooco staan de kosten in €/m³. Bij een bulk density van 75 kg ds/m³ is 1 ton gelijk aan 13.33 m³ en dus zijn de kosten €1.13 /m³.

Stro

Pretreatments	
name	NH chippen stro
description	chippen stro
biomass input	NH stro
biomass output	NH chips stro
own use for pretreatment	diesel
drying	☐
size reduction	☒
	minimum maximum
particle size input	0 300
moisture content input	0.00% 50.00%
particle size output	0 0
moisture loss	0.00%
moisture content output	16.00%
dm loss	0.00%
pretreatment costs	€ 6.00
pretreatment energy	1
drying costs	€ 0.00
drying energy	0
reference	NH

- De kosten voor chippen zijn €15,-/ton. In Biolooco staan de kosten in €/m³. Bij een bulk density van 400 kg ds/m³ bij strobalen is 1 ton gelijk aan 2.5 m³ en dus zijn de kosten €6.00 /m³.

Dunningshout bos

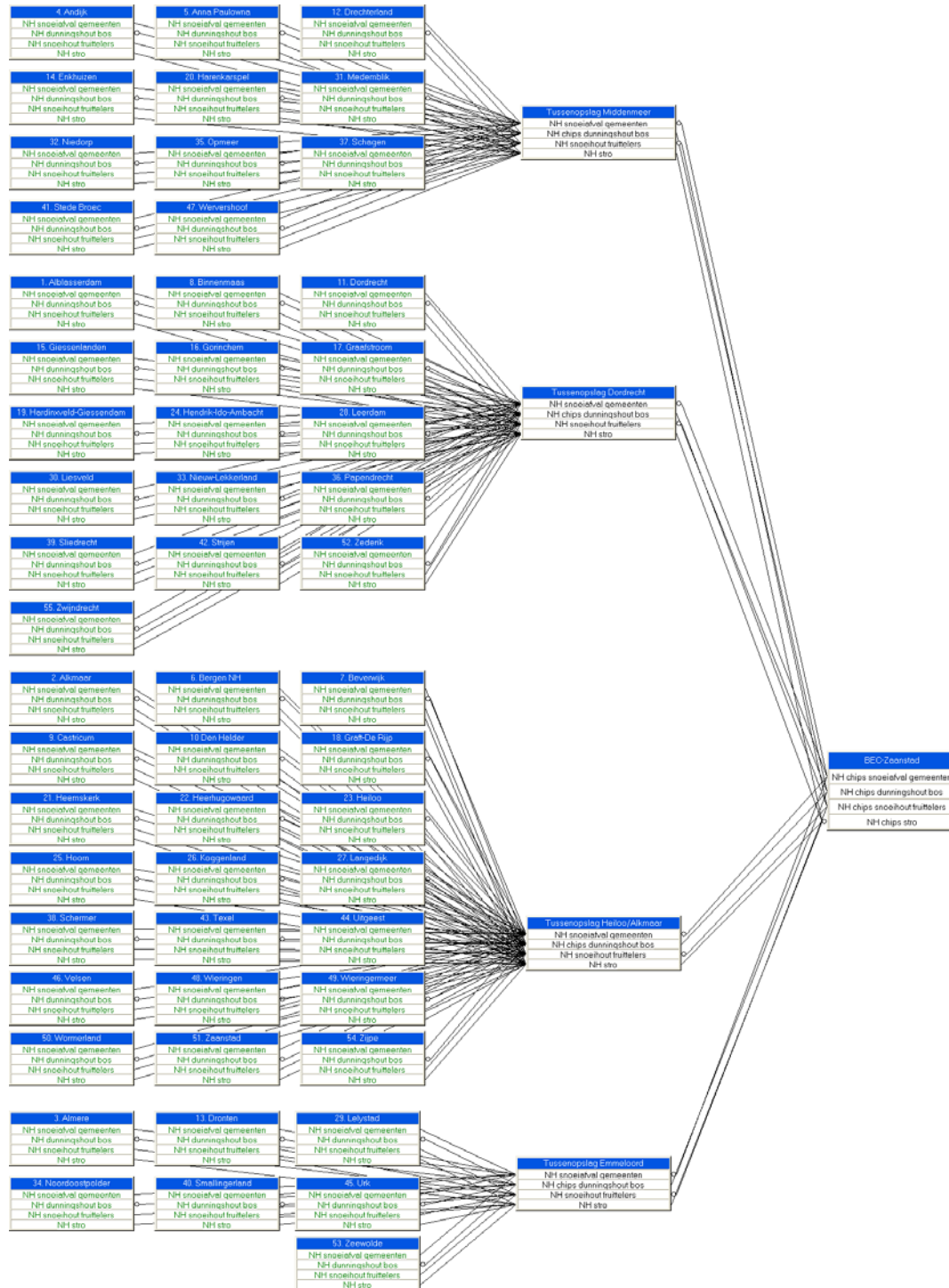
Pretreatments		
name	NH chippen dunningshout bos	
description	chippen dunningshout bos	
biomass input	NH dunningshout bos	
biomass output	NH chips dunningshout bos	
own use for pretreatment	diesel	
drying	☐	
size reduction	☒	
	minimum	maximum
particle size input	0	0
moisture content input	0.00%	50.00%
particle size output	0	0
moisture loss	0.00%	
moisture content output	35.00%	
dm loss	0.00%	
pretreatment costs	€ 1.50	
pretreatment energy	1	
drying costs	€ 0.00	
drying energy	0	
reference	NH	

- De kosten voor chippen zijn €15,-/ton. In Biolooco staan de kosten in €/m³. Bij een bulk density van 100 kg ds/m³ is 1 ton gelijk aan 10.00 m³ en dus zijn de kosten €1.50 /m³.

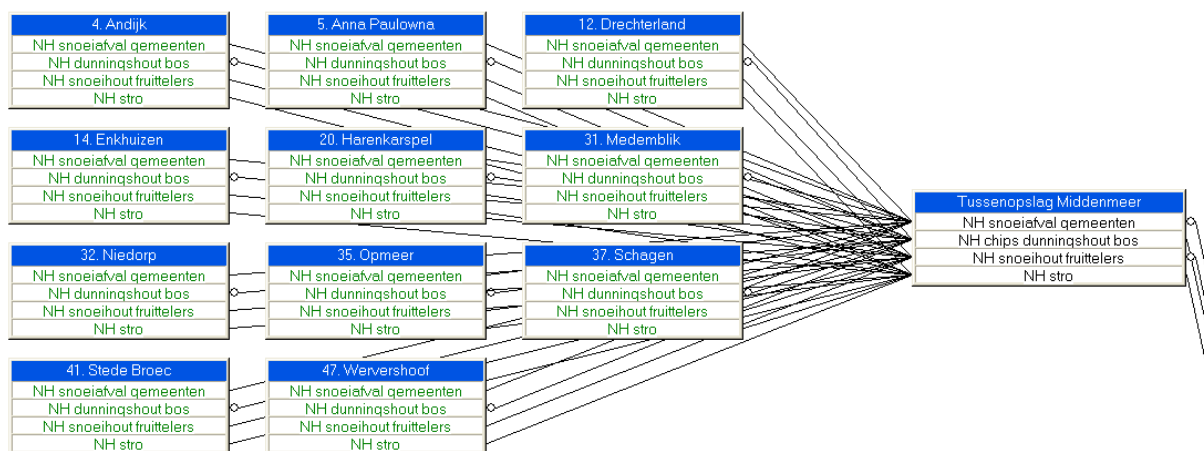
B2. Case specific data

B2.1 Netwerk structuur

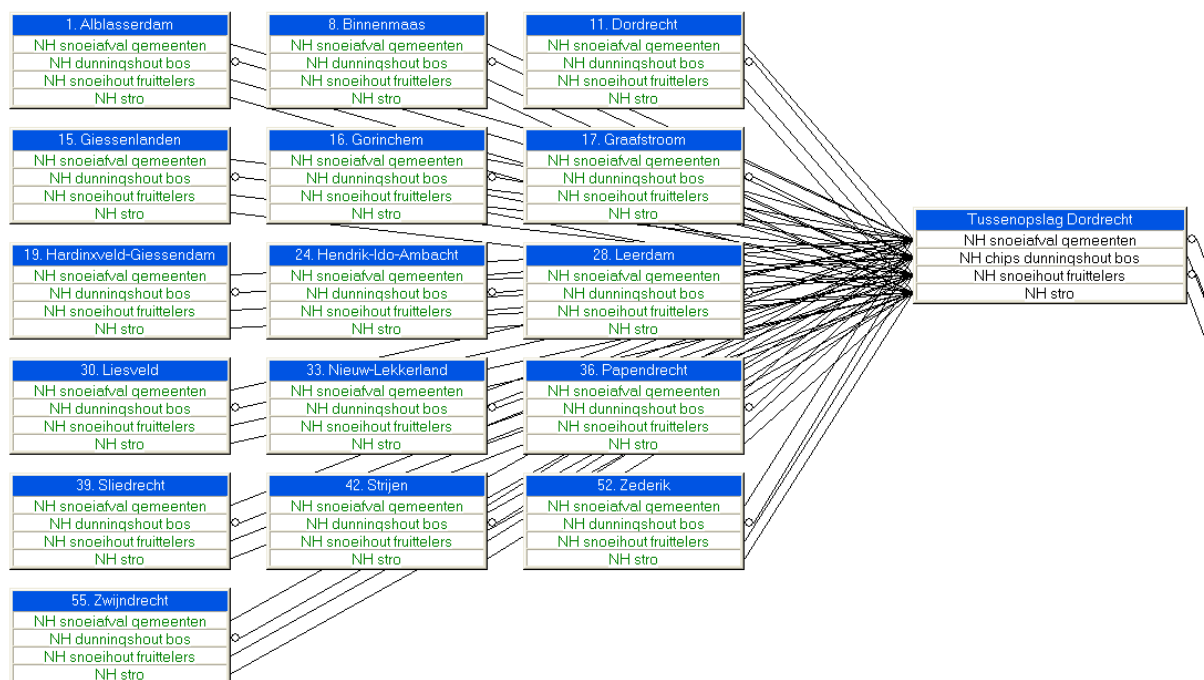
Totaal



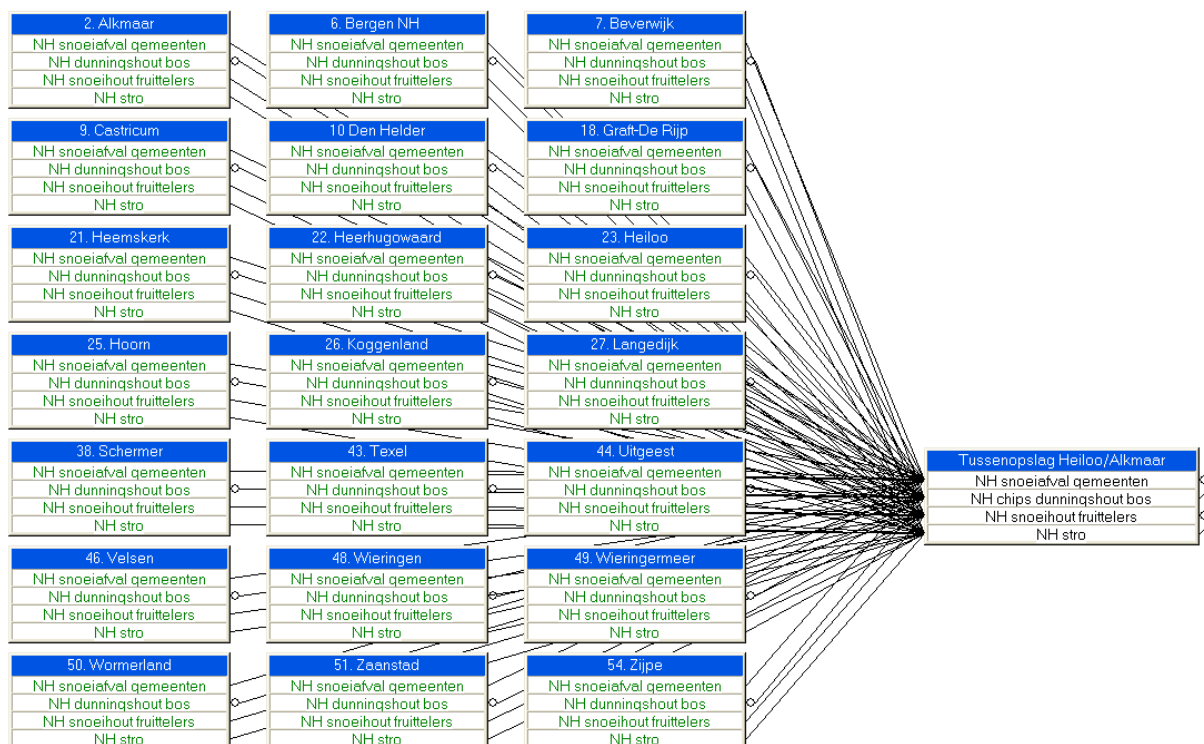
Naar Middenmeer



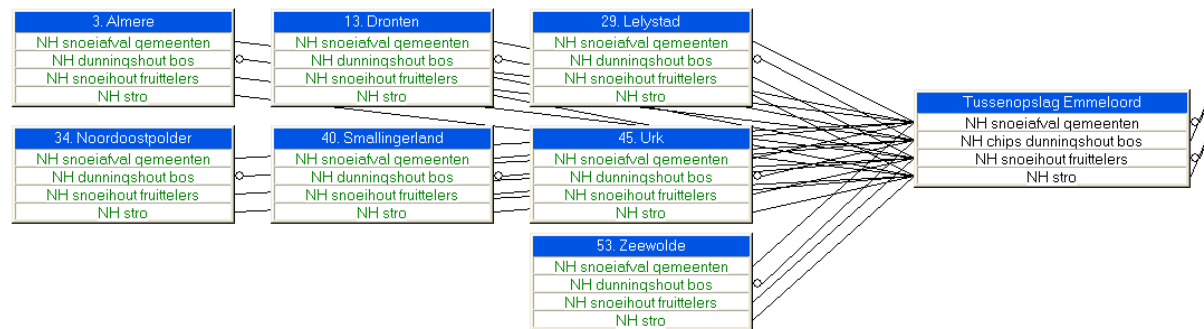
Naar Dordrecht



Naar Heiloo/Alkmaar



Naar Emmeloord



- Snoeiafval gemeenten en snoeihout fruitelers wordt gechipt bij laden van tussenopslag naar centrale.
- Dunningshout bos wordt gechipt bij laden van bron naar tussenopslag.
- Het voorbewerken van stro zal pas bij de centrale gebeuren en gaat dus als balen door keten.

B2.2 Sources

Name	
Description	
Biomass type (per depot)	
Storage system	
Annual supply (per depot)	ton dm
Supply pattern	

Jaaraanbod ingevoerd in netwerk

Netwerk.naam	Knoop.naam	biomassa	jaaraanbod
NH-01	1. Alblasserdam	NH dunningshout bos	63
NH-01	1. Alblasserdam	NH snoeiafval gemeenten	170
NH-01	1. Alblasserdam	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	1. Alblasserdam	NH stro	0
NH-01	10 Den Helder	NH dunningshout bos	209
NH-01	10 Den Helder	NH snoeiafval gemeenten	649
NH-01	10 Den Helder	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	10 Den Helder	NH stro	0
NH-01	11. Dordrecht	NH dunningshout bos	2900
NH-01	11. Dordrecht	NH snoeiafval gemeenten	937
NH-01	11. Dordrecht	NH snoeihout fruittelers	1
NH-01	11. Dordrecht	NH stro	539
NH-01	12. Drechterland	NH dunningshout bos	63
NH-01	12. Drechterland	NH snoeiafval gemeenten	164
NH-01	12. Drechterland	NH snoeihout fruittelers	1731
NH-01	12. Drechterland	NH stro	279
NH-01	13. Dronten	NH dunningshout bos	13987
NH-01	13. Dronten	NH snoeiafval gemeenten	466
NH-01	13. Dronten	NH snoeihout fruittelers	3134
NH-01	13. Dronten	NH stro	15394
NH-01	14. Enkhuizen	NH dunningshout bos	20
NH-01	14. Enkhuizen	NH snoeiafval gemeenten	166
NH-01	14. Enkhuizen	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	14. Enkhuizen	NH stro	15
NH-01	15. Giessenlanden	NH dunningshout bos	102
NH-01	15. Giessenlanden	NH snoeiafval gemeenten	127
NH-01	15. Giessenlanden	NH snoeihout fruittelers	90
NH-01	15. Giessenlanden	NH stro	0

NH-01	16. Gorinchem	NH dunningshout bos	130
NH-01	16. Gorinchem	NH snoeiafval gemeenten	156
NH-01	16. Gorinchem	NH snoeihout fruittelers	24
NH-01	16. Gorinchem	NH stro	0
NH-01	17. Graafstroom	NH dunningshout bos	445
NH-01	17. Graafstroom	NH snoeiafval gemeenten	58
NH-01	17. Graafstroom	NH snoeihout fruittelers	102
NH-01	17. Graafstroom	NH stro	37
NH-01	18. Graft-De Rijp	NH dunningshout bos	20
NH-01	18. Graft-De Rijp	NH snoeiafval gemeenten	62
NH-01	18. Graft-De Rijp	NH snoeihout fruittelers	4
NH-01	18. Graft-De Rijp	NH stro	0
NH-01	19. Hardinxveld-Giessendam	NH dunningshout bos	189
NH-01	19. Hardinxveld-Giessendam	NH snoeiafval gemeenten	167
NH-01	19. Hardinxveld-Giessendam	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	19. Hardinxveld-Giessendam	NH stro	0
NH-01	2. Alkmaar	NH dunningshout bos	4
NH-01	2. Alkmaar	NH snoeiafval gemeenten	777
NH-01	2. Alkmaar	NH snoeihout fruittelers	31
NH-01	2. Alkmaar	NH stro	15
NH-01	20. Harenkarspel	NH dunningshout bos	16
NH-01	20. Harenkarspel	NH snoeiafval gemeenten	171
NH-01	20. Harenkarspel	NH snoeihout fruittelers	18
NH-01	20. Harenkarspel	NH stro	404
NH-01	21. Heemskerk	NH dunningshout bos	1936
NH-01	21. Heemskerk	NH snoeiafval gemeenten	271
NH-01	21. Heemskerk	NH snoeihout fruittelers	19
NH-01	21. Heemskerk	NH stro	14
NH-01	22. Heerhugowaard	NH dunningshout bos	264
NH-01	22. Heerhugowaard	NH snoeiafval gemeenten	471
NH-01	22. Heerhugowaard	NH snoeihout fruittelers	27
NH-01	22. Heerhugowaard	NH stro	130
NH-01	23. Heiloo	NH dunningshout bos	614
NH-01	23. Heiloo	NH snoeiafval gemeenten	239
NH-01	23. Heiloo	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	23. Heiloo	NH stro	0
NH-01	24. Hendrik-Ido-Ambacht	NH dunningshout bos	24
NH-01	24. Hendrik-Ido-Ambacht	NH snoeiafval gemeenten	177
NH-01	24. Hendrik-Ido-Ambacht	NH snoeihout fruittelers	0

NH-01	24. Hendrik-Ido-Ambacht	NH stro	0
NH-01	25. Hoorn	NH dunningshout bos	31
NH-01	25. Hoorn	NH snoeiafval gemeenten	621
NH-01	25. Hoorn	NH snoeihout fruittelers	235
NH-01	25. Hoorn	NH stro	0
NH-01	26. Koggenland	NH dunningshout bos	0
NH-01	26. Koggenland	NH snoeiafval gemeenten	209
NH-01	26. Koggenland	NH snoeihout fruittelers	108
NH-01	26. Koggenland	NH stro	523
NH-01	27. Langedijk	NH dunningshout bos	232
NH-01	27. Langedijk	NH snoeiafval gemeenten	303
NH-01	27. Langedijk	NH snoeihout fruittelers	2
NH-01	27. Langedijk	NH stro	69
NH-01	28. Leerdam	NH dunningshout bos	401
NH-01	28. Leerdam	NH snoeiafval gemeenten	162
NH-01	28. Leerdam	NH snoeihout fruittelers	540
NH-01	28. Leerdam	NH stro	0
NH-01	29. Lelystad	NH dunningshout bos	14656
NH-01	29. Lelystad	NH snoeiafval gemeenten	891
NH-01	29. Lelystad	NH snoeihout fruittelers	112
NH-01	29. Lelystad	NH stro	4175
NH-01	3. Almere	NH dunningshout bos	11157
NH-01	3. Almere	NH snoeiafval gemeenten	1327
NH-01	3. Almere	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	3. Almere	NH stro	621
NH-01	30. Liesveld	NH dunningshout bos	134
NH-01	30. Liesveld	NH snoeiafval gemeenten	91
NH-01	30. Liesveld	NH snoeihout fruittelers	52
NH-01	30. Liesveld	NH stro	0
NH-01	31. Medemblik	NH dunningshout bos	0
NH-01	31. Medemblik	NH snoeiafval gemeenten	248
NH-01	31. Medemblik	NH snoeihout fruittelers	1135
NH-01	31. Medemblik	NH stro	503
NH-01	32. Niedorp	NH dunningshout bos	16
NH-01	32. Niedorp	NH snoeiafval gemeenten	142
NH-01	32. Niedorp	NH snoeihout fruittelers	256
NH-01	32. Niedorp	NH stro	260
NH-01	33. Nieuw-Lekkerland	NH dunningshout bos	24
NH-01	33. Nieuw-Lekkerland	NH snoeiafval gemeenten	85

NH-01	33. Nieuw-Lekkerland	NH snoeihout fruittelers	1
NH-01	33. Nieuw-Lekkerland	NH stro	0
NH-01	34. Noordoostpolder	NH dunningshout bos	8741
NH-01	34. Noordoostpolder	NH snoeiafval gemeenten	617
NH-01	34. Noordoostpolder	NH snoeihout fruittelers	3226
NH-01	34. Noordoostpolder	NH stro	26816
NH-01	35. Opmeer	NH dunningshout bos	4
NH-01	35. Opmeer	NH snoeiafval gemeenten	124
NH-01	35. Opmeer	NH snoeihout fruittelers	111
NH-01	35. Opmeer	NH stro	14
NH-01	36. Papendrecht	NH dunningshout bos	173
NH-01	36. Papendrecht	NH snoeiafval gemeenten	248
NH-01	36. Papendrecht	NH snoeihout fruittelers	22
NH-01	36. Papendrecht	NH stro	0
NH-01	37. Schagen	NH dunningshout bos	0
NH-01	37. Schagen	NH snoeiafval gemeenten	207
NH-01	37. Schagen	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	37. Schagen	NH stro	0
NH-01	38. Schermer	NH dunningshout bos	4
NH-01	38. Schermer	NH snoeiafval gemeenten	44
NH-01	38. Schermer	NH snoeihout fruittelers	4
NH-01	38. Schermer	NH stro	557
NH-01	39. Sliedrecht	NH dunningshout bos	24
NH-01	39. Sliedrecht	NH snoeiafval gemeenten	212
NH-01	39. Sliedrecht	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	39. Sliedrecht	NH stro	0
NH-01	4. Andijk	NH dunningshout bos	130
NH-01	4. Andijk	NH snoeiafval gemeenten	99
NH-01	4. Andijk	NH snoeihout fruittelers	74
NH-01	4. Andijk	NH stro	290
NH-01	40. Smallerland	NH dunningshout bos	889
NH-01	40. Smallerland	NH snoeiafval gemeenten	702
NH-01	40. Smallerland	NH snoeihout fruittelers	2
NH-01	40. Smallerland	NH stro	0
NH-01	41. Stede Broec	NH dunningshout bos	55
NH-01	41. Stede Broec	NH snoeiafval gemeenten	212
NH-01	41. Stede Broec	NH snoeihout fruittelers	4
NH-01	41. Stede Broec	NH stro	0
NH-01	42. Strijen	NH dunningshout bos	480

NH-01	42. Strijen	NH snoeiafval gemeenten	88
NH-01	42. Strijen	NH snoeihout fruittelers	111
NH-01	42. Strijen	NH stro	480
NH-01	43. Texel	NH dunningshout bos	2452
NH-01	43. Texel	NH snoeiafval gemeenten	167
NH-01	43. Texel	NH snoeihout fruittelers	22
NH-01	43. Texel	NH stro	1021
NH-01	44. Uitgeest	NH dunningshout bos	24
NH-01	44. Uitgeest	NH snoeiafval gemeenten	107
NH-01	44. Uitgeest	NH snoeihout fruittelers	7
NH-01	44. Uitgeest	NH stro	0
NH-01	45. Urk	NH dunningshout bos	748
NH-01	45. Urk	NH snoeiafval gemeenten	138
NH-01	45. Urk	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	45. Urk	NH stro	585
NH-01	46. Velsen	NH dunningshout bos	2763
NH-01	46. Velsen	NH snoeiafval gemeenten	744
NH-01	46. Velsen	NH snoeihout fruittelers	3
NH-01	46. Velsen	NH stro	0
NH-01	47. Wervershoof	NH dunningshout bos	71
NH-01	47. Wervershoof	NH snoeiafval gemeenten	127
NH-01	47. Wervershoof	NH snoeihout fruittelers	183
NH-01	47. Wervershoof	NH stro	23
NH-01	48. Wieringen	NH dunningshout bos	47
NH-01	48. Wieringen	NH snoeiafval gemeenten	92
NH-01	48. Wieringen	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	48. Wieringen	NH stro	0
NH-01	49. Wieringermeer	NH dunningshout bos	2550
NH-01	49. Wieringermeer	NH snoeiafval gemeenten	157
NH-01	49. Wieringermeer	NH snoeihout fruittelers	97
NH-01	49. Wieringermeer	NH stro	3748
NH-01	5. Anna Paulowna	NH dunningshout bos	161
NH-01	5. Anna Paulowna	NH snoeiafval gemeenten	135
NH-01	5. Anna Paulowna	NH snoeihout fruittelers	20
NH-01	5. Anna Paulowna	NH stro	281
NH-01	50. Wormerland	NH dunningshout bos	28
NH-01	50. Wormerland	NH snoeiafval gemeenten	196
NH-01	50. Wormerland	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	50. Wormerland	NH stro	0

NH-01	51. Zaanstad	NH dunningshout bos	220
NH-01	51. Zaanstad	NH snoeiafval gemeenten	1093
NH-01	51. Zaanstad	NH snoeihout fruittelers	63
NH-01	51. Zaanstad	NH stro	72
NH-01	52. Zederik	NH dunningshout bos	756
NH-01	52. Zederik	NH snoeiafval gemeenten	112
NH-01	52. Zederik	NH snoeihout fruittelers	1315
NH-01	52. Zederik	NH stro	0
NH-01	53. Zeewolde	NH dunningshout bos	20409
NH-01	53. Zeewolde	NH snoeiafval gemeenten	231
NH-01	53. Zeewolde	NH snoeihout fruittelers	1507
NH-01	53. Zeewolde	NH stro	9116
NH-01	54. Zijpe	NH dunningshout bos	787
NH-01	54. Zijpe	NH snoeiafval gemeenten	162
NH-01	54. Zijpe	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	54. Zijpe	NH stro	80
NH-01	55. Zwijndrecht	NH dunningshout bos	161
NH-01	55. Zwijndrecht	NH snoeiafval gemeenten	331
NH-01	55. Zwijndrecht	NH snoeihout fruittelers	47
NH-01	55. Zwijndrecht	NH stro	13
NH-01	6. Bergen NH	NH dunningshout bos	6950
NH-01	6. Bergen NH	NH snoeiafval gemeenten	370
NH-01	6. Bergen NH	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	6. Bergen NH	NH stro	9
NH-01	7. Beverwijk	NH dunningshout bos	421
NH-01	7. Beverwijk	NH snoeiafval gemeenten	427
NH-01	7. Beverwijk	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	7. Beverwijk	NH stro	13
NH-01	8. Binnenmaas	NH dunningshout bos	429
NH-01	8. Binnenmaas	NH snoeiafval gemeenten	229
NH-01	8. Binnenmaas	NH snoeihout fruittelers	103
NH-01	8. Binnenmaas	NH stro	528
NH-01	9. Castricum	NH dunningshout bos	2814
NH-01	9. Castricum	NH snoeiafval gemeenten	312
NH-01	9. Castricum	NH snoeihout fruittelers	0
NH-01	9. Castricum	NH stro	1

Uitgangspunten beschikbare hoeveelheden biomassa

- Voor de beschikbaarheid van biomassa is de tabel van HVC van 20/1/10 gebruikt.
- Aanbod is 'vers' geoogst gewicht (in tonnen). Dit betekent dat voor Biolooco een correctie naar droge stof noodzakelijk is (tonnen ds)!
- Bij chippen/zeven van snoeiafval gemeenten wordt veel restafval afgesplitst (50%). Afsplitsen van biomassa is helaas niet mogelijk in Biolooco. Daarom moet dit worden verrekend met aangepaste uitgangspunten, nl.: voer maar de helft van de biomassa aan in het Biolooco netwerk, nl. het deel dat verder moet naar de vergasser.
- De hoeveelheden dunningshout per gemeente zijn berekend. Bij het CBS (2010) zijn de oppervlakten bos per gemeente gevonden en die zijn vermenigvuldigd met de totale hoeveelheid 199,850 uit de op 9/6 uitgereikte tabel van HVC. Vervolgens van vers naar droge stof gecorrigeerd en het afgesproken beschikbaarheidspercentage van 25% genomen.

Beschikbaarheids percentages

- De vraag was in eerste instantie welke beschikbaarheids percentages te gebruiken van het totale potentiële aanbod? De volgende schattingen werden gemaakt:
 - Bij snoeiafval gemeenten nemen we aan dat 80% te gebruiken is.
 - Bij snoeiafval fruittelers: aanname 50%.
 - We nemen aan dat bij stro 70% van het totale aanbod blijft liggen op het land. Van de 30% die wel afgevoerd wordt, nemen we aan dat we daarvan de helft kunnen contracteren. Dus slechts 15% van totale aanbod komt daadwerkelijk beschikbaar voor de vergassingsketen.
- Echter bij de eerste berekeningen bleek de dan resterende hoeveelheden veel te gering te zijn voor de optimalisatie om nog een keuze te kunnen maken. Daarom is in de basis case geen beperking opgelegd aan de maximaal beschikbare hoeveelheden uit de HVC tabel van 20/1/10. Achteraf moet dan aan de hand van de uitkomst van de optimalisatie worden bekeken of de gekozen biomassa ook daadwerkelijk te contracteren valt. Als de inschatting is dat dit niet het geval is kan de beschikbare hoeveelheid alsnog worden verlaagd om vervolgens een nieuwe optimalisatie uit te voeren binnen de nauwere beschikbaarheidsgrenzen.

B2.3 Transport arcs (distances)

<i>Start point transport</i>	
<i>End point transport</i>	
Transport means	
Loading pretreatment	
Unloading pretreatment	
Distance	km

Van bron (gemeente) naar tussenopslag

Nr	Gemeente	Provincie	Tussenopslag	Afstand enkele rit
1	Alblasserdam	Zuid-Holland	Dordrecht	10
2	Alkmaar	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	6
3	Almere	Flevoland	Emmeloord	54
4	Andijk	Noord-Holland	Middenmeer	30
5	Anna Paulowna	Noord-Holland	Middenmeer	25
6	Bergen NH	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	17
7	Beverwijk	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	22
8	Binnenmaas	Zuid-Holland	Dordrecht	18
9	Castricum	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	15
10	Den Helder	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	47
11	Dordrecht	Zuid-Holland	Dordrecht	0
12	Drechterland	Noord-Holland	Middenmeer	19
13	Dronten	Flevoland	Emmeloord	26
14	Enkhuizen	Noord-Holland	Middenmeer	26
15	Giessenlanden	Zuid-Holland	Dordrecht	31
16	Gorinchem	Zuid-Holland	Dordrecht	24
17	Graafstroom	Zuid-Holland	Dordrecht	13
18	Graft-De Rijk	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	19
19	Hardinxveld-Giessendam	Zuid-Holland	Dordrecht	17
20	Harenkarspel	Noord-Holland	Middenmeer	19
21	Heemskerk	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	22
22	Heerhugowaard	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	12
23	Heiloo	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	4
24	Hendrik-Ido-Ambacht	Zuid-Holland	Dordrecht	14
25	Hoorn	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	31
26	Koggenland	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	22
27	Langedijk	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	13

28	Leerdam	Zuid-Holland	Dordrecht	40
29	Lelystad	Flevoland	Emmeloord	55
30	Liesveld	Zuid-Holland	Dordrecht	22
31	Medemblik	Noord-Holland	Middenmeer	7
32	Niedorp	Noord-Holland	Middenmeer	11
33	Nieuw-Lekkerland	Zuid-Holland	Dordrecht	16
34	Noordoostpolder	Flevoland	Emmeloord	0
35	Opmeer	Noord-Holland	Middenmeer	10
36	Papendrecht	Zuid-Holland	Dordrecht	8
37	Schagen	Noord-Holland	Middenmeer	23
38	Schermer	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	10
39	Sliedrecht	Zuid-Holland	Dordrecht	13
40	Smallingnerland	Friesland	Emmeloord	66
41	Stede Broec	Noord-Holland	Middenmeer	22
42	Strijen	Zuid-Holland	Dordrecht	21
43	Texel	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	62
44	Uitgeest	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	10
45	Urk	Flevoland	Emmeloord	15
46	Velsen	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	31
47	Wervershoof	Noord-Holland	Middenmeer	15
48	Wieringen	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	38
49	Wieringermeer	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	34
50	Wormerland	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	23
51	Zaanstad	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	31
52	Zederik	Zuid-Holland	Dordrecht	32
53	Zeewolde	Flevoland	Emmeloord	77
54	Zijpe	Noord-Holland	Heiloo/Alkmaar	29
55	Zwijndrecht	Zuid-Holland	Dordrecht	11

Van tussenopslag naar centrale

herkomstknoopnaam	bestemmingsknoopnaam	Afstand enkele rit
Tussenopslag Dordrecht	BEC-Zaanstad	107
Tussenopslag Emmeloord	BEC-Zaanstad	95
Tussenopslag Heiloo/Alkmaar	BEC-Zaanstad	31
Tussenopslag Middenmeer	BEC-Zaanstad	47

Voorbeeld transporttak van tussenopslag naar centrale

Arc properties

Origin: Tussenopslag Heiloo/Alkmaar - NH snoeiafval gemeenten

Destination: BEC-Zaanstad - NH chips snoeiafval gemeenten

Transport means

Loading pretreatment ☒

Unloading pretreatment ☐

Distance km

- De afstanden (enkele rit) tussen bronnen en tussenopslagpunten zijn bepaald met Google Maps.
- In model niet dubbele afstand opnemen maar echte afstand en dan corrigeren voor transportkosten om leeg retour te compenseren.

B2.4 Plant properties

Conversion	
Location dependent fixed costs	€/year
Demand low valued heat	GJ/year
Demand pattern	
Demand high valued heat	GJ/year
Demand pattern	
Electricity payment	€/GJ
Low valued heat payment	€/GJ
High valued heat payment	€/GJ
Energy payment	€/GJ

Plant properties

Plant

Conversion

NH gasifier, 10.35 MWe

Location-dependent fixed costs

0

euro/year

Heat demand

Low valued heat

0

GJ/year

Demand pattern

High valued heat

346892

GJ/year

Demand pattern

constant

Payment

Electricity

53.6096

euro/GJ

Low valued heat

0

euro/GJ

High valued heat

3.17

euro/GJ

Energy

0

euro/GJ

- Locatieafhankelijke kosten van de centrale voorlopig op nul houden.
- Aangenomen is dat het gaat om hoogwaardige warmte en dat er geen laagwaardige warmte wordt geleverd.
- Voor de warmtevraag is eerst gerekend met de daadwerkelijke warmtelevering als die vanaf jaar 5 volledig op gang is gekomen, nl. 246,892 GJ per jaar.
- Het patroon voor de hoogwaardige warmtevraag = constant
- De vergoeding elektriciteit binnen SDE is 193 euro/MWh (ofwel 19.3 eurocent/kWh). Omgerekend is dat $277.77 \times 0.1930 = 53.6096$ euro/GJ. (1 kWh = 0.0036 GJ ofwel 1 GJ = 277.77 kWh).
- Het tarief is €173/MWh als er geen warmte aankoppeling is.
- De variabele vergoeding voor warmte is 3.00 euro/GJ.
- Er is een vaste vergoeding voor het opgestelde thermisch vermogen van 60,606 (bij 12.12 MWth bruto vermogen). Biolooco kent die post niet → $60,606 \text{ euro} / 346,892 \text{ GJ} = 0.17 \text{ euroct} / \text{GJ}$ extra nemen → reken met 3.17 euro/GJ variabele vergoeding.

Bijlage C. Detailresultaten van de centrale in Basis Case 1

C1. Thermische input per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
GJ	82,593	82,593	82,593	82,593	82,593	82,593	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
GJ	82,593	82,593	82,593	82,593	82,593	82,593	991,120

Analyse:

- De thermische input (de energie-inhoud van de ingevoerde biomassa) bij de BEC-Zaanstad is volkomen egaal verdeeld over de verschillende maanden.

C2. Productie elektriciteit per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
GJ	21,392	21,392	21,392	21,392	21,392	21,392	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
GJ	21,392	21,392	21,392	21,392	21,392	21,392	256,700

Analyse:

- Ook de elektriciteitsproductie loopt volkomen egaal over de maanden. Dat viel ook te verwachten omdat de vraag naar elektriciteit constant is genomen.
- De totale elektriciteitsproductie van 256,700 GJ is volgens verwachting 25,9% van de totale thermische input.

C3. Productie laagwaardige warmte per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
GJ	0	0	0	0	0	0	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
GJ	0	0	0	0	0	0	0

Analyse:

- Er wordt geen laagwaardige warmte geproduceerd.

C4. Productie hoogwaardige warmte per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
GJ	28,908	28,908	28,908	28,908	28,908	28,908	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
GJ	28,908	28,908	28,908	28,908	28,908	28,908	346,892

Analyse:

- De productie van de hoogwaardige warmte is vanwege de randvoorwaarden uit het optimalisatiemodel (nl. dat er exact voldaan moet worden aan de warmtevraag) gelijk aan de

vraag van 346,892 GJ, en is door het opgegeven vraagpatroon volkomen gelijkmatig verdeeld over de maanden. In de praktijk zal de warmtevraag in de zomer lager zijn, maar daar is in de cases geen rekening mee gehouden.

- De totale hoeveelheid geproduceerde hoog- plus laagwaardige warmte (346,892 GJ) is volgens verwachting gelijk aan 35% van de totale thermische input.

C5. Doorzet droge stof per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
Ton ds	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Ton ds	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	5,251	63,012

Analyse:

- Elke maand wordt de maximale input capaciteit van de centrale benut (5,251 ton ds per maand). Het is blijkbaar winstgevend om zoveel mogelijk biomassa te vergassen.

C6. Input vocht per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
Ton H ₂ O	2,827	2,827	2,827	2,827	2,827	2,827	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
Ton H ₂ O	2,827	1,704	1,693	2,827	2,700	2,827	31,544

Analyse:

- Een hoeveelheid vocht van 31,544 ton H₂O vraagt een verdampingsenergie van 71,164 GJ. Dit is niet in de overzichten opgenomen, omdat dit onder de bruto verliezen bij de centrale valt.
- Opvallend is dat in de maanden 8 en 9 veel minder vocht wordt aangevoerd. Dit komt doordat dan het veel drogere stro wordt gebruikt.

C7. Aanvoervolume per centrale per maand

Maand	1	2	3	4	5	6	
m ³	33,877	33,877	33,877	33,877	33,877	33,877	
Maand	7	8	9	10	11	12	Totaal
m ³	33,877	39,950	40,014	33,877	34,657	33,877	419,518

Analyse:

- Dit is het volume vlak voordat de biomassa (in de vorm van chips) de centrale ingaat.
- Het aantal m³ verschilt nog redelijk (tot 6,137 m³ verschil) tussen de maanden.
- Ook hierbij vallen de maanden 8 en 9 op doordat aangenomen is dat de strochips een lagere dichtheid (120 kg ds/m³) hebben dan de overige chips (155 kg ds/m³).