



Samenvatting eindrapportage ECP-case Breda

Ir. P.J. Reumerman
L. Uitdewilligen MSc
dr. ir. J. Venselaar
dr. N.M. Márquez Luzardo
L. Goovaerts MSc

INHOUD

1	INLEIDING	1
1.1	HET PRINCIPE VAN EEN ENERGIECONVERSIEPARK (ECP)	1
1.2	HET PROJECT ENERGIECONVERSIEPARKEN	1
1.3	ECP CASE BREDA	2
2	TECHNISCH ONTWERP ECP BREDA	4
2.1	INPUTPARAMETERS TECHNISCH ONTWERP	4
2.2	VERGISTING IN EEN DRANCO VERGISTER	4
2.3	LBM (BIO-LNG) PRODUCTIE EN AFZET	6
2.4	HOUTGESTOOKTE WKK INSTALLATIE	7
2.5	OVERZICHT PRODUCTEN ECP BREDA	8
3	ECONOMISCHE DOORREKENING	9
3.1	INVESTERINGEN	9
3.2	BATEN	9
3.3	OPERATIONELE KOSTEN	11
3.4	FINANCIËLE PARAMETERS	11
3.5	FINANCIËEL RESULTAAT	12
4	DUURZAAMHEIDASPECTEN	14
4.1	AFBAKENING VAN HET SYSTEEM	14
4.2	METHODOLOGIE, BEREKENINGSTOOL EN AANNAMEN	14
4.3	RESULTATEN ENERGIEBALANS EN ENERGIE-EFFICIËNTIE	16
4.4	RESULTATEN BROEIKASGASBASLANS	18
5	CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	20
5.1	CONCLUSIES	20
5.2	AANBEVELINGEN	22

LIJST VAN AFKORTINGEN, EENHEDEN EN BEGRIPPEN

Afkortingen

ECP	EnergieConversiePark
EIA	Energie Investeringsaftrek
EV	Eigen vermogen
GFT	Groente- Fruit- en Tuinafval
IRV	Interne rentevoet
IVB	Inrichtingen- en vergunningenbesluit milieubeheer
LBM	Liquid Biomethane (vloeibaar biomethaan), ook wel bio-LNG genoemd
mer	milieu effect rapportage
MJA	Meerjarenafpraak
NER	Nederlandse emissierichtlijn
NPR	Nederlandse Praktijkrichtlijn
RWZI	Rioolwaterzuiveringsinstallatie
SDE	Regeling Stimulering Duurzame Energieproductie
SDE+	Regeling Stimulering Duurzame Energieproductie plus
TVT	Terugverdientijd
Wm	Wet Milieubeheer
Wro	Wet ruimtelijke ordening
WKK	Warmte Kracht Koppeling

Eenheden

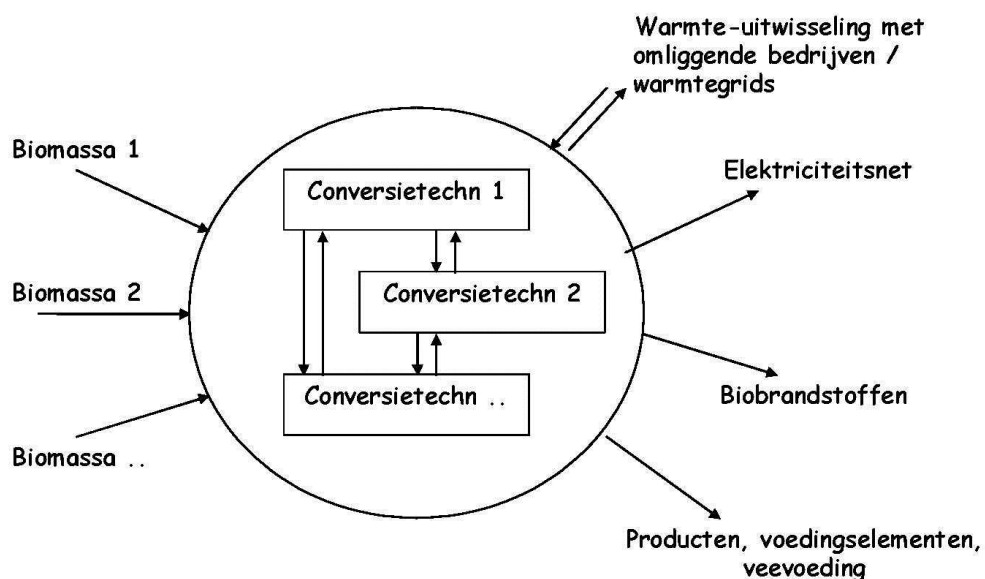
ds	droge stof
os	organische stof
GJ	GigaJoule (1.000.000.000 Joule)
J	Joule (eenheid van energie)
KJ	KiloJoule (1.000 Joule)
kW	kiloWatt
MJ	MegaJoule (1.000.000 Joule)
MW _e	Megawatt elektrisch
MW _{th}	Megawatt thermisch
nb	Natte basis
ppm	Parts per million (0,01%)
kW _e	kiloWatt elektrisch = elektrisch vermogen (1 kiloWatt = 1.000 Watt)
MWh	MegaWattuur (1 MegaWatt = 1.000.000 Watt);
Nm ³	Normaal kubieke meter (volume in m ³) bij 1 bar en 0 graden Celsius
TJ	TeraJoule (1.000.000.000.000 Joule)

1 INLEIDING

1.1 Het principe van een EnergieConversiePark (ECP)

Biomassa kan via een groot aantal uiteenlopende conversietechnieken omgezet worden in warmte, elektriciteit, biobrandstoffen of andere producten. Momenteel gebeurt dit nog vaak in een installatie die ontworpen is voor één specifieke vorm van biomassa en ook één specifieke output (of outputs) heeft. Hierdoor wordt de biomassa vaak niet optimaal benut; er blijft warmte (of andere energiestromen) over en/of residuen moeten afgevoerd worden. Daarnaast is transport over kortere of langere afstanden niet te vermijden. Dit alles maakt dat dergelijke mono-processen economisch moeilijk rendabel te maken zijn.

Een oplossing voor deze problemen is een zogenoemd EnergieConversiePark (ECP). Binnen een dergelijk park worden op een slimme en energetisch optimale manier verschillende verwerkingstechnieken gecombineerd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van regionaal beschikbare biomassastromen. Deze stromen worden, binnen het ECP, door een combinatie van conversietechnieken omgezet in elektriciteit, warmte, biobrandstoffen en/of producten die ook weer regionaal te gebruiken zijn. Naast kosten- en milieuvordelen kan door het gebruik van een ECP ook een bijdrage worden geleverd aan de verbetering van het regionale economische klimaat. Een grafische weergave van het ECP-concept is weergegeven in Figuur 1.



Figuur 1: Het ECP concept

1.2 Het project Energieconversieparken

In het kader van het Interreg project “EnergieConversieParken (ECP) voor de verwerking van lokale biomassastromen” is het bovengenoemde concept verder uitgewerkt. Dit Interreg project wordt uitgevoerd door een consortium van Vlaamse en (zuid-) Nederlandse projectpartners. Het betreft de volgende (kennis)instellingen:

- VITO (België);
- Avans Hogeschool (Nederland);

-
- Wageningen Universiteit (Nederland);
 - Hogeschool Zeeland (Nederland);
 - Universiteit Hasselt (België).

Avans Hogeschool is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de ECP's in Moerdijk en Breda (beide Noord-Brabant). Het bedrijf BTG Biomass Technology Group B.V. is gevraagd om Avans te assisteren bij de uitwerking van deze cases.

In deze rapportage wordt een samenvatting gegeven van de huidige status en de technisch-financiële uitwerking van de case Breda. Voor een meer gedetailleerde uitwerking, en voor een overzicht van aannamen e.d. wordt verwezen naar de volledige eindrapportage van de ECP case Breda.

1.3 ECP case Breda

De ECP case Breda is ontwikkeld met als ankerpunt de gemeente Breda en de nadruk lag vanaf de start op verduurzaming van de stadsverwarmingsnet.

De ontwikkeling is gestart met het in kaart brengen van de lokale situatie, specifiek de biomassa beschikbaarheid, energievraag en mogelijk geïnteresseerde partijen. Bij de ontwikkeling van het ECP zijn de gemeente Breda en Avans hogeschool op diverse punten ondersteund door andere partijen, welke hun opinies hebben gegeven gedurende diverse klankbordgroep bijeenkomsten.

Het ECP Breda is ontwikkeld aan de hand van de volgende uitgangspunten:

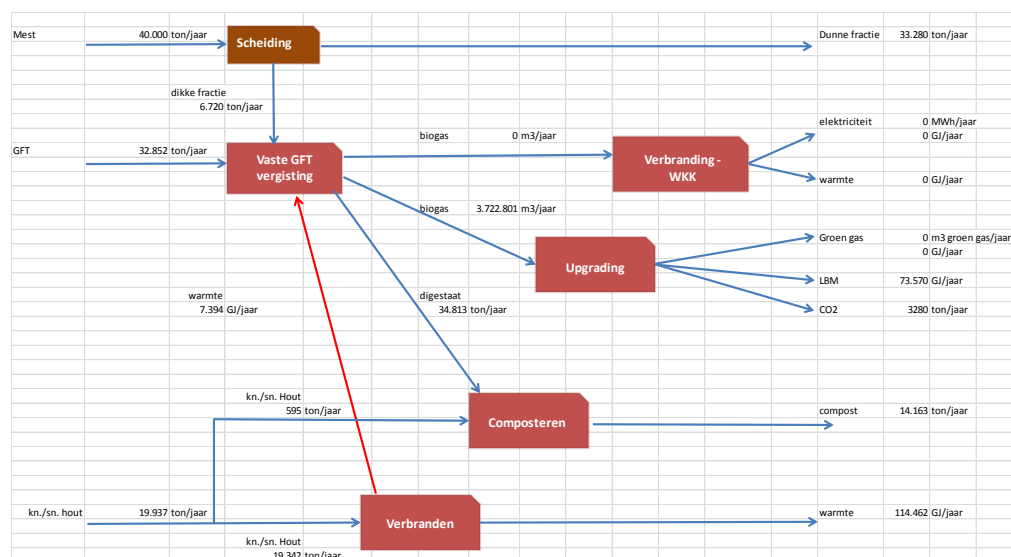
- Benutting van meerdere, lokaal beschikbare laagwaardige biomassastromen; GFT, mest, en knip- en snoeihout.
- Diverse verschillende conversietechnologieën, om zo een minimale vorm van clustering en uitwisseling te bewerkstelligen, waarbij tevens het ECP niet nodeloos ingewikkeld hoeft te worden.
- Voldoende vernieuwend t.o.v. de 'State of the Art'.
- Levering van duurzame warmte aan warmtegebruikers in Breda, al dan niet via het bestaande warmtenet.

Definitief ECP concept

Gegeven deze uitgangspunten is het ECP concept opgesteld (zie Figuur 2). Dit concept gebruikt drie verschillende types biomassastromen, welke alle in meer of mindere mate beschikbaar zijn in en rondom Breda. Vernieuwende aspecten van dit ECP zijn de combinatie van diverse laagwaardige biomassastromen in één vergister, een combinatie van het gebruik van biogas voor warmte/elektriciteit en (als dat technisch mogelijk is) LBM (bio-LNG), en een combinatie van vergisting en verbranding, zodat alle grondstoffen op een zo hoogwaardig mogelijke wijze benut worden. Producten zijn elektriciteit, warmte, compost, LBM en CO₂.

In dit concept wordt biogas gebruikt voor warmte-, elektriciteitsproductie en daarnaast voor LBM (bio-LNG) productie. Aangenomen wordt dat warmteproductie met name nodig is in de winter. In de zomer ligt LBM (bio-LNG) productie meer voor de hand.

Er is geen vaste locatie bepaald, maar de plaatsing van het ECP zal bij voorkeur op een industrieterrein zijn, aan de rand van de stad Breda. Emissies, risico's en transportbewegingen zorgen ervoor dat plaatsing in de stad – wellicht met uitzondering van plaatsing op het industrieterrein “De Krochten” - niet reëel is.



Figuur 2: Schema van het ECP concept Breda

De huidige status van het ECP project is dat de gemeente Breda het ECP project meegenomen heeft als één van de onderdelen van het Uitvoeringsprogramma Klimaat 2013 – 2016. Dit uitvoeringsprogramma is een collectie van diverse projecten op het gebied van energiebesparing, mobiliteit, gebouwde omgeving en duurzame energie, welke ertoe moeten bijdragen dat Breda in 2044 klimaatneutraal is.

Qua uitvoering geeft de gemeente aan dat het ECP concept in de toekomst uitgewerkt dient te worden in samenwerking met marktpartijen. Een gefaseerde invoering ligt hierbij voor de hand.

2.1 Inputparameters technisch ontwerp

De ECP case Breda is uitgewerkt met de volgende inputparameters:

Tabel 1: Input parameters uitgewerkte ECP case Breda

Parameter	Waarde
GFT (ton/jaar)	32,852
Rundermest (ton/jaar)	20,000
Varkensmest (ton/jaar)	20,000
Knip- en snoeihout (ton/jaar)	19,937

Uit de analyse van de beschikbare biomassa is gebleken dat deze hoeveelheden zonder al te grote problemen beschikbaar gemaakt kunnen worden in Breda en omgeving. In dit concept worden GFT en mest gecombineerd vergist om zo biogas te produceren. Het geproduceerde biogas wordt in zijn geheel omgezet in LBM (bio-LNG). Knip- en snoeihout wordt thermisch omgezet in warmte en elektriciteit in een WKK, welke gedeeltelijk ingezet wordt in het proces. De overige warmte wordt ingevoerd in het stadsverwarmingsnet.

2.2 Vergisting in een Dranco vergister

Vergisting van GFT en mest is een essentieel onderdeel van het ECP. Een technologie die hier geschikt voor is, is de Dranco technologie van de firma OWS. Er is contact met OWS geweest en een offerte is ontvangen. De Dranco technologie heeft de volgende kenmerken¹:

- Het Dranco proces is een eenfasig vergistingsproces. Er is slechts 1 (recht op staande) reactor nodig.
- De vergister heeft geen inwendig meng- of roersysteem. Menging wordt gerealiseerd door substraten “rond” te pompen in de vergister. Verder zorgt stoominjectie in het voedingssysteem volgens OWS voor homogenisatie en opwarming van de input. Vanwege het ontbreken van de noodzaak voor een roersysteem is het mogelijk om hoge drogestofgehalten te bereiken.

Met behulp van OWS is de volgende gedetailleerde massabalans opgesteld:

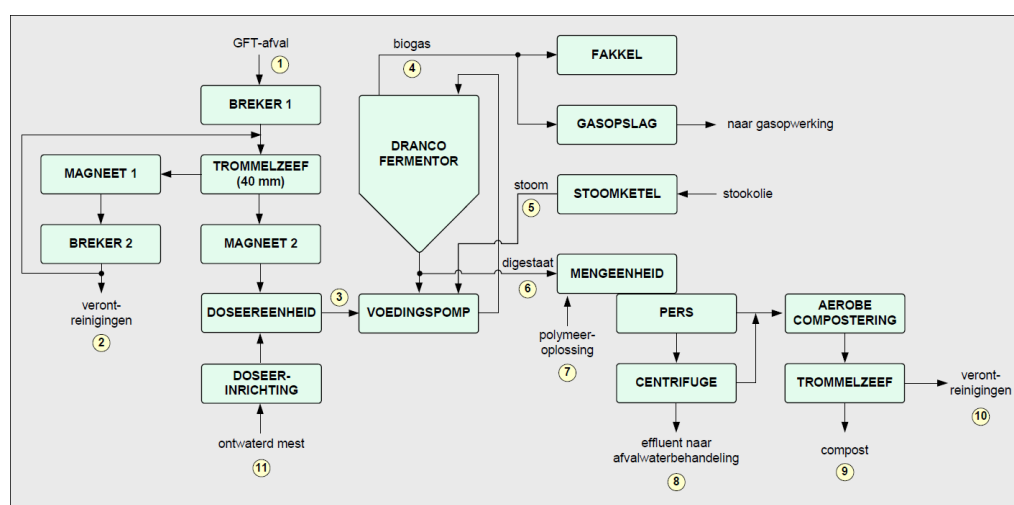
Tabel 2: Massabalans Dranco vergisting ECP Breda

nr	Stroom	Massa (ton/jaar)	Eenheid (% ds)
1	GFT-afval	32.000	45
2	Verontreinigingen	640	45
3	Voeding	39.360	40,3
4	Biogas	4.945	90,5

¹ <http://www.ows.be/pages/index.php?menu=85>

5	Stoom	785	--
6	Digestaat	35.200	34,3
7	Polymeeroplossing	2.640	1,8
8	Effluent naar afvalwaterbehandeling	11.700	3
9	Compost	17.920	50,8
10	Verontreinigingen	860	50,8
11	Ontwaterd mest	8.000	22

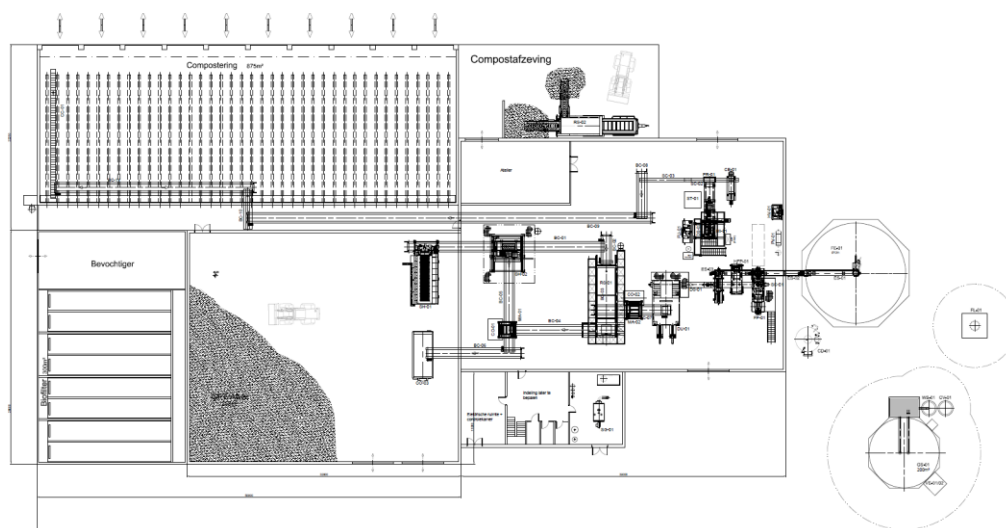
De nummers in de eerste kolom van Tabel 2 corresponderen met de stroomnummers genoemd in de schematische weergave hieronder (Figuur 3).



Figuur 3: Schematische weergave Dranco proces

Uit deze figuur is het volgende af te lezen: GFT afval (1) wordt verkleind en verontreinigingen worden afgescheiden (2), waarna het via een doseereenheid naar een voedingspomp gaat (3). Ontwaterde mest wordt in deze stap bijgevoegd (11). Via de voedingspomp wordt het substraat in de Dranco-vergister rondgepompt, en er ontstaat biogas (4). Stoom wordt toegevoegd in de doseerpomp. Een hoeveelheid digestaat wordt afgescheiden (6), en gemengd met een polymeeroplossing (7), dit om de daarna volgende mechanische scheiding in de centrifuge beter te laten verlopen. Het effluent (de waterige fractie, 8) gaat naar de afvalwaterbehandeling en het vaste residu wordt gecomposteerd en ontdaan van verontreinigingen. Afvalwaterbehandeling is niet in alle gevallen nodige; wanneer het drogestofgehalte hoog genoeg is (bv. als er alleen GFT verwerkt wordt) kan deze achterwege blijven. Wat overblijft is compost (9) en verontreinigingen (10).

Een lay-out tekening van een Dranco installatie is weergegeven in Figuur 4.



Figuur 4: Lay-out tekening Dranco vergistingsinstallatie

Deze tekening geeft als eerste een indicatie van het benodigde oppervlak. Het netto-oppervlak is ca 4.000 m²; het bruto oppervlak is 6.000 m². De verschillende onderdelen waaruit de Dranco installatie bestaat zijn goed te zien. Zo is de ontvangst van de substraten linksonder weergegeven. De Dranco vergistingstank is midden-rechts zichtbaar. Composteren wordt linksboven op de tekening uitgevoerd.

2.3 LBM (bio-LNG) productie en afzet

De vergister produceert ca. 3,5 miljoen m³ biogas per jaar. Dit biogas wordt in zijn geheel omgezet in LBM en verkocht. De volgende stappen/onderdelen zijn hiervoor nodig:

- Gasopwaardering van biogas naar 100% methaan;
- Vervloeiing van methaan naar vloeibaar LBM;
- Opslag LBM;
- Vulpunt voor LBM.

De technische invulling, evenals de bijbehorende investeringen zijn weergegeven in Tabel 3: De in de tabel genoemde gegevens betreffen informatie verkregen bij de genoemde fabrikanten.

Tabel 3: Technisch-financiële kenmerken biogas opwaardering en vervloeiing

LBM stappen	Technologie	Capaciteit	Investerings (Euro)
Opwaardeerinstallatie	Cirmac LP Coaab technologie	3,5 mln Nm ³ biogas / jaar	1.200.000
	Pentair Haffmans	8.000 draaiuren	
		438 Nm ³ biogas / uur	
		Methaangehalte 55%	

		241 Nm ³ methaan / uur	
Vervloeiingsinstallatie	Stirlingcryogenics	50 Nm ³ methaan / uur LBM:methaan (1:660) 0,37 m ³ LBM / uur 5 installaties	220.000 per installatie 1.100.000
Opslagtank voor bio-LNG	Ros Roca Indox Cryo Energy S.L. ChartLNG	60 m ³ Vultijd 7 dagen	150.000
Vulpunt voor bio-LNG	Ros Roca Indox Cryo Energy S.L. ChartLNG	600 liter LBM/minuut 55 m ³ trailer (83 minuten)	100.000
Bouwkundige werken			450.000
Totaal			3.000.000

2.4 Houtgestookte WKK installatie

Het energieverbruik van het ECP, evenals de productie van elektriciteit en warmte door de houtgestookte WKK installatie is weergegeven in de navolgende tabel:

Tabel 4: Warmte- en elektriciteitsvraag ECP Breda; productie houtgestookte WKK

Afzet	Warmtevraag	Eenheid	Elektriciteitsvraag	Eenheid
DRANCO vergister <i>inclusief 5% leidingverlies</i>	2.839	GJ/jaar	2.400	MWh/jaar
Opwaardeerinstallatie LBM (bio-LNG) <i>inclusief 5% leidingverlies</i>	7.975	GJ/jaar	281	MWh/jaar
Vervloeiingsinstallatie LBM (bio-LNG)			1.320	MWh/jaar
Vraag ECP Breda	10.814	GJ/jaar	4.001	MWh/jaar
Output installatie (WKK)	136.116	GJ/jaar	4.559	MWh/jaar
Netto stadsverwarmingsnet	125.302	GJ/jaar		
Netto elektriciteitsnet			559	MWh/jaar

Uit Tabel 4 blijkt dat aan de warmtevraag van de Dranco vergister en de groen gas opwaardeerinstallatie ruim voldaan kan worden. Aan de elektriciteitsbehoefte kan net voldaan worden. De houtgestookte installatie heeft een elektrisch vermogen van 0,6 MW_e, en een thermisch vermogen van 5 MW_{th}. De kosten zijn bepaald - aan de hand van offertes verkregen van marktpartijen – op 3,4 miljoen Euro. Het benodigde oppervlak is

ca 1.000 m². Kosten voor bouwkundige werken zijn naar verwachting 0,7 miljoen euro. Ook deze informatie is afkomstig uit informatie van marktpartijen.

2.5 Overzicht producten ECP Breda

In de navolgende tabel is een overzicht van de producten welke met het ECP Breda geproduceerd zullen worden en wat de betekenis daarvan is.

Tabel 5: Overzicht producten ECP Breda

Parameter	Waarde	Eenheid
Bruto productie elektriciteit	4.559	MWh/jaar
Netto productie elektriciteit	559	MWh/jaar
Bruto warmteproductie	136.116	GJ/jaar
Netto warmteproductie	125.302	GJ/jaar
LBM (bio-LNG) productie	1.169	ton/jaar
Totaal energie output (netto)	185.771	GJ/jaar
CO ₂ productie	2.967	ton/jaar
Compost	17.920	ton/jaar
Aantal huishoudens verwarmd	2.199	op basis van netto productie
Aantal huishoudens voorzien van elektriciteit	161	op basis van netto productie
Aantal vrachtwagens voorzien van brandstof	47	op basis van 100.000 km/jaar

Uit deze tabel blijkt dat de hoofdproducten van het ECP warmte, LBM (bio-LNG) en compost zijn. Productie van elektriciteit is hieraan ondergeschikt.

3 ECONOMISCHE DOORREKENING

3.1 Investeringsen

Een overzicht van de investeringen is weergegeven in de volgende tabel:

Tabel 6: Overzicht investeringen ECP Breda

Investering	Dranco installatie	Houtgestookte WKK	LBM installatie	Totaal	Eenheid
Houtgestookte WKK installatie		3.355.000		3.355.000	Euro
DRANCO installatie	11.680.000			11.680.000	Euro
LBM (bio-LNG) installatie			2.550.000	2.550.000	Euro
Bouwkundige werken	4.000.000	700.000	450.000	5.150.000	Euro
Grondprijzen (koop)				1.500.000	Euro
150 Euro / m ²					
Subtotaal	15.680.000	4.055.000	3.000.000	24.235.000	Euro
Kosten onvoorzien (3,5%)	549.000	142.000	105.000	796.000	Euro
Totaal	16.229.000	4.197.000	3.105.000	25.031.000	Euro

De investeringsbedragen in deze tabel zijn afgeleid uit offertes en in sommige gevallen (bv kosten voor grond) bekende richtprijzen. Uit de tabel blijkt dat de vergistingsinstallatie de grootste kostenpost is. De kosten voor de houtgestookte WKK en de LBM installatie zijn een factor vier lager.

3.2 Baten

Een belangrijk onderdeel van de baten betreft de verkoop van LBM (bio-LNG). De prijs van LBM is gekoppeld aan die van LNG (vloeibaar aardgas). Vloeibaar aardgas wordt momenteel o.a. per tanker aangevoerd in de haven van Zeebrugge, waarna distributie naar het achterland volgt. De prijs van LNG in de haven is 339 Euro/ton, ofwel 6,8 Euro/GJ². De prijs van LNG aan de pomp is ca 800 Euro/ton³. Als aangenomen wordt dat LNG voor een prijs verkocht kan worden voor het gemiddelde van de twee genoemde uitersten, is de netto prijs voor LBM 11,3 Euro/GJ.

Biotickets zijn een tweede bron van inkomsten van de verkoop van LBM, als het LBM toegepast wordt voor mobiliteit⁴. Het is niet mogelijk om SDE+ subsidies en biotickets te combineren voor dezelfde brandstof. Er is echter aangenomen dat het ontvangen van SDE+ en biotickets voor twee verschillende toepassingen in beginsel mogelijk is. De prijs

² <http://test.apxendex.com/index.php?id=90>, augustus 2012

³ www.lng24.nl

⁴ http://www.agentschapnl.nl/sites/default/files/bijlagen/Biotickets_20100217.pdf

van een bioticket is (theoretisch) gelijk aan de meerprijs van de hoeveelheid biobrandstoffen, die nodig is om één kubieke meter benzine of diesel op de markt te mogen brengen. Als een partij een bio-ticket koopt dan mengt een andere partij extra biobrandstof bij om 1 kubieke meter fossiele brandstof af te dekken. In de huidige bijmengverplichting van 4,5% moet voor elke kubieke meter diesel, 47 liter biodiesel worden toegevoegd. Dit komt overeen met 1.545 MJ, of 51 kubieke meter groen gas.

Een bioticket voor diesel kost momenteel 10 euro per bioticket⁵. Een enkel bioticket heeft een waarde van 6,5 €/GJ (20 Euroct/m³). Een dubbele bioticket heeft een waarde van 12,9 €/GJ (40 Euroct/m³). Indien met de meer conservatieve waarde van 17 Euroct/m³ groen gas voor een bioticket gerekend wordt, is een prijs voor een dubbel geteld bioticket gelijk aan 10,7 Euro/GJ. De inkomsten ten gevolge van LBM zijn dan 22,1 Euro per GJ (11,3 Euro/GJ voor de LBM en 10,7 Euro/GJ voor het bioticket).

Een overzicht van de te verwachten baten van het ECP Breda is weergegeven in de onderstaande tabel:

Tabel 7: Overzicht jaarlijkse baten ECP Breda

Inkomstenbron	Waarde	Eenheid	Dranco installatie	Houtgestookte WKK	LBM installatie	Totaal	Eenheid
Verkoop warmte aan stadsverwarmingsnet (marktprijs)	4,0	Euro/GJ		501.000		501.000	Euro/jaar
Verkoop warmte aan stadsverwarmingsnet (SDE+, 1 ^o fase)	11,3	Euro/GJ		1.416.000		1.416.000	Euro/jaar
Verkoop elektriciteit (marktprijs)	5,3	Euroct/kWh		30.000		30.000	Euro/jaar
Verkoop elektriciteit (SDE+, 1 ^o fase)	4,1	Euroct/kWh		23.000		23.000	Euro/jaar
Inkomsten uit GFT	60	Euro/ton	1.920.000			1.920.000	Euro/jaar
Inkomsten uit mest	25	Euro/ton	200.000			200.000	Euro/jaar
Verkoop compost	3,5	Euro/ton	63.000			63.000	Euro/jaar
Verkoop LBM (bio-LNG)	22,1	Euro/GJ			1.290.000	1.290.000	Euro/jaar
Totaal			2.183.000	1.970.000	1.290.000	5.443.000	Euro/jaar

Bij het bepalen van de jaarlijkse baten is uitgegaan van de SDE+ prijs, eerste fase. Dit omdat het in de huidige marktsituatie niet verwacht wordt dat er nog SDE+ subsidie is voor indieningen in latere fasen. De marktprijs voor warmte is vastgesteld op een bedrag dat duidelijk lager is dan de marktprijs voor gas. Op basis van informatie van de Gemeente Breda is duidelijk geworden dat het niet realistisch is om een hogere prijs dan de in de tabel genoemde prijs te ontvangen. Voor de herkomst van de overige marktprijzen wordt verwezen naar de volledige eindrapportage van de ECP case Breda.

⁵ STX, Pieter van Vegchel, 20 juli 2012

3.3 Operationele kosten

De operationele kosten zijn vermeld in de onderstaande tabel:

Tabel 8: Overzicht jaarlijkse kosten ECP Breda

Kostenpost	Waarde	Eenheid	Dranco installatie	Houtgestookte WKK	LBM installatie	Totaal	Eenheid
Houtinkoop	50	Euro/ton		1.000.000		1.000.000	Euro/jaar
Personeel	50.000	Euro/FTE	400.000	50.000		450.000	Euro/jaar
Verbruiksproducten	diversen		190.635			190.635	Euro/jaar
Elektriciteitsconsumptie			n.v.t	n.v.t	n.v.t.		Euro/jaar
Aardgasverbruik	€0,25/m ³ + EB + vastrecht			29.827		29.827	Euro/jaar
Onderhoud gebouw	1,0% van investering		40.000	7.000	4.500	51.500	Euro/jaar
Onderhoud installatie	3,0% van investering		366.864	104.919	79.650	551.433	Euro/jaar
Verzekeringen	1,0% van investering		162.288	41.973	31.050	235.311	Euro/jaar
Afvoer verbrandingsassen	90	Euro/ton		49.500		49.500	Euro/jaar
Afvoer effluent (afvalwater)	0,75	Euro/ton	8.775			8.775	Euro/jaar
Afvoer verontreinigingen	30	Euro/ton	45.000			45.000	Euro/jaar
CO ₂ / restwarmte			kosten neutraal	kosten neutraal	Kosten Neutraal	-	Euro/jaar
Totaal			1.213.562	1.283.219	115.200	2.611.981	Euro/jaar

Voor de bepaling van deze kosten wordt verwezen naar de volledige eindrapportage van de ECP case Breda. De kosten voor verbruiksproducten zijn bepaald aan de hand van de hoeveelheden genoemd door Dranco. Het gaat o.a. over leidingwater, polymeren, antischuimmiddel en ijzerchloride. Kosten van deze bedrijfsmiddelen zijn bepaald aan de hand van marktinformatie. Zo is de prijs van water afkomstig van Brabant Water⁶ en zijn de kosten van polymeerpoeder, antischuim en ijzerchloride afkomstig van OWS. Afvoerkosten van diverse afvalstoffen zijn bepaald aan de hand van gegevens van afvalinzamelaars. Het is niet de verwachting dat CO₂ levering financiële baten kan opleveren; kostenneutrale afzet wordt aangenomen.

3.4 Financiële parameters

Bij de bepaling van de financiële haalbaarheid is uitgegaan van de volgende financiële parameters:

- Afschrijving: 10 jaar
- Winstbelasting: 25,5%
- Rentepercentage: 5%
- Discontovoet: 8%
- Aandeel eigen vermogen: 35%
- EIA voordeel: toegepast op 90% van de investering

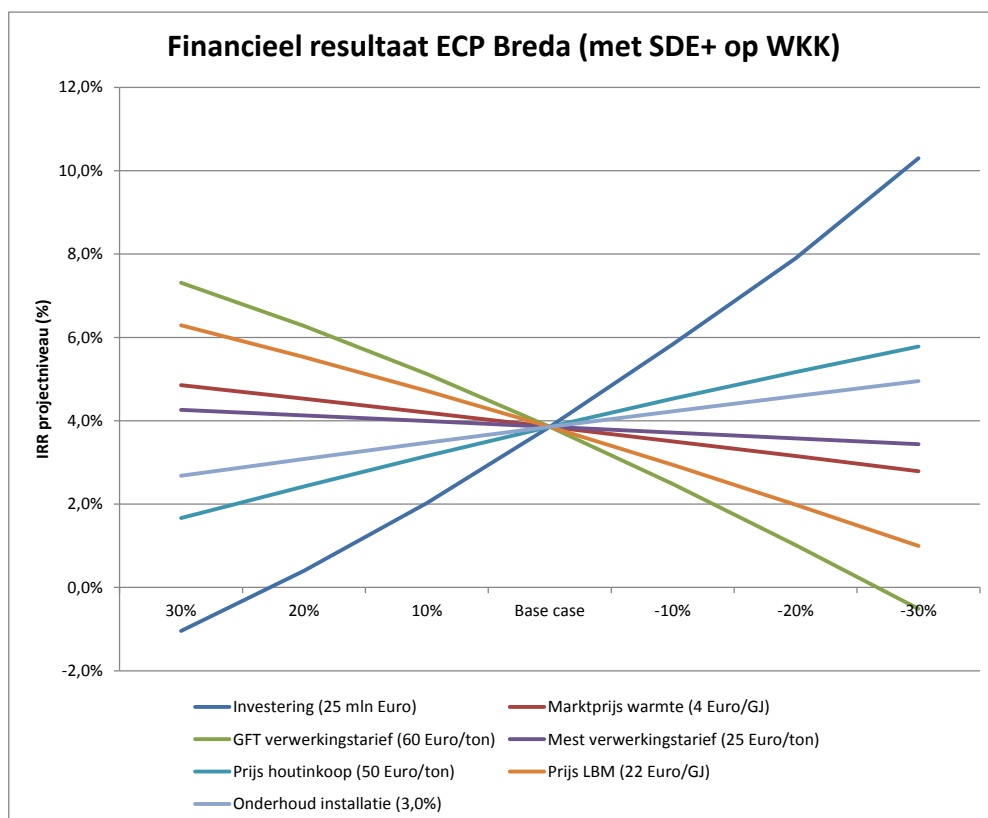
⁶ <http://www.brabantwater.nl/NL/Pages/default.aspx>

Het EIA voordeel betreft de vervroegde afschrijving van investeringen in energiebesparing en duurzame energie⁷. Als een nieuwe investering hieraan voldoet is extra fiscale afschrijving toegestaan. Om te bepalen of een investering hieraan voldoet dient deze op een lijst te staan, welke strikt geïnterpreteerd wordt. Om deze reden wordt aangenomen dat slechts 90% van de investering hiervoor in aanmerking komt.

3.5 Financieel resultaat

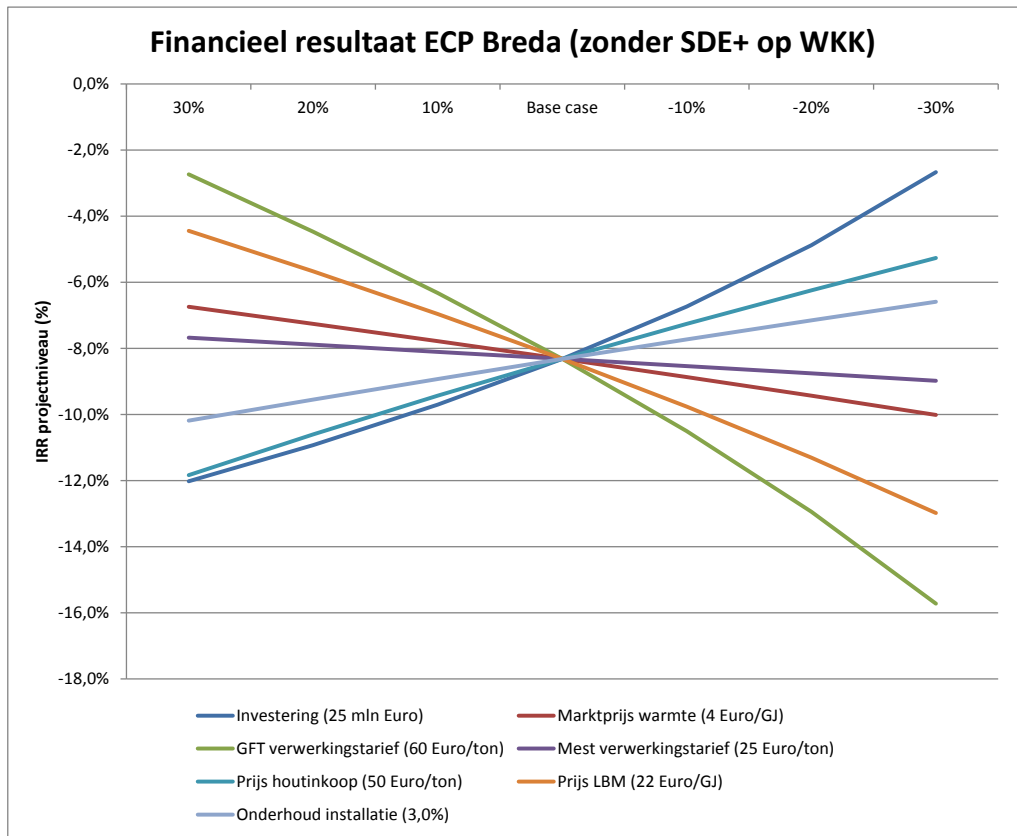
Het financiële resultaat (op projectniveau) is weergegeven in Figuur 5. Uit deze grafiek is af te lezen dat voor de base case de interne rentevoet iets minder dan 4% is. Tevens is de invloed van prijsfluctuaties en variaties in overige parameters (investeringen, kosten onderhoud) zichtbaar gemaakt. Uit deze grafiek is duidelijk dat de investeringen een grote invloed hebben op de financiële haalbaarheid. Prijzen voor GFT, LBM en warmte hebben ook een duidelijke invloed. De prijs (gate fee) van mest is veel minder belangrijk.

Dezelfde berekeningen zijn herhaald voor de situatie dat er geen SDE+ subsidie verkregen kan worden. In Figuur 6 zijn de resultaten hiervan gepresenteerd. Duidelijk is dat indien geen SDE+ subsidie verkregen kan worden, het gehele project financieel niet haalbaar is onder de eerder genoemde aannamen.



Figuur 5: Financieel resultaat ECP Breda (inclusief SDE+)

⁷ <http://www.agentschapnl.nl/programmas-regelingen/energie-investeringsaftrek-eia>



Figuur 6: Financieel resultaat ECP Breda (zonder SDE+)

4 DUURZAAMHEIDASPECTEN

Dit hoofdstuk beschrijft de duurzaamheid van het ECP concept waarbij energieopwekking uit houtafval gecombineerd wordt met het co-vergisten van GFT en mest en het opschonen/opwaarderen van ruw biogas tot vloeibaar (liquified) biomethaan (LBM, of ook wel bio-LNG genoemd).

Hierbij wordt het effect van het ECP concept op de volgende duurzaamheidsaspecten besproken:

- **Energie**verbruik en energiewinst t.o.v. de (fossiele) referentiesituatie;
- De emissies van **broeikasgassen** en emissiereductie t.o.v. de (fossiele) referentiesituatie;

Hierbij wordt in eerste instantie ingegaan op de gehanteerde aanpak en de gebruikte aannames en wordt afgesloten met de resultaten en conclusies.

4.1 Afbakening van het systeem

De duurzaamheidsanalyse omvat alle essentiële onderdelen van de ECP case in Breda, met name aan de ene kant het co-vergisten en nacomposteren van GFT en mest en het opschonen van het ruw biogas tot LBM, en aan de andere kant een houtgestookte WKK op basis van afvalhout, en het nuttig gebruik van warmte en elektriciteit uit deze WKK .

De centrale vraag in deze evaluatie is of in het systeem minder energie (niet-hernieuwbare en hernieuwbare) wordt gebruikt en er minder broeikasgasemissies worden uitgestoten dan bij de productie van zijn fossiele tegenhanger. Als fossiele referentie voor bio-LNG is gekozen voor vloeibaar aardgas (LNG) daar LNG (ongeveer) dezelfde eigenschappen heeft en in gelijkaardige toepassingen kan worden gebruikt als het bio-LNG. Verder wordt er vanuit gegaan dat het GFT momenteel gecomposteerd wordt en de mest wordt opgeslagen en uitgereden op het veld.

Daar de productie van biomethaan wordt vergeleken met aardgas met ongeveer dezelfde eigenschappen, wordt de gebruiksfase niet meegenomen in de berekeningen.

Ten aanzien van de bekeken duurzaamheidscriteria/aspecten kan gesteld worden dat gezien het ECP concept gebruikmaakt van lokale biomassa-reststromen duurzaamheidsaspecten zoals biodiversiteit en landgebruik niet aan de orde zijn.

Door dit gebruik van biomassa-reststromen dient de impact van de productie van deze reststromen ook niet te worden meegenomen, naar analogie met de richtlijnen van Bijlage V van de Europese Richtlijn voor hernieuwbare energie (EU RED).

De berekening van de impacten worden gemaakt per MJ energiedrager geproduceerd.

4.2 Methodologie, berekeningstool en aannamen

Bijproducten en allocatie

In de ECP wordt er naast bio-LNG ook compost, warmte en elektriciteit geproduceerd. Elk product zal voor een ander einddoel worden gebruikt; compost kan als bodemverbeteraar worden ingezet, de resterende warmte die vrijkomt in de houtgestookte WKK kan naar het verwarmingsnet van Breda gaan, en de resterende elektriciteit wordt op het net geplaatst. De impact van het gehele systeem moet dus voor een deel aan de energiedragers, en voor een deel aan de bijproducten worden toegekend. Dit wordt allocatie genoemd.

De keuze welk deel van de impact aan welk deel van de procesketen wordt toegekend beïnvloedt sterk het eindresultaat van de evaluatie. Daarnaast is het toepassen van allocatie een complex probleem waarvoor verschillende methodes bestaan. In deze studie hanteren we de allocatiemethode zoals voorgeschreven in de richtlijnen van de EU RED, welk de impact toewijst volgens de totale energie-inhoud van de totaal geproduceerde hoofd- en bijproducten (o.b.v. Lower Heating Value, LHV). Aan afval wordt geen impact toegekend.

Berekeningstool

De berekeningen van de broeikasgasbalans en energiebalans zijn uitgevoerd met VITO's duurzaamheidstool Bioenergy Sustainability Assessment Tool (B-SAT). Concreet berekent de tool hoeveel reductie in gebruik van energie (primaire en fossiele) en in emissie van broeikasgassen de productie van bio-energie kan opleveren ten opzichte van vergelijkbare fossiele energie, alsook de reductie in verzurings- en vermistingspotentieel. Verder geeft de tool een indicatie van de impact op land- en watergebruik, biodiversiteit en sociale aspecten in geval geteelde/geïmporteerde biomassa wordt gebruikt.

Voor de berekeningen van energie- en broeikasgasbalans maakt deze tool gebruik van het werk (standard values en aanpak) dat verricht is in het kader van het BioGrace I project en data afkomstig uit de bijlage van de RED, rapporten van JRC (Joint Research Centre) en data van het IPCC (Intergovernmental Panel for Climate Change).

Aannamen

Alleen het hoofdonderdeel van de ECP case is doorgerekend met B-SAT, m.n. het co-vergisten en nacomposten van GFT en mest – hierna benoemd als het Dranco systeem – en de opzuivering van biogas tot bio-LNG. De energie nodig voor dit deelproces wordt geleverd door de houtgestookte WKK. De impact van de energieproducten uit deze WKK werd handmatig berekend en ingevoerd in de B-SAT tool.

De duurzaamheidsdoorrekening van het Dranco systeem en opschonen van ruw biogas tot bio-LNG is bepaald t.o.v. de productie van een gelijkaardige hoeveelheid vloeibaar aardgas (LNG) en compost uit de beschikbare hoeveelheid GFT.

Aannamen aangaande transportafstanden, lekverliezen e.d. zijn besproken in de volledige eindrapportage welke uitgebracht is in het kader van dit project.

4.3 Resultaten energiebalans en energie-efficiëntie

B-SAT laat toe twee types van energiebalansen op te maken:

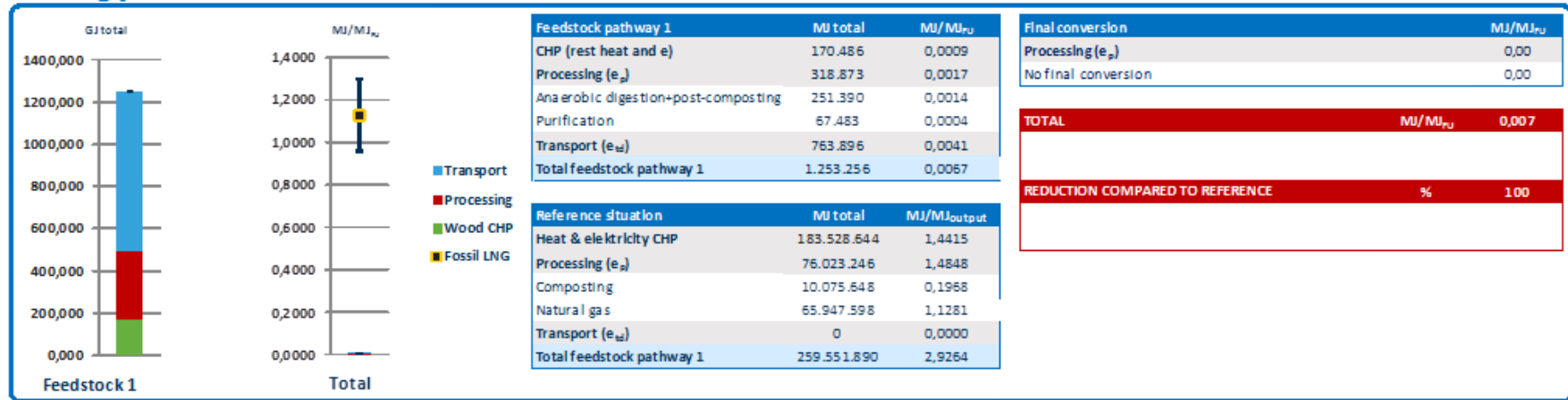
- de netto primaire energiebehoefte (NER), waarbij alle energie wordt meegenomen om de brandstof om te zetten in elektriciteit, dus inclusief de energie nodig voor de voorbereiding van de brandstof, transport, opslag,.. en de energie gewonnen uit hernieuwbare fracties.
- de fossiele energiebehoefte (FER), waarbij enkel de hoeveelheid aan fossiele energiebronnen wordt meegenomen.

De netto primaire energiebalans voor co-vergisten met nacomposteren en opschonen van biogas is samengevat in Figuur 7.

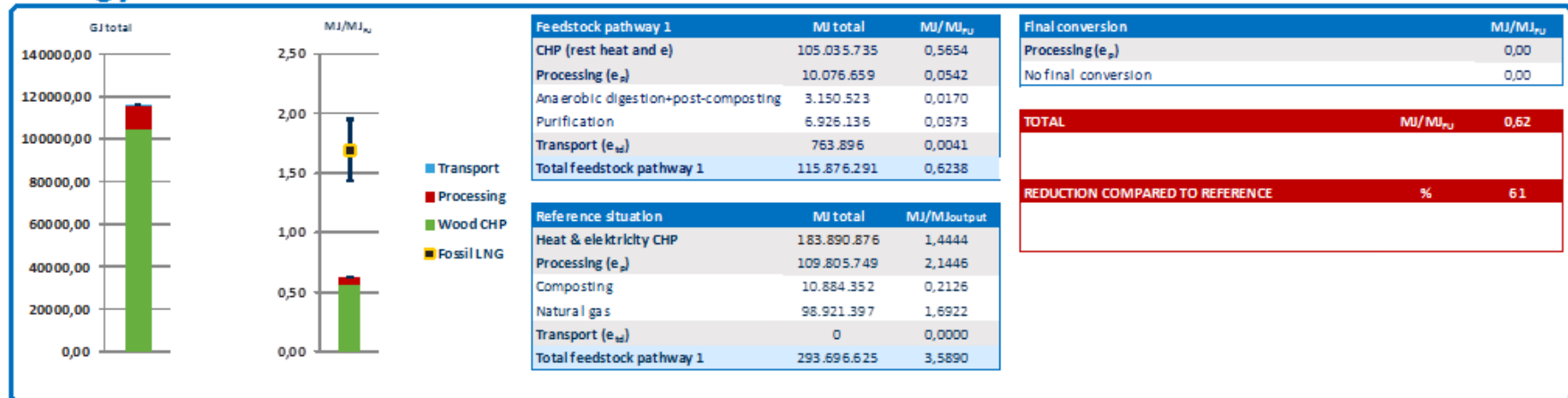
Het resultaat voor de netto primaire energiebehoefte (NER) van het bio-energiesysteem geeft aan hoeveel primaire energie nodig is voor de productie van een MJ functionele eenheid - LBM voor deze case - en de onderdelen van de keten die het meest hiertoe bijdragen. Figuur 7 geeft aan dat de netto primaire energiebehoefte voor de productie van 1MJ_{LMB} uit het co-vergisten van GFT en mest (met nacompostering) 1,83 MJ is. De netto primaire energiebehoefte is bijna evenredig verdeeld over de 2 hoofdprocessen – productie van biogas (57%) en productie van restwarmte en elektriciteit uit de hout-WKK (43%).

Het resultaat voor "reduction" geeft het percentage primaire energie aan die bespaard kan worden door het gebruik van het specifieke bio-energie systeem/ECP. Als dit een negatief resultaat is, is er meer primaire energie nodig om 1 MJ bio-energie te produceren dan voor de productie van 1 MJ van het fossiele referentie-energiesysteem. De fossiele energiebehoefte van het systeem bedraagt $0,007\text{ MJ/MJ}_{\text{LBM}}$. Deze is afkomstig van de fossiele energie nodig voor de productie van warmte en elektriciteit met de houtgestookte WKK en het transport van de biomassa-reststromen naar de site.

Energy balance - fossil energy requirement (FER)



Energy balance - net energy requirement (NER)



Figuur 7: Energiebalans -fossiel (FER) en primair (NER)- berekent met B-SAT voor het co-vergisten met nacomposteren van GFT en mest gevolgd door het opzuiveren van het geproduceerde biogas tot LBM uitgedrukt per MJ_{LBM}

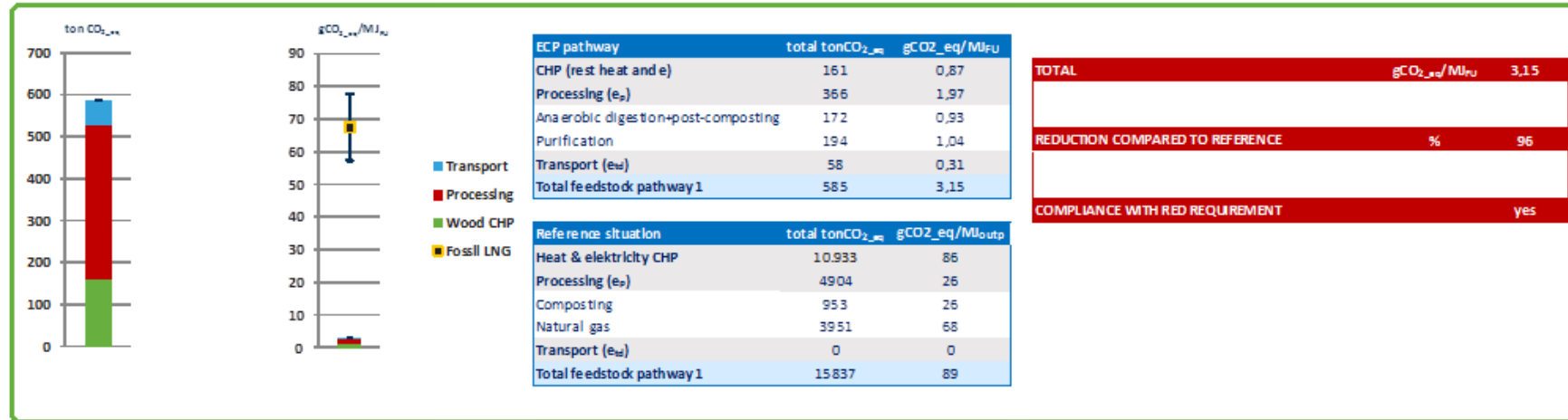
4.4 Resultaten broeikasgasbalans

De broeikasgasbalans voor het ECP concept wordt weergegeven in Figuur 8.

De balans voor het ECP geeft een emissie van 3,15 g CO_{2eq} per MJ energiedrager geproduceerd. Dit resulteert in een jaarlijkse besparing van ruim 15.000 ton CO_{2eq}, of 96% t.o.v. de huidige referentiesituatie.

Het grootste reductiepotentieel zit duidelijk in het gebruik van hernieuwbare warmte en elektriciteit en de productie van bio-LNG.

Global warming - greenhouse gas balance



Figuur 8: Broeikasgasbalans berekent met B-SAT voor het co-vergisten van GFT en mest gevolgd door het opzuiveren van het geproduceerde biogas tot LBM uitgedrukt in gCO₂eq per MJ_{LBM}.

- Renewable Energy Directive requirements on GHG savings: The greenhouse gas emission savings from the use of bio-energy should be at least 35%. From 1 January 2017 onwards savings must be at least 50%. From 1 January 2018 onwards savings must be at least 60% for installations in which production started on or after 1 January 2017.

5.1 Conclusies

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Om tot concrete ECP's te komen kunnen gemeenten, zoals Breda, een versnelling realiseren door een duidelijk beleid over de duurzame aanbesteding van biomassa te ontwikkelen. Zonder een dergelijk beleid zal een ambitieus klimaatprogramma afhankelijk zijn van de acties en aanbiedingen van derden, en zal de rol en invloed van een gemeente klein blijven.
- De duurzaamheidsanalyse laat zien dat het ECP concept een hoge CO_{2eq} emissiereductie tot gevolg heeft, namelijk ver boven de eis van minimaal 60% emissiereductie welke in 2018 voorgeschreven wordt door het EU RED voor nieuwe installaties. Deze hoge CO_{2eq} reductie heeft als oorzaak dat in het ECP concept residuen worden benut. Bij residuen is het niet nodig om CO₂ emissies geassocieerd met bv teelt, oogst en landgebruik mee te nemen. Een tweede belangrijke reden is dat GFT op het moment in de regio Breda wordt gecomposteerd; waardoor het ECP project zorgt voor een duidelijk betere benutting van grondstoffen. De belangrijkste emissiebronnen zijn lekverliezen bij het vergisten en composteren.
- Qua energieopbrengst laat de duurzaamheidsanalyse zien dat de primaire energie-efficiëntie van het ECP concept 71% is. Dit percentage geeft aan welk deel van de energie die in het proces ingaat er uiteindelijk uit zal komen als nuttige energie. Daarnaast is ook bepaald dat de hoeveelheid fossiele energie die benodigd is voor het ECP concept zeer beperkt is.
- De totale hoeveelheid benutbare biomassa in de gemeente Breda is – in relatie tot de totale energiebehoefte van de gemeente Breda – beperkt. Dit is niet vreemd, omdat biomassaproductie in stedelijke omgevingen nu eenmaal relatief beperkt is. Een model waarbij biomassa uit landelijke gebieden – zoals bijvoorbeeld de omliggende gemeenten – benut wordt voor energieverbruik in de stad Breda ligt daarom voor de hand.
- Mest vertegenwoordigt in West-Brabant een groot potentieel aan duurzame energie. In West-Brabant is het aantal co-vergistingsinstallaties zeer klein, wat resulteert in een zeer grote hoeveelheid onbenutte bio-energie uit mest. Uit de diverse scenario's blijkt echter dat conversie van mest, onder andere door het hoge vochtgehalte en de lage energie-inhoud, relatief duur is, wat een negatief effect heeft op de economische rentabiliteit. Mestverwerking staat wel in de belangstelling in Nederland, omdat de overheid overweegt om verwerking van een gedeelte van de mest in de toekomst verplicht te stellen. Het kan dus zijn dat er additioneel vermeden kosten ontstaan indien een dergelijke verplichting ingevoerd zou worden.
- Voor de gezamenlijke verwerking van GFT en mest in een vergister is vastestof vergisting economisch rendabeler dan tunnelpercolaatvergisting. Redenen hiervoor zijn dat in het geval van vastestof vergisting een deel van de mest – met

een lage energie-inhoud – niet meegenomen wordt in het proces, en dat één van de voordelen van tunnelpercolaatvergisting – een relatief kleine biogas reactor – niet toegepast kan worden in het geval van GFT en mestvergisting. Ook het transport van grote hoeveelheden mest met lage energie-inhoud is een factor hierin.

- Subsidies kunnen de economische haalbaarheid van verschillende duurzame energieopties beïnvloeden. Omdat de SDE+ 2012 subsidieregeling slechts een deel van de vormen van duurzame energieproductie ondersteunt, heeft dit invloed op de economische haalbaarheid van de diverse opties. Het kan zelfs zo zijn dat opties die vanuit het oogpunt van CO₂ reductie en/of energetisch rendement minder goed scoren onder invloed van SDE-subsidie vanuit economisch perspectief juist te prefereren zijn.
- Invoeding van warmte in het stadsverwarmingsnet van Breda heeft voordelen ten opzichte van andere vormen van energiebenutting, als aangenomen wordt dat vervanging van restwarmte door duurzame warmte een wens is. Toepassing van deze duurzame warmte is relatief eenvoudig te realiseren. Wel is een nadeel dat warmteprijzen die door het warmtenet betaald kunnen worden zeer laag zijn (ca 60% van de huidige ENDEX groothandelsprijs van aardgas). Indien aangenomen wordt dat het mogelijk is om SDE+ 2012 subsidie te verkrijgen, en wanneer de subsidie vervolgens wordt verwerkt in de bedrijfseconomische berekeningen, dan is het ECP scenario waarbij zoveel mogelijk biogas wordt omgezet in een WKK te prefereren. De SDE+ subsidieregeling is echter aan verandering onderhevig en het is nu nog niet te voorspellen of deze regeling over enkele jaren nog bestaat en welke subsidiebedragen in de toekomst kunnen worden verkregen. Voor de ontwikkeling van een ECP concept – wat een meerjarig proces is – betekent dit een belangrijke onzekerheid.
- Bij de uitwerking van het ECP Breda is gebleken dat het ECP Breda qua elektriciteit zelfvoorzienend kan zijn indien in plaats van een warmteketel een houtgestookte WKK installatie wordt gekozen. Dit leidt tot een beter energetisch rendement. Een nadeel van deze keuze is dat het ECP afhankelijker wordt van SDE+ subsidie.
- Indien SDE+ 2012 subsidie buiten de bedrijfseconomische berekeningen wordt gehouden, is productie van LBM vanuit economisch oogpunt te prefereren, indien het mogelijk is om economisch rendabele toepassingen voor het LBM te vinden. In deze studie is hiervan uitgegaan, waarbij echter wel de kanttekening gemaakt moet worden dat toepassing van LBM in Nederland nog in de kinderschoenen staat en dat er nog veel werk dient te gebeuren op dit gebied.
- De inzet van biogas zowel voor stadsverwarming als voor transport in de vorm van bio-LNG biedt de gemeente de mogelijkheid te kunnen schakelen naar de meest gewenste toepassing, afhankelijk van de behoefte. Een goed gepositioneerd ECP met koppelingen aan andere biogasproducenten biedt zo economy-of-scale voordelen en flexibiliteit. In de winter zal er bijvoorbeeld meer behoefte aan warmte zijn, waarbij in de zomer bio-LNG geproduceerd kan worden. Deze flexibiliteit is een belangrijke stap naar optimale benutting van biomassa zoals genoemd in het gemeentelijk klimaatbeleid.

Realisatie van het ECP concept zoals dat hier gepresenteerd is betreft – naar de aard en opzet van het project – een majeure onderneming, waarmee grote investeringen gemoeid zijn en welke een grote impact hebben op de biomassa markt, de markt voor energiedragers en de omgeving waar deze installatie gerealiseerd zal worden. Het is dan ook niet realistisch te verwachten dat deze installatie op korte termijn integraal gerealiseerd zal worden. In dit rapport is wel duidelijk geworden dat de benutting van residuen op de manier zoals hier beschreven zal leiden tot meer duurzame energieproductie en een reductie in broeikasgassen. Om realisatie van een ECP zoals hier beschreven dichterbij te brengen worden de volgende aanbevelingen gedaan:

- **Continueer de ontwikkeling van biomassa verbranding in de gemeente Breda** waarbij gezocht dient te worden naar een rendabele business case. Het is hierbij van belang om warmtegebruikers te identificeren die nog niet op het warmtenet zijn aangesloten, om zo de lage prijsstelling van warmtelevering aan het warmtenet zoveel mogelijk te voorkomen. Het volgende stappenplan kan hierbij gegeven worden:
 - Identificatie mogelijke warmtegebruikers (hier heeft de gemeente Breda waarschijnlijk al informatie van), selectie veelbelovende sites/gebruikers, identificatie 'trekker' die wil investeren in een biomassacentrale (dit kan ook de gemeente zelf zijn). Identificatie biomastromen, prijzen en beschikbaarheid.
 - Identificatie aard en kwaliteit van de benodigde warmte, opstellen warmteprofielen, in contact treden met gebruikers om behoeften te peilen.
 - Nagaan hoe de koppeling met het warmtenet te maken is om zo de warmte kwijt te kunnen als er geen behoefte is van de primaire warmtegebruikers.
 - Ontwerp van de integrale warmte-oplossing, waarschijnlijk bestaande uit combinatie van een biomassa verbrandingsinstallatie, een piek-ketel op aardgas en/of het warmtenet.
 - bepaling kapitaal- en operationele kosten en opbrengsten, vergunningensituatie, mogelijkheden tot SDE+, etc.
 - Opstellen business case met daarin o.a. route voor implementatie, financiële opzet van de investering, etc.

- **Stimuleer proefprojecten waarbij rijden op vloeibaar aardgas (LNG) of bio-LNG wordt toegepast, of waarbij er aan de infrastructuur voor het rijden op LNG of bio-LNG wordt gewerkt, bijvoorbeeld door de realisatie van LNG tankstations.** Zo zal er ervaring worden opgedaan met het rijden op deze brandstoffen. Het kan zijn dat rijden op bio-LNG nog een stap te ver is; in dat geval is rijden op LNG een goed alternatief. Rijden op LNG is momenteel een optie die door diverse bedrijven in de markt gezet wordt. Voordelen zijn o.a. 1) een directe reductie van 10% CO₂ emissies, en 2) stillere vrachtwagens. Om dit te ontwikkelen kunnen de volgende stappen doorlopen worden:
 - Identificeer bedrijven en instellingen welke belangstelling hebben om naar LNG/bio-LNG over te gaan. Hiervoor is een onderzoek onder bv. transportbedrijven in de regio Breda noodzakelijk. Identificeer onder welke voorwaarden deze bedrijven LNG/bio-LNG willen gebruiken.

-
- Neem contact met LNG leveranciers en bepaal onder welke voorwaarden één of meer tankstations in de gemeente gerealiseerd kunnen worden.
 - 'Knoop' vraag en aanbod aan elkaar zodat het tot realisatie komt.
 - Onderzoek wat de gemeente zelf kan doen om rijden op bio-LNG dichterbij te brengen. Mogelijkheden zijn:
 - Eigen wagenpark
 - Rekening houden in het aanbestedingsbeleid met deze optie. Hierbij valt te denken aan het stadsvervoer, afvalinzameling, etc.

Om tot een ECP te komen is coördinatie van deze sporen van groot belang. Om de biomassaverbranding en een toekomstige bio-LNG productie te combineren is het aan te bevelen om dit vanaf het begin in de locatiekeuze mee te nemen.

Energie Conversie Parken

financiers:



projectpartners:



subcontractors:

