

# **WaViNed operationeel**

## **Industriële cases Huntsman en De Pijp**

**A.K. Wemmers**

**N.C. Sijpheer**

**J. Varwijk**

## Verantwoording

Dit project is uitgevoerd door ECN en het Proces Design Centre en stond onder regie van de werkgroep 'Warmte' van het Platform Keten Efficiency. Opdrachtgevers zijn het AgentschapNL en het Rotterdam Climate Initiative / Deltalinqs.

## Abstract

Heat is by far the largest final energy carrier in the Netherlands. The working group 'Warmte' of the Platform Keten Efficiency has developed an approach based on which the use of primary energy in the Netherlands is substantially reduced by taking heat as a starting point, the WaViNed approach. This project was carried out to show that the WaViNed approach has an added value compared to existing approaches. Two cases are executed one at Huntsman, a large chemical company, and one at a cluster of three companies. The results show that by applying the WaViNed approach much more energy efficiency projects are found compared to the existing approach. Moreover, the overview over energy efficiency projects obtained from the WaViNed approach, makes it possible to arrange projects in such a way that lock-in situations are avoided.

## Inhoud

Lijst van tabellen	5
Lijst van figuren	5
Samenvatting	6
1. Inleiding	7
1.1 De warmte visie	7
1.2 De warmte visie in de praktijk	8
1.3 Toetsen van de onderzoeksmethode WaViNed	9
2. De Pijp	10
2.1 Total Lubricants BV	10
2.1.1 Productieproces	10
2.1.2 Analyse van het energiegebruik	10
2.1.3 Energiebesparing	12
2.1.3.1 Besparen op functie	12
2.1.3.2 Besparen door warmteterugwinning	12
2.1.3.3 Besparing door efficiënte opwekking	13
2.1.4 Het verschil tussen WaViNed en de traditionele aanpak	14
2.2 Analyse afwaterzuivering en slibdrooginstallatie	14
2.2.1 Productieproces	14
2.2.2 Analyse van het energieverbruik	15
2.2.2.1 Het specifieke energiegebruik	16
2.2.2.2 De energiebalans	17
2.2.3 Energiebesparing	18
2.2.3.1 Besparen op functie	18
2.2.3.2 Besparen door warmteterugwinning	21
2.2.3.3 Besparen door efficiënte energieconversie	22
2.2.4 Overzicht maatregelen RWZI en SDI	23
2.3 Analyse Bazaar	24
2.3.1 Bedrijfsproces	24
2.3.2 Analyse van het energiegebruik	25
2.3.3 Energiebesparing binnen het bedrijf	26
2.3.3.1 Energiebesparing op functie	26
2.3.3.2 Besparen door warmteterugwinning	27
2.3.3.3 Besparend in opwekking	27
2.3.4 Het verschil tussen WaViNed en de traditionele aanpak	28
2.4 Gezamenlijke oplossingen 'De Pijp'	28
2.4.1 Uitwisselen van warmte	28
2.4.1.1 Vraag en aanbod van warmte	29
2.4.1.2 Schatting van het effect op het primaire energiegebruik van restwarmtedistributie	30
2.4.2 Vergelijk van projecten	31
2.4.2.1 Economie	31
2.4.2.2 Barriers	33

3.	Analyse Huntsman	34
3.1	Efficiency doelstelling Huntsman	34
3.2	Procesbeschrijving	34
3.3	Energiegebruik site Huntsman	35
3.4	Pinch analyse	36
3.5	Besparingsopties	38
	3.5.1 Proceswijzigingen	39
	3.5.2 Warmte-integraties	39
	3.5.3 Stroomsysteem	39
	3.5.4 Koude-koelsysteem	40
	3.5.5 Hernieuwbare energiebronnen	41
	3.5.6 Overige opties	41
3.6	Knelpunten en volgorde implementatie besparingsopties	41
	3.6.1 Volgorde besparingsopties	42
	3.6.2 Knelpunten	43
3.7	Toegevoegde waarde WaViNed	44
4.	Meerwaarde van WaViNed	46
5.	Conclusies	48
	Referenties	50

## Lijst van tabellen

Tabel 2.1	<i>Resultaten van de analyse van het energiegebruik bij Total smeervetten in Beverwijk</i> .....	12
Tabel 2.2	<i>Besparing bij de functie</i> .....	12
Tabel 2.3	<i>Uit het proces terugwinbare warmte</i> .....	13
Tabel 2.4	<i>Besparing door warmteterugwinning</i> .....	13
Tabel 2.5	<i>Besparing door efficiënte opwekking</i> .....	14
Tabel 2.6	<i>De massabalans voor slib en biogas van de RWZI Beverwijk</i> .....	16
Tabel 2.7	<i>De massabalans van het slib op droge stof van het HHNK</i> .....	17
Tabel 2.8	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, uitgangssituatie</i> .....	17
Tabel 2.9	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'Texel Duurzaam'</i> .....	18
Tabel 2.10	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'HVC'</i> .....	19
Tabel 2.11	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, meer of minder vergisten</i> .....	20
Tabel 2.12	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'mechanisch ontwateren tot 50%ds'</i> .....	21
Tabel 2.13	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'warmteterugwinning vergisting'</i> .....	21
Tabel 2.14	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'warmteterugwinning rookgassen'</i> .....	22
Tabel 2.15	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'gasmotor of groen gas'</i> .....	23
Tabel 2.16	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'Upgrade WKC'</i> .....	23
Tabel 2.17	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'overzicht'</i> .....	24
Tabel 2.18	<i>Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'Uitkoppelen restwarmte WKC'</i> .....	31
Tabel 2.19	<i>Investerings, besparing en opbrengsten van vier mogelijke gezamenlijke projecten, de bedragen zijn exclusief eventuele subsidies.</i> .....	33

## Lijst van figuren

Figuur 1.1	<i>De energiehuishouding van Nederland in 2005 in PJ</i> .....	7
Figuur 2.1	<i>Schematische weergave van energiegebruikers bij Total smeervetten Beverwijk. Het primaire energiegebruik is 20 TJ per jaar</i> .....	11
Figuur 2.2	<i>Productieproces rioolwaterzuivering en slibverwerking</i> .....	15
Figuur 2.3	<i>Processchema van de slibverwerking</i> .....	16
Figuur 2.4	<i>Het primaire energiegebruik als functie van het %droge stof in het slib</i> .....	20
Figuur 2.5	<i>Plattegrond van de Bazaar (bron: <a href="http://www.debazaar.nl">http://www.debazaar.nl</a>)</i> .....	24
Figuur 2.6	<i>Jaarlijks energiegebruik van de Bazaar. De winkels bepalen in grote mate het energiegebruik van de Bazaar</i> .....	25
Figuur 2.7	<i>Voorbeelden van energiemeters. PlugWise stopcontacten communiceerd gemeten waarden draadloos naar een laptop of pc. Andere energiemeters kunnen worden afgelezen via een display</i> .....	26
Figuur 2.8	<i>Het grootste PV-dak van Nederland bij de Floriade, goed voor een elektriciteitsproduktie van 2,6 miljoen kWh per jaar</i> .....	28
Figuur 2.9	<i>Jaarbelastingsduurkromme gebouwen in de omgeving van de SDI</i> .....	30
Figuur 3.1	<i>Het MDI proces</i> .....	35
Figuur 3.2	<i>Primair energiegebruik Huntsman site 2008</i> .....	35
Figuur 3.3	<i>Momentopname stoomsysteem Huntsman</i> .....	36
Figuur 3.4	<i>Composite curves</i> .....	37
Figuur 3.5	<i>Grand composite curve</i> .....	37
Figuur 3.6	<i>Investeringscorrelatie frequentieomvormer</i> .....	41
Figuur 3.7	<i>Roadmap; gesommeerde besparing, investering en terugverdientijd besparingsopties</i> .....	42
Figuur 4.1	<i>De meerwaarde van de WaViNed voor De Pijp</i> .....	46
Figuur 5.1	<i>Symbolische weergave van de weg naar maximale energiebesparing.</i> .....	49

## Samenvatting

Analyses van het energiegebruik in Nederland laten zien dat warmte verreweg de grootste energiedrager in het energiesysteem 'Nederland' is. Om de Nederlandse energiehuishouding te verduurzamen is een oplossing voor het warmtegebruik daarom noodzakelijk. De werkgroep 'warmte' van het transitie platform Ketenefficiency heeft een visie ontwikkeld op verduurzaming van de Nederlandse energiehuishouding die uitgaat van warmte, de 'WarmteVisie Nederland' of kortweg de WaViNed. De WaViNed richt zich op het verhogen van de energie-efficiency van Nederland door:

- Te starten bij de functie, de energiedienst, die een energiedrager vervult, vanwege het grote aandeel in de Nederlandse energiehuishouding is warmte leidend in de analyse;
- Een integrale benadering;
- Verbeteropties te rangschikken naar hun bijdrage per geïnvesteerde Euro ongeacht de aard van de verbeteroptie of degene die de investering doet.

De redenering vanuit de functie via de conversie technologieën naar primaire energiedragers, dus tegen de energiestromen in, is concreet gemaakt aan de hand van een 8 stappenplan. Aan de hand van het 8-stappenplan kan een willekeurig energiesysteem volgens de WaViNed filosofie worden geanalyseerd.

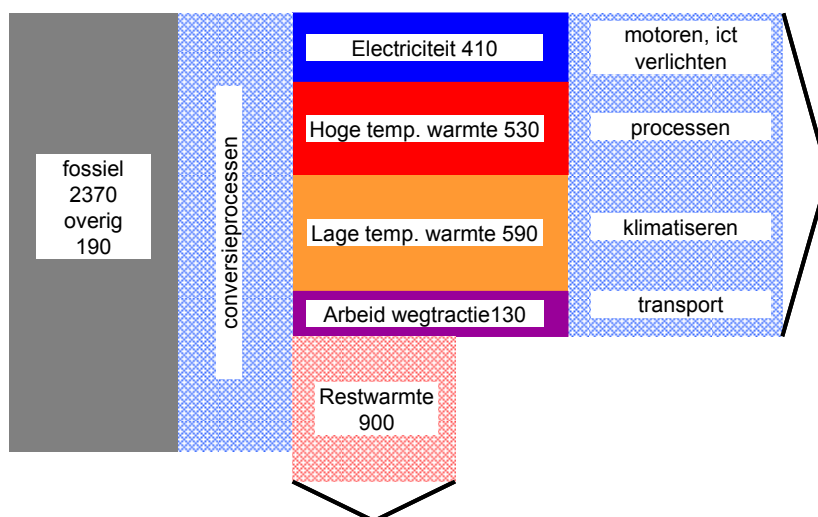
Om te toetsen welke meerwaarde de WaViNed in de praktijk biedt is de WaViNed getoetst in een tweetal cases: 'De Pijp' en 'Huntsman'. De case De Pijp betreft een drietal bedrijven: Total Lubricants Plant, het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier met een rioolwater zuivering en slibdrooginstallatie en De Bazaar op het industrie gebied De Pijp in het IJmond gebied. De case Huntsman betreft een groot chemisch bedrijf in de Botlek.

Door aan de hand van het 8-stappen plan systematische tegen de energiestromen in te redeneren worden meer energie efficiency projecten gevonden dan in eerdere energiestudies zijn gevonden. Bovendien wordt de samenhang tussen verschillende energie efficiency projecten goed zichtbaar waardoor projecten kunnen worden gerangschikt zodanig dat 'lock in' wordt vermeden. Onder lock in wordt verstaan dat investeringen en gerealiseerde besparingen uit eerdere projecten teniet worden gedaan door latere projecten waardoor de latere projecten onaantrekkelijk worden en de energie efficiency verbetering stagneert. In totaal wordt 252 TJ/a aan primaire energie besparing gevonden waarvoor M€9,8 aan investeringen nodig is. Indien dezelfde energiebesparing zou moeten worden gerealiseerd met de resultaten uit eerdere energie efficiency studies aangevuld met de goedkoopste duurzame opwekking, wind op land, is M€ 18,1 aan investeringen nodig. Met de WaViNed wordt zodoende M€ 8,3 op de investeringen bespaard.

# 1. Inleiding

## 1.1 De warmte visie

Medio het eerste decennium van de 21<sup>ste</sup> eeuw is in Nederland het besef gegroeid dat verduurzaming van onze energiehuishouding veel dieper in onze maatschappij ingrijpt dan tot dan toe in het overheidsbeleid tot uitdrukking was gekomen. Vanuit dit besef is de Energie Transitie ontwikkeld. De Energie Transitie is een initiatief van de overheid dat een structurele verandering naar een duurzame energiehuishouding voorstaat. Waar het lopende energiebeleid zich richt op het behalen van doelstellingen op de kortere termijn is het Transitiebeleid juist gericht op de lange termijn, zichtjaar 2050. De Energie Transitie is vorm gegeven door middel van een 7-tal transitieplatforms waarvan het Platform Ketenefficiency (PKE) er één is. Vanwege het grote aandeel warmte in de Nederlandse energiehuishouding heeft het (PKE) een werkgroep Warmte opgericht. Deze werkgroep heeft een visie op de Nederlandse energiehuishouding ontwikkeld, de ‘WarmteVisie Nederland’ of kortweg de WaViNed.



Figuur 1.1 *De energiehuishouding van Nederland in 2005 in PJ*

De WaViNed richt zich op het verhogen van de energie-efficiency van Nederland door:

- Te starten bij de functie, de energiedienst, die een energiedrager vervult, vanwege het grote aandeel in de Nederlandse energiehuishouding is warmte leidend in de analyse;
- Een integrale benadering;
- Verbeteropties te rangschikken naar hun bijdrage per geïnvesteerde Euro ongeacht de aard van de verbeteroptie of degene die de investering doet.

Het startpunt bij de analyse van de energiehuishouding en het opsporen van verbetermogelijkheden is de energiedienst zelf. Een energiedienst is de functie die een finale energiedrager vervult bijvoorbeeld het verwarmen van een huis, het drogen van een product of het aandrijven van een auto. Daarna wordt via het samenspel van energieconversietechnologieën gezocht naar het meest efficiënte gebruik van primaire energiedragers. De redeneertrant van WaViNed is tegen de energiestromen in, dit in tegenstelling tot de traditioneel benadering waarin de primaire energiedragers als startpunt worden genomen.

De integrale benadering houdt in dat de grenzen van het energiesysteem ruimer worden gedefinieerd dan traditioneel gebruikelijk is. Hierdoor ontstaan nieuwe mogelijkheden voor het verhogen van de efficiency van het gebruik van primaire energiedragers.

In de WaViNed worden verbeteropties gerangschikt naar hun bijdrage in het verhogen van de energie-efficiency van Nederland per geïnvesteerde Euro. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt of het een energiebesparingsmaatregel in een proces betreft of bijvoorbeeld het installeren van een windturbine, noch wordt er gekeken wie de investering moet doen. Hierdoor ontstaat een beeld van de economische, juridische en sociale systeemveranderingen die nodig zijn om Nederland tegen de laagste kosten te verduurzamen.

Het ontwikkelen van WaViNed is ontwikkeld om het nog onbekende rest potentieel van energie-efficiency op te sporen, te kwantificeren en bekend te maken.

Aan de hand van de praktijk cases 'Huntsman' en 'De Pijp' toetst en concretiseert de werkgroep warmte van het platform ketenefficiency de WaViNed aanpak. In dit rapport worden de samengevatte resultaten van de praktijkcases 'de Pijp' en 'Huntsman' beschreven. Deze cases zouden de vraag moeten beantwoorden of de WaViNed een meerwaarde biedt vergeleken met de traditionele benadering van de Nederlandse energiehuishouding.

## 1.2 De warmte visie in de praktijk

De warmtevisie concreet te maken is deze vertaald in naar een aanpak die bestaat uit 8 stappen het '8 stappenplan':

1. Reductie warmtevraag. De warmtevraag van de primaire processen wordt zo veel mogelijk beperkt. Wat niet aan de 'voorkant' als energiedragers wordt toegevoerd, komt er ook aan de 'achterkant' niet als restwarmte uit.
2. Industriële warmtecascade inclusief industriële warmtepompen. Met pinch- en exergieanalyse en andere instrumenten worden warmtecascade in de industrie geoptimaliseerd; hierbij worden de systeemgrenzen ruim getrokken, eventueel tot een geheel industriegebied, zodat warmte tussen bedrijven onderling wordt uitgewisseld.
3. Warmtevolgende warmtekrachtkoppeling. In de warmtevraag van de hoogste temperatuur wordt zo veel mogelijk voorzien door warmtevolgende wkk; hierbij wordt de energie-input efficiënter benut dan bij elektriciteitsvolgende wkk. Dit heeft als consequentie dat meer elektriciteit wordt teruggeleverd, en dat de openbare elektriciteitsvoorziening minder basislast zal kunnen verzorgen; in deze concurrentie wordt centraal grootschalig vermogen deels verdrongen.
4. Koudeproductie. Restwarmte (absorptiekoeling) en restkoude (bijvoorbeeld van LNG-aanlanding) worden gebruikt voor koudeproductie. Koude kan net als warmte in cascade worden doorgegeven van proces naar proces. Wellicht is een koudenet op sommige plaatsen haalbaar.
5. Vraagreductie ruimteverwarming in de buurt van het industriegebied. Door uitstekende isolatie en andere maatregelen wordt de warmtevraag in woningen, gebouwen en kassen zo veel mogelijk teruggebracht.
6. Hernieuwbare energiebronnen. Zonne-energie en aardwarmte worden gebruikt voor ruimteverwarming. Biomassa heeft een hoge exergetische waarde en wordt daarom bij voorkeur gebruikt voor de productie van Substitute Natural Gas, in 'warmte-brandstof centrales' voor de productie van motorbrandstoffen, of in wkk- installaties.
7. Warmtepompen ten behoeve van ruimteverwarming. De resterende warmtevraag wordt ingevuld met warmtepompen die tappen vanuit de ondiepe bodem of de buitenlucht.
8. Warmtenet. Restwarmte die industrieel niet verder kan worden benut en waarvoor nog een resterende vraag in de buurt bestaat, wordt geleverd aan een warmtenet, waarmee



woningen, gebouwen en kassen worden verwarmd. De te bereiken afstand is dan afhankelijk van de financieringsmogelijkheden voor de netten.

### 1.3 Toetsen van de onderzoeksmethode WaViNed

De onderzoeksmethode voor het toetsen van de WaViNed is als volgt:

- Aan de hand van het 8 stappenplan worden verbeteropties voor de energie-efficiency bepaald.
- Van de belangrijkste gevonden verbeteropties worden een schatting van de investeringskosten en de opbrengsten gemaakt. De opbrengsten bestaan uit vermeden inkoop van energiedragers maar ook uit andere, minder gemakkelijk in geld uit de drukken, componenten zoals een verbeterd comfort, verhoging van productiecapaciteit etc.
- Tenslotte wordt nagegaan welke knelpunten zich voordoen om de belangrijkste verbeteropties uit te voeren.

De resultaten worden vergeleken met beschikbare informatie uit ‘traditionele’ energieonderzoeken. Uit een vergelijking tussen de resultaten van beide aanpakken blijkt of:

1. De integrale benadering nieuwe verbeteropties heeft opgeleverd en zo ja, wat de kwantitatieve bijdrage van deze nieuwe verbeteropties is;
2. Een analyse gestart vanuit de energiediensten nieuwe verbeteropties heeft opgeleverd en zo ja, wat de kwantitatieve bijdrage van deze nieuwe verbeteropties is;
3. Welke opties de grootste bijdrage leveren aan verduurzaming tegen de laagste kosten;
4. Welke knelpunten zich voordoen bij het uitvoeren van de belangrijkste verbeteropties.

De praktijkcase ‘Huntsman’ is grotendeels door PDC uitgevoerd. ECN heeft bijgedragen aan het generaliseren van de resultaten. De praktijkcase ‘De Pijp’ is grotendeels door ECN uitgevoerd en hier heeft PDC bijgedragen aan het generaliseren van de resultaten.

## 2. De Pijp

In de case 'De Pijp' de WaViNed visie wordt toegepast op een groep bedrijven bestaande uit: Total Lubricants, rioolwaterzuivering (RWZI) Beverwijk, slibdrooginstallatie (SDI) Beverwijk en Bazaar Beverwijk. Deze bedrijven zijn gevestigd op het industriegebied 'De Pijp' in Beverwijk en worden daarom aangeduid als de cluster 'De Pijp'.

Total Lubricants B.V. is een werkmaatschappij van het Total concern en moet met haar productie concurreren in een wereldwijde markt. De RWZI en de SDI zijn nutsbedrijven die worden beheerd door het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. De RWZI en de SDI gebruiken energie in hun processen maar zijn daarnaast ook leverancier van energie in de vorm van warmte en elektriciteit uit een warmtekracht installatie en als producent van groen aardgas. De gebouwen van de Bazaar van Beverwijk zijn verantwoordelijk voor het leeuwendeel van de warmtevraag van de Bazaar.

De cluster 'De Pijp' is interessant als casus omdat veel aspecten van de WaViNed: industrie, gebouwde omgeving, energie conversie en groene energieopwekking, op kleine schaal worden vertegenwoordigd. Als eerste worden de bedrijven afzonderlijk behandeld, stappen 1 tot en met 3 uit het 8 stappen plan en vervolgens worden de mogelijkheden voor samenwerking op het gebied van warmte-uitwisseling en het opwekken van duurzame energie onderzocht.

### 2.1 Total Lubricants BV

Total lubricants BV is een producent van hoogwaardige smeervetten voor industrieel gebruik. De smeervetten worden in batches geproduceerd uit organische en anorganische grondstoffen waarvan basisoliën het merendeel uitmaken. Er worden meerdere producten vervaardigd echter, 95% van het volume bestaat uit twee producten, hier omschreven als product A en product B. Product A en Product B zijn in deze analyse gedetailleerd onderzocht. De uitkomsten van de analyse zijn op het gehele productievolume van toepassing verklaard.

#### 2.1.1 Productieproces

De basis oliën worden buiten in verwarmde opslagtanks bewaard. De overige grondstoffen worden in vaten, IBC containers of als poeders in het grondstoffenmagazijn bewaard. Voor de productie van een batch worden de basisoliën naar de dagtanks bij de reactor verpompt en de overige, meest poedervormige grondstoffen, bij de reactor klaargezet. De reactor is voorzien van verwarming met thermische olie, van koeling met koelwater en heeft een geschraapt roerwerk. Een deel van het proces vindt boven atmosferische druk plaats.

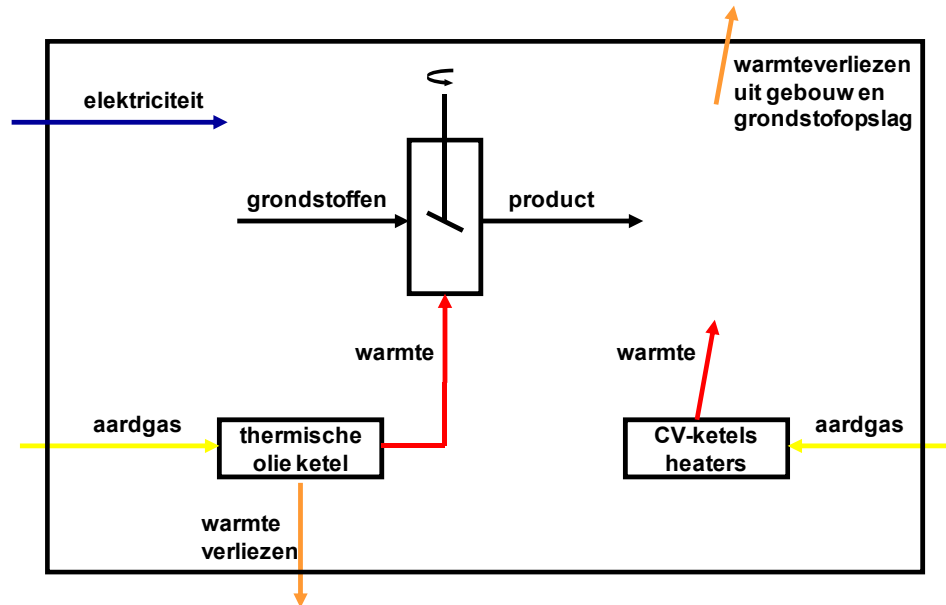
Het productieproces bestaat uit het toevoeren van grondstoffen aan de reactor, mengen, verwarmen en koelen, soms met meerdere verwarmings- en koelcycli, soms met tussentijds verpompen naar een koel- en mengketel. Tijdens het proces vindt verdamping van water plaats. Tenslotte wordt het product voldoende gekoeld om te kunnen verpakken in verschillende emballages.

#### 2.1.2 Analyse van het energiegebruik

De analyse van het energiegebruik is gebaseerd op informatie uit een eerdere energiestudie van DHV [Mieog], stookrapporten van de thermische olietanks [Benschop], gesprekken met energie- en procestechnici en de Fabricage Voorschriften. Details van de analyse zijn opgenomen in het vertrouwelijke project dossier.

Bij Total smeervetten Beverwijk wordt warmte gebruikt voor het warm houden van grondstoffen (op circa 40°C), het verwarmen van gebouwen en voor het proces (op circa 200°C). Voor alle verwarmingsdoeleinden wordt aardgas ingezet, het totale aardgas verbruik bedraagt 12,3 TJ<sub>gas</sub>

per jaar ( $1,65 \text{ GJ}_{\text{gas}}/\text{ton}_{\text{product}}$ ). Elektriciteit wordt voornamelijk ingezet voor verlichten, roerwerken, pompen, etcetera. Het elektriciteitsverbruik bedraagt 926 MWh/a wat met een centralerendement van 42% overeenkomt met  $7,9 \text{ TJ}_{\text{primaire}}$  per jaar ( $1,06 \text{ GJ}_{\text{primaire}}/\text{ton}_{\text{product}}$ ). In Figuur 2.1 wordt het energiegebruik van Total smeervetten Beverwijk schematisch weergegeven.



Figuur 2.1 Schematische weergave van energiegebruikers bij Total smeervetten Beverwijk. Het primaire energiegebruik is 20 TJ per jaar

#### Gedetailleerde analyse van het warmtegebruik

Total smeervetten Beverwijk beschikt over drie gasmeters: één voor de kantoren (meter 1), één voor de verwarmde opslagtanks (meter 2) en één waar zowel de thermische olietel als de luchtverwarmers van de productie- en opslaghallen achter staan (meter 3).

Van het productieproces van product A en product B is een massa- en energiebalans opgezet waarmee is bepaald hoeveel warmte er nodig is voor het proces. Details van de analyse zijn opgenomen in het vertrouwelijke project dossier. Met de gegevens uit de stookrapporten van de thermische olie ketels is vervolgens bepaald hoeveel aardgas nodig is voor procesverwarming. Het warmtegebruik voor verwarming van de hallen is bepaald uit het verschil tussen het gemeten gasverbruik op meter 3 (thermische olie ketel en halverwarming) en het berekende gasverbruik voor procesverwarming. Het opwarmen van grondstoffen in de opslag wordt tot het proces gerekend. Uit de massa- en energiebalans is bepaald hoeveel warmte hiervoor nodig is. Het verschil tussen het gemeten gasverbruik van meter 2 (de verwarmde opslagtanks) en de berekende hoeveelheid warmte voor het opwarmen van grondstoffen is het transmissieverlies uit de opslagtanks. De resultaten van de analyse worden in Tabel 2.1 weergegeven.

Tabel 2.1 Resultaten van de analyse van het energiegebruik bij Total smeervetten in Beverwijk

Primair energiegebruik Total Beverwijk		
	TJ/a	GJ/ton
Verwarming kantoren	1,22	0,16
Proces	6,56	0,87
Verwarming hallen	3,96	0,53
Tankverwarming	0,63	0,08
aardgas totaal	12,37	1,65
prim. energie el. centrale	7,94	1,06
totaal primaire energie	20,30	2,71

### 2.1.3 Energiebesparing

Bij het opsporen van de besparingsopties wordt volgens de WaViNed filosofie gewerkt: eerst besparen op de functie, vervolgens door middel van warmteterugwinning en tenslotte door efficiënte opwekking.

#### 2.1.3.1 Besparen op functie

Het warmtegebruik bij Total smeervetten Beverwijk kent drie functies: warm houden van grondstoffen, verwarmen van verblijfsruimten en procesverwarming.

1. Warm houden van grondstoffen. Het merendeel van de opslagtanks, de reactoren en het leidingwerk zijn goed geïsoleerd, zodat verdere besparing op het warmteverlies nog maar beperkt mogelijk is;
2. Verwarmen van verblijfsruimten. Het bedrijf kent een lange geschiedenis en is gevestigd in hallen en kantoren uit verschillende tijdvakken met een verschillend niveau aan isolatie. Hoewel het gehele complex isoleren technisch zou kunnen is deze optie uit economische overwegingen niet verder beschouwd. Het warmteverlies uit de hallen wordt vooral veroorzaakt door in- en exfiltratie doordat de verschillende hallen grote doorverbindingen hebben en er uit logistieke overwegingen regelmatig grote buitendeuren open moeten staan. Bovendien is het setpoint van de temperatuur in de productiehallen door het personeel in te stellen waardoor het setpoint onnodig hoog kan staan. Op het verwarmen van de hallen is te besparen door tochtdeuren tussen de hallen en een beleid op het setpoint van de temperatuur.
3. Procesverwarming. Het temperatuurprofiel en de verdamping van water zijn noodzakelijk om de producten te kunnen maken. Produceren bij lagere temperaturen, of met minder verdampen van water is daardoor niet mogelijk. De reactoren zijn vrijwel volledig geïsoleerd, waardoor hier geen significante besparing meer is te halen.

Isoleren van de nog niet geïsoleerde vaten en leidingen en het verminderen van in- en exfiltratie zijn de besparingsopties bij de functie, de opbrengsten worden in Tabel 2.2 weergegeven.

Tabel 2.2 Besparing bij de functie

	Besparing op functie			
	GJ <sub>warmte</sub> /ton	GJ <sub>gas</sub> /a	besp. €/a	investering €
Beperken in- en exfiltratie	0,17	1389	10.971	22.500
Isolatie leidingwerk	0,06	778	6.147	60.000
totaal	0,23	2167	17.118	82.500

#### 2.1.3.2 Besparen door warmteterugwinning

Het terugwinnen van warmte in batchprocessen is over het algemeen lastig vanwege het ontbreken van gelijktijdigheid. Hierdoor moeten twee reactoren via een warmtewisselaar met

elekaar worden verbonden. Het product wordt dan via een warmtewisselaar uit de eerste reactor gepompt terwijl de gelijktijdige de tweede reactor wordt gevuld met grondstoffen die via de warmtewisselaar zijn verwarmd. Een ander oplossing is een tussenbuffer waar verwamde grondstof tijdelijk wordt opgeslagen.

Door het product uit de warme reactor te pompen in plaats van het product *en de* reactor te koelen kan de warmte die in het staal van de reactoren zit voor het proces worden behouden.

Bij Total smeervetten Beverwijk wordt tijdens het productieproces water op voldoende hoge temperatuur verdampt om de warmte uit de damp te kunnen terugwinnen. De hoeveelheid warmte die hierdoor uit het proces kan worden teruggewonnen wordt in Tabel 2.3 weergegeven.

Tabel 2.3 *Uit het proces terugwinbare warmte*

Terug te winnen warmte [GJ/ton]				
	uit product	uit ketel	uit waterdamp	totaal
Product A	0,17	0,04	0,19	0,40
Product B	0,16	0,05	0,16	0,36

Door temperatuurverschillen en ongelijktijdigheid kan niet alle warmte die uit het proces kan worden teruggewonnen worden gebruikt. Circa 45% van de toegevoerde warmte zal ook na warmteterugwinning verloren gaan.

In Tabel 2.4 wordt de besparing die met warmteterugwinning mogelijk is weergegeven.

Tabel 2.4 *Besparing door warmteterugwinning*

	Besparing door warmteterugwinning			investering k€
	GJ <sub>warmte</sub> /ton	GJ <sub>gas</sub> /a	besp. €/a	
Product A, binnen het proces	0,06	793	6.264	
Product B, binnen het proces	0,06	800	6.321	
Product A+B naar opslag tanks	0,08	699	5.522	
Product A+B naar halverwarming	0,08	651	5.141	
totaal	0,29	2943	23.248	340..500

### 2.1.3.3 Besparing door efficiënte opwekking

De warmte voor ruimteverwarming wordt opgewekt met CV ketels of met direct gestookte luchtverhitters. Deze toestellen hebben hoge rendementen zodat significante verbetering niet wordt verwacht. De thermische olietelers zijn geïnstalleerd voor een veel groter warmtegebruik dan waarvoor ze nu worden gebruikt. De thermische olietelers worden daardoor zeer laag belast met al gevolg een laag rendement. Door de thermische olietelers beter te dimensioneren kan op de opwekking van warmte worden bespaard. De besparing wordt bepaald uit het verschil in rendement tussen de huidige ketels en 'state of the art' ketels. Dit verschil bedraagt ongeveer 20%-punten.

In Tabel 2.4 wordt de besparing die met efficiënte opwekking mogelijk is weergegeven.

Tabel 2.5 *Besparing door efficiënte opwekking*

Besparing door efficiënte opwekking				
	GJ <sub>warmte</sub> /ton	GJ <sub>gas</sub> /a	besp. €/a	investering €
Nieuwe Thermische Olie ketel	0,18	1338	10.572	300.000

### 2.1.4 Het verschil tussen WaViNed en de traditionele aanpak

Een (of de) traditionele aanpak redeneert met de energiestromen mee. Er wordt gestart vanuit de ingekochte energiedragers, bij Total smeervetten Beverwijk gaat het dan om gas en elektriciteit. Vervolgens wordt bekeken waar de energiedragers worden omgezet (gas) of gebruikt (elektriciteit). Doordat een analyse van het proces niet wordt gemaakt, ontbreekt informatie over hoe de energie wordt gebruikt ofwel welke *functie* de energiedragers hebben.

Door een gedetailleerde analyse van het energiegebruik, beginnend bij de functies die de energie vervult ontstaat een veel beter kwantitatief beeld waarvoor energiedragers worden gebruikt dan bij de traditionele aanpak. Door het gedetailleerde inzicht dienen zich nieuwe mogelijkheden aan om het gebruik efficiënter te maken. Bij Total smeervetten Beverwijk wordt door deze aanpak gevonden dat:

1. Het warmteverlies uit de hallen veel groter is dan verwacht;
2. Proceswarmte kan worden teruggewonnen en ten dele opnieuw kan worden ingezet;
3. De lage belasting van de thermische olietank een laag rendement tot gevolg heeft.

#### *De economie van besparing*

Het relatief bescheiden energiegebruik bij Total smeervetten Beverwijk maakt investeringen in energiebesparing al snel kostbaar. Het gedetailleerde inzicht in het energiegebruik wat de WaViNed aanpak oplevert biedt echter nieuwe mogelijkheden om desondanks op een bedrijfseconomisch verantwoorde manier besparingen te realiseren doordat samenhang kan worden gezocht met andere motieven voor investeringen. Zo speelt bijvoorbeeld dat het gebruik van oppervlakte water voor koeling van de reactoren op termijn niet meer in dezelfde mate zal worden vergoed als nu het geval is. Door de proceswarmte terug te winnen neemt de koelbehoefte af waardoor warmteterugwinning een alternatief kan zijn voor plaatsing van een koeltoren. Total smeervetten Beverwijk investeert €30.000 in een studie en een testinstallatie om de haalbaarheid van warmteterugwinning en een gesloten koelcircuit nader te onderzoeken.

Enigszins vergelijkbaar zijn de thermische olie ketels. Deze verouderde apparaten zullen binnenkort worden vervangen. De energiebesparing die met vervanging kan worden gehaald is een extra motivatie om het vervangingsproject uit te voeren.

Tenslotte levert het inzicht dat de warmteverliezen door in- en exfiltratie uit de bedrijfshallen aanzienlijk zijn, een goede kans om economisch rendabel energie te besparen door automatische deuren en verbeterde temperatuurregeling.

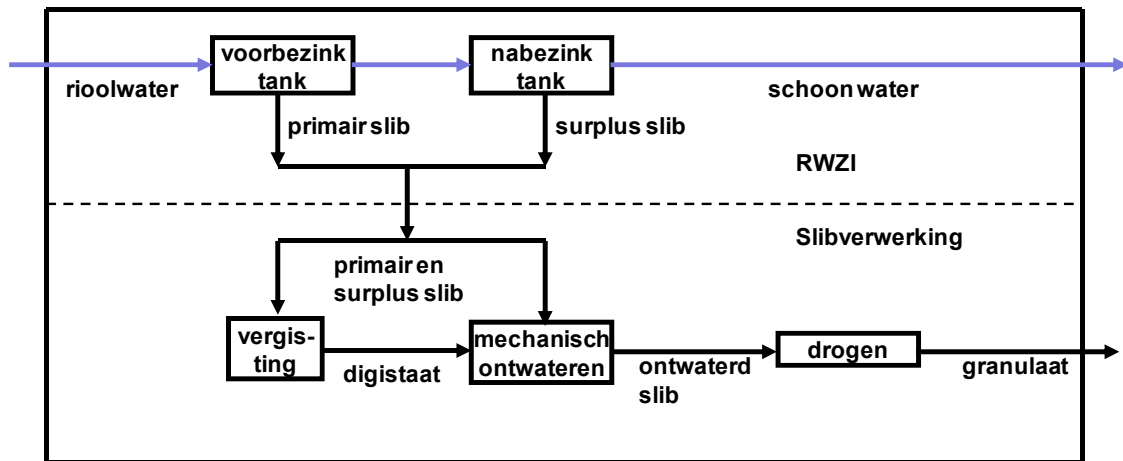
## 2.2 Analyse afwaterzuivering en slibdrooginstallatie

Eén van de taken van het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (HHNK) is het beheer van een 20-tal rioolwater zuiveringsinstallaties (RWZI's) en een slibdrooginstallatie (SDI). De RWZI's liggen over de regio Noord-Holland verspreid, de slibdrooginstallatie ligt in Beverwijk.

### 2.2.1 Productieproces

In een RWZI komt het rioolwater uit het omringend gebied samen en wordt het gezuiverd. De eerste behandeling van het rioolwater bestaat uit het laten bezinken van zwevende deeltjes in een voorbezinktank. Hier wordt het zogenaamde primaire slib geproduceerd. Vervolgens worden zuurstofbindende stoffen afgebroken door middel van beluchting en bacteriologische werking. Hierbij ontstaat het surplus slib. Bij de verdere verwerking van het rioolwater worden

geen substantiële hoeveelheden slib meer geproduceerd. De zuivering van rioolwater wordt in de bovenste helft van het schema in Figuur 2.2 weergegeven.



Figuur 2.2 Productieproces rioolwaterzuivering en slibverwerking

Het primair en surplus slib (p+s slib) wordt door het HHNK verwerkt zoals weergegeven in de onderste helft van het schema van Figuur 2.2. Een deel van het slib wordt vergist tot biogas. Het vergisten vindt plaats bij de RWZI's. Het vergistingsproces vereist een temperatuur van ca 35°C en hiervoor is dus warmte nodig. Bij het vergisten wordt ongeveer 45 massa% van de droge stof in het slib omgezet in biogas. Het slib na de vergisting wordt digistaat of gestabiliseerd slib genoemd.

Het digistaat en het deel van het p+s slib wat niet is vergist wordt mechanisch ontwaterd in centrifuges en vervolgens in een wervelbed droger tot granulaat gedroogd. Het granulaat wordt door de ENCI als brandstof ingezet. Het mechanisch ontwateren vindt plaats bij de RWZI's. Het transport van slib van de RWZI's naar de SDI gaat via pijpleidingen of met tankwagens. De warmte voor de wervelbed droger wordt met behulp van een warmtekrachtinstallatie opgewekt

In de analyse van het energiegebruik worden het vergisten en het mechanisch ontwateren tot de slibverwerking gerekend, ondanks het feit dat deze activiteiten niet bij de RWZI's plaatsvinden.

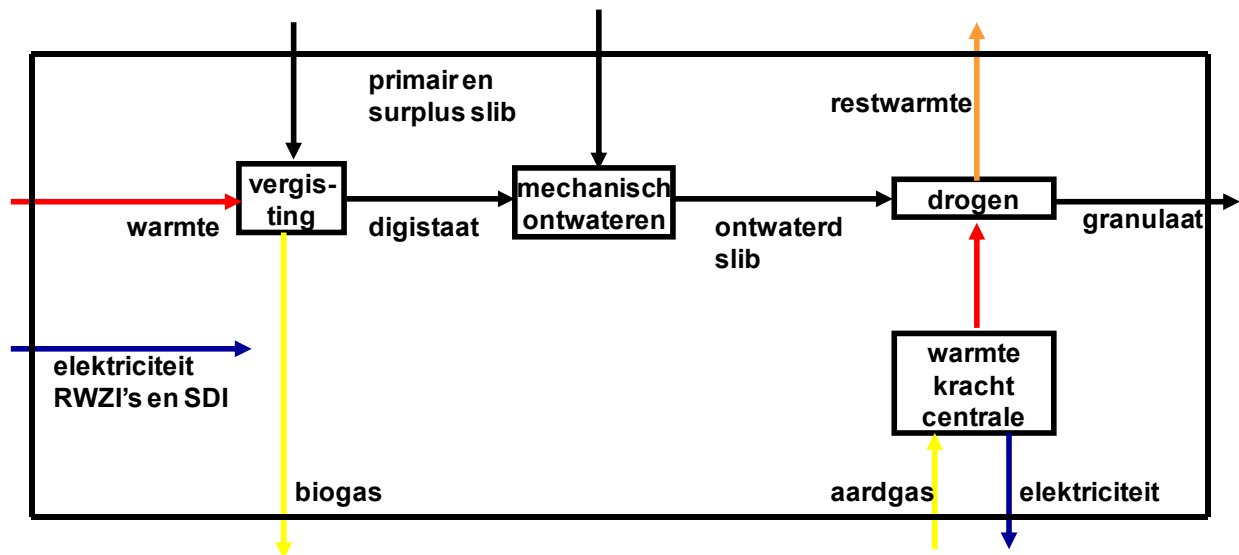
## 2.2.2 Analyse van het energieverbruik

De gegevens voor de analyse van het energiegebruik zijn afkomstig uit het rapport RWZI en SDI Beverwijk, Energiebesparingsonderzoek en Bedrijfsenergieplan (Klaassens en Teunissen), het Jaarverslag Afvalwaterzuivering 2008 (HHNK) en gesprekken met medewerkers van het HHNK. Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen.

In de documentatie is een gedetailleerde inventarisatie van het energiegebruik van de RWZI Beverwijk en de SDI beschikbaar. Bij de analyses die betrekkingen hebben op RWZI's is telkens de RWZI Beverwijk als representatief voor alle RWZI's genomen.

Het energiegebruik van een RWZI proces bestaat uit elektriciteit, warmte speelt geen rol van betekenis. Bij het verwerken van het slib speelt het warmtegebruik wel een rol, zowel bij de vergisting als bij het droogproces. De analyse spitst zich daarom toe op het slibverwerkingsproces, het elektriciteitsgebruik van de RWZI's wordt hierbij als een gegeven meegenomen.

In het schema van Figuur 2.3 worden de belangrijkste proces- en energiestromen bij de slibverwerking weergegeven inclusief de warmtekrachtkoppeling van de SDI.



Figuur 2.3 *Processchema van de slibverwerking*

In de energieanalyses wordt het effect van maatregelen op het primaire energiegebruik bepaald, hierbij worden de brandstoffen biogas en granulaat tot de primaire energiedragers gerekend. De hoeveelheid primaire energie per eenheid elektriciteit wordt bepaald met behulp van het centrale opwekkendement van 0,42.

### 2.2.2.1 Het specifieke energiegebruik

Om de energiestromen specifiek te maken is een referentie nodig. In de slibverwerking is een ton slib een veel gebruikte maat. Een ton slib kan echter verschillen in zowel de samenstelling van de droge stof (primaire slib, secundair slib en gestabiliseerd slib) als het watergehalte. Hier wordt als referentie de hoeveelheid droge stof in het primaire en surplus slib genomen. Door alleen de *droge stof* in het slib te nemen wordt om te beginnen de variabiliteit in het watergehalte geëlimineerd.

De functie van de slibverwerking is het verwerken van p+s slib. Een ton droge stof in het p+s slib is daarom hier de aangewezen maat om het energiegebruik specifiek te maken. De functie van de RWZI is schoon water produceren. Hier wordt aangenomen dat er een vaste verhouding bestaat tussen de hoeveelheid gezuiverd rioolwater en de hoeveelheid droge stof in het p+s slib. De hoeveelheid elektriciteit die nodig is om een ton droge stof in het p+s slib te 'produceren' wordt daarmee een maat voor de hoeveelheid gezuiverd rioolwater. De hoeveelheid droge stof in het p+s slib is zodoende een vaste maat voor zowel de functie 'rioolwaterzuivering' als de functie 'slibverwerking'.

#### *De hoeveelheid droge stof in het p+s slib.*

Om de oorspronkelijke hoeveelheid droge stof in p+s slib te bepalen uit de slibstromen die door de SDI worden verwerkt wordt gebruik gemaakt van de gegevens uit de documentatie en de gesprekken met het HHNK. Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen. Onderstaande wordt de massabalans voor het slib en het biogas voor de RWZI Beverwijk weergegeven.

Tabel 2.6 *De massabalans voor slib en biogas van de RWZI Beverwijk*

massabalans RWZI Beverwijk	
[ton/a]	
droge stof in p+s slib	3500
droge stof in gest. slib	1925
biogas	1575



De SDI verwerkt het slib uit de RWZI Beverwijk en het slib, en het slib van andere RWZI's, het 'externe slib'. Het externe slib wordt aangeleverd als niet ontwaterd slib, circa 50.000 ton per jaar met 1.300 ton aan droge stof en als ontwaterd slib, 80.000 ton met 16.800 ton aan droge stof. Het ontwaterde externe slib bestaat naar schatting voor de helft (8400 ton droge stof) uit p+s slib en voor de helft (eveneens 8400 ton droge stof) uit gestabiliseerd slib. Onderstaand wordt de massabalans voor het slib van de SDI Beverwijk weergegeven.

**Tabel 2.7** *De massabalans van het slib op droge stof van het HHNK*

massabalans SDI Beverwijk	
droge stof [ton]	
gestabiliseerd slib Beverwijk	1925
gestabiliseerd slib extern	8400
primair en surplus slib extern	9700
<b>totaal SDI</b>	<b>20025</b>

Met de gegevens uit Tabel 2.6 en Tabel 2.7 is te berekenen dat de oorspronkelijke hoeveelheid droge stof in het primaire en het surplus slib ongeveer 28.400 ton is geweest.

### 2.2.2.2 De energiebalans

#### *Het elektriciteitsverbruik van de RWZI's*

De RWZI Beverwijk verbruikt 8.760 MWh elektriciteit per jaar om 3.500 ton droge stof in primair en surplus slib te produceren. Het specifieke primaire energiegebruik wordt hiermee 21,5 GJ<sub>primair</sub>/ton<sub>p+s</sub>. Op alle RWZI's samen wordt 28.400 ton droge stof in primair en surplus slib te geproduceerd. Het totale primaire energieverbruik van de RWZI's wordt hiermee 609 TJ per jaar. Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen.

In 2010 wordt de capaciteit van de rioolwaterzuivering en van de vergisting van de RWZI Beverwijk uitgebreid. De situatie na de uitbreidingen wordt als uitgangssituatie genomen.

**Tabel 2.8** *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, uitgangssituatie*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI			
	import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
elektriciteit rioolwaterzuivering	609		21,5
elektriciteit slibverwerking	220		7,8
warmte ten behoeve van vergisting	34		1,2
aardgasverbruik WKC	433		15,3
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1297</b>		<b>45,7</b>
	export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
	biogas	193	6,8
	granulaat	296	10,4
	elektriciteit WKC	254	9,0
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>743</b>		<b>26,2</b>
	saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>554</b>		<b>19,5</b>

In Tabel 2.8 is te zien dat het granulaat een aanzienlijke energie-inhoud heeft die tot nu toe niet als zodanig werd gewaardeerd. Het granulaat wordt echter ingezet als brandstof bij de productie van cement en het vervangt daar aardgas. Vanwege het feit dat het granulaat aardgas vervangt wordt hier de energie-inhoud wel bij de geëxporteerde energiedragers meegeteld.

## 2.2.3 Energiebesparing

Bij het opsporen van de besparingsopties wordt volgens de WaViNed filosofie gewerkt: warmte is leidend, eerst besparen op de functie, vervolgens door middel van warmteterugwinning en tenslotte door efficiënte energieconversie.

### 2.2.3.1 Besparen op functie

Ten opzichte van de huidige procesroute zijn vier alternatieven onderzocht. Het slib vergisten en nat uitrijden (Texel Duurzaam), door een alternatieve procesroute bij de Huisvuil Centrale (HVC), door meer te vergisten of door meer mechanisch te ontwateren.

#### *Texel Duurzaam*

Stichting Duurzaam Texel (SDT) is een organisatie die activiteiten initieert en stimuleert die een duurzame ontwikkeling van het eiland Texel bevorderen. De stichting is actief op het gebied van een zestal thema's: duurzame energie, duurzaam bouwen, duurzaam ondernemen, vervoer, informatie & educatie en meervoudig ruimtegebruik. De STD heeft onderzocht of het mogelijk is het p+s slib van de HHNK te importeren, dit slib te vergisten zodat het biogas als brandstof beschikbaar komt en het digistaat over zanderige gebieden op Texel te verspreiden om verstuiving tegen te gaan.

Op het verbruik aan primaire energiedragers heeft deze verwerkingsroute tot gevolg dat het elektriciteitsverbruik van de centrifuges, de energiestromen van de warmtekrachtcentrale en de energie-inhoud van het granulaat komen te vervallen. Op dit moment wordt 8400 ton droge stof nog niet vergist, dit restpotentieel aan biogas wordt aan de balans toegevoegd. Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen. In Tabel 2.9 worden de effecten van 'Texel Duurzaam' kwantitatief weergegeven.

Tabel 2.9 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'Texel Duurzaam'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI			
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5	
elektriciteit slibverwerking	139	4,9	
warmte ten behoeve van vergisting	52	1,8	
aardgasverbruik WKC	0	0,0	
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>801</b>	<b>28,2</b>	
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
biogas	292	10,3	
granulaat	0	0,0	
elektriciteit WKC	0	0,0	
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>292</b>	<b>10,3</b>	
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>508</b>	<b>17,9</b>	

In Tabel 2.9 is te zien dat het primaire energieverbruik met 46 TJ/a (8%) afneemt.

#### *HVC*

Een alternatieve route voor de slibverwerking is drogen en verbranden van het slib bij de HVC. In de berekening wordt ervan uitgegaan dat het slib als ontwaterd slib aan de HVC wordt aangeboden. Op het verbruik aan primaire energiedragers heeft deze verwerkingsroute tot gevolg dat het de energiestromen van de warmtekrachtcentrale en de energie-inhoud van het granulaat komen te vervallen. De effecten bij de HVC zijn gebaseerd op een offerte van Waternet, opgenomen in het vertrouwelijke projectdossier. Bij de HVC wordt het slib gedroogd in een lage temperatuur droger (LTD). Ten opzichte van de huidige SDI kan in de LTD kan met

warmte van een lagere temperatuur worden gedroogd, het kost echter meer elektriciteit als gevolg van een groter ventilatiedebiet. De warmte van LTD wordt onttrokken aan een stoomcircuit waarmee elektriciteit wordt opgewekt. De warmtebehoefte van de slibdroger heeft daardoor een derving aan elektriciteitsopbrengst van ongeveer 20% van de gebruikte warmte tot gevolg. Het granulaat wordt in de installaties van de HVC verbrand, hier wordt ervan uitgegaan dat 20% van de energie-inhoud van het granulaat in elektriciteit wordt omgezet. In Tabel 2.10 worden de effecten van 'HVC' kwantitatief weergegeven.

Tabel 2.10 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'HVC'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI		
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5
elektriciteit slibverwerking	389	13,7
warmte ten behoeve van vergisting	34	1,2
aardgasverbruik WKC	0	0,0
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1033</b>	<b>36,4</b>
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
biogas	193	6,8
granulaat	0	0,0
elektriciteit HVC	59	2,1
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>252</b>	<b>8,9</b>
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>781</b>	<b>27,5</b>

In Tabel 2.9 is te zien dat het primaire energieverbruik met 227 TJ/a (41%) toeneemt. Dit komt vooral door het saldo van het elektriciteit gebruik en opbrengsten van de installaties van de HVC ten opzichte van de warmtekrachtcentrale en doordat de energie-inhoud van het granulaat voor slechts 20% wordt benut.

#### *Meer of minder vergisten*

In de massabalans van Tabel 2.7 is te zien dat nog 8400 ton droge stof in het primaire en surplus slib niet wordt vergist. In de slibverwerking wordt elektriciteit gebruikt bij het vergisten, het mechanisch ontwateren en het drogen. Tijdens het vergistingsproces wordt een deel van de massa en de energie-inhoud van het slib in biogas omgezet. Voor het vergisten en het drogen is warmte nodig waarbij de warmte voor het drogen afkomstig is van een warmtekrachtcentrale. Om te na te gaan of het zinvol is het restpotentieel te vergisten is een berekening gemaakt (opgenomen in het vertrouwelijke projectdossier) waarin alle bovengenoemde aspecten van het vergisten zijn meegenomen.

Tabel 2.11 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, meer of minder vergisten*

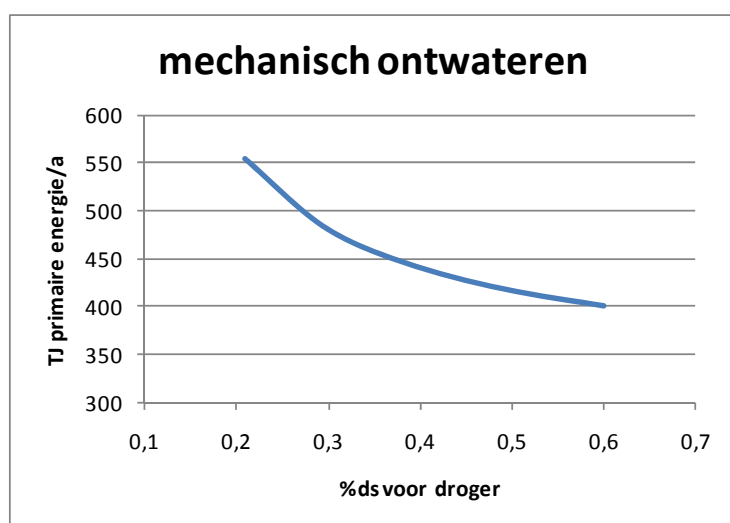
Primair energiegebruik RWZI's en SDI						
% p+s slib wat wordt vergist	0	25	50	66*	75	100
import			TJ/a			
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	609	609	609	609	609
elektriciteit slibverwerking	183	197	211	220	226	240
warmte ten behoeve van vergisting	0	13	26	34	39	52
aardgasverbruik WKC	618	548	478	433	408	337
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1410</b>	<b>1367</b>	<b>1324</b>	<b>1297</b>	<b>1282</b>	<b>1239</b>
export			TJ/a			
biogas	0	73	146	193	219	292
granulaat	489	416	343	296	270	197
elektriciteit WKC	363	322	281	254	239	198
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>851</b>	<b>810</b>	<b>769</b>	<b>743</b>	<b>728</b>	<b>687</b>
saldo			TJ/a			
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>558</b>	<b>557</b>	<b>555</b>	<b>554</b>	<b>553</b>	<b>552</b>

\* uitgangssituatie

In Tabel 2.11 is te zien dat meer of minder vergisten op het primaire energiegebruik nauwelijks invloed heeft.

#### *Meer mechanisch ontwateren*

Het drogen van het slib verbruikt verreweg de meeste energie bij de slibverwerking. Het ligt voor de hand om op de warmte nodig voor het drogen te besparen door het slib verder mechanisch te ontwateren. Op dit moment is het percentage droge stof in het ontwaterde slib ongeveer 20%, technologie om het slib substantieel verder te ontwateren is in nog niet beschikbaar. Wel wordt onderzoek gedaan naar dergelijke technologieën. Op het primaire energiegebruik heeft het slib droger aanbieden van het slib dat er minder warmte in de WKC wordt opgewekt en daardoor wordt ook minder aardgas wordt ingekocht en elektriciteit gemaakt. De hoeveelheid extra energie die nodig is om het slib mechanisch verder te ontwateren is niet bekend, hier wordt daarom alleen gekeken naar het effect op de warmte nodig voor het drogen en de effecten op de energieconversie van de WKC. Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen. Het effect van het %droge stof (ds) in het slib en het primaire energiegebruik wordt in Figuur 2.4 weergegeven.



Figuur 2.4 *Het primaire energiegebruik als functie van het %droge stof in het slib*

In Figuur 2.4 is te zien dat een paar procentpunten verhoging van het %ds al een significante vermindering van het primaire energiegebruik tot gevolg hebben. Om de optie verder mechanisch ontwateren in de tabellen me te kunnen nemen wordt het energiegebruik bij 50%(ds) in Tabel 2.12 weergegeven.

Tabel 2.12 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'mechanisch ontwateren tot 50%ds'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI			
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5	
elektriciteit slibverwerking	220	7,8	
warmte ten behoeve van vergisting	34	1,2	
aardgasverbruik WKC	101	3,6	
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>965</b>	<b>34,0</b>	
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
biogas	193	6,8	
granulaat	296	10,4	
elektriciteit WKC	59	2,1	
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>548</b>	<b>19,3</b>	
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>417</b>	<b>14,7</b>	

In Tabel 2.12 is te zien dat mechanisch ontwateren tot 50% droge stof een energiebesparing van 137 TJ/a (25%) oplevert. De technologie om mechanisch verder ontwateren op nog niet beschikbaar, deze mogelijkheid wordt daarom niet in de beschouwing is meegenomen.

### 2.2.3.2 Besparen door warmteterugwinning

Om het primaire en surplus slib te kunnen vergisten wordt het slib tot 35°C opgewarmd. Op de hiervoor benodigde warmte kan circa 80% worden bespaard door een warmtewisselaar tussen het koude primaire en surplus slib en het opgewarmde digistaat te plaatsen. In Tabel 2.13 worden de effecten van warmteterugwinning kwantitatief weergegeven.

Tabel 2.13 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'warmteterugwinning vergisting'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI			
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5	
elektriciteit slibverwerking	220	7,8	
warmte ten behoeve van vergisting	7	0,2	
aardgasverbruik WKC	433	15,3	
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1270</b>	<b>44,7</b>	
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
biogas	193	6,8	
granulaat	296	10,4	
elektriciteit WKC	254	9,0	
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>743</b>	<b>26,2</b>	
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>526</b>	<b>18,5</b>	

In Tabel 2.13 is te zien dat met behulp van warmteterugwinning 28 TJ/a (5%) aan primaire energie is te besparen.

Een tweede mogelijkheid is warmteterugwinning uit de rookgassen van de wkc om het ontwaterde slib voor te verwarmen, in Tabel 2.14 worden de effecten van het voorverwarmen van het ontwaterde slib weergegeven.

Tabel 2.14 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'warmteterugwinning rookgassen'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI		
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5
elektriciteit slibverwerking	220	7,8
warmte ten behoeve van vergisting	34	1,2
aardgasverbruik WKC	388	13,7
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1252</b>	<b>44,1</b>
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
biogas	193	6,8
granulaat	296	10,4
elektriciteit WKC	228	8,0
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>717</b>	<b>25,2</b>
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>535</b>	<b>18,9</b>

In Tabel 2.14 is te zien dat met behulp van warmteterugwinning 19 TJ/a (3%) aan primaire energie is te besparen.

### 2.2.3.3 Besparen door efficiënte energieconversie

#### *Conversie van geproduceerde energiedragers*

In het granulaat zitten verontreinigingen die de verwerkingsroutes beperken tot de inzet als brand- en vulstof in de klinker productie of verbranden in een afvalverbrandingsinstallatie (AVI). Het elektrische opwekkendement van een AVI is ongeveer 20% waardoor ongeveer 50% van de energie-inhoud van het granulaat aan primaire energie wordt verdrongen. Energetisch is de bestaande route naar klinkerverwerking het gunstigst.

Het geproduceerde biogas kan op meerdere manieren worden benut hier zijn de alternatieven warmtekracht op basis van een gasmotor en opwerking van biogas naar aardgas vergeleken. Bij de opwerking van biogas naar aardgas wordt het biogas (stookwaarde 24 MJ/nm<sup>3</sup>) gescheiden in een fractie met een stookwaarde van 31,65 MJ/nm<sup>3</sup>, het groen aardgas, en een laag calorische fractie het 'off gas' met een stookwaarde van circa 16 MJ/nm<sup>3</sup>. Om de scheiding tot stand te brengen is 5% van de energiewaarde van het toegevoerde gas aan elektriciteit nodig (gegevens leverancier, BioGast). Het 'off gas' wordt gebruikt om de vergistingtanks te verwarmen.

Voor de warmtekracht is uitgegaan van een rendement van 35% naar elektriciteit. De warmte uit de warmtekracht wordt voor een deel benut om de vergistingtanks mee te verwarmen, het overschot wordt als restwarmte geloosd.

Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen. In Tabel 2.15 worden de resultaten van het vergelijk weergegeven.

Tabel 2.15 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'gasmotor of groen gas'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI					
	gasmotor wkc		groen gas		
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5	609	21,5	
elektriciteit slibverwerking	220	7,8	220	7,8	
warmte ten behoeve van vergisting	0	0,0	0	0,0	
aardgasverbruik WKC	433	15,3	433	15,3	
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1263</b>	<b>44,5</b>	<b>1263</b>	<b>44</b>	
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
biogas	0	0,0	127	4,5	
granulaat	296	10,4	296	10,4	
elektriciteit alle WKC's	415	14,6	254	9,0	
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>711</b>	<b>25,0</b>	<b>678</b>	<b>23,9</b>	
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>552</b>	<b>19,4</b>	<b>585</b>	<b>20,6</b>	

In Tabel 2.15 is te zien dat een gasmotor WKC de meest energie efficiënte manier is om het biogas te gebruiken. Op het primaire energiegebruik heeft de gasmotor nagenoeg geen effect. De productie van groen gas heeft een verhoging van het primaire energiegebruik van 31 TJ/a (6%) tot gevolg.

#### *Verhogen van elektrisch rendement van de WKC*

De WKC bestaat uit een gasturbine met afgassenketel. Door hoge druk stoomcyclus toe te voegen kan het elektrische rendement van de WKC worden verhoogd. Details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen. Het resultaat is in Tabel 2.16 weergegeven.

Tabel 2.16 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'Upgrade WKC'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI			
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	12,9	
elektriciteit slibverwerking	220	2,7	
warmte ten behoeve van vergisting	34	1,4	
aardgasverbruik WKC	484	14,4	
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1348</b>	<b>31,4</b>	
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
biogas	193	3,8	
granulaat	296	8,8	
elektriciteit WKC	375	11,2	
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>864</b>	<b>23,8</b>	
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>	
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>484</b>	<b>7,6</b>	

In Tabel 2.16 is te zien dat met een upgrade van de WKC 70 TJ/a (13%) kan worden bespaard.

## 2.2.4 Overzicht maatregelen RWZI en SDI

In Tabel 2.16 wordt een overzicht van alle beschouwde maatregelen gegeven.

Tabel 2.17 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'overzicht'*

	Primair energiegebruik RWZI's en SDI									
	uitgangssituatie	Texel duurzaam	HVC	restpotentieel vergisting	mech. ontwateren 50%/ds	WTW vergisten	WTW slibvoorzameling	Upgrade WKC	gasmotor op biogas	van biogas naar aardgas
import	TJ/a									
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	609	609	609	609	609	609	609	609	609
elektriciteit slibverwerking	220	139	389	240	220	220	220	220	220	220
warmte ten behoeve van vergisting	34	52	34	52	34	7	34	34	0	0
aardgasverbruik WKC	433	0	0	337	101	433	388	484	433	433
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1297</b>	<b>801</b>	<b>1033</b>	<b>1239</b>	<b>965</b>	<b>1270</b>	<b>1252</b>	<b>1348</b>	<b>1263</b>	<b>1263</b>
export	TJ/a									
biogas	193	292	193	292	193	193	193	193	0	127
granulaat	296	0	0	197	296	296	296	296	296	296
elektriciteit WKC	254	0	59	198	59	254	228	375	415	254
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>743</b>	<b>292</b>	<b>252</b>	<b>687</b>	<b>548</b>	<b>743</b>	<b>717</b>	<b>864</b>	<b>711</b>	<b>678</b>
saldo	TJ/a									
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>554</b>	<b>508</b>	<b>781</b>	<b>552</b>	<b>417</b>	<b>526</b>	<b>535</b>	<b>484</b>	<b>552</b>	<b>585</b>

In Tabel 2.16 is te zien dat mechanisch ontwateren en upgrade WKC het meeste bijdragen aan het terugdringen van het primaire energiegebruik.

## 2.3 Analyse Bazaar

De Bazaar is begin jaren tachtig gestart in de Beverwijkse bloemen- en groenteveiling en inmiddels uitgegroeid tot een van de grootste overdekte markten van Europa. Ieder weekend komen ruim 50.000 mensen af op de overdekte- en buitenmarkten waar ruim 3.000 marktkramen en winkels zijn ondergebracht. Ruwweg bestaat het complex uit circa 55.000 m<sup>2</sup> winkel/marktkraam oppervlak en 145.000 m<sup>2</sup> parkeer gelegenheid.



Figuur 2.5 Plattegrond van de Bazaar (bron: <http://www.debazaar.nl>)

### 2.3.1 Bedrijfsproces

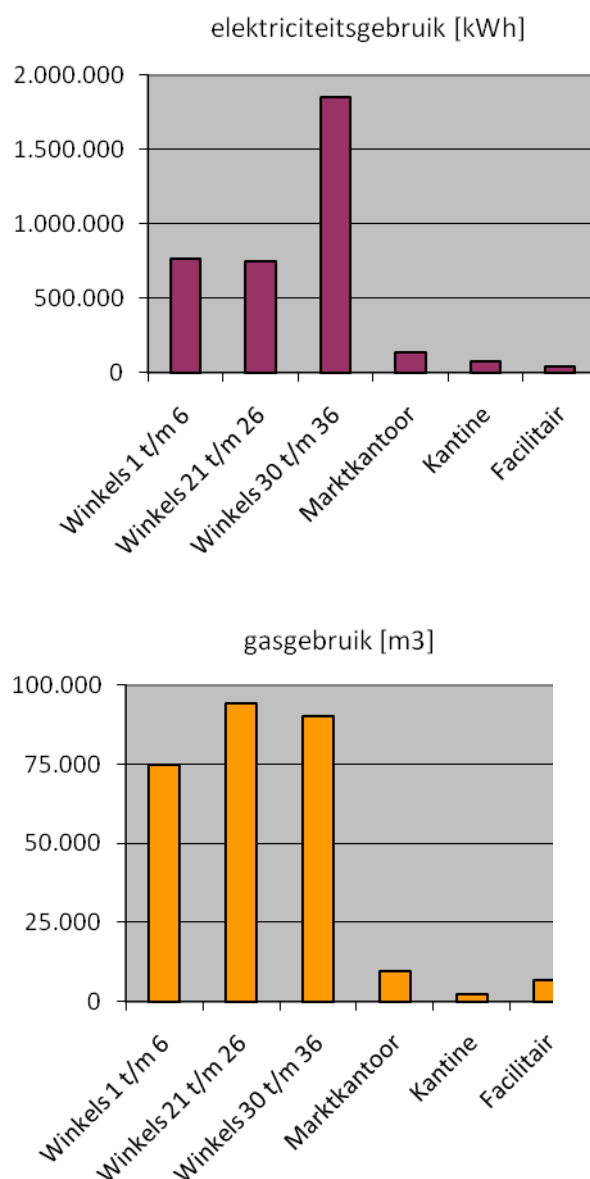
De Bazaar verhuurt zogenaamde 'units' aan standhouders. Totaal zijn ongeveer 2500 van deze units verhuurd aan zo'n 970 standhouders. De standhouders betalen huur voor de unit en ook een vast bedrag per maand voor het elektriciteitsgebruik. De Bazaar verzorgt de facilitaire voorzieningen die nodig zijn voor de standhouders. Maandag tot en met vrijdag is het rustig op



het terrein van de bazaar. De winkels en marktkramen worden dan alleen bevoorrad (vooral vrijdag). Alleen op zaterdag en zondag wordt er gehandeld en is er veel winkelend publiek.

### 2.3.2 Analyse van het energiegebruik

Niet alleen de omvang van dit bedrijf is bijzonder, ook het energiegebruik. Door de grote diversiteit van de winkels en marktkramen vind je veel (kleurige) verlichting, audio apparatuur, horeca apparatuur en apparatuur voor specifieke doeleinden in bijvoorbeeld nagelstudio's. De hallen worden slechts beperkt verwarmd en veelal alleen natuurlijk geventileerd. Verwarmen gebeurt hoofdzakelijk door gasgestookte stralingsbranders. Door de week is het energiegebruik lager dan in het weekeinde door de openingstijden. Totaal gebruikt de bazaar jaarlijks circa 3,5 miljoen kWh elektriciteit en 275.000 m<sup>3</sup>. Het grootste deel van het energiegebruik wordt veroorzaakt door de winkels en marktkramen. Het energiegebruik door elektriciteit van de Bazaar is dominant, vergelijkbaar met dat van 380 huishoudens ofwel een jaarlijkse kostenpost van circa 340.000 €. Het gasgebruik is relatief lager, vergelijkbaar met dat van 90 huishoudens ofwel een jaarlijkse kostenpost van circa 110.000 €.



Figuur 2.6 Jaarlijks energiegebruik van de Bazaar. De winkels bepalen in grote mate het energiegebruik van de Bazaar

## 2.3.3 Energiebesparing binnen het bedrijf

### 2.3.3.1 Energiebesparing op functie

Het overgrote deel van het energiegebruik wordt veroorzaakt door het elektriciteitsgebruik van de ondernemers. Aangezien zij een vast bedrag per vier weken betalen voor een aansluiting (3,30 € per Ampère) is er geen voordeel voor de ondernemer wanneer hij zijn elektrische apparatuur zuiniger minder vaak aan heeft, of vervangt voor zuinigere alternatieven. Ook voor de Bazaar heeft het faciliteren in elektriciteit per Ampère aansluitvermogen nadelen. Bij een kWh-prijs van 10 eurocent, kost het continu afnemen van 1 ampère gedurende vier weken bijna 15 euro aan stroom. Het continu aan laten staan van een apparaat dat 1 ampère aan stroom gebruikt, kost de Bazaar dan (15 / 3,30) ruim 4,5 keer meer dan het oplevert. Nu zijn er al voorzieningen getroffen die in bepaalde hallen de stroom gedurende de nacht afschakelt, maar 'sluimergebruik' overdag is nog steeds aanwezig. Het lijkt daarom zinvol om overal voorzieningen aan te brengen die sluimergebruik buiten bedrijfsuren vermijdt. Om de ondernemers en de bazaar te stimuleren om het elektriciteitsgebruik tijdens bedrijfsuren te verlagen, kan worden gedacht aan het 'steekproefsgewijs' meten van de afgenomen kWh-en van een ondernemer. Er zijn op de markt verschillende energiemeters verkrijgbaar die eenvoudig in stopcontacten kunnen worden geplaatst. Voorbeelden hiervan zijn hieronder weergegeven.



Figuur 2.7 Voorbeelden van energiemeters. PlugWise stopcontacten communiceerd gemeten waarden draadloos naar een laptop of pc. Andere energiemeters kunnen worden afgelezen via een display

Het investeren in meetapparatuur om het elektriciteitsgebruik op unit niveau te meten kan initiatieven om te besparen ondersteunen. Door steekproefsgewijs bijvoorbeeld ieder weekend te meten bij meerdere standhouders, kan een beter beeld gekregen worden van het werkelijke elektriciteitsgebruik. Hierop kan de afrekening voor energie worden gebaseerd, of kan 'meest zuinige' standhouder worden beloond. Hiervoor zijn verschillende scenario's mogelijk.

De praktijk laat zien dat 10% besparing door gedragsverandering goed realiseerbaar is. Voor de bazaar is het besparingspotentieel vermoedelijk nog groter, gezien het grote aantal gloeilampen dat wordt gebruikt in de marktkramen en het besparingspotentieel van spaarlampen. Geschat wordt dat het besparingspotentieel neerkomt op een jaarlijks bedrag van ongeveer 50.000 euro, ofwel 356 GJ primaire energie. Dit biedt een leuke investeringsruimte voor een energiebesparingscampagne en maatregelen.

Mogelijkheden om te besparen op het gasgebruik liggen er ook. De bazaar hanteert een zogenaamd 8°C beleid voor het verwarmen van de hallen met gasgestookte stralingsbranders. Deze temperatuur is niet comfortabel, waardoor de standhouders alsnog additionele (elektrische) verwarming zullen inzetten op koude dagen. Op plekken waar veel mensen zich verzamelen (bijvoorbeeld horeca pleinen) lijkt de inzet van stralingsbranders wel zinvol. Het verwijderen van de stralingsbranders op dergelijke plaatsen kan mogelijk leiden tot omzetting op koude dagen. Het verwijderen van stralingsbranders op plaatsen waar geen horeca aanwezig is lijkt daarentegen goed mogelijk. Het minimaal halveren van het gasgebruik lijkt daardoor haalbaar, wat neer komt op een jaarlijkse besparing van 55.000 euro, ofwel 382 GJ primaire energie.

### 2.3.3.2 Besparen door warmteterugwinning

### 2.3.3.3 Besparend in opwekking

Naast het besparen op gebruik, is de Bazaar bij uitstek voor de opwekking van duurzame energie. Er is ruimte voor de plaatsing van windmolens en bijzonder veel dakoppervlak. Wat betreft het dakoppervlak kan worden gesteld dat diverse hallen toe zijn aan onderhoud. Ook wordt overwogen een gedeelte te gaan overdekken. Om een natuurlijk moment van renovatie of nieuwbouw te benutten, kan worden gekeken naar mogelijkheden van zonne-energie. Het opwekken van elektriciteit door middel van het toepassen van PV is daarom mogelijk interessant. Ruwweg levert een vierkante meter PV 100 kWh aan elektriciteit per jaar op. Een oppervlak van 35.000 m<sup>2</sup> kan de Bazaar in zijn eigen vraag naar elektriciteit (jaar gemiddeld) voldoen. Met een extra oppervlak van 12.000 m<sup>2</sup> kan ook het huidige gebruik van aardgas worden gecompenseerd met duurzame opgewekte elektriciteit. Dat dit een uitdagende klus is blijkt uit het grootste PV dak in Nederland, ca. 26.000 m<sup>2</sup> gerealiseerd op het dak van de Floriade en goed voor een jaarlijkse produktie van 2,6 miljoen kWh/jaar. Aangezien de Bazaar beschikt over ongeveer 55.000 m<sup>2</sup> dakoppervlak is het volledig verduurzamen van de energievoorziening technisch mogelijk. Uiteraard dienen daken bouwkundig geschikt gemaakt te worden voor de extra belasting door PV. Ruwweg komen de kosten voor PV neer op 550 euro/m<sup>2</sup> en leveren ze 100 kWh/m<sup>2</sup>/jaar. Hierbij worden montage kosten en kosten voor bouwkundige aanpassingen aan daken buiten beschouwing gelaten. Er kan worden uitgegaan van een levensduur van 30 jaar voor PV-panelen. De vraag of PV voor de Bazaar commercieel interessant zijn hangt af van drie factoren:

- De terugleververgoeding die kan worden onderhandelt met een energiebedrijf
- De kosten van bouwkundige aanpassingen van daken
- De SDE Subsidie

De investering van 550 euro/m<sup>2</sup> PV verdient zich binnen de levensduur van 30 jaar terug wanneer een terugleververgoeding voor de stroom verkregen kan worden van 18,3 eurocent/kWh. Verdubbeld de terugleververgoeding, dan halveert de terugverdientijd en levert een vierkante meter PV 36,6 eurocent/jaar op. Over het krijgen van een voldoende hoge terugleververgoeding dient te worden onderhandeld met een energiebedrijf. Hierin spelen ook subsidies een belangrijke rol. Voor 2010 is het basisbedrag voor grote systemen vastgesteld op € 0,43 per kWh en het correctiebedrag op €0,05 per kWh. Dit betekent een subsidie van €0,37 per opgewekte kWh elektriciteit. Helaas is de subsidie pot voor 2010 leeg en bestaat er nog geen duidelijkheid over de vorm waarin dit wordt voortgezet door ons nieuw te vormen kabinet.

Een andere mogelijkheid om grootschalige PV op de bazaar te realiseren bestaat uit het verhuren van dakoppervlak aan derden die er PV op aanbrengen en de stroom verkopen. Dergelijke bedragen betalen de bazaar alleen de huur van het dak. De groene stroom (en dus ook het groene karakter) wordt dan verkocht aan een energiebedrijf. Dergelijke constructies worden weer interessant als er uitzicht is op voldoende hoge terugleververgoedingen voor zonnestroom.



Figuur 2.8 *Het grootste PV-dak van Nederland bij de Floriade, goed voor een elektriciteitsproductie van 2,6 miljoen kWh per jaar*

### 2.3.4 Het verschil tussen WaViNed en de traditionele aanpak

Voor de Bazaar levert de analyse op dat het realiseren van een PV dak dichterbij komt door de grotere financiële slagvaardigheid van de drie bedrijven. Over hoe er om zal moeten worden gegaan met ‘groenrechten’ zal nog veel gesproken moeten worden voor een dergelijk initiatief, maar haalbaarheid voor uitvoering is groter dan in de situatie waarbij de Bazaar het alleen zou moeten ‘dragen’.

## 2.4 Gezamenlijke oplossingen ‘De Pijp’

Door als drie bedrijven samen te gaan werken, wordt de systeemgrens ruimer en komen meer mogelijkheden in beeld waarmee de energie efficiency kan worden verhoogd. Een samenwerking beperkt zich niet tot het fysiek uitwisselen van proces- of reststromen maar kan ook vorm worden gegeven door gezamenlijk te investeren in een project wat voor ieder van de partijen afzonderlijk niet haalbaar is. Te denken valt aan gezamenlijke investering in een warmtekrachtcentrale of bijvoorbeeld in duurzame opwekking als windenergie. Om na te gaan wat de kansen en eventuele barrières zijn voor het gezamenlijk investeren, worden een aantal projecten op de volgende punten nader beschouwd:

1. Besparing op het primaire energiegebruik;
2. Economie;
3. Wat zijn de juridische barrières;
4. Wat zijn de organisatorische barrières.

In principe zijn alle projecten geschikt om samen te werken. In een overleg met de betrokken partijen is besloten om hier alleen te kijken naar warmtedistributie distributie van restwarmte uit de rookgassen van de WKC, upgrade van de WKC, zonPV op het dak van De Bazaar of een windturbine op één van de terreinen van het HHNK. In hoofdstuk 5.2 worden deze projecten onderling vergeleken. In paragraaf 5.1 worden de mogelijkheden voor het uitwisselen van warmte onderzocht.

### 2.4.1 Uitwisselen van warmte

Om het uitwisselen van warmte technisch mogelijk te maken zijn de onderstaande aspecten van belang:

1. De temperatuur van de gevraagde warmte en aangeboden (rest)warmte moet overeenkomen;
2. De gelijktijdigheid tussen gevraagde en aangeboden warmte moet zo groot mogelijk zijn;
3. De afstand tussen vraag en aanbod mag niet te groot zijn;
4. De hoeveelheid moet voldoende groot zijn.

#### 2.4.1.1 Vraag en aanbod van warmte

##### *Vraag naar warmte Total smeervetten Beverwijk*

De warmtevraag van Total smeervetten Beverwijk bestaat uit proceswarmte op een temperatuur van circa 200°C en lage temperatuur (60°C tot 80°C) warmte ten behoeve van tank- en ruimteverwarming. Om proceswarmte te kunnen uitwisselen met één van de anderen moet de aangeboden restwarmte op of boven 200°C liggen. Het gebruik van lage temperatuur warmte speelt vooral de gelijktijdigheid en de afstand een rol. Total smeervetten Beverwijk onderscheidt zich voor het lage temperatuur deel van de warmtevraag niet wezenlijk van andere gebouwen. De totale warmtevraag is klein (12,4 TJ/a, waarde op aardgas circa €100.000,-) en kan door maatregelen binnen Total smeervetten Beverwijk nog worden verlaagd.

##### *Aanbod van restwarmte Total smeervetten Beverwijk*

De restwarmte van Total smeervetten Beverwijk bestaat uit koelwater waarmee de batch ketels worden gekoeld en verzadigde waterdamp van 1 bar die tijdens het proces uit het product wordt verdampt. Door maatregelen in het proces kan deze warmte voor een deel in het proces worden teruggewonnen en voor een deel worden ingezet t.b.v. tank- en ruimteverwarming. De (rest) warmte die dan nog over is heeft een zeer lage temperatuur (enkele 10-tallen °C), heeft een zeer onregelmatig aanbod en is van zeer beperkte omvang (<3 TJ/a, waarde op aardgas €25.000,-/a). Deze warmte is ongeschikt om als restwarmte aan te bieden.

##### *Vraag naar warmte SDI*

De warmtevraag van de slibdroger bestaat uit warmte nodig voor het droogproces. Het droogproces is een continu proces waarvoor warmte nodig is in de vorm van stoom op 200°C. De hoeveelheid is ongeveer 230TJ/a.

##### *Aanbod van restwarmte SDI*

De SDI heeft samen met de warmtekracht installatie drie restwarmtestromen. De eerste restwarmtestroom is het koelwater van de condensor van de droger. Deze warmte heeft een zeer lage temperatuur (ongeveer 5°C boven de omgevingstemperatuur). Deze lage temperatuur is noodzakelijk omdat de droger een gesloten drooglucht systeem heeft om de geuremissies te beheersen. Een tweede restwarmtestroom is het gecondenseerde water afkomstig uit het slib. Deze stroom ondergaat echter een nabehandeling waar een verhoogde temperatuur nodig is zodat deze stroom niet voor uitkoppeling beschikbaar is. De derde restwarmtestroom bestaat uit de rookgassen van de warmtekrachtcentrale. Deze stroom is continu beschikbaar, heeft een temperatuur van ongeveer 180°C en is van voldoende omvang (110 TJ/a, waarde €870.000,-). Deze stroom is in principe geschikt om uit te koppelen.

##### *Vraag en aanbod van warmte De Bazaar*

De warmtevraag van de bazaar bestaat uit warmte voor ruimteverwarming. Deze warmte is drie dagen in de week nodig. Door deze beperkte behoefte is de hoeveelheid warmte die De Bazaar nodig heeft in verhouding tot het aangesloten vermogen beperkter is dan bij andere gebouwen. Voor de levering van warmte is De Bazaar daarom niet het meest kosten effectief. De bazaar heeft geen restwarmte.

##### *Uitwisselen van warmte*

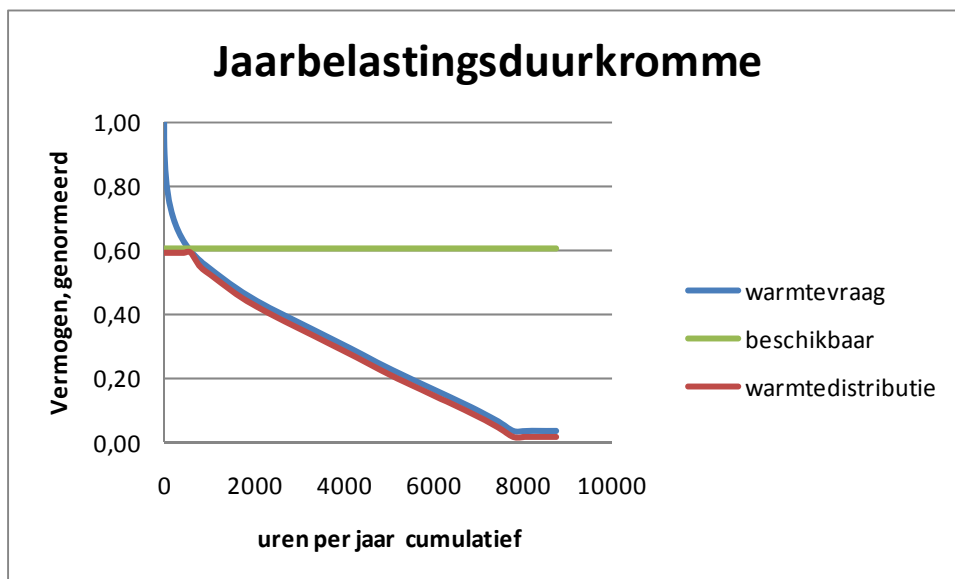
De uitwisseling van restwarmte met als doel deze in een proces in te zetten is niet haalbaar vanwege het verschil in temperatuur van de proceswarmte (200°C) en de hoogst voorkomende restwarmte (180°C).

De enige restwarmtestroom die voor wat betreft de temperatuur en de continue beschikbaarheid in aanmerking komt om uit te koppelen is de rookgasstroom van de WKC. Het rookgas heeft een lage warmtecapaciteit waardoor het snel afkoelt als er warmte aan wordt onttrokken. Om een behoorlijke hoeveelheid warmte aan de rookgassen te onttrekken worden de rookgassen, in deze berekening, tot 100°C afgekoeld. Vanwege de temperatuur in het distributienet, hier 60°C - 80°C, is deze warmte alleen geschikt voor ruimteverwarming. Voor de levering van restwarmte

ten behoeve van ruimteverwarming is de SDI niet beperkt tot Total smeervetten Beverwijk of De Bazaar. In de berekening van de hoeveelheid benutbare restwarmte is er daarom van uitgegaan dat er voldoende gebouwen met warmtevraag in de omgeving zijn.

#### 2.4.1.2 Schatting van het effect op het primaire energiegebruik van restwarmtedistributie

In Figuur 2.9 wordt een genormeerde jaarbelastingsduurkromme gegeven van de gebouwen in de omgeving van de SDI. De gebouwen in de omgeving van de SDI zijn vooral bedrijfsgebouwen uit verschillende tijdvakken en met verschillende functies. Vanwege het feit dat het vooral bedrijfsgebouwen zijn, is aangenomen dat 90% van de warmtevraag uit ruimteverwarming bestaat en 10% uit tapwaterverwarming. Het setpoint van de binnentemperatuur en de in- en externe belasting zijn verrekend door een stookdrempel van 16°C aan te nemen. Dit betekent dat boven de 16°C buitentemperatuur geen verwarming nodig is.



Figuur 2.9 Jaarbelastingsduurkromme gebouwen in de omgeving van de SDI

In Figuur 2.9 staat op de verticale as het (genormeerde) vermogen en op de horizontale as de tijd in uren per jaar cumulatief. Door de keuze van de assen stelt een oppervlak onder de getekende lijnen een energiehoeveelheid voor.

De blauwe lijn geeft de warmtevraag van de gebouwen weer. In Figuur 2.9 is te zien dat de warmtebehoefte tussen 60% en 100% van het gevraagde vermogen (oppervlak driehoek x-as, blauwe lijn, groene lijn) beperkt is. Door deze warmtebehoefte uit hulpstook te voorzien kan een groter deel van de restwarmte nuttig worden gebruikt. De beschikbare restwarmte is het oppervlak onder de groene lijn, de benodigde warmte is het oppervlak onder de rode lijn. De verhouding tussen beide oppervlakken is 0,45 ofwel 45% van de beschikbare restwarmte kan worden benut.

De WKC is niet 100% van de tijd beschikbaar, wanneer wordt uitgegaan van 90% beschikbaarheid dan kan ongeveer 41% van de theoretisch beschikbare restwarmte worden benut, de resterend 10% komt dan uit hulpstook. Voor het overgrote deel van de tijd is meer restwarmte beschikbaar dan nodig, het warmteverlies wordt daarom verwaarloosd.

Om de warmte bij de gebruikers te krijgen, zijn pompen nodig. Hier is een schatting van het elektriciteitsgebruik voor pompen gemaakt ervan uitgaande dat de warmte bij 20 grotere gebruikers binnen 1000 meter van de SDI kan worden afgezet. De benodigde primaire energie

voor pompen komt dan op 5% van de benutbare warmte. In de Uniforme Maatlat van het NEW (Harmelink) wordt een vergelijkbaar getal voor de pompenergie gegeven. Ten slotte wordt aangenomen dat de warmte nodig voor ruimteverwarming in de huidige situatie wordt opgewekt uit aardgas met een rendement van 95%.

Met deze getallen wordt 40% van de beschikbare warmte voor uitkoppeling aan primaire energie bespaard. Het kwantitatieve resultaat wordt in Tabel 2.18 weergegeven.

Tabel 2.18 *Primair energiegebruik RWZI's en SDI, 'Uitkoppelen restwarmte WKC'*

Primair energiegebruik RWZI's en SDI		
import	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
elektriciteit rioolwaterzuivering	609	21,5
elektriciteit slibverwerking	220	7,8
warmte ten behoeve van vergisting	34	1,2
aardgasverbruik WKC	433	15,3
<b>totaal import primaire energie</b>	<b>1297</b>	<b>45,7</b>
export	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
biogas	193	6,8
granulaat	296	10,4
elektriciteit WKC	254	9,0
uitgekoppelde warmte	20	0,7
<b>totaal export primaire energie</b>	<b>764</b>	<b>26,9</b>
saldo	TJ/a	GJ/ton <sub>p+s</sub>
<b>verbruik primaire energiedragers</b>	<b>534</b>	<b>18,8</b>

In Tabel 2.18 is te zien dat het primaire energiegebruik 20 TJ/a (4%) afneemt door gebruik te maken van warmtedistributie.

## 2.4.2 Vergelijk van projecten

### 2.4.2.1 Economie

Voor een eerste economische evaluatie is een schatting van de investeringsomvang en de simpele terugverdientijd voldoende. Aan de hand van de investeringsomvang kan worden beoordeeld of het voor een project haalbaar is. Met de simpele terugverdientijd kunnen de projecten onderling worden gerangschikt naar kosteneffectiviteit.

De opbrengsten bestaan uit de waarde van de opgewekte energiedragers verminderd met de waarde van de ingekochte energiedragers. Hierbij wordt geen onderscheid gemaakt tussen ver- of ingekochte energiedragers. Uitgaande van €0,25 per nm<sup>3</sup> gas is de waarde van warmte €7.900 per TJ, uitgaande van €65 per MWh is de waarde van elektriciteit €18.100 per TJ.

#### *Restwarmte distributie*

De investeringskosten voor restwarmtedistributie zijn sterk situatie afhankelijk. In 'Energietechnologieën in relatie tot het Transitiebeleid - Factsheets' (Menkveld) wordt gerekend met een bedrag van €5000 per woningaansluiting. In dit bedrag is het distributienetwerk, het reserve vermogen en de aansluitingen op de huisinstallatie opgenomen. De uitkoppeling van warmte bij de SDI en de gebouwinstallaties zijn niet in het bedrag van €5000 opgenomen. Wanneer wordt uitgegaan van een energiegebruik van 47 GJ/a tot 63 GJ/a (1500 m<sup>3</sup><sub>gas</sub> tot 2000 m<sup>3</sup><sub>gas</sub>) per woning bedragen de aansluitkosten €80 tot €105 per GJ/a. In deze case wordt ongeveer 20 TJ/a aan warmte gedistribueerd waarmee de investeringskosten op M€1,6 tot M€2,1 worden geschat.

De situatie in De Pijp verschilt van ‘standaard’ stadsverwarming doordat het bedrijfspannen betreft. De kosten voor restwarmte distributie zijn daarom nog een keer geschat door uit te gaan van een basis ontwerp van het warmte distributiesysteem en kostenkengetallen uit het Prijzenboekje (DACE editie 27). Voor het leidingnet is uitgegaan van 20 even grote aansluitingen en een maximale afstand van 1000 m. In het warmte distributiesysteem is verder opgenomen het reserve vermogen, de uitkoppeling bij de WKC, aansluiting op het verwarmingssysteem van de gebouwen en dat bij de helft van de gebouwen momenteel van direct gestookte systemen zijn voorzien die moeten worden vervangen door een warmwater systeem. De investeringskosten komen hiermee op M€2,3.

Voor restwarmte distributie wordt gerekend met een investering van M€2,2. De opbrengst van 20 TJ warmte per jaar is k€158 per jaar.

#### *Upgrade WKC*

De huidige gasturbine installatie is met 3,5 MWe eigenlijk te klein van omvang om met gangbare kengetallen de kosten te kunnen schatten. Daar komt bij dat het gaat om de uitbreiding van de bestaande installatie met een hoge druk stoom cyclus en niet om de nieuwbouw van een complete WKC installatie. Om tot een kostenschatting te komen zijn twee routes gevolgd: de kosten van de hoofdcomponenten stoomketel en stoomturbine met een toeslag van 100% en het schalen van een 30 MWe STEG waarvan de totale kosten en de kostbreakdown bekend zijn.

De stoomketel wordt uitgelegd op een capaciteit van 15 ton stoom per uur met een conditie van 100 bar en 520 °C. De investering in de ketelinstallatie is volgens het Prijzenboekje (DACE editie 27) k€125 tot k€185 per ton/h waarmee de investering in de ketelinstallatie op M€1,9 tot M€2,8 komt. De stoomturbine heeft een capaciteit van 2 MWe met een kostprijs van k€400 (COGEN). De investering voor de upgrade komen hiermee op M€4,6 tot M€6,4.

De kosten van een 30 MWe STEG bedragen M€26 (COGEN), 40% van dit bedrag is nodig van de gasturbine. De investering voor een STEG installatie van 5,5 MWe wordt berekend door te schalen met een factor 0,7 als exponent. De investering voor een 5,5 MWe STEG komt daarmee op M€8. Van dit bedrag is 40% voor de gasturbine, waarmee de investering voor de upgrade op M€4,8 uitkomt.

Voor de upgrade van de WKC wordt gerekend met een investering van 5,0 M€

De investering voor de upgrade bedraagt €2.500 per kWe. Vergeleken met kostenkengetallen voor de investering voor de nieuwbouw van een STEG €860 per kWe (COGEN), €881 tot €1.199 per kWe (Hers et al.) is de upgrade 2 tot 3 maal duurder.

De opbrengsten van de upgrade bedragen k€513 per jaar, details van de analyse zijn in het vertrouwelijke projectdossier opgenomen.

#### *Windturbine*

In ‘Current developments in Wind -2009’ (Engels et al.) worden de kosten componenten voor een windturbines bepaald op basis leveranciers informatie en trends in technologie en prijs ontwikkeling. In 2009 was de turn key investering voor een windturbine op land €1.380 per kWe, verwacht wordt dat in 2015 de turn key investering tussen €1.550 per kWe en 2.060 per kWe ligt.

Voor een 2,5 MWe windturbine wordt gerekend met een investering van M€3,8. De opbrengst wordt mede bepaald door de productiefactor deze ligt voor wind op land tussen 0,23 en 0,27 (Cleijne et al.), hier wordt gerekend met 0,26. Met de windturbine wordt 49 TJ/a primaire energie bespaard, de waarde van de opgewekte elektriciteit is k€370 per jaar.



### ZonPV

De Investering voor Zon PV bedraagt € 550 per m<sup>2</sup>. Wanneer wordt uitgegaan van energieneutraliteit van De Bazaar is een oppervlak van 47.000 m<sup>2</sup> nodig waarmee de investering M€25,9 wordt. Per m<sup>2</sup> wordt 100 kWh elektriciteit per jaar opgewekt. Het PV-dak bespaart 40 TJ primaire energie per jaar, de waarde van de opgewekt elektriciteit is k€305 per jaar.

In Tabel 2.19 worden de resultaten verzameld.

Tabel 2.19 *Investerings, besparing en opbrengsten van vier mogelijke gezamenlijke projecten, de bedragen zijn exclusief eventuele subsidies.*

	investering [M€]	primair bespaard [TJ/a]	inv./prim. besp. [k€ per TJ/a]	opbrengst [k€/a]	terugverdiëntijd [jaar]
Upgrade WKC	5,0	70	71	513	9,7
Wind op Land	3,8	49	78	370	10,3
Warmtedistributie	2,2	20	110	158	13,9
PV dak Bazaar	25,9	40	648	305	84,9

Het project met de kortste terugverdiëntijd is de 'Upgrade WKC' ondanks het feit dat de schaalgrootte van de WKC eigenlijk te klein is. Om de investeringskosten voor kleine, nageschakelde stoomcycli te drukken is het te overwegen hiervoor standaard modules te ontwikkelen.

Het project 'Wind op Land' heeft slechts een iets kortere terugverdiëntijd dan 'Upgrade WKC', daarnaast is de totale investering meer dan 20% lager.

Warmtedistributie is het project met de laagste investering, ten opzichte van 'Wind op Land en 'Upgrade WKC' is het besparingspotentieel zowel absoluut als relatief kleiner.

Het project 'PV dak Bazaar' is verreweg het meest kostbaar.

#### 2.4.2.2 Barriers

Bij het het gezamenlijk uitvoeren van projecten kunnen zich, naast de financiële haalbaarheid een aantal barrières voordoen waarvan de belangrijkste: publieksrechtelijke en organisatorische.

##### *Publieksrechtelijk*

De vergunningverlening is een proces tussen de overheid en de juridische eigenaar van de inrichting waar vergunning voor wordt aangevraagd. Als (een deel van) de energie-efficiency maatregelen worden gerealiseerd door te investeren in de inrichting van een derde partij, bijvoorbeeld als De Bazaar zou investeren in een upgrade van de WKC van het HHNK, dan moet het Bevoegd Gezag kunnen instemmen met het toerekenen van de milieu winst. In het geval van 'De Pijp' heeft de milieudienst IJmond aangegeven in principe bereid te zijn initiatieven voor een gezamenlijk project in principe te willen beschouwen als middel om aan de vergunningseisen te voldoen.

##### *Organisatorisch*

De belangrijkste organisatorische belemmering is de bereidheid van partijen om onderling samen te werken. Zo heeft Total smeervetten Beverwijk parijs laten weten niet bereid te zijn in investeringen bij derden, zelfs als dat de goedkoopste manier is om aan vergunningsverplichtingen te voldoen.

### 3. Analyse Huntsman

Tijdens Deltalinqs Energy Forum op 15 juli 2009 heeft Huntsman aangegeven geïnteresseerd te zijn om als praktijkcase te dienen. Huntsman gaf hierbij aan reeds over een lijst met circa 50 mogelijke verbeteropties te beschikken. Dien ten gevolge is alleen middels een korte analyse aangevuld met een globale pinch-analyse (paragraaf 3.4) nagegaan of er nog andere verbeteropties zijn. Hierbij worden stap 1 t/m stap 4 van “het 8 stappenplan WaViNed” doorlopen. Waar mogelijk zijn direct de investeringen en economische en energetische besparingen ingeschat (paragraaf 3.5). Het onderzoek richt zich verder op de analyse van de knelpunten die zich voordoen bij het uitvoeren van de verbeteropties.

In dit hoofdstuk zijn de resultaten van de analyse van Huntsman samengevat. In het vertrouwelijke rapport “WaViNed Praktijk Case: Roadmap energiebesparing Huntsman” zijn de resultaten in detail beschreven.

#### 3.1 Efficiency doelstelling Huntsman

Huntsman valt onder MJA-3. In dit kader dienen zij te streven naar een gemiddelde reductie van het energiegebruik van 2% per jaar over de periode van 2005 tot 2020. Huntsman valt onder de MJA-3 en niet onder de MEE-convenant, omdat ze zelf geen CO<sub>2</sub> emitteren. Ze kopen namelijk elektriciteit en stoom in van derden.

Vanuit corporate heeft Huntsman de doelstelling gekregen om de komende 10 jaar het specifieke energiegebruik per jaar met 2% te reduceren. Deze doelstelling staat los van de financiële besparing. Hieruit volgt de behoefte aan een plan om de komende 10 jaar tot de besparing van minimaal 20% te komen. De resultaten van het toetsen van de WaViNed kunnen hiervoor goed worden gebruikt.

Hiermee krijgt de analyse van Huntsman twee doelstellingen; Enerzijds het toetsen van de meerwaarde van de WaViNed voor het Platform Ketenefficiency en anderzijds een roadmap met verbeteringsopties voor Huntsman.

#### 3.2 Procesbeschrijving

De productielocatie van Huntsman in Rozenburg is een van de grootste polyurethaanproductiecomplexen in Europa. De productie omvat grondstoffen en halffabricaten voor de polyurethaanindustrie en beschikt over vijf productie fabrieken

In de MDI-2 en MDI-1 fabrieken wordt uit aniline, formaline, chloor, koolmonoxide en de hulpstof zoutzuur, MDI gemaakt. De MDI-2 fabriek is opgestart in 1997.

Polyolenfabriek

Formulatiefabriek

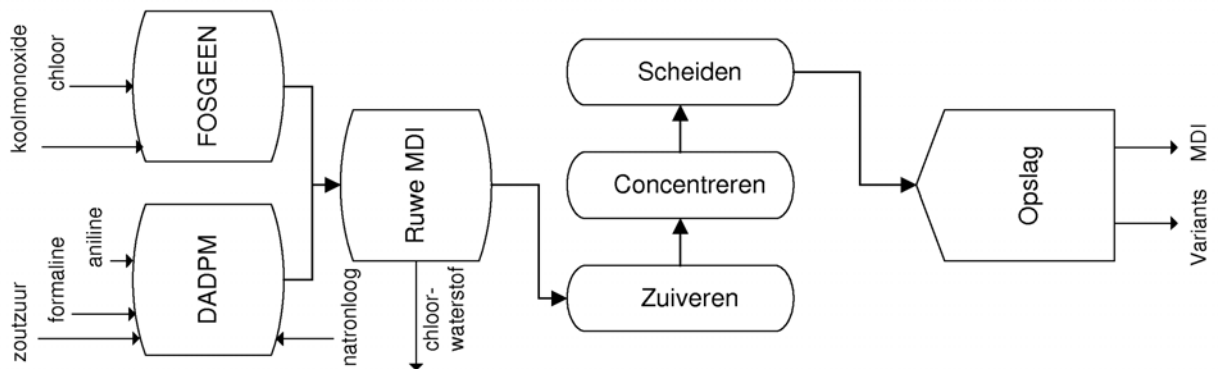
Variantsfabriek

Naast de 5 productiefabrieken is er een afvalwaterzuivering.

Beide MDI fabrieken zijn in grote lijnen vergelijkbaar met elkaar, maar MDI-2 heeft een grotere capaciteit en energiegebruik. MDI-1 gebruikt circa 30% en MDI-2 circa 60% van de energie van de site. Dit onderzoek richt zich op de MDI-2 fabriek. In hoeverre bepaalde opties ook in de MDI-1 fabriek - die verschilt van ontwerp - kunnen worden toegepast, is niet onderzocht.

MDI is een verzamelnaam voor een aantal vloeibare isocyanaten. De vervaardiging van MDI vergt complexe chemische reacties. De grondstof aniline wordt met formaldehyde en zoutzuur omgezet in DADPM (de Engelse afkorting voor diaminodi-fenyl-methaan). De grondstoffen chloor en koolmonoxide worden omgezet in fosgeen dat in oplossing met DADPM reageert tot

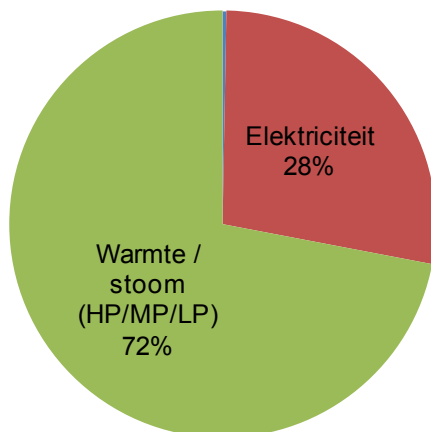
het ruwe MDI dat na zuivering de vloeibare eindproducten oplevert. Het bij de reactie gevormde chloorwaterstofgas wordt naar de chloorleverancier geretourneerd, zodat het eindproduct chloorvrij is. Een deel van de isocyanaten wordt direct aan de klant geleverd en een deel wordt in de Variantsfabriek verder verwerkt. In deze fabriek reageert een deel van de MDI met polyolen, waardoor het product beter houdbaar en hanteerbaar wordt voor de klant. In zijn de belangrijkste stromen en onderdelen van het MDI proces schematisch weergegeven.



Figuur 3.1 *Het MDI proces*

### 3.3 Energiegebruik site Huntsman

In 2008 bedroeg het totale primaire energiegebruik van de site 3.618 TJ



Figuur 3.2 *Primair energiegebruik Huntsman site 2008*

De verhouding in het energiegebruik tussen elektriciteit (28%) en warmte (72%) geeft aan dat het merendeel van de energie gebruikt wordt voor verwarming van het proces. Dit bevestigt wederom het uitgangspunt van WaViNed, dat het merendeel van de energiediensten warmte nodig hebben en dat om tot substantiële besparingen te komen, gekeken dient te worden hoe de warmtevraag gereduceerd kan worden.

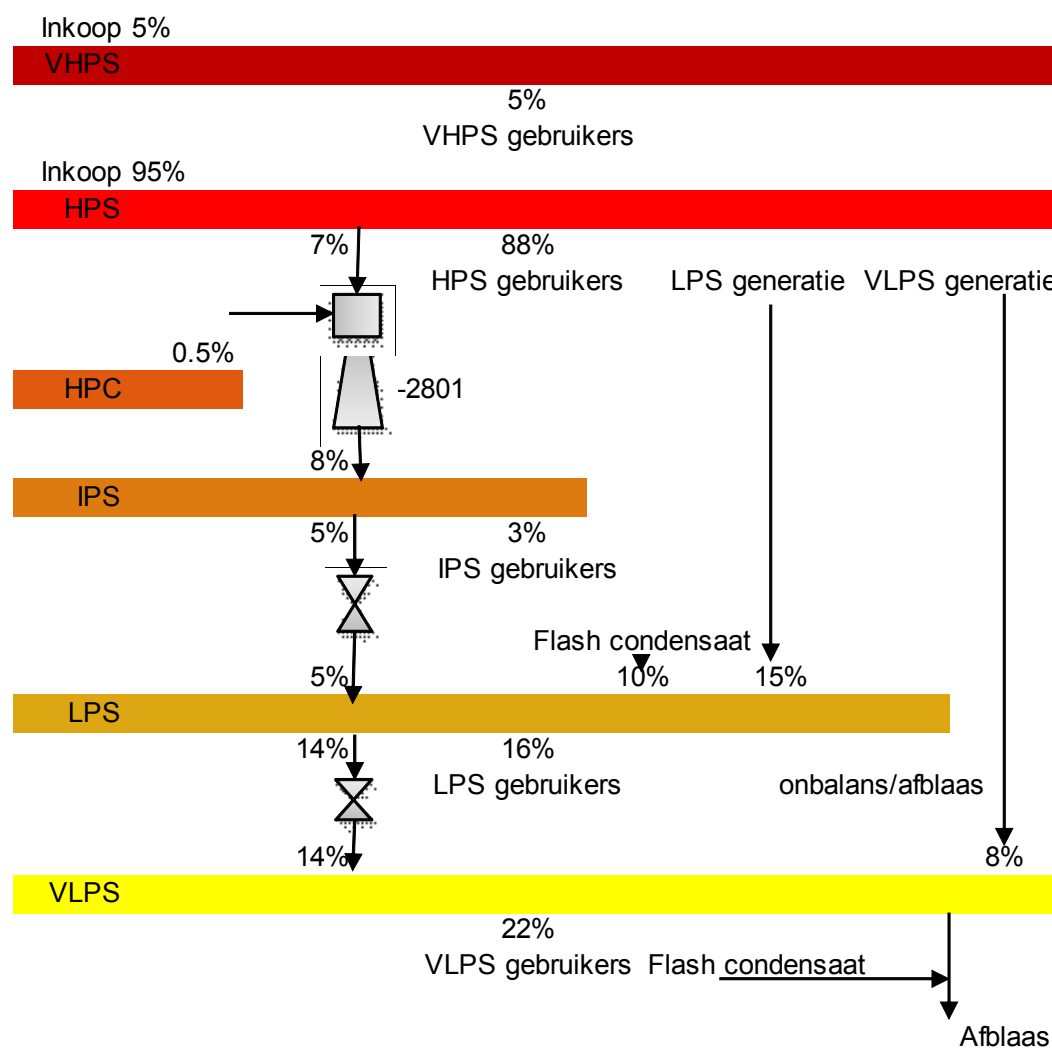
De afgelopen jaren is het specifieke energiegebruik van Huntsman gestaagd met circa 15% gedaald. Dit komt grotendeels door de continue aandacht die het reduceren van energiegebruik heeft binnen Huntsman.

Huntsman koopt (V)HP-stoom (30/20 barg) van de nabij gelegen warmtekrachtinstallatie Eurogen . Het merendeel van de stoom wordt ook op de betreffende druk gebruikt. Gemiddelde wordt slechts 7% van de HP-stoom afgelaten naar LP-stoom. Deze hoeveelheid fluctueert in de

tijd door onder andere een aantal batchprocessen. Een overzicht van het stoomsysteem en een momentopname van het stoomgebruik is weergegeven in Figuur 3.2.

In het productieproces en uit de flash van hoge druk condensaat (HPC) wordt LP-stoom en VLP-stoom (1.5barg) gegeneerd. Als gevolg hiervan heeft het besparen op deze stoomniveaus alleen zin indien de stoomgeneraties ook worden gereduceerd, of indien er een andere bestemming voor de LP-stoom en VLP-stoom beschikbaar is. De reductie van de LP-stoomgeneratie dient dan wel tot een reductie in het HP-stoomgebruik te leiden. Andersom is besparing op HP-stoom alleen zinvol indien dit niet leidt tot afname van LP- en VLP-stoomgeneratie, bij het huidige LP-en VLP-stoomgebruik.

Dit is een van de complicerende factoren bij het realiseren van stoombesparingen bij Huntsman.



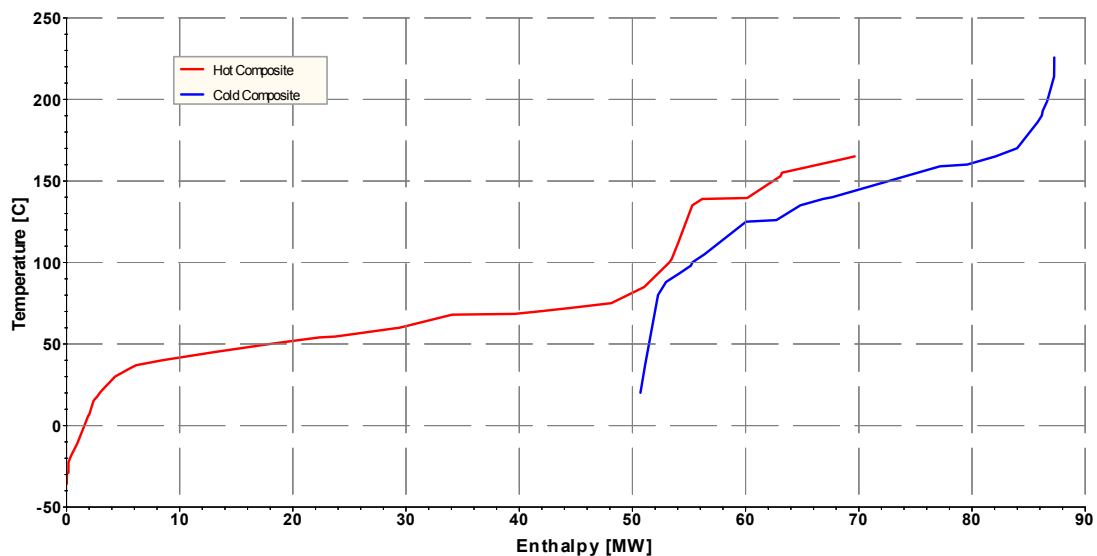
Figuur 3.3 Momentopname stoomsysteem Huntsman

### 3.4 Pinch analyse

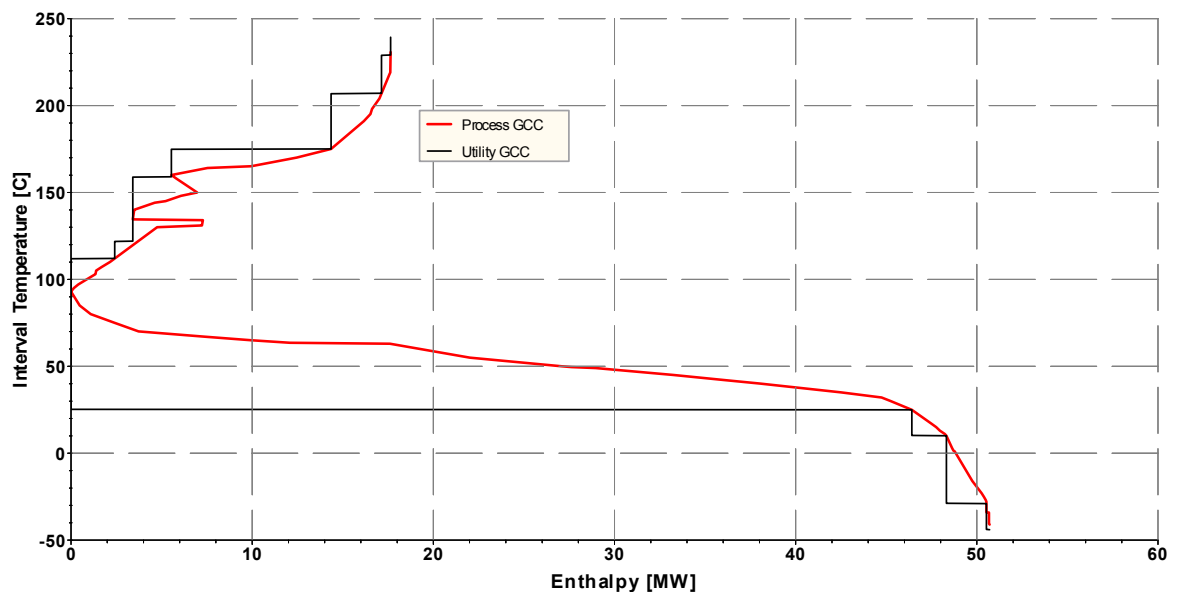
Naast de bestaande lijst met circa 50 besparingsopties is, om een goed beeld te krijgen van de theoretische mogelijkheden voor warmte-integratie, op basis van globale procesgegevens de 1<sup>e</sup> fase van een pinch-analyse uitgevoerd (stap 2 van het 8-stappenplan). Hierbij wordt met behulp van pinchcurves het minimale energiegebruik en de daarbij behorende optimale utilityniveaus bepaald. De concrete mogelijkheden voor warmte-integratie worden hierbij nog niet uitgewerkt.

De globale procesgegevens zijn gebaseerd op de maximale productiecapaciteit en bevatten alleen de processtromen die in de bestaande situatie verwarmd of gekoeld worden met utilities. Het vermogen is globaal bepaald op basis van het stoomgebruik of de koelwatercapaciteit. De begin- en eindtemperaturen zijn ingeschat op basis van metingen, ervaringsgetallen en ontwerpwaarden. Voor een meer gedetailleerde analyse zou het temperatuurverloop van de processtroom moeten worden vastgesteld (o.a. verdampings- en condensatietrajecten). Ook zouden de bestaande warmte-uitwisseling tussen processtromen moeten worden meegenomen. Omdat de gebruikte procesgegevens slechts globale getallen zijn mogen de conclusies ook alleen worden beschouwd als een eerste globale indicatie.

Voor de pinch-analyse is een minimaal temperatuurverschil tussen de te verwarmen en de te koelen processtroom van 10°C aangenomen.



Figuur 3.4 *Composite curves*



Figuur 3.5 *Grand composite curve*

Uit de composite curves en de grand composite curve volgt dat het proces slechts 5 MW warmte aan warmte nodig heeft tussen de 100°C en 160°C. De resterende warmtevraag bevindt zich

boven de 160°C. Daarnaast hoeft alleen warmte onder de 90°C met utilities gekoeld te worden. Op het eerste gezicht lijkt het toepassen van een warmtepomp niet zo zinvol, omdat er geen kleine temperatuursprongen overbrugt hoeven te worden. Bij een directe warmte-integratie tussen de 160 en 90°C kan een maximale stoombesparing van 26% worden gerealiseerd. Indien wordt aangenomen dat de huidige LP en VLP-stoomgeneratie niet kunnen worden vervangen door directe warmte-integratie dan daalt de maximale stoombesparing slechts met een paar tiende procentpunten, maar hierbij dient dan wel de bespaarde hoeveelheid LP-stoom te worden geëxporteerd.

Uit de huidige globale gegevens volgen 4 voorstellen voor directe warmte-integratie waarmee in het totaal 5.6 MW aan stoom en koelwater kan worden bespaard. Naast de warmte-integratievoorstellen zijn er ook diverse mogelijkheden om gebruik te maken van goedkopere utilities gelokaliseerd.

### 3.5 Besparingsopties

Huntsman heeft intern een lijst met circa 50 besparingsopties opgesteld. Deze lijst bevat opties van zeer diverse aard. Het betreft 22 “Goodhousekeeping” maatregelen waarvoor slechts een geringe investering noodzakelijk is, maar die ook maar een geringe hoeveelheid energie besparen.

Dit betreft 9 maatregelen om de operators te instrueren zodat procesonderdelen efficiënter functioneren. Daarnaast zijn er 7 maatregelen die het uitschakelen van installaties betreffen indien ze niet worden gebruikt. De overige 6 maatregelen zijn zeer divers van aard.

Een viertal goodhousekeepingmaatregelen zijn in deze analyse meer in detail beschouwd. Het betreft de opties [6],[33], [20.3] en [20.4] samen met de overige 18 goodhousekeepingmaatregelen [G] is de besparing ingeschat op 4%. Een exacte berekening ligt hieraan niet ten grondslag. Het is een ervaringsgetal gebaseerd op de variatie in stoomgebruik die samengesteld is met een 6-sigma analyse van de laatste 3 jaar in de fabriek.

Naast de goodhousekeepingmaatregelen zijn er besparingsopties waarvan grotendeels de technische mogelijkheden bekend zijn en onderzoeksprojecten waarbij nog vele (proces) technische onduidelijkheden zijn, zodat in enkele gevallen er beter gesproken kan worden van besparingsideeën. In een aantal gesprekken zijn de besparingsopties, onderzoeksprojecten en ideeën met de procestechnologen doorgenomen en geëvalueerd.

Als aanvulling op de lijst van Huntsman is door PDC een globale pinch-analyse uitgevoerd om de theoretische besparingsmogelijkheden met warmte-integratie in kaart te brengen. De opties die hieruit voortvloeien komen gedeeltelijk overeen met reeds door Huntsman genoemde besparingsopties. De 7 aanvullende opties zijn toegevoegd.

De algehele conclusie is dat het per besparingsoptie lastig is om de gevolgen voor het gehele proces en het utilitystelsel inzichtelijk te krijgen. Door de complexiteit en integratie (via recyclestromen) van de verschillende bewerkingstappen hebben wijzigingen in de procesvoering consequenties voor andere procesonderdelen. Daarnaast heeft een reductie op bijvoorbeeld het gebruik van LP stoom effect op de stoombalans van de site. Veelal dienen besparingsopties in combinatie met elkaar te worden beschouwd.

Voor de omrekening naar primaire energie zijn onderstaande omrekenfactoren gebruikt:

Elektriciteit			rend. 42%	8.57	[GJ <sub>pr</sub> /MWh]	74.6	[kgCO <sub>2</sub> /GJ <sub>pri</sub> ]	
VHPS	Enth. *	2,386	[kJ/kg]	rend. 90%	2.65	[GJ <sub>pr</sub> /ton]	56.8	[kgCO <sub>2</sub> /GJ <sub>pri</sub> ]
HPS	Enth. *	2,471	[kJ/kg]	rend. 90%	2.75	[GJ <sub>pr</sub> /ton]	56.8	[kgCO <sub>2</sub> /GJ <sub>pri</sub> ]

\* ten opzichte van condensaat retour 100°C (418 kJ/kg)

Volgens het 8-stappenplan zijn eerst de besparingsopties onderzocht die een reductie van de warmtevraag zelf tot gevolg hebben. Dit zijn de proceswijzigingen (stap 1). Daarna volgen de opties die betrekking hebben op de warmte-integratie (stap 2), dan de opties die binnen het stoomsysteem vallen (stap 3). Stap 4 heeft betrekking op de koude- en koelproductie en de reductie van de vraag. Stap 5, het reduceren van de vraagreductie voor ruimteverwarming, en stap 7, warmtepompen voor ruimteverwarming, zijn niet van toepassing bij dit onderzoek. Stap 6, het toepassen van hernieuwbare energiebronnen, wordt nog onderzocht. Stap 8 is het exporteren van warmte. Dit is als één van de mogelijkheden voor het creëren van extra LP-stoomgebruikers genoemd. Als laatste zijn er nog opties die buiten het stappenplan vallen.

Zoals reeds eerder gemeld zijn diverse opties alternatieven van elkaar en/of hebben zie via het koude systeem, of het lage druk stoomsysteem interactie met elkaar. Vanwege de zeer bedrijfsspecifieke informatie worden in dit openbare rapport de opties slechts globaal beschreven en/of alleen het nummer van de optie vermeld. In paragraaf 3.6.1 is de volgorde van implementatie voorgesteld.

### 3.5.1 Proceswijzigingen

In het totaal zijn er 5 opties gelokaliseerd die direct ingrijpen op het proces. Het doel van deze opties is om de warmtevraag van het proces zelf te reduceren en/of de procesvoering te verbeteren.

Twee van deze opties zijn nog in een studiefase, voor een derde optie moeten nog een aantal procestechnologische onzekerheden worden uitgezocht. Een vierde optie [28] betreft het aanpassen van het scheidingsproces waarvoor HP-stoom wordt gebruikt en LP-stoom wordt gegeneerd. Deze optie bevindt zich in de testfase op pilotschaal. Na het realiseren van deze optie zal er voor deze scheidingsstap geen HP-stoom meer nodig zijn, maar ook geen LP-stoom meer worden gegeneerd. De vijfde optie [26] is economisch en energetisch aantrekkelijk. Middels testen in de plant moet worden bepaald wat de werkelijke besparing zal zijn.

### 3.5.2 Warmte-integraties

In het totaal zijn er 7 warmte-integratie opties gelokaliseerd. Vier van deze opties betreffen het hergebruiken van de warmte die nog beschikbaar is in de bodemstroom van een destillatiekolom. Twee opties hebben betrekking op het toepassen van een warmtepomp. Van deze 7 opties besparen er 3 op LD-stoom en met 1 optie wordt de LP-stoomgeneratie sterk gereduceerd.

Uit de pinch-analyse (paragraaf 3.4) volgt dat er een maximale stoombesparing door warmte-integratie tussen de huidige warmtewisselaars mogelijk is van circa 26%. Deze analyse is slechts gebaseerd op zeer globale gegevens, maar het geeft wel een indicatie van de grote mogelijkheden om nog op stoom te besparen. Hierbij is alleen gekeken naar warmte-integratie tussen de huidige warmtevragers en -koelers. De procestechnische mogelijkheden om de warmtevraag op zichzelf te reduceren zijn hierbij nog niet bestudeerd.

### 3.5.3 Stroomsysteem

Uit de stoombalans blijkt dat er het merendeel van de tijd slechts een zeer geringe stoomaflaat (circa 7% van de stoominkoop) van HP naar LP-stoom aanwezig is.

Als gevolg hiervan heeft het besparen op LP en VLP-stoom alleen zin indien er bijvoorbeeld een andere externe gebruiker van LP en/of VLP-stoom beschikbaar is. Hierbij kan men denken aan:

- Omliggende bedrijven en/of warmtenetten die LP (127°C) zinvol kunnen gebruiken
- Condenserende stoomturbine om LP-stoom af te laten tot 40°C, om er zo maximaal elektriciteit mee te maken.
- Absorptiekoeling, om met de beschikbare stoom koude te maken.
- Processtap voorverwarmen met LP-stoom

Een andere mogelijkheid om besparingen op LP-stoom mogelijk te maken is om de huidige LP-stoom generatie bij de scheidingsstap te minimaliseren. Dit leidt alleen tot een overall energiebesparing indien dit ook een vergelijkbare reductie van het HP-stoomgebruik in de scheidingsstap tot gevolg heeft. Bij de implementatie van proceswijziging op deze scheidingsstap [26] wordt dit gerealiseerd. Als alleen de LP-stoomgeneratie afneemt dan geeft dit geen energiebesparing, maar gaat het overall zelfs leiden tot een toename in het energiegebruik indien er geen LP-stoombesparingsopties worden uitgevoerd.

Een derde mogelijkheid zou kunnen zijn om geen LP-stoom, maar IP-stoom te genereren, dit zou kunnen door aanpassingen in het scheidingsproces of via thermische damprecompressie. Deze stoom zou gedeeltelijk het gebruik van HP-stoom kunnen vervangen.

Een vierde mogelijkheid is om met de scheidingsstap geen LP-stoom te genereren maar om de warmte direct te gebruiken voor processtromen die nu verwarmd worden met HP-stoom.

Geen van de gelocaliseerde besparingsopties in het stoomsysteem leiden tot energetische en economische haalbare opties. Dit geldt ook voor de situatie waarin deze opties in combinatie met andere opties worden beschouwd.

### 3.5.4 Koude-koelsysteem

De compressor van het koude-systeem is een twee-traps centrifugaal compressor met een geïnstalleerd vermogen van 3,250 kW. Dit is dit veruit de grootste elektriciteitsgebruiker op de site.

Het koelvermogen van het systeem past redelijk goed op de koudevraag van het proces. Alleen in de zomer begint vanwege de hogere koelwatertemperatuur de koudegeneratie een bottleneck te worden in het proces. De compressor is niet toerengeregeld. Maar door het bijstellen van de bladen, kan de capaciteit en het opgenomen enigszins worden beïnvloed.

De variatie in de koelwatertemperatuur en daarmee het koelvermogen van de condensor is onvoldoende om een toerenregeling op de compressor rendabel te krijgen. Alleen langdurige reductie in de productiecapaciteit zou een aanleiding kunnen zijn om de compressor te voorzien van een toerenregeling, maar dit is niet eenvoudig. Omdat het een zeer grote compressor is, is het naar alle waarschijnlijkheid noodzakelijk om een nieuwe elektromotor te installeren. Voor de optimale regeling zou men het liefst twee kleinere compressoren installeren en één daarvan voorzien van een toerenregeling, maar dit vraagt om een nog grotere investering. Indien de compressor wordt vervangen door twee nieuwe kleinere compressoren dan kan ook een hogere efficiency van de installatie worden gerealiseerd. Pas wanneer besloten wordt om een nieuwe installatie te plaatsen, of de huidige installatie te voorzien van een toerenregeling, is het zinvol om de koudevraag te reduceren.

Uit besprekingen en de pinch-analyse volgt dat circa 14% van de huidige koudevraag met koelwater kan worden gerealiseerd. Een eventueel probleem hierbij zijn de veiligheidsrisico's die in acht genomen moeten worden.



Het koelwatersysteem zou op de volgende wijze geoptimaliseerd kunnen worden:

Het stopzetten van de koeltoren ventilatoren in de winterperiode. Dit behoort bij de goodhousekeeping maatregelen.

Frequentieregeling op de ventilatoren van de koeltorens; Dit zijn slechts kleine elektriciteitsgebruikers, waarbij frequentieregeling uit een eerste globale berekening economisch niet rendabel blijkt.

Frequentieregeling op de koelwaterpompen.

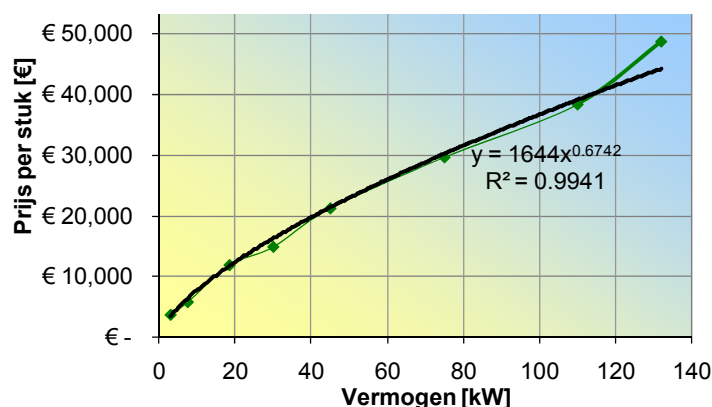
### 3.5.5 Hernieuwbare energiebronnen

In het kader van het toepassen van hernieuwbare energiebronnen (stap 6 van de WaViNed) is er in samenwerking met Deltalinqs en ENECO een SDE-subsidie aangevraagd voor het plaatsen van zonnepanelen op diverse daken op de site. De verdere voortgang van dit project is mede afhankelijk van de te verkrijgen subsidie.

### 3.5.6 Overige opties

Gekeken is of het zinvol is om op de vijf grootste elektriciteitsgebruik bij Huntsman een frequentieregeling toe te passen. Het blijkt dat deze motoren altijd op vollast dienen te draaien. Als gevolg hiervan is het niet zinvol om deze te voorzien van een frequentieregeling. In de goodhousekeeping maatregelen wordt wel gekeken of deze installaties wel op het optimale bedrijfspunt draaien.

Gekeken is in hoeverre het toepassen van een frequentieverdeling in plaats van een regelklep leidt tot energiebesparing en wat de rentabiliteit van dergelijke opties zijn. Hierbij is gebruik gemaakt van de investeringscorrelatie zoals weergegeven in Figuur 3.6.



Figuur 3.6 *Investeringscorrelatie frequentieomvormer*

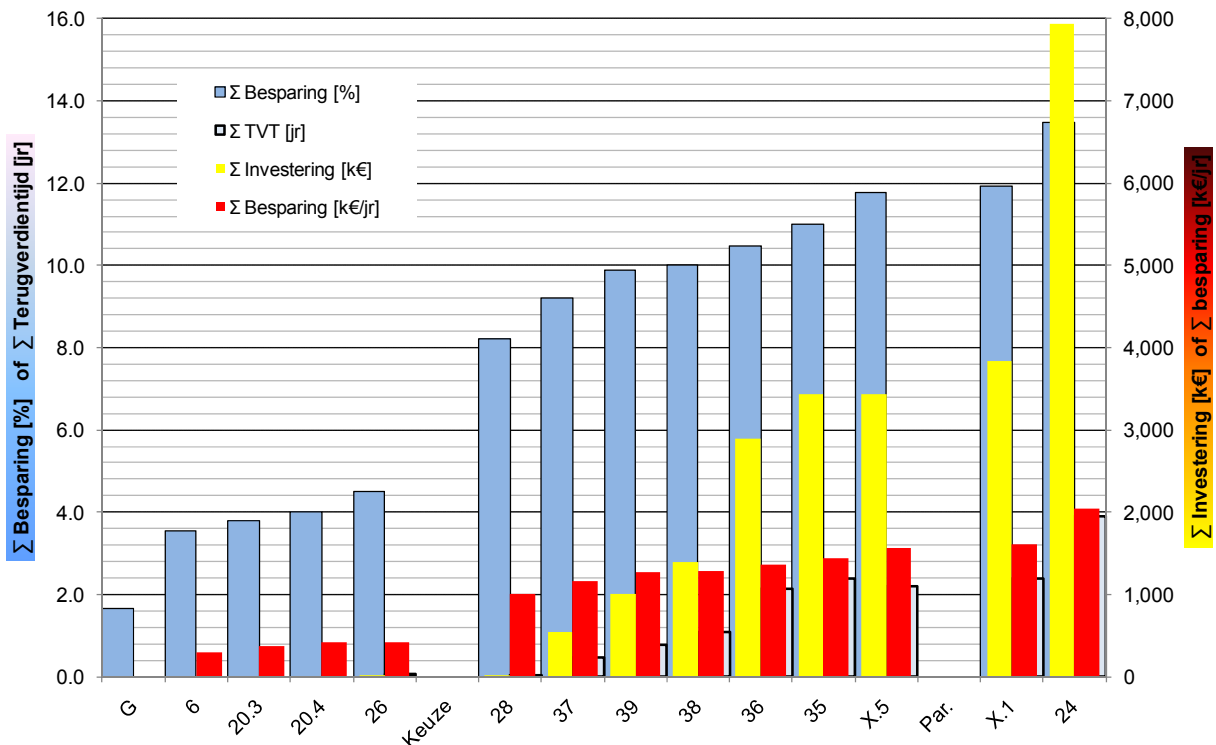
## 3.6 Knelpunten en volgorde implementatie besparingsopties

Vanuit Corporate en via MJA-3 heeft Huntsman de doelstelling om de komende 10 jaar het energiegebruik met 2% per jaar te reduceren. In het kader van MJA-3 heeft Huntsman eind juni 2010 een energie-efficiency plan (EEP) opgesteld met de geplande energiebesparingsopties tot en met 2012. In 2012 zal Huntsman een nieuw EEP moeten opstellen voor de periode van 2012 t/m 2016.

Deze analyse geeft inzicht in de diverse besparingsopties bij Huntsman, maar ook de samenhang en interacties tussen deze opties, de knelpunten bij de implementatie en uiteindelijk de gewenste implementatievolgorde van de besparingsopties. Deze gewenste volgorde geeft de Roadmap voor energiebesparing voor Huntsman voor de komende jaren. Deze analyse heeft mede als basis gediend voor het EEP t/m 2012.

### 3.6.1 Volgorde besparingsopties

Op basis van de analyse van de besparingsopties en de daarop volgende besprekingen bij Huntsman wordt de volgende volgorde van besparingsoptie voorgesteld.



Nr.	Optie	Nr.	Optie
G	Diverse goodhousekeeping maatregelen incl. optie [6]; [20.3] en [20.4] 4% besparing	28	Proceswijziging: Aanpassing scheidingsstap waardoor HP-stoomgebruik en LP-stoomgeneratie reduceerd
6	Goodhousekeeping in stoomsysteem	37	Warmte-integratie
20.3	Goodhousekeeping in koude opwekking	39	Warmte-integratie
20.4	Goodhousekeeping in koude opwekking	38	Warmte-integratie
26	Proceswijziging	36	Warmte-integratie
		35	Proces wijziging
X.1	Optimaliseren koelwatersysteem	X.5	Warmte-integratie
24	Reduceren koudevraag + aanpassen koudeopwekking		

Let wel de investering voor optie [28] is nog onbekend en daarom niet meegenomen in de totaalstelling.

Figuur 3.7 Roadmap; gesommeerde besparing, investering en terugverdiendtijd besparingsopties

In eerste instantie zal worden gestart met het realiseren van de goodhousekeeping maatregelen. Deze zijn ingeschat op 4% van het totale primaire energiegebruik van Huntsman. De volgende optie die, indien technisch mogelijk, direct uitgevoerd kan worden is optie [26]. Na deze optie leiden opties waarbij alleen op LP-stoom wordt bespaard niet tot een besparing op stoom, maar alleen tot een (grotere) afblaas van LP-stoom. De totale besparing van de 5 genoemde opties is 4.5%. Huntsman heeft deze opties in het EEP opgegeven voor de komende 2 jaar voor wat betreft MDI-2.

Na het doorvoeren van voorgaande 5 opties heeft men de keus of:

- de economisch onrendabele besparingsopties [35] en/of [36] uit te voeren. Hierbij wordt direct op HP-stoom bespaard;
- de technisch nog onzekere optie [X.5] uit te voeren. Hierbij wordt de LP-stoomgeneratie gereduceerd en ook direct op HP-stoomgebruik bespaard;
- m.b.v. optie [28] de LP-stoomgeneratie in combinatie met het HP-stoomgebruik te minimaliseren door de scheidingsstap te wijzigen. Deze optie is nog onzeker omdat hiervoor op dit moment op pilotschaal nog testen worden uitgevoerd;
- het gedeeltelijk bypassen van de scheidingsstap. Dit moet nog verder onderzocht worden;
- het LP-stoomgebruik te laten toenemen, in combinatie met een reductie van het HP-stoomgebruik;
- andere gebruikers van LP-stoom te creëren.

Gekozen is voor optie [28] het aanpassen van de scheidingstap, waarbij zowel het HP-stoomgebruik als de LP-stoomgeneratie tot nul zal reduceren. Dit is energetisch de best mogelijke oplossing, maar hiervoor dienen nog wel de noodzakelijk procestechnologische onderzoeken gedaan te worden. Een bijkomstig voordeel is dat deze wijziging stapsgewijs ingevoerd kan worden.

Na het volledig doorvoeren van optie [28] is er weer een stoomaflaat van HP- naar LP-stoom zodat de economisch aantrekkelijke besparingsopties op LP-stoom [37], [39] en [38] kunnen worden gerealiseerd. Eventueel kan er nog meer op LP- en VLP-stoom worden bespaard, maar deze opties zijn op dit moment nog niet gelokaliseerd. Dit komt mede door het feit dat men tot nu toe nog altijd in de veronderstelling was dat het besparen op LP-stoom niet zinvol was, omdat het toch alleen tot een (grotere) afblaaas van LP-stoom zou leiden.

De vervolgstap is om de economisch slecht rendabele besparingsopties op HP-stoom [35] en [36] uit te voeren. Als laatste besparingsopties op stoom, is de technisch nog onzekere optie [X.5] vermeldt.

Hiermee komt de totale besparing op 11.8 % van het totale energiegebruik van de site.

Parallel aan de besparingsopties op stoom kan het koelwatersysteem [X.1] en de mogelijkheden om het koudegebruik en -systeem te optimaliseren [24] worden uitgevoerd.

Met alle opties tezamen kan het primaire energiegebruik van de site worden gereduceerd met 13.5%. De doelstelling van Huntsman is een besparing van 20% in de komende 10 jaar. Deze kan hiermee dus maar gedeeltelijk worden gerealiseerd. Hierbij dient nog opgemerkt te worden dat het realiseren van de bovenstaande opties nog grote onzekerheden bevat. Bovendien betreffen de besparingsoptie alleen de MDI-2 fabriek. Mogelijk zijn elders (bijvoorbeeld MDI-1) ook besparingen mogelijk. MDI-1 gebruikt minder dan de helft van de energie dan MDI-2 en heeft minder mogelijkheden qua stoom besparing omdat de procestechnologie iets anders is. De verwachting is dat de mogelijkheid bestaat om 1-2% stoom te besparen via Good housekeeping. Voor de andere gebruikers op de site is al de grootste issue ( stoom afblaaas ) al opgepakt. Hier is weinig meer van te verwachten. Dit betekent een totale besparing van 14.5-15.5%.

### 3.6.2 Knelpunten

De energiebesparingsopties binnen Huntsman worden in eerste instantie door twee knelpunten belemmerd.

#### *Interne LP-stoomgeneratie*

In het huidige productieproces bevindt zich een scheidingstap waarvoor ca. 23% van de HP-stoom wordt gebruikt en LP-stoom wordt gegeneerd. (ca. 15% van de ingekochte hoeveelheid).

Hierdoor worden de mogelijkheden om het (V)LP-stoomgebruik te reduceren geblokkeerd. Besparingen op (V)LP-stoom zouden namelijk alleen maar leiden tot een (grotere) afblaas. Dit noemt men een “Lock-in”. Bij het ontwerp van het proces leek dit energetisch een zeer goede oplossing omdat men wel veel HP-stoom moet gebruiken voor de scheiding, maar men krijgt er ook weer LP-stoom voor terug. Het aanpassen van deze scheidingstap op zichzelf is energetisch en dus ook economisch niet aantrekkelijk, omdat de netto besparing vanwege het recupereren van de warmte beperkt is. Maar het biedt daarna wel weer mogelijkheden om op (V)LP-stoom te gaan besparen.

Een alternatief is om andere (externe) LP-stoomgebruikers te vinden, zodat intern alsnog op (V)LP-stoom bespaard kan worden en dat de bespaarde hoeveelheid kan worden gebruikt voor de nieuwe LP-stoomgebruiker. Dit heeft niet de voorkeur omdat hiermee de kern van het probleem niet wordt opgelost en omdat deze mogelijkheden economisch niet aantrekkelijk bleken te zijn.

Op dit moment wordt op pilot-schaal de nieuwe manier van scheiden getest. Deze nieuwe technologie gebruikt geen HP-stoom, maar genereert ook geen LP-stoom. De aanbeveling is om deze ontwikkeling hoge prioriteit te geven, omdat het een daadwerkelijke “step change” tot gevolg zal hebben voor de energiebesparingsmogelijkheden in het productieproces van MDI-2.

#### *Bestaande koudemachine*

Het tweede knelpunt is de bestaande grote koudemachine. Deze functioneert momenteel naar behoren en sluit ook goed aan op de huidige koudevraag, maar de machine is niet toerengeregeld. Hierdoor is het reduceren van de koudevraag op dit moment niet zinvol, omdat dit niet of nauwelijks tot een reductie van het elektriciteitsgebruik in de koudemachine zal leiden. Ook hiervoor geldt dat het investeren in een toerenregeling op de bestaande machine, of een nieuwe machine op zichzelf niet, of nauwelijks tot een energiebesparing zal leiden, omdat bij de huidige koelvraag de installatie nauwelijks in deellast zal gaan draaien. Ook hier dient het aanpassen van de koudemachine te worden beschouwd als een energetisch en economisch onaantrekkelijke optie, om uiteindelijk de mogelijkheden in het reduceren van de koudevraag mogelijk te maken.

### 3.7 Toegevoegde waarde WaViNed

De boodschap van Warmte Visie Nederland is “eerst energie besparen, dan duurzaam opwekken”. Dit wil zeggen dat men eerst de warmtevraag, moet reduceren, dan de warmte-integratie intern en extern moet optimaliseren en pas daarna de warmteopwekking moet optimaliseren of verduurzamen.

Door deze visie toe te passen op alle 50 besparingsideeën die Huntsman reeds had, hebben we structuur kunnen brengen in deze grote hoeveelheid opties. Hierdoor zijn de twee belangrijkste knelpunten (interne LP-stoomgeneratie en bestaande koudemachine) zichtbaar geworden en is duidelijk geworden welke opties alternatieven van elkaar zijn, welke de voorkeur hebben en welke opties nauwelijks of geen toegevoegde waarde zullen hebben op de overall energie-efficiency van Huntsman.

De goodhousekeepingmaatregelen dienen (zoals altijd) de benodigde aandacht te krijgen. Van de overige 25 besparingsopties blijken er slechts 8 energetisch interessant te zijn om eventueel geïmplementeerd te kunnen worden. Van de overige 17 zijn er 4 nog globale studieopties, die parallel aan de implementatie van de interessante opties onderzocht dienen te worden. De overige 11 opties, zijn alternatieven van de interessante opties, of zijn opties die uiteindelijk niet tot een overall energiebesparing leiden.

In traditionele energiebesparingsstudies start men voor besparingsmogelijkheden vanuit de utility-opwekking, onderzoekt dan het utility-systeem en alleen als men voldoende tijd, kennis

en vertrouwen van het bedrijf heeft kijkt men nog naar de feitelijke processtappen. Het gevolg is dat men vaak bij het utility-systeem blijft steken en dus maar tot beperkte besparingsmogelijkheden komt. Daarnaast lokaliseert men bij een dergelijke benadering wel het knelpunt in het utility-systeem, maar er worden geen oplossingen gevonden om deze knelpunten op te lossen. Door vanuit het proces te redeneren komt men eerder tot vernieuwde inzichten die de knelpunten wel kunnen wegnemen. Daarnaast geeft de gestructureerde aanpak ook de volgorde en de interacties tussen de besparingsmogelijkheden aan. Hiermee kan een daadwerkelijke visie voor wat betreft de besparingsmogelijkheden en de focus voor verder onderzoek naar energiebesparing worden vastgesteld.

Opties die een reductie van de warmtevraag en/of -productie tot gevolg hebben, hebben de voorkeur boven opties die de beschikbare warmtevraag en/of -productie optimaal hergebruiken. Hierdoor heeft bij Huntsman het installeren een nieuwe scheidingsstap met als gevolg een reductie van het HP-stoomgebruik en de LP-stoomgeneratie de voorkeur boven het optimaal inzetten van het “overschot” aan LP-stoom.

In eerste instantie was men bij Huntsman van mening dat men met de lijst van besparingsopties reeds alle mogelijkheden voor energiebesparing kende. Dit was slechts gedeeltelijk het geval, men had wel goed inzicht in de afzonderlijke mogelijkheden, maar de onderlinge interactie tussen deze opties ontbrak. Door gebruik te maken van WaViNed kon bepaald worden welke opties in welke volgorde geïmplementeerd konden worden en welke focus voor het verder reduceren van het energiegebruik noodzakelijk is. Hierdoor werd ook het inzicht gecreëerd in de totale besparing van de opties samen.

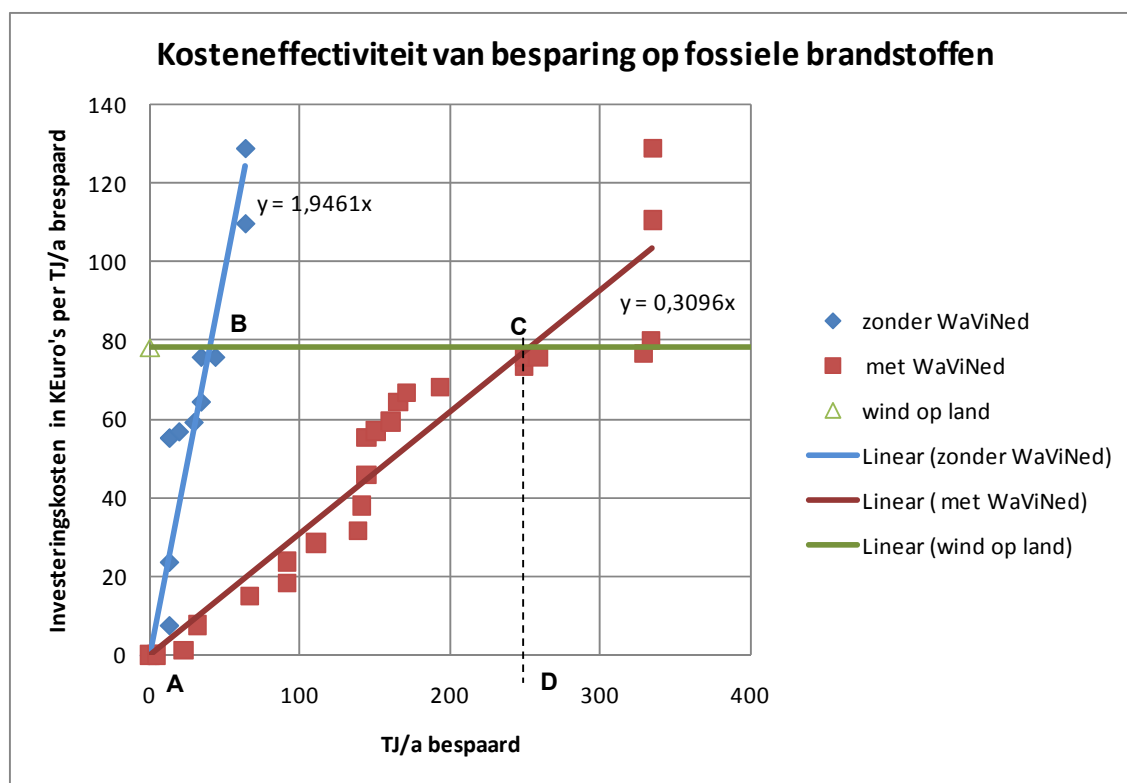
Hieruit blijkt dat zelfs met economisch zeer onrendabele maatregelen in MDI-2 de gewenste besparing van 20% in 2020 niet gerealiseerd kan worden. De maximale besparing die behaald kan worden na het implementeren van economisch onaantrekkelijke opties blijft steken op 13.5%.

Het is maar zeer de vraag of de gewenste besparing van 20% voor Huntsman wel haikbaar is. Eventueel zijn er nog verdere besparingsmogelijkheden aanwezig indien na het wegnemen van de twee belangrijkste knelpunten de LD-stoomgebruikers en de koudegebruikers kritisch worden beschouwd. Ook kunnen in onderdelen van de site die buiten deze studie vielen, waaronder MDI-1, additionele besparingsopties te vinden zijn. Deze opties zijn geschat tussen de 1 en 2 % van de totaal energie gebruik van de site. Op andere plekken op de site (totaal 10% van de totaalgebruik) zijn nauwelijks nog mogelijkheden om verder significant te besparen, omdat de stoomafblaas is al geminimaliseerd.

## 4. Meerwaarde van WaViNed

In de WaViNed visie worden de projecten gerangschikt op de investeringskosten per eenheid bespaarde fossiele brandstof. Er wordt daarbij geen onderscheid gemaakt tussen energie efficiency projecten of duurzame opwekking, noch wordt er rekening mee gehouden wie de investering moet doen. Door deze manier van rangschikken ontstaat een beeld van de meest kosten effectieve manier om besparing op fossiele brandstoffen te realiseren.

Een kenmerkende eigenschap van energie-efficiency projecten is dat ze zijn te rangschikken naar kosten effectiviteit. Als het 'low hanging fruit' eenmaal is geplukt moet er steeds meer worden geïnvesteerd om verdergaande besparingen te realiseren. Dit is in Figuur 4.1 te zien aan de blauwe en rode lijnen die de investeringskosten en energie besparing van efficiency projecten weergeven. De investeringskosten per eenheid primaire energie bespaard met behulp van duurzame opwekking blijven (vrijwel) ongewijzigd, het maakt nauwelijks uit of er nu 1, 10, of 30 windturbines worden geplaatst. In Figuur 4.1 wordt dit gedrag weergegeven voor wind op land, de meest kosten effectieve duurzame opwekking.



Figuur 4.1 De meerwaarde van de WaViNed voor De Pijp

De meest kosten effectieve manier om energie te besparen is om te beginnen met energie efficiency projecten totdat deze even duur zijn geworden als duurzame opwekking. Daarna is duurzaam opwekken kosten effectiever.

Met de WaViNed benadering wordt met energie efficiency projecten een besparing van 252 TJ/a gevonden voordat deze duurder worden dan duurzaam opwekken. Hierbij moet wel worden meegewogen dat voor de case Huntsman zonder WaViNed het overzicht van de besparingen ontbreekt. Door de keuze van de eenheden in Figuur 4.1 stelt een oppervlak onder een kromme het totale investeringsbedrag voor. De investeringen om met WaViNed een besparing van 252 TJ/a te realiseren bedragen M€9,8 in Figuur 4.1 voorgesteld door het oppervlak van driehoek

A-C-D. Eenzelfde besparing zonder WaViNed moet worden gerealiseerd door energie efficiency projecten tot punt B en daarna met duurzame opwekking tot punt C. De totale investering hiervoor bedragen m€18,1 in Figuur 4.1 voorgesteld door vierhoek A-B-C-D. Het verschil met en zonder WaViNed bedraagt m€8,3 in Figuur 4.1 voorgesteld door driehoek A-B-C.

## 5. Conclusies

Energie efficiency maatregelen zijn de meest kosten effectieve manier om vermindering van het primaire energiegebruik te verwezenlijken.

Bij alle betrokken bedrijven zijn eerdere energiestudies uitgevoerd, desondanks was het beeld van de energiehuishouding van het proces niet volledig. Hierdoor wordt een restpotentieel aan energie-efficiency maatregelen niet worden verzilverd waardoor een totaal van €5,7 miljard aan overbodige investeringen wordt gedaan.

Door een grondige analyse van de processen, beginnend bij de functie die energie vervult, wordt het inzicht in de energiehuishouding zodanig vergroot dat:

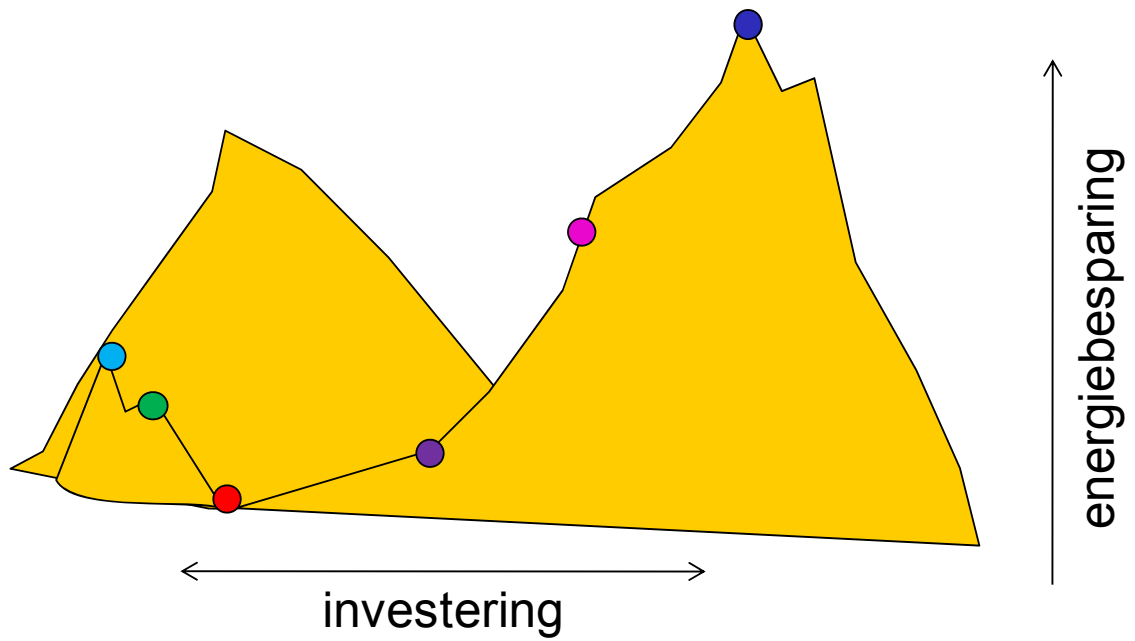
1. De nieuwe mogelijkheden voor energiebesparing wel aandienen;
2. Het einddoel en de weg erheen zichtbaar wordt zodat 'Lock in' effecten worden geïdentificeerd en kunnen worden vermeden.

Voorbeelden van nieuwe mogelijkheden zijn de warmteterugwinning uit het proces bij Total smeervetten Beverwijk.

Een voorbeeld van een 'lock in' is de huidige scheidingsstap bij Huntsman waarmee een dermate grote hoeveelheid LD-stoom wordt gegeneerd, zodatt het niet zinvol meer is om in andere delen van het proces nog op LD-stoom te besparen. In het algemeen kan worden gesteld dat 'Lock in' situaties zich voor doen zodra er unit operations of processen worden geïntegreerd. Fysiek verbinden levert in veel gevallen een snelle winst op maar beperkt het potentieel. Bovendien liggen de investeringen in de richting van integratie meestal niet op het pad wat naar de maximale besparingen leidt.

Zicht op het einddoel en de weg erheen wordt symbolisch weergegeven door het berglandschap van Figuur 5.1. Als men in het rode punt onderaan staat en van daaruit links en rechts kijkt kan de snelste hoogtewinst worden geboekt door links af te slaan. Het pad loopt echter in het lichtblauwe punt dood. Dit kan worden beschouwd als een "lock in" positie. Door gebruik te maken van aanvullende informatie, zoals kaarten, kan men echter weten dat de top ligt op het rechter pad. Voor energiebesparingsprojecten dient men hiervoor gebruik te maken van routekaarten waarin de volgorde en effecten van de besparingsopties zijn geëvalueerd. Hierdoor wordt de meest optimale route naar een zo hoog mogelijke energiebesparing zichtbaar.





Figuur 5.1 *Symbolische weergave van de weg naar maximale energiebesparing.*

Door een integrale benadering te kiezen ontstaat inzicht in het effect van maatregelen of procesroutes op het primaire energiegebruik van Nederland. Door het granulaat als energiedrager te waarderen is er, gezien vanuit het primaire energiegebruik, geen aanleiding om het primair en surplus slib te vergisten.

## Referenties

- Benschop, M.R., Rapport *betreffende de inspectie op veiligheid van een gasgestookte installatie*. Verslag van Eerste en/of Bijzonder inspectie (EBI) 081303.Rep.004, Inspectie Bedrijf Benschop (IBB), 2008
- DACE, *Prijzenboekje editie 27*. Postbus 1058, 3860BB Nijkerk, 2009
- Cleijne J.W. et al., *SDE Wind op land met vollasturen en differentiatie*. ECN rapport ECN-E—10-001, ECN P.O. box 1, 1755 ZG Petten, 2010.
- Engels W. et al., *Current developments in wind - 2009*. ECN rapport ECN-E-09-96, ECN P.O. box 1, 1755 ZG Petten, 2009.
- Grift J.M. et al., *Industriële warmtekracht*. WKK cursus voor de industrie. COGEN-projects Postbus 197, 3970 AD Driebergen, 2009.
- Harmelink M. et al., *Uniforme Maatlat voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw*. Een protocol voor het vergelijken van alternatieven voor de warmtevoorziening, Harmelink consulting in opdracht van Agentschap NL.
- Hers J.S. et al., *Onrendabele top berekeningen voor nieuw WKK vermogen 2008*. ECN rapport ECN-E—08-016, ECN P.O. box 1, 1755 ZG Petten, 2008.
- HHNK, *Jaarverslag 2008 Afvalwaterzuivering*. Postbus 130, 1135 ZK Edam, 2008.
- Klaassens N., Teunissen M., *RWZI en SDI Beverwijk, Energiebesparingsonderzoek en bedrijfsenergieplan*. Grontmij B.V. Postbus 203, 3730 AE De Bilt, 2008.
- Mieog, A.J., *Energiebesparingsonderzoek Total lubricants Plant Beverwijk B.V., DHV B.V.* Korte Hogendijk 4, 1506 MA Zaandam, 2008.
- Ru B. de, *Memo economische en technische haalbaarheid lage temperatuurdroger in combinatie met de HVC*. Waternet Postbus 94370, 1090 GJ Amsterdam, 2010.