

**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: [ce@ce.nl](mailto:ce@ce.nl)

website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Tools voor procesintegratie**

Ontwikkelingen en beleid

### **Rapport**

Delft, december 2002

Opgesteld door: Jessica van Swighem  
Maartje Sevenster  
Folmer de Haan  
Rob Stikkelman (Interduct)



# Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

Maartje Sevenster, Jessica van Swighem  
Tools voor procesintegratie  
Ontwikkelingen en beleid  
Delft, CE, 2002

Procestechologie / Energie / Grondstoffen besparing / Bedrijfsbeleid / Economische factoren / Adviesbureau's

Publicatienummer: 02.6952.21

Verspreiding van CE-publicaties gebeurt door:

CE  
Oude Delft 180  
2611 HH Delft  
Tel: 015-2150150  
Fax: 015-2150151  
E-mail: publicatie@ce.nl

Opdrachtgever: Novem

Dit project is uitgevoerd in opdracht van Novem ter ondersteuning van de uitvoering van het Spirit-programma onder hoofdlijn 'Restwarmte en Procesintegratie'. Het Spirit-projectnummer is 344240/0122.

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Jessica van Swigchem.

© copyright, CE, Delft

## **CE**

### **Oplossingen voor milieu, economie en technologie**

CE is een onafhankelijk onderzoeks- en adviesbureau, gespecialiseerd in het ontwikkelen van structurele en innovatieve oplossingen van milieuvraagstukken. Kenmerken van CE-oplossingen zijn: beleidsmatig haalbaar, technisch onderbouwd, economisch verstandig maar ook maatschappelijk rechtvaardig.

CE is onderverdeeld in vijf secties die zich richten op de volgende werkteerijnen:

- economie
- energie
- industrie
- materialen
- verkeer & vervoer

Van elk van deze secties is een publicatielijst beschikbaar. Geïnteresseerden kunnen deze opvragen bij CE tel: 015-2150150. De meest actuele informatie van CE is te vinden op de website: [www.ce.nl](http://www.ce.nl)

# Inhoud

Samenvatting	1
1 Inleiding	3
1.1 Aanleiding	3
1.2 Doel van de studie	3
1.3 Leeswijzer	4
2 Knelpunten voor procesintegratie	5
2.1 Achtergrond	5
2.2 Procesintegratie in breder perspectief	6
2.2.1 Industrial ecology	6
2.2.2 Ontwerp: intensificatie	7
3 Procesintegratie software	9
3.1 Positionering van softwaretools	9
3.2 Vereenvoudigde tools	12
4 Water en procesintegratie	15
4.1 Water, energie en procesintegratie	15
4.2 Ervaringen met wateroptimalisatiestudies in MKB bedrijven	15
4.3 Een ervaring met waterreductie in de papierindustrie	16
5 Actoren	21
5.1 Knelpunten in de interactie	21
5.2 Knelpunten bij gebruik van software	21
6 Beleidscontext	25
6.1 Inleiding	25
6.2 Conclusies	25
6.3 Succes- en faalfactoren	27
6.3.1 Succesfactoren	27
6.3.2 Faalfactoren	27
6.4 Beleidsaanbevelingen	28
A Inventaris beschikbare procesintegratietools	33
B Ervaringen met waterbesparingsstudies in MKB	43
C Stellingen discussie workshop	57
D Verslag workshop	59



# Samenvatting

Procesintegratie is het koppelen van energie- en/of massastromen, op verschillende punten in een proces, met de bedoeling besparingen te realiseren. In de afgelopen jaren (circa een decennium) is de aandacht voor procesintegratie en -intensificatie sterk toegenomen. Vooral grote bedrijven hebben potentieelstudies uitgevoerd, op het gebied van energie vaak door pinch-studies. Hierbij is software een goed hulpmiddel om mogelijkheden voor procesintegratie en -intensificatie op te sporen.

Ondanks de toegenomen aandacht is de daadwerkelijke toepassing van procesintegratie en -intensificatie nog mondjesmaat. De verbeteropties worden lang niet altijd toegepast, om diverse redenen. In dit onderzoek wordt gekeken welke rollen de verschillende actoren hierin spelen. Doel is:

*Het vinden van oplossingen voor de knelpunten in de driehoek eigenaar-adviseur-installateur teneinde realisatie van procesintegratieprojecten te verzekeren.*

Aan de hand van interviews, workshop met experts en literatuurstudie is specifiek gekeken naar de invalshoek van softwaregebruik bij procesintegratiestudies en de mogelijkheid van het sturen op andere incentives zoals waterbesparing. Hierbij zijn ook de verschillen tussen grotere en kleinere bedrijven bekeken.

Het initiëren van een procesintegratiestudie blijkt belemmerd te worden door onder andere de relatief lage kosten van energie en water. De interesse gaat meer uit naar besparingen op grondstof- of arbeidskosten.

De rol van de adviseur draagt in belangrijke mate bij aan het succes van een procesintegratiestudie. Een goede adviseur kijkt met een lange termijn blik naar integrale oplossingen, waarbij naast energieaspecten als water, grondstoffen, arbeid en timing worden meegenomen. De installateur heeft een dergelijke onafhankelijke en integrale visie veelal niet vanwege zijn verbinding met het verkopen van bepaalde technologie. Betrokkenheid van de adviseur vanaf een vroeg stadium van conceptplannen houdt zoveel mogelijk mogelijkheden open. Software speelt een aanvullende rol en kan de adviseur niet vervangen.

De noodzaak voor een procesgeïntegreerde aanpak van water binnen bedrijven ontbreekt bij veel bedrijven, omdat water, evenals energie, te goedkoop is. Wateroptimalisatiestudies laten wel een methode zien hoe ook andere stromen in een bedrijf aangepakt zouden kunnen worden.

Gedegen procesintegratiestudies zijn voor een gemiddeld MKB bedrijf te omvangrijk en daarom niet aantrekkelijk. Good housekeeping en eenvoudige maatregelen zijn in deze sector eerst aan de orde.

Uit een pakket samenhangende procesintegratiemaatregelen zijn bedrijven geneigd om de meest rendabele en minst risicovolle opties te kiezen. De echte geïntegreerde aanpak blijft dan liggen, zelfs al heeft die een acceptabele terugverdientijd.

Het veranderen van randvoorwaarden (bijvoorbeeld de prijs van energiegebruik of CO<sub>2</sub>-emissie) zou de realisatie van procesintegratie kunnen ondersteunen.



# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

*Procesintegratie* is het koppelen van energie- en/of massastromen, op verschillende punten in een proces, met de bedoeling besparingen te realiseren. Vaak worden hierbij meerdere unit operations gekoppeld (geïntegreerd), waarbij het niveau van de individuele apparaten wordt overstegen. Dit koppelen gebeurt vanuit het oogmerk één of meerdere aspecten van de bedrijfsvoering te verbeteren, en hierdoor kosten te besparen. Denk aan de benuttingsgraad van grondstoffen, energieverbruik, afvalstoffen, emissies, de productiecapaciteit of de bestuurbaarheid van het proces.

Wanneer deze integratie van processen wordt meegenomen bij de ontwikkeling van nieuwe unit operations of onderdelen van het proces, spreekt met van *proces-intensificatie*.

Software is een hulpmiddel bij het opsporen van procesintegratie en -intensificatie mogelijkheden. Er is een honderdtal software pakketten op de markt op dit gebied. Ze zijn behulpzaam bij het in kaart brengen van het proces of procesonderdelen, en de optimalisaties die daarin mogelijk zijn. Op het gebied van energie kan bijvoorbeeld worden bepaald welke warmte- en koudereststromen geschikt zijn om op een ander punt te worden ingezet, bijvoorbeeld door tussenkomst van een warmtepompen of -wisselaar. Een optimaal gebruik van de beschikbare "exergie" staat hierbij voor ogen. Ook is er een functie voor software in het onder controle houden van het proces.

Vanuit haar doelstelling heeft Novem procesintegratie en procesintensificatie actief gestimuleerd. Onder andere door de bekendheid van integratiemogelijkheden te verbeteren, door potentieelstudies financieel te ondersteunen, cases te begeleiden en software te helpen ontwikkelen.

In de afgelopen jaren (circa een decennium) is de aandacht voor procesintegratie en -intensificatie sterk toegenomen. Vooral grote bedrijven hebben potentieelstudies uitgevoerd, op het gebied van energie vaak door pinch-studies. Dit is onderzoek (met behulp van software) waarin de warmte- en koudstromen worden geoptimaliseerd waarbij het minimale temperatuurverschil ('pinch') tussen deze stromen een belangrijke rol speelt. Vaak resulteren deze studies in een aantal verbeteropties.

Ondanks de toegenomen aandacht is de daadwerkelijke toepassing van procesintegratie en -intensificatie nog mondjesmaat. De verbeteropties worden lang niet altijd toegepast, om diverse redenen. Novem heeft in verschillende onderzoeken de knelpunten in kaart gebracht, evenals mogelijkheden om deze weg te nemen<sup>1</sup>.

## 1.2 Doel van de studie

In deze studie richt de aandacht zich op de *driehoek eigenaar-adviseur-installateur*. De gedachte is dat in deze driehoek de potenties voor procesintegratie worden opgespoord, de motivatie kan worden gevoed en de uitvoering ter hand wordt genomen. Ieder heeft hierin een eigen rol. Door een

<sup>1</sup> Zie hiervoor onder andere: *Dromen, Denken, Doen*; Interduct, 1999; *Energie-efficiency in de industrie*; CE, 2002.

analyse van deze rollen komen mogelijkheden voor het wegnemen van knelpunten beter aan het licht. Het doel van dit project is:

*Het vinden van oplossingen voor de knelpunten in de driehoek eigenaar-adviseur-installateur teneinde realisatie van procesintegratieprojecten te verzekeren.*

Er is daarbij een tweetal specifieke invalshoeken:

- *Softwarehulpmiddelen*  
De vraag is of alle potenties van software worden benut, mede in relatie tot de rollen in de driehoek *eigenaar-adviseur-installateur*. Ook is de vraag welke mogelijkheden eenvoudige softwaretools bieden.
- *Andere incentives voor energiebesparing*  
Naast energie zijn ook water- en afvalbesparing thema's waar bedrijven mee bezig zijn. Met name in de provincies waar verdroging een belangrijk milieuthema is, speelt het zuiniger omgaan met (grond)water. Hier ligt een praktisch aanknopingspunt om dit met een betere benutting van energie te combineren. Waterstromen zijn immers vaak gekoppeld met energiestromen. De vraag is hoe de ontwikkelingen op dit gebied zijn en wat de rol van software daarbij is.

Daarnaast wordt ook aandacht besteed aan de tegenstellingen tussen grotere en kleinere bedrijven. De afgelopen jaren zijn er bij de grote en middelgrote bedrijven veel studies uitgevoerd naar procesintegratie. Het MKB is tot nog toe niet in deze mate bezig geweest met procesintegratie. De overheid heeft het vermoeden dat er in het MKB nog een aanzienlijk potentieel aan energiebesparing te realiseren kan zijn. In dit project speelt de vraag of procesintegratie hierbij een rol kan spelen.

Het project bestaat uit:

- literatuurstudie;
- interviews met experts (adviseurs, ontwikkelaars software, bedrijven);
- workshop met experts.

Het verslag van de workshop en de daarin bediscussieerde stellingen vindt u in bijlagen C en D.

### **1.3 Leeswijzer**

In Hoofdstuk 2 worden de, reeds bekende, knelpunten van procesintegratie belicht. In de hoofdstukken daarna gaan we in op de bovengenoemde mogelijke oplossingsrichtingen: software tools (Hoofdstuk 3) en water als incentive (Hoofdstuk 4). In Hoofdstuk 5 wordt ingegaan op de rollen van de verschillende actoren bij procesintegratie, waarbij specifiek aandacht wordt besteed aan software gebruik en de situatie binnen het MKB.

Tenslotte volgen in Hoofdstuk 6 de beleidscontext en aanbevelingen die naar voren zijn gekomen uit deze studie.





## 2 Knelpunten voor procesintegratie

### 2.1 Achtergrond

De afgelopen jaren is het aantal mogelijkheden om energie te besparen in de industriële procesvoering toegenomen. Het is technisch mogelijk om op een aantal 'niveaus' besparingsopties te realiseren, die als 'schillen' rond het productieproces te schakelen zijn:

- *Processpecifieke maatregelen*  
Maatregelen kunnen per proces worden genomen om dit procesdeel te optimaliseren. Voorbeelden zijn mechanische dampcompressie, in plaats van conventionele indampstechnieken, of een warmtepomp om proceslucht te koelen, in plaats van het gebruik van ijswater/stoom. De maatregel heeft wel invloed op het proces, maar geeft geen koppeling van meerdere procesunits.
- *Procesgeïntegreerde maatregelen*  
Zoals in het vorige hoofdstuk beschreven, betreft het maatregelen die zorgen voor optimalisatie van het proces door de koppeling van verschillende productie-units via energie, water, afvalstromen en dergelijke.
- *Maatregelen aan de rand van het productieproces*  
Maatregelen kunnen te maken hebben met het productieproces, maar zich aan de rand hiervan bevinden. Voorbeelden zijn rookgasreiniging, en een low-Nox-brander.
- *Buiten het productieproces, op bedrijfslocatie-niveau*  
Besparingsopties op het niveau van de utilities raken het productieproces niet direct; meerdere productieprocessen (ook van meerdere bedrijven) kunnen worden gevoed door de betreffende utilities. Een voorbeeld is een gecombineerde opwekking van stoom en elektriciteit (warmte kracht koppeling, WKK) in plaats van een gescheiden opwekking van deze energiedragers.

Hoewel er technisch gezien veel mogelijkheden zijn, worden deze niet allemaal toegepast. In de eerste plaats is (uiteraard) de rentabiliteit een drempel: opties die een terugverdientijd hebben van meer dan enkele jaren, worden door bedrijven vaak niet als optie gezien. Van de rendabele mogelijkheden wordt echter ook niet alles gerealiseerd (Swigchem e.a., 2002; Velthuisen, 1995; Gillissen, 1995). In de praktijk kiezen bedrijven vaak voor besparingsopties die het productieproces zo min mogelijk raken (EZ, 1995; Swigchem e.a., 1996). In feite betekent dit een voorkeur om maatregelen (grofweg) te realiseren in een volgorde die het omgekeerde is van de hierboven beschreven volgorde. Uiteraard moet hierbij de kanttekening gemaakt worden dat dit slechts een indicatieve voorkeursroute is.

De realisatie van procesintegratie stuit dus op een aantal knelpunten, financieel en niet-financieel. Enkele belangrijke niet-financiële knelpunten zijn (*Dromen Denken Doen*, Interduct, 1999):

- *Onvoldoende positieve referenties bij andere bedrijven*. Het kennis kunnen nemen van positieve ervaringen in andere bedrijven stimuleert in belangrijke mate de motivatie voor procesintegratie. Het ontbreken ervan, door het niet openbaar maken van materiaal, is een knelpunt.
- *Aandacht voor lokale problemen, onvoldoende aandacht voor het procesintegratieconcept*. Bedrijven richten zich primair op de korte termijn en op lokale problemen in de procesvoering. Hierdoor is er te weinig aandacht voor het opsporen van geïntegreerde oplossingen.

- *Technische risico's en problemen.* Omdat procesintegratie meerdere procesdelen 'aan elkaar knoopt', ontstaat een grotere afhankelijkheid van deze procesdelen onderling, hetgeen een risico betekent voor de continuïteit van de procesvoering. Als er een storing is in één deel, komt meteen een groter deel van het proces stil te liggen. Ook risico's voor de productkwaliteit vormen een knelpunt bij het overwegen van procesintegratie.

Uit de studie 'Energie-efficiency in de industrie' (J. van Swigchem e.a., 2002) blijkt dat energiebesparing alléén onvoldoende reden is voor het nemen van maatregelen. Aansluiting op een 'natuurlijk investeringsmoment' en het aanwezig zijn van andere voordelen dan die van de besparing op energiekosten (waardoor de rentabiliteit van de maatregel verbetert) zijn belangrijke voorwaarden. Dit geldt des te meer voor procesintegratie omdat dit de minst aantrekkelijke 'schil' is voor een bedrijf om energiebesparing te realiseren.

Hoewel de realisatie van procesintegratie en -intensificatie voor bedrijven geen hoge prioriteit heeft, is deze maatschappelijk gezien wel relevant. Ten eerste is de verhoging van de energie-efficiëntie een belangrijke pijler van het Nederlandse energie- en klimaatbeleid. Ten tweede is in de afgelopen decennia al veel 'laaghangend fruit' geplukt: de meest rendabele en minst risicovolle opties zijn al geïmplementeerd. Voor verdergaande energiebesparing zou procesintegratie meer en meer in beeld moeten komen.

Tenslotte is er een derde reden voor de maatschappelijke relevantie van procesintegratie. Op zich is het wenselijk om eerst in het productieproces en tussen procesdelen te optimaliseren, alvorens de utiliteit hierop aan te passen. Wanneer dit niet gebeurt, is er het gevaar dat de utilities overgedimensioneerd worden. Er is dan geen prikkel om verdere besparingen binnen de procesvoering te realiseren.

## 2.2 Procesintegratie in breder perspectief

Omdat procesintegratie tegen een aantal knelpunten aanloopt, is de vraag relevant of procesintegratie (gericht op energie besparen) meer dan nu het geval is, zou kunnen meeliften met andere incentives voor procesintegratie. Thema's als water en industrial ecology zouden mogelijkerwijs kunnen dienen als vehikel. Ook de benutting van een natuurlijk investeringsmoment (uitbreiding, verandering van proces uit marktoverwegingen) is een mogelijkheid. Dit laatste betekent dat er meer mogelijkheden liggen in procesintensificatie dan in procesintegratie. Immers: het maken van een ontwerp gebeurt als er een reden is om dit te doen, buiten energie om.

### 2.2.1 Industrial ecology

De term industriële ecologie wordt gebruikt om de ideeën achter duurzame bedrijventerreinen te beschrijven. Een duurzaam bedrijventerrein is een soort ecosysteem: verschillende bedrijven op een terrein werken samen om tot een hoger bedrijfseconomisch rendement, minder milieubelasting en een intensiever gebruik van ruimte te komen. Dit kan door gezamenlijk elektriciteit op te wekken uit duurzame bron, zoals bijvoorbeeld via een windmolen, of door distributie te combineren. Een thema dat direct aansluit bij procesintegratie is het uitwisselen van stromen: materiaal, water, warmte, stoom, etc.



In principe maakt het voor procesintegratie niet uit of de te integreren stromen zich in één gebouw bevinden of niet. Daarom is dit onderwerp vanuit het oogpunt van analyse en software niet anders dan traditionele procesintegratie. In praktijk zijn er uiteraard wel verschillen: hoe moet een stroom over 200m op temperatuur gehouden worden? Belangrijker is, dat de risicoperceptie bij integratie over de muur nog groter is dan bij interne integratie. Bedrijven zijn, uiteraard, zeer huiverig om hun proces afhankelijk te maken van toevoer van stromen vanuit een ander bedrijf.

Daarom beperkt men zich meestal tot het uitwisselen van één stroom, waarbij dus geen sprake is van echte procesintegratie, of tot een gezamenlijke WKK.

## **2.2.2 Ontwerp: intensificatie**

Bij proces intensificatie worden de concepten van procesintegratie toegepast op een nog te ontwerpen installatie. Dit lijkt in ieder geval één van de knelpunten op te kunnen lossen: het vinden van het juiste beslismoment. Zelfs in de ontwerpfase is het juiste beslismoment kort: de budgetten liggen vaak al vroeg in het proces vast en dit vastleggen gebeurt meestal niet in overleg met energiebesparingsexperts.

Daarnaast zou de ideale pinch oplossing – het thermodynamisch optimum – in de ontwerpfase ook echt in de praktijk kunnen worden gebracht, terwijl dit met integratie van al bestaande installaties nooit mogelijk is vanwege praktische randvoorwaarden. Het aantal vrijheidsgraden is dus veel groter bij intensificatie, maar tegelijkertijd geldt dat de gegevens waarmee gewerkt moet worden minder betrouwbaar zijn. De precieze temperaturen, drukken, enz. van de te verwachten stromen zijn nog niet bekend – de installatie draait tenslotte nog niet.



## 3 Procesintegratie software

### 3.1 Positionering van softwaretools

Software kan een hulpmiddel zijn bij het opsporen van procesintegratie en proces-intensificatie mogelijkheden. In de loop van de jaren zijn een honderdtal softwarepakketten op de markt gekomen die op het gebied van energie gebruikt worden. Sinds 1994 voert Interduct jaarlijks een inventarisatie uit van de procesintegratiehulpmiddelen die in gebruik zijn in het bedrijfsleven.

In het kader van dit onderzoek is een inventarisatie en categorisatie gemaakt van de meest actuele hulpmiddelen:

#### 1 *Flowsheeters*

Flowsheeters zijn software pakketten die massa- en energiebalansen uitrekenen van het totale proces, dynamisch of statisch. Veelal is er de mogelijkheid het onderhavige proces in een processchema weer te geven (flowsheet).

#### 2 *Klassieke pinch-software*

Het gaat hier om software waarmee de warmte- en koudestromen in kaart gebracht kunnen worden. Het resultaat zijn 'pinch-plaatjes' van warmte- en koudecurves waarmee gezocht kan worden naar optimalisatie van deze twee stromen (zie figuur 1). In toenemende mate wordt op deze grafische wijze ook integratie van andere stromen geoptimaliseerd.

#### 3 *Spread sheet modules*

Deze software maakt gebruik van een spread sheet, bijvoorbeeld Windows Excel. Daarmee zijn ze relatief eenvoudig, zowel in het bedienen als in het aanleren van de toepassing. Bovendien draaien ze op standaard desktop computers.

#### 4 *Specialistische software*

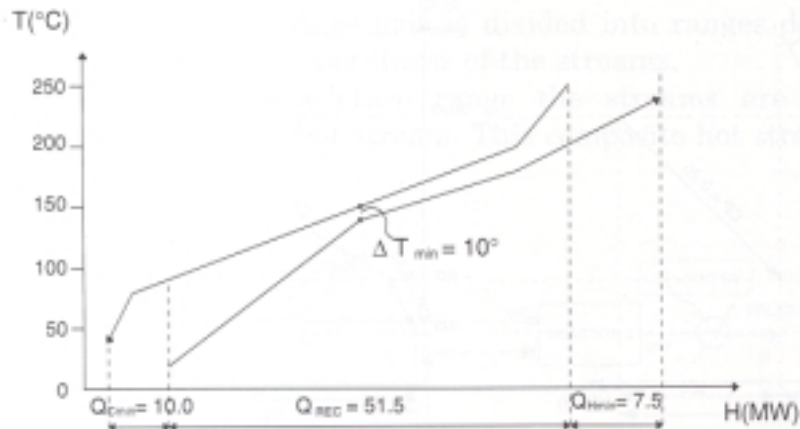
Dit zijn hulpmiddelen die door hun specialistische toepassing of opzet minder algemeen inzetbaar zijn. Deze groep wordt vanaf de basisvergelijkingen geprogrammeerd en opgezet. Bovendien moeten ze ook op dit niveau onderhouden of eventueel uitgebreid worden. De toepassingen in de procestechnologie beperken zich hierdoor tot kleine systemen, gemodelleerd door specialisten. Hierdoor zijn dit geen eenvoudige tools, maar hier staat tegenover dat ze veelal wel flexibel zijn.

Voorbeelden zijn Gate Cycle/efficiency map en Epsilon, die specifiek voor energiecentrales en -systemen bedoeld zijn, en Sugar dat speciaal voor de suikerindustrie bedoeld is. EFPS is uitsluitend voor toepassing in pyrolyseprocessen, zoals het kraken van ethyleen.

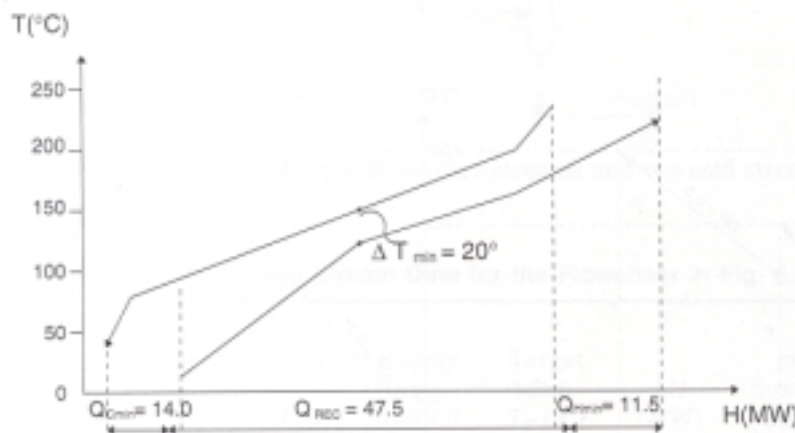
#### 5 *Overige software*

Dit zijn integratiehulpmiddelen die niet in de overige categorieën vallen.

Figuur 1 Pinch-plaatjes: grafische weergave van optimalisatie van integratie



(a) The hot and cold composite curves plotted together at  $\Delta T_{min} = 10^\circ\text{C}$ .



(b) Increasing  $\Delta T_{min}$  from  $10^\circ$  to  $20^\circ\text{C}$  increases the hot and cold utility targets.

Relevant is de vraag, in hoeverre de softwarehulpmiddelen geschikt zijn om andere thema's dan energie in kaart te brengen. Kunnen de softwaretools behulpzaam zijn bij het meeliften van energiegerichte procesintegratie en procesintensificatie met andere thema's?

Van de geselecteerde softwareprogramma's is in kaart gebracht of deze geschikt zijn om voor andere thema's te gebruiken (warmte, water, exergie, waterstof, overig of een combinatie van deze), en of ze opties in kaart brengen die over de bedrijfsgrens heen reiken (industrial ecology). Ook is voor de pakketten het toepassingsmoment (processynthese, procesontwerp, procesdimensionering, na procesontwerp, overig) in kaart gebracht. In Tabel 1 is een overzicht gegeven van alle kenmerken, voor een selectie van relevante pakketten (zie bijlage A voor meer details).



Tabel 1 Overzicht van kenmerken van software pakketten

	classificatie					criteria					
	klassieke pinch	flowsheet	spreadsheet	specialistisch	anders	toepassing	design fase	proces type	branche	Nieuwe ontwikkelingen	
						1: massa 2: warmte 3: energie 4: water 5: waterstof 6: anders	1: proces synthese 2: procesontwerp 3: sizing 4: anders	1: batch 2: semi continu 3: continu	1: chemie 2: petrochemie 3: voeding 4: energie opwekking	Flexibiliteit tav nieuwe eenheden --, -, +, ++	scope: 1: binnen proces 2: over de muur 3: hele site 4: regionaal 5: anders
20-SIM				x		6	3	1,2,3	1,2,3,4	++	5
ACSL Optimise				x		6	4	1,2,3	1,2,3,4	++	5
Aspen		x				1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	+	1,2
AspenPinch/water/.	x					1,2,3,4,5	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
EBSILON 2000					x	1,2	2,3	3	4	--	1
ESP		x				1,2,4	2,3	3	1,2,3	--	1
HEXTRAN	x					1,2	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
HYSYS		x				1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	+	1,2
HYSYS HX-net / ...	x					1,2	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
IDEAS		x				1,2	2,3	3	1,2,3	-	1
MATLAB				x		6	3	1,2,3	1,2,3,4	++	5
PRO/II		x				1,2	2,3	1,2,3	1,2,3	+	1,2
PROSIM				x		6	4	1,2,3		++	5
ProTRAX					x	1,2	2,3	3	4	--	1
SUPERTARGET	x					1,2,4,5	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
Steam			x			1,2,4	2,3	1,2,3	1,2,3	++	1,2,3
WINGEMS					x	1,2	2,3	3	zie opm.	-	1
CADSIM Plus		x				1,2	2	3	1,2,3	+	1
EFPS					x	1,2	2,3	3	1,2	--	1
GATE CYCLE					x	1,2,3	2,3	3	4	--	1
MASSBAL		x				1,2	2,3	3	1,2,3	-	1,2
SINDA/FLUINT											
SUGARS					x	1,2	2,3	1,2,3	zie opm	--	1

Uit de tabel blijkt dat:

- Specialistische softwarepakketten een speciale plaats hebben: ze kunnen op maat thema's integreren, en worden voor specialistische doelen en problemen gebruikt.
- In de overige categorieën zijn er enkele (4) pakketten (in de categorie pinch (2), flowsheet (1) en spreadsheet (1)) die geschikt zijn voor een ander thema. Dit is veelal water.
- Alle pinch-pakketten zijn te gebruiken in zowel de *proces synthesis* (voorontwerp), als in het *proces design* (eigenlijke ontwerp) en de *sizing* (herontwerp bijvoorbeeld). Van de overige pakketten zijn alleen twee flowsheet-pakketten te gebruiken voor *proces synthesis*.
- Met name de pinch-pakketten zijn geschikt om zowel in het proces als breder, tot over de bedrijfspoort stromen te optimaliseren. Andere pakketten zijn eerder geschikt om in het proces of daar net omheen te optimaliseren.

Hieruit kunnen we concluderen dat de pinch-pakketten het meeste perspectief bieden om op elk willekeurig moment in het proces(her)ontwerp te worden ingezet, én om tot over de bedrijfspoort heen de processtromen te optimaliseren. Denk bijvoorbeeld aan duurzame bedrijventerreinen.

Hoewel er zeker zo'n honderdtal software pakketten voor pinch- en exergie-analyses bestaat, zijn de meeste daarvan zeer ingewikkeld. Ingewikkeld betekent hierbij vooral complex in gebruik en resultaat. De programma's draaien vaak niet op algemeen in gebruik zijnde computer platforms, vragen om grote hoeveelheden gedetailleerde invoerdata of geven resultaten die pas na diverse vertaalslagen te begrijpen zijn. Dit maakt deze programma's, nog afgezien van de prijs, hoogdrempelig voor met name de kleinere bedrijven (MKB).

Met het oog hierop zijn eenvoudiger pakketten ontwikkeld. Eén daarvan is Odessy - Optimum Design of Energy Supply Systems – dat is ontwikkeld door TNO MEP. Het programma is uitdrukkelijk bedoeld voor gebruikers in de industrie zelf, naast ingenieuradviesbureaus. Het uitgangspunt voor ontwikkeling van het pakket was het integreren van warmtepompen (WP), warmtekrachtkoppeling (WKK) en warmtewisselaars (WW) in één laagdrempelig programma. Laagdrempelig betekent in dit geval zowel betaalbaar als toegankelijk via algemeen beschikbare middelen: Pc's met Windows. Ook het gebruik van het programma sluit direct aan bij gangbare Windows standaarden.

Naast een volgens pinchmethode - dat wil zeggen, thermodynamisch – optimale invulling van verwarming- en koelbehoefte geeft Odessy ook een kostenraming voor investering en terugverdientijden. Odessy kijkt niet naar het centrale proces zelf, maar beschouwt de “schillen” verder naar buiten: van passieve warmteterugwinning (WW) tot utilities (bijv. inzet van WKK). Als zodanig is het niet (direct) geschikt voor procesontwerp, maar wordt wel ingezet bij integratie “over de muur”.

Odessy is dus, wat methodologie betreft, in zekere zin complexer dan andere pakketten. Hierdoor is het echter weer eenvoudiger in gebruik, omdat de drie mogelijke installaties (WKK, WP, WW) geïntegreerd worden meegenomen, zodat er maar één keer gerekend hoeft te worden.

Wat betreft de rollen van de verschillende actoren in het gebruik van deze software verwijzen we naar Hoofdstuk 5. Hier gaan we in op twee vragen over de rol van de software zelf, op dit moment en in de toekomst. De informatie is ontleend aan interviews met deskundigen en de discussie in de workshop (zie bijlage D).

#### **Draagt eenvoudigheid van software bij aan realisatie van procesintegratie?**

Uit de informatie van experts blijkt dat eenvoudige software pakketten als Odessy geen belangrijke bijdrage leveren aan de realisatie van procesintegratie. Eerst moeten andere knelpunten worden opgelost. Heel belangrijk is dat software op het *juiste moment* gebruikt wordt, niet zozeer *welke* software gebruikt wordt. Een voordeel van bijvoorbeeld Odessy zou wel kunnen zijn dat het makkelijk en vaak te gebruiken is, ook door de eigenaar zelf. Als op één of andere manier gebruik als een soort monitor gestimuleerd zou kunnen worden, zou er op beslismomenten al kennis zijn over de mogelijke procesintegratie oplossingen. Daarnaast is het vooral de prijs die dit pakket aantrekkelijker maakt voor kleinere bedrijven, maar dit speelt pas een rol nadat de noodzaak voor een studie gecreëerd is.





### **Potentiële ontwikkelingsrichting van software**

Een eenvoudig pakket zoals Odessy moet zich richten op de middelgrote tot grote MKB bedrijven. Bij het kleine MKB komt echte procesintegratie, van meerdere stromen, niet voor en kan ook de aanschaf van Odessy nog een te grote investering zijn. Grotere bedrijven hebben meer potentie voor procesintegratie. Er lijkt overeenstemming te zijn over het feit dat Odessy op dit moment in theorie uitstekend geschikt is voor dit doel. Het is makkelijk in gebruik, draait op een algemeen beschikbaar platform en kost slechts een fractie van de grote procesintegratiepakketten, maar levert tegelijkertijd een volledige pinch-analyse van 20 stromen, met geïntegreerde WKK, WP en WW oplossing en kostenraming. Daarnaast kan in principe ook uitwisseling van stromen met andere bedrijven worden geïntegreerd.

Verdere “vereenvoudiging” wordt over het algemeen als onwenselijk beschouwd. Eerder zijn er suggesties voor toevoegingen:

- meenemen van koeling;
- monitor functie;
- verbetering kostenraming.

Het idee van een functie als monitor instrument is hierboven al beschreven. Dit zou kunnen helpen om software inderdaad te gaan gebruiken op het moment dat men met nieuwe plannen start (en niet te wachten tot er al een eerste concept gereed is). Het verbeteren van de kostenraming zou een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan het vertrouwen van eigenaars in de uitkomsten van het programma. Door input van gegevens over productietijden flexibeler te maken en eventuele secundaire investeringen te noemen, wordt de schatting van te maken kosten realistischer. In het laatste ligt echter ook een rol voor de adviseur, in samenwerking met installateur, die de benodigde secundaire investeringen zou moeten kunnen onderkennen.



## 4 Water en procesintegratie

### 4.1 Water, energie en procesintegratie

Procesintegratie is het combineren van stromen, op verschillende punten in een proces, met de bedoeling het proces te verbeteren. Energie en water kunnen beide een invalshoek zijn voor procesintegratie.

Procesintegratie voor energie wordt mogelijk gemaakt omdat energiestromen in een proces verschillen in kwantiteit (warmte-inhoud) en kwaliteit (temperatuur). Uitgaande energiestromen kunnen, door koppeling of opwaardering, hergebruikt worden in het proces.

Procesintegratie voor water wordt mogelijk gemaakt omdat waterstromen in een proces verschillen in kwantiteit (debiet) en kwaliteit (samenstelling). De kwaliteit laat zich lastig omschrijven omdat meerdere typen vervuiling aanwezig kunnen zijn. In de praktijk zijn parameters als zuurgraad, geleidbaarheid en concentratie aan organische verontreinigingen bruikbaar. Procesintegratie voor water richt zich op het mengen of zuiveren van waterstromen zodat deze hergebruikt kunnen worden in het proces.

Veel energiestromen zijn niet gebonden aan waterstromen. Een aantal energie- en waterstromen is echter wel afhankelijk van elkaar. Voorbeelden hiervan zijn: het gebruik van koelwater en het inzetten van open stoom voor verwarming. In het algemeen geldt dat de financiële prikkel om de energiekosten van waterstromen te verlagen sterker is dan de prikkel om de waterkosten te verlagen. De energiegebonden kosten van deze waterstromen (ordegrootte 2 tot 20 Euro per ton heet water/stoom) is een factor groter dan de massagebonden kosten (0 tot 2 Euro per ton vervuild water). In specifieke gevallen, bijvoorbeeld in gebieden waar voorkoming van verdroging beleid is van de overheid, kunnen de massagebonden kosten hoger uitvallen.

### 4.2 Ervaringen met wateroptimalisatiestudies in MKB bedrijven

De interesse van MKB bedrijven is niet gericht op procesintegratie, maar op het economisch verantwoord bedrijven van zijn/haar bedrijf.

Het initiatief van een wateroptimalisatiestudie wordt in een aantal gevallen genomen door een MKB bedrijf zelf. De belangrijkste drijfveer voor een MKB bedrijf om haar waterhuishouding te verbeteren is het volgens vergunningsvoorschriften afvoeren van vervuilde waterstromen. Het resultaat, op advies van de huisadviseur, is meestal een end-of-pipe oplossing, waarbij procesintegratie geen aandacht krijgt.

Het initiatief kan ook uit gaan van een combinatie van het waterbedrijf en het afvalwaterzuiveringsbedrijf eventueel gecombineerd met een adviseur. Dit team kan een inschatting maken van de watergebonden kosten van een MKB bedrijf. Op basis van de ervaring dat minimaal 10% van de watergebonden kosten bespaart kan worden, kan het MKB bedrijf benaderd worden met een economische onderbouwde voorstel.

Als de watergebonden kosten groter zijn dan 50.000 Euro kan een bedrijf geadviseerd worden een procesintegratiestudie door gespecialiseerde adviseurs uit te laten voeren. Een procesintegratiestudie vergt namelijk een sig-

nificante personele inzet en resulteert in opties waarbij geïnvesteerd moet worden in bijvoorbeeld pijpleidingen en pompen. Bij kosten tussen 10.000 en 50.000 Euro is een quick scan te overwegen. Bij lagere kosten lager is het advies geen actie te ondernemen.

De omvang van de watergebonden kosten zijn bij de meeste MKB bedrijven te beperkt om een procesintegratiestudie te rechtvaardigen. Bij meer MKB bedrag is een quick scan wel te overwegen. Met zo'n aanpak kunnen ze op zoek naar de grote vissen. Aandacht voor 'good housekeeping' en eenvoudige maatregelen biedt voldoende interessante mogelijkheden.

Bij een twintigtal MKB bedrijven is een quick scan methode toegepast. Deze methode bestaat uit een stappenplan, waarbij soft ware tools nauwelijks een rol spelen. Het inzicht dat verkregen wordt kan in een beperkt aantal gevallen leiden tot een procesgeïntegreerde opties. De rol van de adviseur bij het uitvoeren van de quick scan is die van compagnon en meedenker. MKB bedrijven zitten niet te wachten op rekenaars. Omdat er bij procesintegratie studie eerst 'gestudeerd' moet worden, loopt de adviseur het risico dat zijn advies niet meer aansluit bij de MKB-er.

Tijdens de wateroptimalisatie kwamen combinaties van water en energie op tafel bij het opstellen van de watermassabalans en wel daar waar water ook energiedrager is. Ingeval van koelwater is er meestal geen aanleiding om van water over te gaan naar energie. De kwaliteit van water verandert nauwelijks. Het inzetten van stoom, vooral in open systemen wel, omdat de stoom als condensaat in contact komt met vervuilingen.

#### **4.3 Een ervaring met waterreductie in de papierindustrie**

De pulp- en papierindustrie is een sleutelement van de Europese papier- en bosbouwsector, die een jaaromzet van meer dan 400 miljard Euro genereert, directe werkgelegenheid biedt aan ruim 260.000 mensen en indirecte werkgelegenheid aan ongeveer vier miljoen werknemers. Deze sector is tevens de tweede grootste verbruiker van zoet water in Europa, een reden tot grote bezorgdheid voor het milieu. De papierproducenten worden geconfronteerd met een steeds strengere milieuwetgeving. Een voorbeeld hiervan is de EU Directive 96/61/EC: "Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC) in the European Paper Industry".

De Nederlandse papierindustrie gebruikt ook veel water. Het onderstaande overzicht geeft aan dat het waterverbruik de afgelopen decennia met meer dan 30% gedaald is. Toch is nog altijd een significante hoeveelheid kubieke meter water per ton papier nodig. Het proceswater wordt ongeveer dertig keer opnieuw gebruikt, maar de opeenhoping van vervuilend materiaal in het water maakt een verdere kringloopsluiting lastig. Als het water te veel verontreiniging bevat, gaat de kwaliteit van het papier achteruit.



Tabel 2 Historisch overzicht van het waterverbruik voor de productie van een ton papier voor de Nederlandse situatie [bron presentatie Carlos Negro, COST E14-Towards ZLL, Doorwesh, september 2002, sheet 27 <http://www.kcpk.nl>]

	Totaal [m <sup>3</sup> /ton]	Proceswater [m <sup>3</sup> /ton]	Koelwater [m <sup>3</sup> /ton]
1985	42,4	19,1	23,3
1998	33,1	13,5	19,6
1999	29,3	13,5	15,9
2000	28,5	12,1	16,4

Recentelijk is een EET project<sup>2</sup> uitgevoerd, dat gericht was op het realiseren van een verdere sluiting van de waterkringloop van de papierfabriek Doetinchem B.V. door:

- het water in het proces slimmer in verschillende kringlopen in te delen;
- transport van vervuiling tussen de kringlopen te verminderen;
- de meest vuile deelstromen grondig te zuiveren.

Het doel van het project was tachtig procent reductie van het waterverbruik te realiseren. Invoering van deze methode in de totale Nederlandse papierindustrie zou jaarlijks 30 miljoen kubieke meter schoon water moeten besparen. Door de kringloopsluiting neemt de temperatuur van het proceswater toe. Recirculatie van het (warme) proceswater kan tot significante energiebesparingen leiden.

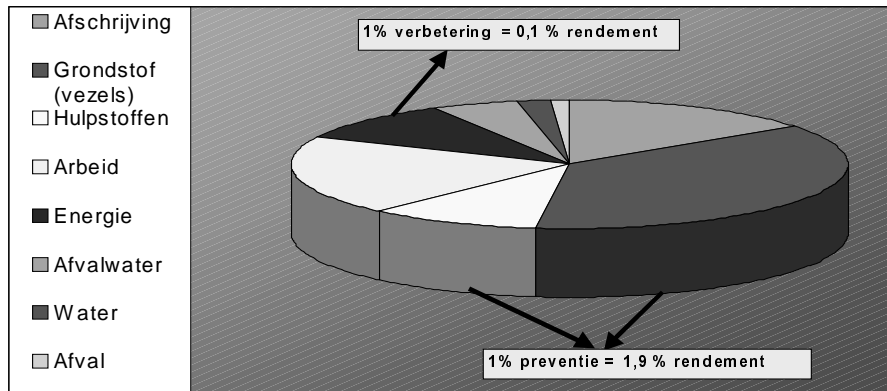
Water, en met name de kwaliteit van water, speelt een belangrijke rol in de papierindustrie. Water vormt het reactiemedium waarin een groot deel van de processen plaats vindt. Het beïnvloedt de vezelhechting en draagt zorg voor de afvoer van potentiële productvervuilingen. Water bepaalt dus sterk de kwaliteit van het eindproduct. Verder zorgt water voor het transport van diverse procesinterne massastromen en energie in de vorm van stroom en koelwater. Al met al is water onmisbaar bij de productie van papier.

Ondanks het grote belang en het hoge verbruik van water in het productieproces van papier is het niet de eerste keus om een waterbesparingstudie te starten die zich alleen richt is op de waterstromen. Hiervoor zijn twee belangrijke redenen aan te wijzen.

- 1 Water van diverse kwaliteiten, zoals oppervlaktewater, grondwater en drinkwater, is goedkoop. Het rechtvaardigen van investeringen op basis van de kostenreductie door besparingen op alleen de waterstromen is, uitzonderingen daargelaten, een lastige zaak.
- 2 Bedrijven zullen extra aandacht voor de bedrijfsvoering richten op die onderdelen waarvan de hoogste besparingen kunnen worden verwacht. In de onderstaande figuur is een indicatie aangegeven van de verdeling van de kosten voor de papierindustrie. Uit de figuur is af te leiden dat bedrijven hun aandacht primair zullen richten op het verbeteren van het grond- en hulpstoffenrendement en het reduceren van de arbeidskosten.

<sup>2</sup> EETK97005 Een schoon papierproductieproces bij een gesloten proceswaterkringloop.

Figuur 2 Verdeling van totale kosten per jaar, voor papierindustrie, over verschillende posten (fictief voorbeeld). Water en energie zijn te kleine posten om belangrijke winst op te behalen



Waterbesparingen kunnen wel geïdentificeerd worden als onderdeel van een brede aanpak. In de EET-studie is de aandacht gericht geweest op het streven naar een schonere primaire kringloop. Door deze brede aanpak zijn veel meer baten te verwachten. Hier valt te denken aan een verbeterde productkwaliteit, een verbeterde runnability, minder gebruik van hulpstoffen, minder verlies van energie maar natuurlijk ook minder gebruik van water en een besparing op de lozingheffing. Deze lijst met baten heeft natuurlijk ook een keerzijde. De aanpak is complexer geworden.

Een brede aanpak impliceert dat er meerdere partijen nodig zijn voor de uitvoering:

- specialisten in de benodigde kennisvelden, zoals papierchemie en zuiveringstechnologie bepalen wat haalbaar is op deelprocesniveau;
- deskundigen op het gebied van simulatie laten de samenhang zien van stromen in het proces en gaan de effecten van procesveranderingen na;
- ervaringsdeskundigen uit het bedrijf zelf;
- een onafhankelijke facilitator, die verantwoordelijk is voor een goed geïntegreerde uitvoering en voorkomt dat specialisten te direct te diep zoomen op een deelaspect.

Voor het EET-project heeft zo'n multidisciplinair team een procesgeïntegreerd advies gegeven. Uitvoering van het advies zou leiden tot een besparing van enkele miljoenen euro per jaar. De benodigde investeringen zouden binnen anderhalf jaar terug verdiend zijn. Tabel 3 geeft een overzicht van de resultaten. De eerste kolom met percentages geeft aan in welke mate een deelaspect verbeterd kan worden. Volgens de tabel zou 80% van het watergebruik bespaard kunnen worden. De tweede kolom met percentages geeft aan in welke mate de deelaspecten bijdragen aan de totale financiële besparingen. Een vermindering van de hulpstoffen kan voor 29% bijdrage aan de totale besparingen. De besparingen op het watergebruik zijn in financiële termen beperkt.

Tabel 3 Besparingsmogelijkheden in EET-project

	Verbetering onderdeel	Bijdrage integrale Voordelen
	%	%
Verbeterd product	?	?
Verbeterde runnability	2	18
Minder hulpstoffen	20	29
Besparing op water	80	9
Minder verlies van energie	5	15
Besparing lozingsheffing	50	29

Het bovenstaande pakket van maatregelen lijkt met zo'n korte terugverdientijd indrukwekkend. In de praktijk blijkt echter dat de implementatie van deze maatregelen een verhaal apart is.

De terugverdientijd is een gemiddelde over een aantal mogelijke procesaanpassingen met bijbehorende besparingen. Sommige aanpassingen daarvan resulteren in een nog gunstiger financieel vooruitzicht. De ondernemer kiest ervoor om juist deze aanpassingen uit te voeren. De relatief wat minder gunstige ideeën blijven liggen.

De ondernemer is geneigd om risico's te vermijden. Als het procesgeïntegreerde advies een pakket van onderling samenhangende maatregelen bevat, wordt de kans van mislukken groter. Een mislukt onderdeel kan het gehele advies in gevaar brengen. Een aantal baten van het pakket van procesgeïntegreerde maatregelen zijn afhankelijk van externe factoren. Een voorbeeld hiervan is de lozingsheffing op de afvalwaterstromen. De factoren kunnen veranderen in de toekomst en daarmee het economische rendement van de maatregelen. In verband met het risicomijdend gedrag zullen fundamentele procesveranderingen vrijwel nooit doorgang vinden.

Het bedrijf bevindt zich in een dynamische omgeving. Markten kunnen instorten of juist sterk groeien. Als de cash flow situatie het toestaat kan de ondernemer zijn geld desondanks maar eenmaal uitgeven. Voor de ondernemer kunnen andere prioriteiten een rol spelen dan voor de uitvoerenden van een procesgeïntegreerde studie. De ondernemer kan bijvoorbeeld besluiten meer aandacht te willen schenken aan promotie van zijn product of aan een uitbreiding van de productiecapaciteit. De implementatie van procesgeïntegreerde aanpassing kan door de dynamiek geheel gestopt worden, zelfs al had de ondernemer bij aanvang van een studie de intentie fors te willen investeren.





## 5 Actoren

### 5.1 Knelpunten in de interactie

Bij procesintegratiestudies is een tweetal actoren betrokken: de eigenaar en de adviseur. Bij het implementeren van de uitkomsten en het creëren van mogelijkheden daarvoor, spelen echter ook ontwikkelaar, installateur en overheid een rol.

In de zoektocht naar oplossingsmogelijkheden voor de knelpunten die procesintegratie en -intensificatie in de weg staan, richt de aandacht zich de laatste jaren op de driehoek *eigenaar, adviseur en installateur*. Een aantal knelpunten dat in 1999 naar voren kwam in de Interduct studie, hebben betrekking op deze relaties:

- Bedrijven kunnen zich niet vinden in de resultaten van de uitgevoerde potentieelscans. De persoonlijke interpretatie van de resultaten door de adviseur, zonder het bedrijf hierin goed te kennen, speelt een rol.
- Er is te weinig terugkoppeling van installateur naar adviseur. De ervaring van de installateur met bijvoorbeeld de daadwerkelijke investeringskosten worden niet voldoende benut.
- De adviseur leeft zich te weinig in het bedrijf in. Binnen het MKB zal men in eerste instantie op zoek zijn naar oplossingen voor bepaalde problemen en minder naar kansen die pas op langere termijn voordeel opleveren.
- De adviseur zoekt te weinig naar toekomstige voordelen (verhoogde productiecapaciteit bijvoorbeeld).

### 5.2 Knelpunten bij gebruik van software

Om de plaats van software - in het bijzonder die van Odyssey - duidelijker te definiëren zijn de perspectieven van verschillende actoren bekeken, aan de hand van interviews. Hierbij is gekeken naar de knelpunten die de realisatie van procesintegratie in de weg staan.

#### **Ontwikkelaar**

Een eerste knelpunt ligt in de optiek van de ontwikkelaar in het feit dat gebruikers te hoge verwachtingen van Odyssey hebben, zoals overigens bij software in het algemeen het geval is. Odyssey is bedoeld als instrument voor een procesintegratie voorstudie en uitkomsten moeten geïnterpreteerd worden om tot een bevredigende implementatie te komen. Gebruikers zouden echter het liefst rechtstreeks de directe oplossing voor hun specifieke situatie uit het programma zien rollen.

Een tweede knelpunt is de doelgroep. Odyssey is mede ontwikkeld met het oog op het MKB als potentiële gebruiker. Binnen het MKB is er echter te weinig kennis van pinch en daarom ook te weinig draagvlak. Dat voor de juiste inzet van bijvoorbeeld warmtepompen een volledige pinch analyse noodzakelijk is, wordt gewoonlijk niet onderkend door een MKBer. Het al dan niet beschikbaar zijn van eenvoudige software pakketten speelt slechts een ondergeschikte rol. Ook bij ervaren gebruikers van Odyssey lopen de meningen uiteen over de precieze technische positionering van dit pakket ten opzichte van "het proces".

Gesignaleerd wordt wel, dat de huidige generatie ingenieurs in opleiding wel (meer) kennis krijgt van pinch technieken omdat dit in het curriculum is opgenomen. Het is dus mogelijk, dat een echte behoefte aan een pakket als Odessy pas over enkele jaren zal bestaan.

Studies uitgevoerd onder advies van de ontwikkelaar lijken relatief succesvol, in de zin van aantal geïmplementeerde uitkomsten. Wellicht duidt dit inderdaad op het positief effect van de aanwezige specialistische kennis. Desondanks heeft TNO MEP besloten Odessy niet meer uit te geven voor algemeen gebruik, omdat de belangstelling ervoor niet groot genoeg was om de ondersteuning ervan te bekostigen.

### **Adviseur**

Vanuit de optiek van de MKB adviseur is er ook een aantal knelpunten. Ten eerste is het moeilijk een pinch studie te laten samenvallen met een beslismoment<sup>3</sup>. Bij het ontwerpen van geheel nieuwe procesunits wordt vaak eerst een ontwerp gemaakt voordat de mogelijkheden voor energiebesparing en procesintegratie worden bekeken. Ook zijn de financiële consequenties dan vaak een bottleneck. Renovaties gebeuren veelal op stel en sprong, waarbij er vaak geen tijd is voor een degelijke analyse. Een mogelijke oplossing zou kunnen zijn om een software pakket, zoals Odessy, continu mee te laten lopen met het proces. Hierdoor zou men zich op een beslismoment al bewust zijn van de mogelijkheden voor procesintegratie en de voordelen daarvan. Belangrijk is dus dat adviseurs in een vroeg stadium bij de plannenmakerij worden betrokken!

Daarbij moet worden aangetekend, dat software tijdens deze plannenmakerij voornamelijk als ondersteunend instrument een rol speelt. De situatie moet eerst met ingenieursverstand worden opgenomen om een overzicht te krijgen van de mogelijkheden. Pas als er duidelijke plannen zijn kunnen die, indien nodig, worden uitgewerkt met behulp van een programma. Software is geen vervanging van een goede adviseur: "a fool with a tool is still a fool".

### **Eigenaar**

Voor veel grotere bedrijven ligt de drijfveer voor het laten uitvoeren van een energiebesparing- of procesintegratiestudie in een MJA of BMP. Hierbij is het uitvoeren van de studie het hoofdoel, niet het daadwerkelijk implementeren van de gevonden energiebesparende oplossingen.

Een ander knelpunt is dat de huidige rol van de adviseur ophoudt als de procesintegratie aanbeveling is gedaan. Hierdoor hebben zij geen invloed op de uiteindelijke beslissing, die bij het management ligt. Vanuit de optiek van de gebruiker sluiten daarom de resultaten van de procesintegratiestudie ten eerste niet altijd aan bij de bedrijfsvoering – niet op het juiste moment komen of geen duidelijk probleem oplossen – en ten tweede niet als bedrijfsspecifiek worden ervaren. Men heeft het gevoel dat er in de analyse (relevante) details ontbreken, waardoor men wellicht minder geneigd is om de resultaten door te voeren. Een langere en intensievere rol van de adviseur zou hier een oplossing kunnen bieden.

De ontbrekende details liggen deels op het vlak van de kostenramingen, hetgeen voor de gebruiker een zeer belangrijk punt is. Een oorzaak is dat batch- en andere discontinue processen lastig mee te nemen zijn. Hierdoor zijn de terugverdientijden niet altijd even realistisch. Ook de benodigde investeringen worden vaak onderschat op het gebied van secundaire kosten.

---

<sup>3</sup> Dit was al een bekend knelpunt uit voorgaande studies.



Door het installeren van nieuwe units kan het bijvoorbeeld nodig blijken ook nog dure geluidsisolatie aan te brengen.

Niet alleen zijn de kostenramingen vaak niet precies, ook blijkt vaak dat het rendement van de verbeteringsmaatregelen gewoonweg niet aantrekkelijk genoeg is. Uit een integraal "pakket" van maatregelen, die tezamen een bepaald rendement zouden hebben en een aanvaardbare terugverdiensijd van enkele jaren, worden toch alleen de krenten gepikt. Zelfs oplossingen, waarvoor de terugverdiensijd zeer kort is (één jaar), worden niet altijd geïmplementeerd, ook bij relatief grote bedrijven.

Tenslotte ontbreken vaak de praktijkvoorbeelden, die een stimulerende werking zouden kunnen hebben op andere bedrijven. Over het algemeen brengen bedrijven resultaten van projecten "binnen de muur" echter niet graag in de openbaarheid en houden zelfs milieusparende technieken geheim.

### **Installateur**

Hier komt ook de rol van de installateur in beeld, die op dit punt vaak grote invloed heeft op de beslissing. De installateur of leverancier heeft goed inzicht in investeringskosten en –mogelijkheden, maar is zelf vaak gebonden aan een (zeer) beperkt aantal installaties.

Idealiter moeten de adviseur en eigenaar eerst een duidelijk beeld voor ogen hebben van de mogelijke en gewenste oplossingen. Bij de invulling van deze oplossingen kan echter de installateur betrokken worden. Informatie met betrekking tot een goede kostenraming van de installateur wordt wel gezien als essentieel.

Daardoor heeft hij niet altijd oog voor (een breed scala aan) procesintegratiemogelijkheden. Soms belemmert de vroege betrokkenheid van de installateur de realisatie van procesintegratie.

### **Overheid**

De rol van de overheid ligt voornamelijk in het stellen van voorwaarden. Duidelijke criteria waaraan nieuw te installeren units moeten voldoen, zou bijvoorbeeld de installateurs en leveranciers dwingen om heldere informatie te geven en een grotere rol te spelen in het denkproces. Tegelijkertijd geeft dit een drijfveer voor het MKB, dat niet de mogelijkheid heeft om een voortrekkersrol te spelen. Daarnaast zou de overheid ook een faciliterende rol spelen door de investeringsbarrière te verkleinen. De hoogte van deze éénmalige kosten wegen voor MKB veel zwaarder mee dan de winst, die over vele jaren is uitgesmeerd. Er kan gedacht worden aan stimulering van bijvoorbeeld een systeem waarbij units van de leverancier "geleasd" worden.



## 6 Beleidscontext

### 6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk staan de conclusies van de studie verwoord (paragraaf 6.2). Tevens is aangegeven wat de succes- en faalfactoren zijn voor de realisatie van procesintegratie die in dit onderzoek naar boven zijn gekomen (paragraaf 6.3). Het hoofdstuk wordt afgesloten met beleidsaanbevelingen (paragraaf 6.4).

### 6.2 Conclusies

#### *Knelpunten procesintegratie*

#### **Redenen om een procesintegratiestudie niet te starten**

- Bedrijven zullen vanuit het oogpunt van kostenbesparing voornamelijk aandacht schenken aan de grootste kostenposten, zoals kosten voor grond- en hulpstoffen (grove indicatie: 50%) en arbeid (grove indicatie: 25%). In het algemeen hebben de energie- en waterkosten een beperktere omvang. De interesse van bedrijven om op energie en water te besparen is daarom niet groot.
- Naast de grootte van de kosten speelt ook het te verwachten rendement van besparingsprojecten een belangrijke rol. De projecten gericht op besparing van grond- en hulpstoffen scoren een factor hoger dan projecten gericht op besparing van energie en water. Indien bespaard kan worden op grond- en hulpstoffen leiden neveneffecten zoals verminderde arbeidskosten of een hogere productiecapaciteit tot extra financiële baten.
- Het ontbreekt aan concrete voorbeelden waarmee een geïnteresseerd bedrijf gemotiveerd kan worden om een procesintegratiestudie uit te voeren.
- Processen zijn vaak gegroeid in de tijd waardoor het niet makkelijk is inzicht te hebben in alle stromen van het proces. Door het dynamisch karakter van processen op zowel korte als lange termijn is het lastig massa- en energiebalansen op te stellen.

#### **Redenen om een procesintegratiestudie niet (volledig) te implementeren**

- Het advies van een procesintegratiestudie bestaat uit een pakket aan samenhangende maatregelen, die fundamenteel in het proces kunnen ingrijpen. Bedrijven zijn geneigd de risico's die hier aan kleven alleen te accepteren als de maatregelen zeer sterk onderbouwd zijn en zekerheid van productie (kwaliteit) gegarandeerd is.
- Het is voor bedrijven interessant om de alleen meest lucratieve en minst risicovolle maatregelen van een procesintegratiestudie te realiseren. Gekozen wordt voor maatregelen die tegen lage kosten en moeite kunnen worden uitgevoerd. Deze maatregelen vallen meestal in de sfeer van good housekeeping of eenvoudige warmte terugwinningsprojecten. De echte geïntegreerde aanpak blijft liggen, zelfs al heeft die een acceptabele terugverdientijd.
- Andere voorstellen uit een procesintegratiestudie bieden vaak naast baten op besparing van energie en water geen additionele baten zoals een grondstofbesparing of productie-uitbreiding, hetgeen zorgt voor een relatief lage rentabiliteit.

- MJA en BMP-trajecten schrijven wel voor dat er studies moeten worden uitgevoerd, maar geven geen verplichting tot het nemen van maatregelen.

#### *Timing*

- Voor het verwezenlijken van een procesgeïntegreerde verbetering van het proces is kostenbesparing alleen niet voldoende. Het kunnen veranderen van grote installaties kan alleen op specifieke momenten geschieden, bijv. tijdens een onderhoudsstop. Het geheel vervangen van een installatie, die op zich naar behoren draait, ligt nog veel lastiger. Afschrijvingen blijven doorlopen en het risico om te lang geen productie te hebben is te groot. Zonder extra reden (naast energiebesparing) worden deze installaties vaak niet vervangen.
- De adviseur moet in een vroeg stadium betrokken worden bij bijvoorbeeld het ontwerp van een nieuwe productielijn. Het aanwijzen van verbeteringen door een adviseur aan een reeds grotendeels uitgewerkt plan leidt niet tot een doordacht procesgeïntegreerd proces.

#### *Driehoek adviseur-bedrijf-installateur*

- Installateur moet in procesintegratieadvies traject geen rol spelen tot het moment dat het plan klaar is en uitgewerkt moet worden in 'bouten en moeren' en kosten. De reden: installateur is verbonden aan het verkopen van bepaalde apparatuur. Daardoor is het voor hem lastig met een onafhankelijke en integrale instelling een procesintegratieplan te maken. In de praktijk speelt de installateur vaak een grote rol.
- Software is geen vervanging van een adviseur. Ook bij gebruik van software moet een adviseur richting geven aan de zoektocht. A fool with a tool is still a fool.

#### *MKB*

- Het MKB wordt gekenmerkt door gebrek aan tijd, rust en geld voor investeringen. De MKB'er is gericht op het oplossen van concrete problemen op de korte termijn. Een dure en relatief arbeidsintensieve procesintegratiestudie past daar niet bij.
- De MKB'er kan wel een eerste stap zetten naar procesintegratie door het opsporen van de 'vette vissen' door bijvoorbeeld aandacht te schenken aan good housekeeping of een globaal overzicht van de energie en waterstromen. Eenvoudige reken- of monitoring tools kunnen hierbij een bescheiden rol spelen.
- De rol van de adviseur bij het MKB is anders dan zijn rol bij de grotere bedrijven. De adviseur is veel meer de meedenker dan de specialist. Het grondig doorrekenen van problemen is niet nodig. Het aanbieden van een aantal richtingen voor oplossingen wel.

#### *Water en procesintegratie*

- Er bestaan tools om de waterhuishouding procesgeïntegreerd te verbeteren. Water is echter een goedkope grondstof en geeft daarom meestal geen aanleiding tot procesintegratie. Het uitvoeren van een procesintegratiestudie begint pas enigszins aantrekkelijk te worden als de watergebonden kosten meer dan 50.000 Euro bedragen.
- Het uitvoeren van een procesintegratiestudie gericht op water is moeilijk omdat naast de kwantiteit ook de diverse kwaliteitsparameters meegenomen moeten worden. De verhoogt de kosten en de kans van mislukken van de studie.
- Het aanpakken van de combinatie van energie- en water biedt meer perspectief. De verwachting dat energie kan 'meeliften' op water is ongegrond omdat waterkosten nog lager zijn dan energiekosten. Het ligt



meer voor de hand dat er vanuit een energie studie meegekeken wordt naar het water.

### 6.3 Succes- en faalfactoren

In deze paragraaf zijn de resultaten van de studie weergegeven als succes- en faalfactoren van de realisatie van procesintegratie. De invalshoeken komen overeen met de voorgaande hoofdstukken: driehoek adviseur-bedrijf-installateur, MKB en water en procesintegratie.

#### 6.3.1 Succesfactoren

##### *Driehoek adviseur-bedrijf-installateur*

- De rol van de adviseur draagt in belangrijke mate bij aan het succes van een procesintegratiestudie. Een goede adviseur kijkt met lange termijn blik, en integraal, waarbij naast energieaspecten zoals, water, timing, besparing aan grondstoffen en arbeid, ook de organisatorische aspecten meegenomen worden. De adviseur moet daarom niet direct in te kleine korte termijn projecten denken.
- De brede adviseur kan ook bestaan uit een multidisciplinair team, onder leiding van een (onafhankelijk) adviseur met brede blik.
- Het betrekken van een procesintegratie adviseur in een vroeg stadium, bij de eerste conceptplannen, zorgt ervoor dat met een brede insteek gezocht kan worden naar mogelijkheden. In een later stadium liggen er al een aantal keuzen en randvoorwaarden vast die de procesintegratiemogelijkheden kunnen beperken.
- De adviseur moet feeling houden met bedrijf, zodat hij goed aansluit op de wensen en verwachtingen in het bedrijf.
- Bij het ramen van de kosten is het wenselijk om de installateur erbij te betrekken om een zo realistisch mogelijk beeld van de kosten te geven.

##### *MKB*

- Een adviseur die de belangen en beweegredenen van MKB-ers goed aanvoelt is een pré.

##### *Water en procesintegratie*

- Water zal op zichzelf geen reden geven voor het aangaan van procesintegratiestudies. Problemen met water, bijvoorbeeld het voldoen aan de lozingsvergunningen kan wel het eerste contact zijn van het bedrijf met procesintegratie. Een echte procesintegratiestudie kan pas ontstaan als andere voordelen zoals energiebesparing, grondstoffenefficiëntie, arbeidskosten of productie-uitbreiding een rol spelen.

#### 6.3.2 Faalfactoren

##### *Driehoek adviseur-bedrijf-installateur*

- De adviseur voert de studie veelal uit voor staffunctionarissen in het bedrijf. Onvoldoende betrokkenheid van het management kan de besluitvorming in een later stadium frustreren.
- De adviseur schat de kosten van procesintegratiemaatregelen niet altijd goed in: additionele secundaire kosten worden niet altijd in de rentabiliteit betrokken.

### *Timing*

- Timing van het advies en starten van procesintegratiestudie is essentieel: het moet aansluiten bij een natuurlijk investeringsmoment (verhuizing, nieuwbouw). Zelfs als dit soort momenten bekend is, is het lastig het juiste moment voor het starten van een procesintegratiestudie te bepalen en een geschikte groep met de juiste mensen samen te stellen.

### *Water en procesintegratie*

Gezien de beperkte financiële voordelen kan een waterstudie juist leiden tot het blokkeren van een vervolgtraject naar procesintegratie. Het bedrijf kan, bij verkeerde verwachtingswaarden, teleurgesteld raken door de beperkte voordelen die er te behalen zijn.

## **6.4 Beleidsaanbevelingen**

Onderstaand zijn de beleidsaanbevelingen verwoord die uit de studie naar voren komen.

### *Procesintegratiestudie*

Het uitvoeren van procesintegratiestudies kan worden gestimuleerd door deze financieel te ondersteunen. De kosten van de studies zijn voor bedrijven een drempel, omdat een studie geen garanties voor kostenbesparing oplevert.

Het subsidiëren van ontwikkeltrajecten in plaats van het ondersteunen van technologieën kan helpen om te zoeken naar integrale oplossingen.

### *Procesintegratie-realisatie*

Onder de huidige randvoorwaarden zal het moeilijk blijven om fundamentele procesintegratie te realiseren. Bedrijven stellen vaak andere prioriteiten en kiezen vaak voor deeloplossingen (meest rendabele en minst risicovolle opties).

Mogelijkheden om de randvoorwaarden te veranderen zijn:

- energiegebruik of CO<sub>2</sub>-emissies een prijs geven;
- noodzaak van procesintegratie vastleggen in MJA en/of BMP;
- EPN of een label ontwikkelen voor procesunits.

### *MKB*

Gedegen procesintegratiestudies zijn voor het gemiddelde MKB bedrijf te omvangrijk en daarom niet aantrekkelijk. Het uitwisselen van ervaringen tussen MKB'ers onderling is veel waardevoller. Studies bij de grotere MKB bedrijven zouden gesubsidieerd kunnen worden, onder voorwaarde dat de resultaten samen met kleinere bedrijven besproken worden. Een rapport is niet voldoende.

### *Water en procesintegratie*

De noodzaak voor een procesgeïntegreerde aanpak ontbreekt op dit moment bij een groot gedeelte van de bedrijven: water is gewoon te goedkoop. Het duurder maken van water door het verhogen van de lozingsheffingen of het beperken van het winnen van water uit de omgeving door strengere vergunningsvoorwaarden kan procesintegratie stimuleren. Het nemen van dit soort maatregelen moet gebaseerd zijn op milieuargumenten. Het bevorderen van procesintegratie op zich mag geen reden zijn.

Wateroptimalisatiestudies laten wel een methode zien hoe ook andere stromen in een bedrijf aangepakt zouden kunnen worden. Vanuit de overheid





zouden de resultaten van waterstudies onder de paraplu van procesintegratie in een functionele vorm beschikbaar moeten zijn voor de bedrijven, net zoals de resultaten voor energie, reststromen, etc.



**CE**

**Oplossingen voor  
milieu, economie  
en technologie**

Oude Delft 180

2611 HH Delft

tel: 015 2 150 150

fax: 015 2 150 151

e-mail: ce@ce.nl

website: www.ce.nl

Besloten Vennootschap

KvK 27251086

## **Tools voor procesintegratie**

Ontwikkelingen en beleid

Bijlagen

### **Rapport**

Delft, december 2002

Opgesteld door: Jessica van Swighem  
Maartje Sevenster  
Folmer de Haan  
Rob Stikkelman (Interduct)





# A Inventaris beschikbare procesintegratietools

## A.1 Inleiding

In deze bijlage wordt van de beschikbare hulpmiddelen de functionaliteit in kaart gebracht. Aandachtspunt hierbij is de toepasbaarheid voor de 'nieuwe' onderwerpen als industriële ecologie, integratie van andere dan energiestromen en procesintensificatie.

In dit hoofdstuk zal in paragraaf A.2 geschetst worden wat nieuwe ontwikkelingen zijn op het gebied van procesintegratie. Op basis van deze ontwikkelingen zullen enkele kenmerken afgeleid worden, aan de hand waarvan procesintegratiehulpmiddelen getoetst kunnen worden.

## A.2 Ontwikkelingen op het gebied van procesintegratie

Naast een verdere energiebesparing zijn er in het vakgebied enkele relevante ontwikkelingen die in de positionering van de hulpmiddelen zullen worden meegenomen:

- 1 *Integratie over de bedrijfsgrenzen heen.* Naast integratie van stromen binnen een proces wordt in toenemende mate gekeken naar integratiemogelijkheden over de bedrijfsgrenzen heen. Hierbij wordt bijvoorbeeld gekeken of warmte dan wel koude tussen bedrijven uitgewisseld kunnen worden. Ook zijn er initiatieven voor de inzet van gezamenlijke utilities.
- 2 Er wordt er in toenemende mate gekeken naar uitwisselingsmogelijkheden van andere stromen dan warmte. Hierbij valt te denken aan water of aan materiele reststromen.
- 3 *Integratie vroeger in het procesontwerp.* Klassiek worden koude en warme stromen aan elkaar gekoppeld op het moment dat de overige parameters, druk en temperatuur, reeds vastgelegd zijn in het procesontwerp. Steeds meer komt er aandacht voor procesintegratie in het stadium van procesontwerp: procesintensificatie. Dit maakt het mogelijk om bijvoorbeeld bij reactorontwerp en het bepalen van destillatiekolomdrukken rekening te houden met procesintegratiemogelijkheden. Voorbeelden hiervan zijn de warmtewisselaars waarin tevens katalytische reacties plaatsvinden, of het combineren van meerdere scheidingen in een enkele kolom.

## A.3 Selectie uit het totale aanbod

In totaal zijn er in de loop van de tijd 91 hulpmiddelen door Interduct geïnventariseerd. Niet alle hulpmiddelen van deze inventarisatie zijn actueel. Hiervoor zijn verschillende redenen:

- 1 Een aantal hulpmiddelen is vervangen door andere hulpmiddelen en wordt niet meer geleverd.
- 2 Van enkele hulpmiddelen is een lange tijd geen nieuwe versie verschenen en ze zijn hierdoor verouderd en in ongebruik geraakt.
- 3 Hulpmiddelen zijn opgenomen in andere pakketten en bestaan niet meer als zelfstandige versie.

Om tot een actueel overzicht van hulpmiddelen te komen, zijn de volgende aspecten van de hulpmiddelen in de database van Interduct geïnventariseerd:

- de laatste vernieuwing van informatie of versie;
- mate van verspreiding (aantal gebruikers);
- gegevens van leveranciers over opvolgers of vervangers van het hulpmiddel.

Op basis van verzamelde informatie is per tool op de eerste twee punten elk een score 0-3 toegekend (Tabel 4). Voor een laatste versie in 2000 is de score 3, voor 1999 2 en voor 1998 of eerder 1. Voor het aantal gebruikers meer dan 50 is de score 3, voor 20-50 2 voor 10-20 of onbekend 1 en voor minder dan 10 is de score 0. De twee factoren hebben een vergelijkbare zwaarte en de scores kunnen direct worden opgeteld. Op deze wijze ontstaat een totaalscore van 0 tot 6. Alle hulpmiddelen die in totaal 5 of 6 scooren zijn meegenomen in dit onderzoek. Uit de groep hulpmiddelen die 3 of 4 scoorden zijn die hulpmiddelen gehaald die door een expert en de onderzoekers op basis van ervaring als actueel beoordeeld worden. De overige hulpmiddelen worden gezien als verouderd, niet meer leverbaar of als onvoldoende in gebruik.

Tabel 4 Totaaloverzicht en selectie van actuele procesintegratie-hulpmiddelen, gesorteerd op totaalscore

	update	Score 'update'	klanten	Score 'klanten'	Overall score
20-SIM	19-okt-00	3	50+	3	6
ACSL Optimise	18-okt-00	3	50+	3	6
Aspen Custom Modeler	24-feb-00	3	50+	3	6
Aspen Dynamics	24-feb-00	3	50+	3	6
Aspen Pinch	24-feb-00	3	50+	3	6
ASPEN PLUS	24-feb-00	3	50+	3	6
EBSILON 2000	18-okt-00	3	50+	3	6
ESP	18-okt-00	3	50+	3	6
HEXTRAN	21-jun-00	3	50+	3	6
HYSYS.Concept	22-dec-00	3	50+	3	6
HYSYS.OTS+	22-dec-00	3	50+	3	6
HYSYS.Process	22-dec-00	3	50+	3	6
IDEAS	18-okt-00	3	50+	3	6
MATLAB	19-okt-00	3	50+	3	6
OLI Engine	10-okt-00	3	50+	3	6
PRO/II	21-jun-00	3	50+	3	6
PROSIM	19-jul-00	3	50+	3	6
ProTRAX	18-okt-00	3	50+	3	6
SPEEDUP	13-dec-00	3	50+	3	6
SUPERTARGET	19-okt-00	3	50+	3	6
WINGEMS	21-feb-00	3	50+	3	6
CADSIM Plus	20-aug-99	2	50+	3	5
EFPS	23-feb-00	3	20-50	2	5
GATE CYCLE	12-jan-99	2	50+	3	5
MASSBAL	22-jul-99	2	50+	3	5
SINDA/FLUINT	20-aug-99	2	50+	3	5
SUGARS	23-sep-99	2	50+	3	5
TUTSIM	15-sep-99	2	50+	3	5



	update	Score 'update'	klanten	Score 'klanten'	Overall score
BATCHES	18-okt-00	3	10-20	1	4
CHEMCAD	21-aug-98	1	50+	3	4
Chemical WorkBench	12-jul-99	2	20-50	2	4
combatTES	25-okt-99	2	20-50	2	4
CT-SOAPP	9-mrt-98	1	50 +	3	4
CYCLE-TEMPO	8-sep-99	2	20-50	2	4
DESIGN II	2-jun-98	1	50+	3	4
DIVA	18-okt-00	3	?	1	4
EXERCOM	21-jun-00	3	10-20	1	4
FLARENET	9-mrt-98	1	50+	3	4
HTFS	20-dec-00	3	?	1	4
HYSIM	27-apr-98	1	50+	3	4
HYSYS.Plant	20-dec-00	3	?	1	4
MACROFLOW	22-mei-00	3	?	1	4
OMNIUM	18-okt-00	3	?	1	4
PD-PLUS	31-aug-98	1	50+	3	4
PROSYN	21-jun-00	3	5-10	1	4
PSI	31-aug-98	1	50+	3	4
RTO+	18-okt-00	3	?	1	4
SPENCE	30-nov-00	3	10-20	1	4
ADVENT	24-feb-00	3	see aspenpinch	0	3
AKTIF	24-feb-00	3	not marketed	0	3
APMS	23-feb-00	3	not marketed	0	3
BPS	23-feb-00	3	see aspenpinch	0	3
EDC-CRACK	23-feb-00	3	5 -	0	3
EFFICIENCY MAP	9-mrt-98	1	20-50	2	3
ICAS	23-sep-99	2	10-20	1	3
IPSEpro	9-mrt-98	1	20-50	2	3
MAX	24-feb-00	3	nya	0	3
ODESSY	8-sep-99	2	?	1	3
OPTISIM	23-feb-00	3	na	0	3
POLYRED	30-aug-99	2	?	1	3
Q-KILN	27-sep-00	3	5-	0	3
TISFLO	23-feb-00	3	na	0	3
VISPO	23-feb-00	3	5-	0	3
AHP	9-mrt-98	1	?	1	2
DMO	9-mrt-98	1	?	1	2
DNA	9-mrt-98	1	?	1	2
DYNSIM	23-sep-99	2	see icas	0	2
DYNSYL	9-mrt-98	1	?	1	2
EXERGAN	9-mrt-98	1	?	1	2
EXPEN PLUS	9-mrt-98	1	?	1	2
MS1	2-jun-98	1	?	1	2
PINCHLENI	9-mrt-98	1	10-20	1	2
SEPSIM	23-sep-99	2	na	0	2
ASCEND	9-mrt-98	1	nya	0	1
CRESP	9-mrt-98	1	5-	0	1
FLOWPACK	9-mrt-98	1	nya	0	1
GEPURS	9-mrt-98	1	nya	0	1
HENSYN	9-mrt-98	1	nya	0	1
MSD	9-mrt-98	1	nya	0	1
OPTIMIZER SYSTEM	9-mrt-98	1	nya	0	1
PC-TRAX	16-mrt-98	1	na	0	1

	update	Score 'update'	klanten	Score 'klanten'	Overall score
PIPER	9-mrt-98	1	nya	0	1
PROCESS	9-mrt-98	1	nya	0	1
PROTISS	9-mrt-98	1	nya	0	1
RESHEX	9-mrt-98	1	nya	0	1
SIMFLOW	9-mrt-98	1	nya	0	1
SIMPAK	9-mrt-98	1	nya	0	1
SIMSMART	9-mrt-98	1	nya	0	1
SIMUSOLV	27-apr-98	1	see acsl	0	1
SPIDER KEMA	9-mrt-98	1	nya	0	1
CAMAS	7-jul-97	0	see20-sim	0	0

#### A.4 Groepering van hulpmiddelen

Om overzichtelijk een positionering te maken, is gebruik gemaakt van een groepering van de hulpmiddelen. Er is hiervoor als volgt onderscheid gemaakt:

##### 1 *Flowsheeters*

Flowsheeters zijn software pakketten die massa- en energiebalansen uitrekenen van het totale proces, dynamisch of statisch. Veelal is er de mogelijkheid het onderhavige proces in een processchema weer te geven (flowsheet).

##### 2 *Klassieke pinch-software*

Het gaat hier om software waarmee de warmte- en koudestromen in kaart gebracht kunnen worden. Het resultaat zijn 'pinch-plaatjes' van warmte- en koudecuurves waarmee gezocht kan worden naar optimalisatie van deze twee stromen. In toenemende mate wordt op deze grafische wijze ook integratie van andere stromen geoptimaliseerd.

##### 3 *Spread sheet modules*

Deze software maakt gebruik van een spread sheet, bijvoorbeeld Windows Excel. Daarmee zijn ze relatief eenvoudig, zowel in het bedienen als in het aanleren van de toepassing. Bovendien draaien ze op standaard desktop computers.

##### 4 *Specialistische software*

Dit zijn hulpmiddelen die door hun specialistische toepassing of opzet minder algemeen inzetbaar zijn. Deze groep wordt vanaf de basisvergelijkingen geprogrammeerd en opgezet. Bovendien moeten ze ook op dit niveau onderhouden of eventueel uitgebreid worden. De toepassingen in de procestechnologie beperken zich hierdoor tot kleine systemen, gemodelleerd door specialisten. Hierdoor zijn dit geen eenvoudige tools, maar hier staat tegenover dat ze veelal wel flexibel zijn.

Voorbeelden zijn Gate Cycle/efficiency map en Epsilon, die specifiek voor energiecentrales en -systemen bedoeld zijn, en Sugar dat speciaal voor de suikerindustrie bedoeld is. EFPS is uitsluitend voor toepassing in pyrolyseprocessen, zoals het kraken van ethyleen.

##### 5 *Overige software*

Dit zijn integratiehulpmiddelen die niet in de overige categorieën vallen.

Op basis van de selectie die besproken is in paragraaf A.3 en de categorieën die in deze paragraaf besproken zijn, is in Tabel 5 een overzicht gegeven van de in dit onderzoek meegenomen procesintegratietools.





Tabel 5 Overzicht van de in dit onderzoek betrokken procesintegratie-hulpmiddelen

Categorie	Procesintegratie-hulpmiddelen
Flowsheeters	Aspen (de serie aan producten dat hieronder valt ESP Hysis (de serie aan producten dat hieronder valt IDEAS PRO/II ProTRAX CADSIM Plus MASSBAL
Pinch software	Aspen Pinch Aspen Water Hextran HX-Net SuperTarget
Spreadsheet modules	Steam3.3 van Linhoff March
Specialistische software	20-SIM ACSL-optimize MATLAB PROSIM
Overige software	GATE CYCLE / EFFICIENCY MAP Epsilon Sugar EFPS

## A.5 Positionering van hulpmiddelen

Van de in de vorige paragrafen geselecteerde actueel in gebruik zijnde softwareprogramma's, zijn de karakteristieken op een aantal punten in kaart gebracht. Dit is op de volgende wijze gebeurd:

- *Toepassingsgebied*: per tool wordt aangegeven voor welke stromen het gebruikt kan worden (warmte, water, exergie, waterstof, overig of een combinatie van deze).
- *Toepassingsmoment*: per tool wordt aangegeven in welke ontwerfase deze kan worden toegepast (processynthese, procesontwerp, procesdimensionering, na procesontwerp, overig); dit is van belang omdat sommige tools vooral in een eindstadium worden toegepast, andere juist al vroeg in het ontwerp.
- *Toepassingsmogelijkheden over de bedrijfsgrens heen*: per tool wordt aangegeven of deze kan worden toegepast om procesintegratiemogelijkheden te detecteren over de bedrijfsgrens heen, bijvoorbeeld in het kader van duurzame bedrijventerreinen of industriële ecologie. Concrete criteria op deze velden zijn:
  - flexibiliteit (rangschikking met behulp van --, -, +, ++);
  - mogelijkheid om meerdere soorten stromen tegelijk in het onderzoek te betrekken (aangegeven wordt het aantal mee te nemen stromen);
  - reikwijdte (aangegeven wordt: binnen proces, twee bedrijven, bedrijfsterreinen, of regionaal).
- *Type procesvoering*: per tool wordt aangegeven voor welk type procesvoering deze geschikt is (batch, semi-continue, continue of een combinatie).
- *Specifieke toepassingsbranches*: per tool wordt aangegeven of deze specifiek in een bepaalde branche wordt toegepast.

In Tabel 6 is een overzicht gegeven van de kenmerken per tool.

Tabel 6 Overzicht van kenmerken van software pakketten

	classificatie					criteria					
	klassieke pinch	flowsheeteer	spreadsheet	specialistisch	anders	toepassing	design fase	proces type	branche	nieuwe ontwikkelingen	
						1: massa 2: warmte 3: exergie 4: water 5: waterstof 6: anders	1: proces synthese 2: procesontwerp 3: sizing 4: anders	1: batch 2: semi continu 3: continu	1: chemie 2: petrochemie 3: voeding 4: energie opwekking	Flexibiliteit tav nieuwe eenheden --, -, +, ++	scope: 1: binnen proces 2: over de muur 3: hele site 4: regionaal 5: anders
20-SIM				x		6	3	1,2,3	1,2,3,4	++	5
ACSL Optimise				x		6	4	1,2,3	1,2,3,4	++	5
Aspen		x				1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	+	1,2
AspenPinch/water/.	x					1,2,3,4,5	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
EBSILON 2000					x	1,2	2,3	3	4	--	1
ESP		x				1,2,4	2,3	3	1,2,3	--	1
HEXTRAN	x					1,2	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
HYSYS		x				1,2	1,2,3	1,2,3	1,2,3	+	1,2
HYSYS HX-net / ...	x					1,2	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
IDEAS		x				1,2	2,3	3	1,2,3	-	1
MATLAB				x		6	3	1,2,3	1,2,3,4	++	5
PRO/II		x				1,2	2,3	1,2,3	1,2,3	+	1,2
PROSIM				x		6	4	1,2,3		++	5
ProTRAX					x	1,2	2,3	3	4	--	1
SUPERTARGET	x					1,2,4,5	1,2,3	3	1,2,3	-	1,2,3
Steam			x			1,2,4	2,3	1,2,3	1,2,3	++	1,2,3
WINGEMS					x	1,2	2,3	3	zie opm.	-	1
CADSIM Plus		x				1,2	2	3	1,2,3	+	1
EFPS					x	1,2	2,3	3	1,2	--	1
GATE CYCLE					x	1,2,3	2,3	3	4	--	1
MASSBAL		x				1,2	2,3	3	1,2,3	-	1,2
SINDA/FLUINT											
SUGARS					x	1,2	2,3	1,2,3	zie opm	--	1

## A.6 Toelichting op de geselecteerde hulpmiddelen

### 20-sim

20-sim is een software pakket uit de systeem- en controltheorie. Het is blokgeoriënteerd en compatible met Matlab. De versies draaien stand-alone onder windows. Het heeft geen specifieke toepasbaarheid voor de procesindustrie, en in die zin ook geen specifieke toepasbaarheid voor integratiestudies. Het is de opvolger van het oudere TUTSIM.

### ACSL-optimize

ACSL is een hogere programmeertaal om differentiaalvergelijkingen op te lossen, inclusief een optimalisatiemodule. Een tekstbestand met vergelijkingen in een bepaald format wordt gecompileerd en uitgevoerd. Een grafische schil voor het opzetten van een model is separaat beschikbaar.

### Aspen Plus, Aspen Custom Modeler, Aspen Dynamics, Aspen Pinch, Aspen Water, Aspen Utilities, Aspen Batch

Deze serie van producten is ontstaan uit het Aspen Plus, een steady state flowsheeteer. Later is er extra functionaliteit toegevoegd: een grafische in-



voermogelijkheid (Modelmanager), pinch module et cetera. De mogelijkheid om dynamische modellen door te rekenen is toegevoegd door integratie van het softwarepakket SpeedUp.

Aspen Plus is vanouds de basisomgeving van Aspen, in de nieuwste versie is deze rol overgenomen door Aspen Custom Modeller. de basis modelleeromgeving inclusief Modelmanager. Additioneel zijn er modules beschikbaar op het gebied van pinchtechnologie (Aspen Pinch) and utilities (Aspen Utility).

Aspen Batch is een module speciaal voor batchprocessen.

#### *Epsilon 2000*

Epsilon 2000 is hulpmiddel dat gebruikt wordt in de energiesector. Het berekend energie- en massabalansen en valideert data. De modellen kunnen opgezet worden vanuit een bloksgewijze grafische modelleeromgeving. De voorgedefinieerde blokken bevatten met name componenten uit de energieproductiesector, en is daardoor niet een algemene flowsheeteer.

#### *ESP*

ESP is een eenvoudig flowsheet programma dat zich richt op waterige systemen, ionische oplossingen. Modellen worden ingevoerd via grafische invalschermpjes, resultaten kunnen ook grafisch worden weergegeven. De toepassing is met name voor waterbehandeling- en waterzuiveringtoepassingen.

#### *Hextran*

Hextran is een hulpmiddel speciaal voor warmte-overdrachtssystemen als warmtewisselaars en fornuizen. Het wordt toegepast in de chemie, petrochemie en raffinage. Het simuleert steady state, optimaliseert en maakt pinch-analyses. Modellen worden bloksgewijs opgezet via een grafische interface.

#### *Hysim, Hysis, Hysis.Concept, Hysis.Process. HX-net*

Dit zijn een serie van softwarehulpmiddelen, ontstaan uit de steady state flowsheeteer Hysim, waaraan in de loop van de tijd meerdere modules zijn toegevoegd. Hysim is vervangen door Hysis, een serie van modules voor flowsheeting. Hysis.process is de klassieke steady state flowsheeteer. Hysis.concept is het hulpmiddel uit de serie dat speciaal bedoeld is voor het vroege conceptuele ontwerp van processen, inclusief de warmte-integratie, Hysis.plant integreert naast de steady state ook dynamische simulatie.

HX-Net voert pinch-analyses uit op basis van een flowsheet model of een zelfstandig model.

#### *IDEAS*

Met IDEAS kunnen steady state en dynamische modellen gemaakt worden. De modellen kunnen gekoppeld worden aan meet- en regelsystemen. IDEAS is een standaard flowsheeteer.

#### *OLI Engine*

De OLI Engine is de simulatiekern van ESP. OLI Engine zal hier niet verder als separate software worden besproken.

### *PRO//II*

PRO//II is een flowsheetter dat rigoureuus massa- en energiebalansen doorrekent. Het wordt gebruikt in de chemie, petrochemie, refining en olie- en gasprocessen. Er is een grafische interface waarmee modellen opgezet kunnen worden.

### *PROSIM*

PROSIM is feitelijk een hogere programmeertaal voor het wiskundig beschrijven van systemen. Modellen worden ingevoerd op vergelijkingen niveau.

### *ProTRAX*

ProTRAX is een flowsheetter met een grafische interface voor het aanmaken van modellen. Het is met name geschikt voor energiesystemen, en het bevat geen speciale modules voor warmte- of massa-integratie.

### *SpeedUp*

SpeedUp is vervangen door Aspen Dynamics / Aspen Custom modeller, en zal hier niet verder besproken worden.

### *SuperTarget*

SuperTarget is de pinch-software dat door Linhoff March wordt geleverd. Het is pinchsoftware dat ook water- en waterstofpinch kan uitvoeren. Naast de standaard pinchstudies kan SuperTarget ook destillatiekolom studies uitvoeren, en heeft het een module voor site-pinchstudies.

Een van de producten is Steam3.3®, dat water, stoom en bijbehorende unit-operations simuleert en optimaliseert. Steam3.3® is dat toegepast wordt in een Excell Spreadsheet.

### *WINGEMS*

WINGEMS wordt voornamelijk toegepast in de pulp- en papierindustrie. Het is een flowsheetter dat zowel dynamische als statische modellen berekent. Het berekend zowel massa- als energiebalansen. Het kan optioneel gekoppeld worden aan pinch-software van Linhoff March.

### *CADSIM Plus*

CADSIM Plus is een flowsheetter dat massa- en energiebalansen berekent. Het rekent ook aan eenvoudige dynamische modellen. Het heeft geen modules voor intergratie.

### *EFPS*

EPPS, Ethylene Furnace Program Set, is in feite een aantal programma's waaronder SPYRO. SPYRO is software voor het doorrekenen van pyrolysecoils. Het gaat hier voornamelijk om kraakfornuizen. Het rekent dynamisch de kraakmodellen door.

### *GATE CYCLE / EFFICIENCY MAP*

GATE CYCLE is software specifiek voor ontwerp en simulatie van energiesystemen, met name de elektriciteitsproductie. Efficiency Map is een ad-on waarmee efficiency en condities gemonitord kunnen worden.

### *MASBALL*

MASBALL is een flowsheetter dat materiaal- en energiebalansen berekent, zowel steady state als dynamisch. Het kent een grafische interface voor het aanmaken van modellen, vanuit een bibliotheek van unit-operations.



### *SUGARS*

Sugars is een software tool voor het berekenen van massa- en energiebalansen, specifiek voor de suikerindustrie. Modellen worden ingevoerd via een input-file. Het gaat hier om steady state modellen, zonder specifieke mogelijkheden integratieberekeningen te doen.

### *TUTSIM*

TUTSIM is opgevolgd door 20-SIM, die aldaar. TUTSIM zal om die reden hier niet verder besproken worden.

### *BATCHES*

BATCHES is software dat specifiek ontwikkeld is voor het simuleren van batch processen. De modellen worden grafisch ingevoerd via invulschermen, vanuit een bibliotheek met standaard modellen. De batchcycli kunnen in de tijd doorgerekend worden met als uitvoer massa- en energiebalansen en plots, inclusief Gantt-schema's. Het heeft geen specifieke functionaliteit voor het uitvoeren van procesintegratiestudies.



## B Ervaringen met waterbesparingsstudies in MKB

### B.1 Inleiding

In deze bijlage staan de ervaringen verwoord met een twintigtal waterbesparingsstudies in het MKB.

#### B.1.1 Water als kiem voor procesintegratie

Water is de allerbelangrijkste vereiste voor de levensprocessen die zich af spelen in flora en fauna. Ook in vrijwel de meeste productieprocessen speelt water een essentiële rol. Water kan dienst doen als:

- transportmedium (voor aardappels bij het maken van chips, voor kazen in een pekelbad, voor gehaktballen in een bouillonbad);
- schoonmaakmiddel voor (half)producten, zoals voorgesneden groenten en suikerbieten, en apparatuur, zoals Cleaning In Place van vaten en leidingen of het steriliseren van uitbeenmessen;
- energiedrager in de vorm van stoom of heetwater;
- onderdeel van de samenstelling van het eindproduct.

Naast de grote hoeveelheden die nodig zijn voor de procesvoering, kenmerkt het gebruik van water zich ook door de grote kwaliteitsverschillen tussen de diverse ingaande en uitgaande stromen. Systemen met verschillen in kwantiteit en kwaliteit lenen zich prima voor een procesgeïntegreerde aanpak. Het doel van deze aanpak is het realiseren van een verbeterde efficiëntie en het besparen van de watergebonden kosten.

Vanuit een globaal/politiek perspectief is het efficiënter gebruik van schoon water evident. Op een wereldwijde schaal is er een groot tekort aan schoon water. Vanuit een Nederlands bedrijfskader is de noodzaak voor verbeterd gebruik van water in eerste instantie helemaal niet glashelder; van schaarste aan schoon water lijkt nauwelijks sprake en de watergebonden kosten zijn meestal kleine t.o.v. andere variabele kosten. In tweede instantie is er toch een aantal redenen voor bedrijven om zich voor efficiënter watergebruik in te zetten:

- Alle kleine beetjes helpen  
Besparingen in de waterhuishouding zijn vaak met beperkte middelen bij korte terugverdientijden te realiseren of in andere woorden: met weinig moeite is er weinig te besparen.
- Inzicht  
Het analyseren van de waterhuishouding verhoogt het inzicht in de procesvoering en initieert ideeën voor een verbeterde procesvoering. Vaak zijn waterstromen gekoppeld aan energiestromen. Energiestromen leveren meestal een aanzienlijke bijdrage aan de variabele kosten.
- Dwang van de overheid  
De industriële bedrijven zijn de laatste decennia nadrukkelijk gedwongen door de overheden om zorgvuldiger om te gaan met het gebruik van water, waarbij de nadruk ligt op het lozen van afvalwater.

Water kan een kiem zijn voor bedrijven om geïnteresseerd te raken in procesintegratie. In de praktijk blijkt dat het MKB nog geen aanstalten maakt om hiervan gebruik te maken. Voor een aantal bedrijven is dit terecht. Een an-

der aantal mist hierdoor een mogelijkheid om hun concurrentiepositie te verbeteren.

### **B.1.2 Ervaringen in het MKB**

Ik het verleden heeft Interduct een twintigtal studies verricht naar mogelijkheden voor waterbesparing in MKB bedrijven. De oorspronkelijke aanpak van de studie was gebaseerd op ervaringen van waterpinch studies bij grote bedrijven en clusters van grote bedrijven. Al tijdens het uitvoeren van de eerste studies bij het MKB is de wijze waarop Interduct de bedrijven benaderde aangepast. De ervaringen die zijn opgedaan tijdens al deze bedrijfsstudies vormen de basis voor de onderliggende studie. De studies zijn naast de MKB bedrijven medemogelijk gemaakt door het Innovatiecentrum Zuid-Holland-Zuid (Syntens), NV PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen in Hollands Noorderkwartier, en de Waterleiding Maatschappij Overijssel.

### **B.1.3 Structuur van dit verhaal**

Vaak geeft één persoon in één organisatie het startschot voor het opzetten van een waterstudie in een MKB bedrijf. Wie die persoon is en hoe het startschot kan leiden tot een gedefinieerde waterstudie staat beschreven in paragraaf B.2. De wijze waarop de studie is georganiseerd is van wezenlijk belang voor het welslagen. Een voorbeeld van een succesvolle aanpak staat beschreven in paragraaf B.3. Paragraaf B.4 schetst het verloop van het eerste contact met het MKB bedrijf. Paragraaf B.5 gaat in op het eventuele verloop van het bedrijfsbezoek. Het opsporen van te realiseren staat beschreven in de paragrafen B.6 en B.7. Tenslotte geeft paragraaf B.8 de conclusies.

## **B.2 Het prille begin**

Voordat de MKB-er begint na te denken over de waterhuishouding in zijn bedrijf zijn er vaak al meerdere fasen van het initialisatieproces doorlopen. Het is namelijk niet altijd de MKB-er die de aanzet geeft tot zo'n studie. Externe impulsen spelen daarbij een belangrijke rol. Collega MKB-ers met positieve ervaringen, een stimulerend artikel in een vakblad of een krant, een nieuwe wet etc. kunnen een belangrijke aanzet geven.

Om te achterhalen waar het prille begin ontstaat is het van belang de belangrijkste spelers op het gebied van waterintegratie in kaart te brengen.

### **B.2.1 Spelers en belangen**

A De MKB-er

Een onderneming mag ten hoogste 250 werknemers hebben om tot het MKB te behoren. Bovendien mag zij niet aan een of meerdere grote ondernemingen samen toebehoren. Nauwkeuriger gezegd, een onderneming wordt als "middelgroot" beschouwd als zij tussen de 50 en 250 werknemers telt en een jaaromzet heeft van niet meer dan 40 miljoen euro of een jaarlijks balanstotaal van maximaal 27 miljoen euro<sup>4</sup>.

<sup>4</sup> <http://europa.eu.int/abc/doc/off/bull/nl/9601/p103082.htm>.





De MKB-er heeft belang bij het verbeteren van de waterhuishouding wanneer dit geld oplevert, wanneer dit van overheidswege geëist wordt, en soms wanneer het milieu-imago van het bedrijf hierdoor verbetert. Bij de MKB-er is vaak onvoldoende tijd beschikbaar en kennis aanwezig om de financiële voor- en nadelen van een geïntegreerde aanpak te kunnen inschatten. In de praktijk zal de MKB-er vrijwel alleen een studie initiëren als dit vereist wordt door de milieuwetgeving. De acties zijn probleem en niet kans gestuurd. Daarbij maken zij dan veelal gebruik van een installateur en/of een advies- of ingenieursbureau. Het oplossen van het probleem heeft een hogere prioriteit, dan het geïntegreerd aanpakken van de waterhuishouding.

#### B De (overheid als) controleur

De overheid maakt wetten en dient op de naleving van deze wetten toe te zien. Relevante wetten zijn o.a.: de wet op de waterhuishouding, Wet verontreiniging Oppervlaktewateren en de Grondwaterwet. Deze wetten geven de overheid invloed op de doelstellingen waaraan het MKB aan moet voldoen. Inspecteurs voeren de controle uit. Zij kunnen bij overtredingen van de regels gebruik maken van meerdere machtsmiddelen, variërend van een waarschuwing tot het beëindigen van een MKB activiteit. Diverse onderdelen van de overheid kunnen optreden als controleur.

De overheid als controleur heeft, indien de MKB-er voldoet aan de wettelijke normen, geen belang aan een verbetering van de waterhuishouding. Als de MKB-er niet voldoet aan zijn vergunningsvoorwaarden heeft de controlerende overheid de taak dit te corrigeren. De overheid heeft er belang bij dat de lokale milieudoelstellingen gehaald worden.

#### C De (overheid als) stimulator

Naast een controlerende aanpak kan de overheid ook beleidsdoelstellingen, al dan niet in een internationale context, nastreven door bedrijven te stimuleren een verbetering door te voeren in hun waterhuishouding. (Ont)heffingen zijn een directe methode om de MKB-er te stimuleren. Daarnaast kan de overheid geld reserveren, die evt. via een promotor/intermediair, beschikbaar worden gesteld voor studies naar en implementatie van verbeteringen in de waterhuishouding. Promotors en intermediairen zijn instanties die aan de hand van geld en regelingen van de overheid onderzoek en opdrachten uitzetten. Tot de mogelijkheden behoren: financiële middelen, het enthousiast maken van bedrijven/eindgebruikers, leveranciers van apparaten en installaties, en de adviseurs door met ze in discussie te treden, en het 'vermarkten' van het procesintegratiebegrip door het inleven in de belangen en interesses van de MKB-er en duidelijk te maken wat hij/zij er mee kan en wat de voordelen zijn.

De overheid als stimulator/promotor en intermediairen dienen afgerekend te worden op een hogere efficiëntie van de waterhuishouding gemeten over de gehele MKB-sector.

#### D De adviseur

De adviseur probeert de problemen voor de MKB-er te analyseren, op te lossen en de kansen voor verbetering te identificeren. Hiertoe maakt hij gebruik van zijn specifieke kennis en ervaring. Adviseurs zijn er in vele rangen en standen. Soms verzorgt hij alleen een bureaustudie, terwijl een andere ook de implementatie van ideeën voor zijn rekening neemt. Weer een andere adviseur kan zeer specialistisch een deelprobleem aanpakken, terwijl zijn

collega juist werkt vanuit een brede aanpak. De adviseur kan de attitude van de MKB-er sterk beïnvloeden.

De adviseur heeft belang bij het uitvoeren van studies in het MKB omdat dit inkomsten voor hem genereert. Meer studies betekent meer werk. Het streven van de adviseur is dus niet vanzelfsprekend naar de beste oplossing.

#### E De installateur

De installateur biedt een standaardoplossing aan voor een probleem van de MKB-er. Veelal zoal de installateur het probleem oplossen. Omdat er geen rekening wordt gehouden met een geïntegreerde oplossingen, dreigt het gevaar dat de actie van de installateur een barrière vormt voor verdere verbeteringen. De grens tussen de adviseur en de installateur is niet duidelijk te trekken. Een adviseur die altijd een standaardoplossing van de plank trekt kan beschouwd worden als een installateur. Een installateur die vele standaard oplossingen kan verwezenlijken moet daaruit een slimme keuze maken en kan dan beschouwd worden als een adviseur.

De installateur heeft er belang bij zo veel mogelijk standaardoplossingen te plaatsen. Niet standaardoplossingen vallen buiten zijn expertise. Een procesgeïntegreerde aanpak van de waterhuishouding is hierbij niet de hoofddoelstelling.



Een bedrijf dat transporten verzorgt van vloeibare levensmiddelen door heel Europa, had in 1995 zestig trekkende eenheden en vijftien tankopleggers. Het reinigen van het wagenpark vindt plaats in een eigen spoelloods.

De afvalwaterzuiveringsinstallatie bestaat uit een vet/slibafscheider en een flocculatie/flotatiestap. Deze laatste fysisch/chemische zuiveringsinstallatie is bedoeld voor het verwijderen van ionogene stoffen en niet voor het verwijderen van opgeloste stoffen. De adviseur/installateur heeft een slechte keuze gemaakt. Het bedrijf moest nog steeds circa € 30.000 per jaar aan heffingen betalen en een significantie personeelsinspanning inzetten.

De opgeloste producten hadden beter en goedkoper verwijderd kunnen worden met een biologische zuiveringstap of de een extern schoonmaakbedrijf.

#### F Het waterbedrijf

Nederland telt ongeveer 29 waterleidingbedrijven met verschillende aard en rechtsvormen. Er zijn onder meer overheids-NV's en gemeentelijke bedrijven. Ook kan er een onderverdeling worden gemaakt naar productiebedrijven, productie- en distributiebedrijven en alleen distributiebedrijven. Productiebedrijven zuiveren oppervlaktewater of grondwater en leveren dit aan andere bedrijven. Distributiebedrijven leveren het drinkwater aan de huishoudens en de industrie.

Het waterbedrijf zorgt ervoor dat de MKB-er voorzien wordt van water. De taakstelling was vroeger eenduidig; het leveren van drinkwater tot aan de watermeter. Tegenwoordig is het leveringspakket van het waterbedrijf groter, zoals het leveren van diverse kwaliteiten van water, het peak shaven van het watergebruik, begeleiding in de Legionella problematiek en het adviseren over het watergebruik. Het waterbedrijf heeft haar grens niet meer bij de watermeter liggen.

Eenzijds heeft het waterbedrijf geen belang bij een verbetering van de waterhuishouding. Het resultaten van zo'n verbetering leiden hoogstwaarschijnlijk tot een vermindering van de waterbehoefte van de MKB-er en dus een vermindering van afzet voor het waterbedrijf. Anderzijds begint in de watermarkt een marktwerking te ontstaan. Door het ontwikkelen en onderhouden van een goed klant/aanbieder verhouding kan het waterbedrijf andere concurrenten buiten de deur houden. Samen met de klant meedenken



over de waterhuishouding behoort tot een van de mogelijkheden om de band te versterken.

## G Het Waterzuiveringsbedrijf

Het waterzuiveringsbedrijf reinigt het afvalwater van de MKB-er. Afhankelijk van de samenstelling van het afvalwater komt de MKB-er in aanmerking voor een aantal heffingen. Het waterzuiveringsbedrijf ontvangt het afvalwater veelal via een riolering, waarvoor de gemeenten verantwoordelijk zijn. Circa 55 waterschappen in ons land zuiveren onder andere afvalwater van huishoudens en bedrijven. Zij dragen zorg voor een constante kwaliteit van het oppervlaktewater. Daarnaast hebben vele bedrijven zelf of in combinatie met andere bedrijven een waterzuiveringsinstallatie in beheer.

Het waterzuiveringsbedrijf is in eerste instantie niet gebaat bij een verbetering van de waterhuishouding. Een stabiele aanvoer van vuil water is goed voor een stabiele bedrijfsvoering van de waterzuiveringsinstallatie en genereert voorspelbare inkomsten. Waterzuiveringsinstallaties vergen een grote kapitaalsinvestering, zodat een lange termijn inzicht in de te verwachten inkomsten van belang is.

De MKB-er zal voor zijn productieproces een afweging maken tussen het betalen van een hoge heffing voor vuil afvalwater of het betalen van een lagere heffing waarbij hij, tegen extra kosten, het water zelf (gedeeltelijk) moet zuiveren. Het waterzuiveringsbedrijf kan daarop inspringen door haar expertise aan te bieden voor de waterzuivering op het terrein van de MKB-er zelf.

### B.2.2 Kansrijke combinaties van spelers

Met de bovenstaande geïdentificeerde spelers is het mogelijk combinaties te analyseren die aan de basis staan voor een verbetering van de waterhuishouding van een MKB bedrijf. De onderstaande analyse is niet volledig.

#### A (initiatiefnemer)+B

Een vaak voorkomende combinatie die aanleiding geeft tot een aanpak van de waterhuishouding is de MKB-er en de overheid als controleur. De controleur confronteert de MKB-er met een probleem dat binnen een bepaalde tijd opgelost dient te zijn. De MKB-er gaat naarstig op zoek naar een 'goedkope' oplossing en zal daarvoor zeer waarschijnlijk een adviseur of installateur inschakelen.

Een groot nadeel van deze combinatie is het dwangmatige karakter. Als het probleem opgelost wordt in de MKB-er af van de controleur en kan zich weer richten op met het maken van producten. Een meer geïntegreerde aanpak komt pas tot stand als de adviseur de tijd krijgt om breder te kijken naar de waterhuishouding. Vanuit een installateur is geen breder aanpak te verwachten.

#### D (initiatiefnemer) + C

De adviseur kan gestimuleerd worden door de overheid als hij een bedrijfsanalyse mede kan laten financieren door de overheid. Vanuit zijn expertise zal de adviseur proberen bedrijven op te sporen die in aanmerking komen voor de overheidssubsidie.

In veel gevallen zal dit leiden tot rapporten met zinvolle adviezen. Het grote gevaar van gesubsidieerd werk treedt echter op als het MKB bedrijf geen financieel risico loopt. Dit is bijvoorbeeld het geval als de bijdrage vanuit het bedrijf geheel in kind is en dat de activiteiten van de adviseur geheel uit de subsidiebijdrage wordt betaald. Het bedrijf kan aan de hand van rapporten melden dat het moeite doet om de waterhuishouding aan te pakken om hiermee problemen met de vergunning te temperen. Het bedrijf zal zich bij voorbaat moeten verplichten om veelbelovende opties die voortvloeien uit studies te realiseren.

### **F + B (initiatiefnemers) + eventueel D**

Een combinatie van het waterbedrijf en het waterzuiveringsbedrijf vormt een krachtig beginpunt voor geïntegreerde studies. De reden hiervoor is dat zij te samen inzicht hebben in de watergerelateerde financiën van het MKB bedrijf. Het waterbedrijf kent de inname kant en het waterzuiveringsbedrijf in op de hoogte van de kosten die gemoeid zijn met het lozen van water. Zij kunnen bepalen wat de terugverdientijd is van door hen te leveren producten.

Het toevoegen van een adviseur maakt de combinatie sterker. De adviseur kan specifiekere inschatting maken of het mogelijk is besparingen bij bedrijven te realiseren. Zo is het bijvoorbeeld lastig om kosten te reduceren die veroorzaakt worden door een sanitaire vuillast. Verzorgingstehuizen zijn daarom veelal niet geschikt voor waterbesparingsstudies.

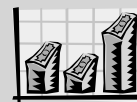
### **C (initiatiefnemer) + A**

De individueel gerichte promotie kan de overheid MKB-ers aanzetten tot projecten. Hierbij wordt niet zozeer gedacht aan folders e.d., maar veel meer aan interactieve bijeenkomsten van MKB-ers onderling. Van belang bij deze bijeenkomsten is dat collega MBR-ers presentaties geven over bereikte resultaten. Veelal worden dergelijke bijeenkomsten getrokken door de overheid en de adviseurs en wordt de MKB-ers een afwachtende houding toebedeeld. Een te grote rol voor niet MKB-ers moet juist worden vermeden.

## **B.3 Een gestructureerde aanpak**

Interduct heeft naar aanleiding van de eerste studies in het MKB haar aanpak fors moeten aanpakken. In het verleden is bij grotere bedrijven in de aanpak van energie- en wateroptimalisaties in grote bedrijven terecht gestreefd naar:

- het creëren van draagvlak bij het management;
- teamwerk samen met het bedrijf;
- bewustwording bij het personeel;
- een gedegen analyse van de situatie;
- pas oplossingen verzinnen als er een volledig overzicht is.



De ervaring heeft geleerd dat de kosten voor de waterhuishouding in een bedrijf met zeker 10% kan worden gereduceerd indien het bedrijf nog geen aandacht heeft geschonken aan water.

Voor een specifiek toeleveringsgebied is door een waterbedrijf van de klanten een lijst in volgorde van afnemende gebruikskosten gemaakt. Het waterzuiveringsbedrijf heeft een vergelijkbare lijst gemaakt voor de heffingskosten. Het combineren van de twee lijsten resulteerde in een lijst met bedrijven die veel 'water' kosten hebben. Bedrijven/instellingen met kosten die lager zijn dan € 5.000 zijn van de lijst afgevoerd.

De resulterende tachtig bedrijven en instellingen konden vervolgens benaderd worden met de mededeling dat besparingen op de waterhuishouding zeer waarschijnlijk waren.





Studies in grote bedrijven bieden vaak de ruimte om een gedegen overzicht te maken van de waterstromen. Die informatie kan dan gebruikt worden in op de marktbeschikbare software tools. Door de beperkte beschikbare tijd is het binnen het MKB vrijwel onmogelijk om naar bovenstaande doelen te streven. Het hoofddoel van de aanpak is niet meer dan: Hoe kan ik in een paar uur voldoende informatie verkrijgen om ideeën voor zinvolle verbeteringen te kunnen aanreiken. Het is in de praktijk gebleken dat dit veel lastiger is dan een uitgebreide studie. Voor het doorlichten van het bedrijf is een brede praktijkervaringen en het snel en flexibel kunnen omgaan met onduidelijke situaties van groot belang.

Gezien de vele verschillende bedrijfssituatie die kunnen optreden en de beperkt beschikbare tijd is een gestructureerde en flexibele aanpak noodzakelijk. Gedurende de vele bedrijfsstudies is een aanpak geëvolueerd met de volgende eigenschappen:

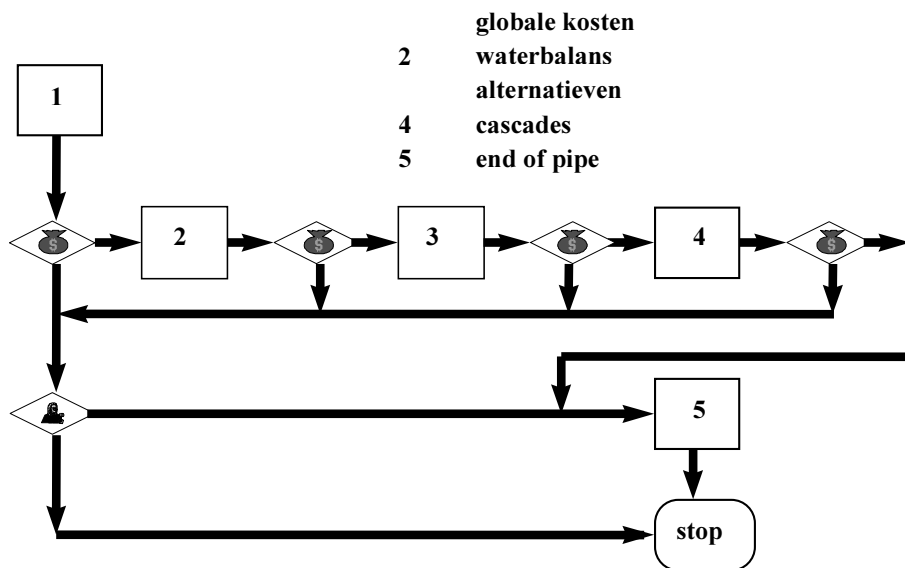
- boek met zo min mogelijk moeite zoveel mogelijk resultaat;
- de aanpak bestaat uit voorgedefinieerde deelstappen;
- tussenresultaten bepalen welke deelstappen uitgevoerd worden;
- onvolledigheid van gegevens wordt geaccepteerd;
- tussenresultaten kunnen aangeven dat de aanpak ten einde is;
- het streven is naar technisch en economisch realiseerbare ideeën;
- het streven is niet persé naar een optimale en geïntegreerde situatie.

De structuur van de aanpak is schematisch weergegeven in Figuur 3.

Stap 1 resulteert in een schatting van het debiet en de financiële waarde van de ingaande en uitgaande waterstromen. Een financiële afweging (  ) bepaalt of het nodig is om de gegevens van waterstromen nader uit te werken of alleen aandacht te schenken aan de vergunningsvoorwaarden (  ).

Indien de te verwachten financiële besparingen voldoende groot zijn, richt de aandacht zich in eerste instantie op het in kaart brengen van het netwerk van waterstromen (Stap 2). Stap 3 richt zich op het beperken van de grootte en de kwaliteit van de ingaande waterstromen, het vervangen op weglaten van processtappen en de mogelijkheden van hergebruik van bestaande uitgaande stromen bij derden. Het echte geïntegreerd denken vangt pas aan in de vierde stap waar de mogelijkheden voor intern hergebruik van stromen worden onderzocht. Het toepassen van End of pipe technieken vormt de sluitpost van de aanpak.

Figuur 3 Schematische weergave van waterbesparingsadviesing



#### B.4 Het eerste contact

Indien het initiatief genomen wordt door de MKB-er zelf, is het eerste contact makkelijk te leggen. Anders moet de juiste contact persoon nog worden gezocht. Een introductiebrief aan de directeur gevolgd door een belronde is hiervoor de aangewezen weg. In de introductiebrief van maximaal één bladzijde staat in steno de aanpak uitgelegd en, indien de informatie beschikbaar is, aangegeven wat de geschatte drinkwater- en heffingskosten zijn en wat de eerste schatting is voor de besparing aan kosten. Tien procent van de gezamenlijke drinkwater- en heffingskosten is een veilige schatting.

Het doel van de belronde is het globaal inventariseren van de meest gangbare ingaande en uitgaande waterstromen van een bedrijf om aan te geven of er ruimte is voor een economische verantwoorde verbetering van de waterhuishouding. De interviewer probeert tijdens het gesprek de debieten (m<sup>3</sup>/jaar) en kosten per jaar in Tabel 7 en Tabel 8 in te vullen. Eventueel voegt de interviewer ontbrekende typen water toe aan de tabel. Indien het moeilijk is de kosten te achterhalen geeft de kolom schatting een mogelijkheid toch een indicatie te geven van de kosten. Na het invullen van de tabellen is bij benadering bekend hoeveel water het bedrijf ingaat, hoeveel er weer uitgaat en wat de financiële gevolgen zijn. De belronde neemt circa een ½ uur in beslag.

Vaak zal blijken dat de massabalans niet kloppend is en dat de financiële gegevens onvolledig zijn. Voor het doel van deze stap in de aanpak is dat niet erg. Voorkomen moet worden dat de balans administratief kloppend wordt gemaakt, terwijl de praktijk anders uitwijst. Tevens is het niet de bedoeling in processpecifieke details te treden. Het totaal aan variabele kosten bepaalt het vervolg van de aanpak.

Het is financieel interessant de waterhuishouding nader te onderzoeken, als de totale variabele kosten hoger zijn dan 10.000 euro (tot 50 werknemers), 25.000 euro (circa 120 werknemers) en 50.000 (meer dan 200 werknemers). Beneden deze grenzen is het financieel gezien niet zinvol aandacht te besteden aan de waterhuishouding, behalve als er problemen zijn met de ver-



gunningsvoorwaarden. Na advies besluit de MKB-er voor wel of geen voortzetting van de aanpak.

Tabel 7 Inventarisatietabel voor de kosten van de ingaande stromen

Type water	ingaaand	variabele kosten	schatting
		[€/jaar]	[€]
Bron	[m <sup>3</sup> /jaar]		0,12/ m <sup>3</sup>
Oppervlakte	[m <sup>3</sup> /jaar]		0,05/ m <sup>3</sup>
Drink	[m <sup>3</sup> /jaar]		1,10/ m <sup>3</sup>
Onthard	[m <sup>3</sup> /jaar]		1,30/ m <sup>3</sup>
Demi	[m <sup>3</sup> /jaar]		1,80/ m <sup>3</sup>
Anders	[m <sup>3</sup> /jaar]		
Totalen	[m <sup>3</sup> /jaar]		

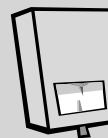
Tabel 8 Inventarisatietabel voor de kosten van de uitgaande stromen

Type water	uitgaand	uitgaand	variabele kosten	schatting
			[€/jaar]	[€]
Proces	[m <sup>3</sup> /jaar]	[v.e./jaar]		50/v.e.
huishoudelijk	[m <sup>3</sup> /jaar]	[v.e./jaar]		50/v.e.
Regen	[m <sup>3</sup> /jaar]			0.01/ m <sup>3</sup>
Koel	[m <sup>3</sup> /jaar]			0.02/ m <sup>3</sup>
Stoom	[m <sup>3</sup> /jaar]			18/ m <sup>3</sup> of ton
Anders	[m <sup>3</sup> /jaar]			
Totalen	[m <sup>3</sup> /jaar]			

## B.5 Het bedrijfsbezoek

Als de resultaten van het eerste contact beemoedigend zijn is het zinvol om het bedrijf daadwerkelijk te bezoeken. De doelen van dit bezoek zijn het vertrouwen van de MKB-er te winnen en inzicht verkrijgen in de samenhang van de diverse typen waterstromen in een bedrijf. De voornaamste activiteiten zijn een algemene kennismaking, een inventarisatiegesprek en een bedrijfsrondleiding. Na afronden van de activiteiten beschikt men over een blokschema van het productieproces, een kwalitatief waterschema naar type en functie en een begin van een kwantitatief overzicht van debiet en vuillast van relevante stromen. Het bedrijfsbezoek duurt twee à drie uur.

Een goede adviseur heeft een analytische instelling en is in staat om nieuwe creatieve oplossingen te bedenken. Deze eigenschappen zijn echter niet toereikend om het vertrouwen van de MKB-er te winnen. Er bestaat geen standaardprocedure om dit vertrouwen te winnen.



In navolging van de elektriciteitsbedrijven hebben een aantal waterbedrijven die opbouw van de waterrekening veranderd. De waterafnemer betaalt voor twee diensten: het daadwerkelijk leveren van kubieke meters drinkwater en de garantie een maximale capaciteit te kunnen afnemen. De laatste tijd zijn de kosten voor de laatste post sterk gestegen.

In veel gevallen blijkt dat het actuele verbruik van drinkwater significant lager is dan de geïnstalleerde capaciteit. Het laten installeren van een nieuwe watermeter, vaak tegen minimale uitgevoerd door het waterbedrijf, resulteert direct in een besparing van meerdere honderden Euro's per jaar. Bij menig bedrijfsbezoek dook de MKB-er met een lamp één of andere meterkast in er werd tevreden geknikt.

De onderstaande benaderingen zijn met succes toegepast:

- Meld indien van toepassing de naam van een vergelijkbaar bedrijf en de contactpersoon waar al een waterstudie is uitgevoerd. MKB-ers zijn mateloos geïnteresseerd in de gang van zaken bij 'collega's'.
- Geef al in een zeer vroeg stadium een advies dat zonder investeringen leidt tot financiële besparingen. Zie als voorbeeld de watermeter in het kader. De MKB-er ervaart dat het bedrijfsbezoek zelf zich al terug betaald heeft.
- Stel een lineair blokschema van het productieproces. Dit schema bevat de activiteiten die leiden tot het product. Figuur 4 geeft een voorbeeld van een proces voor het vervaardigen van printplaten. In de verdere aanpak speelt dit schema een beperkte rol. Het doel is de ondernemer te laten vertellen over zijn proces. De adviseur krijgt hierdoor een idee hoe het proces in elkaar steekt en creëert een gelegenheid om een goede band te scheppen met de ondernemer.

Figuur 4 Blokschema van het productieproces



Nadat het gesprek een open karakter heeft gekregen is het tijd het waterschema op te stellen. De type waterstromen uit Tabel 7 en Tabel 8 vormen hiervoor de basis. In een vraaggesprek werkt de adviseur de watertypen vanaf de invoerzijde af en bepaalt de functie van het water, zoals grondstof, koelmedium of reinigingsvloeistof. Bij het bepalen van het waterschema is het van groot belang dat er nog geen aandacht wordt geschonken aan de samenstelling of aan de hoeveelheden. Het opsporen van, soms niet relevante gegevens, is zeer storend en tijdrovend en draagt niet bij tot het verkrijgen van een overzicht.

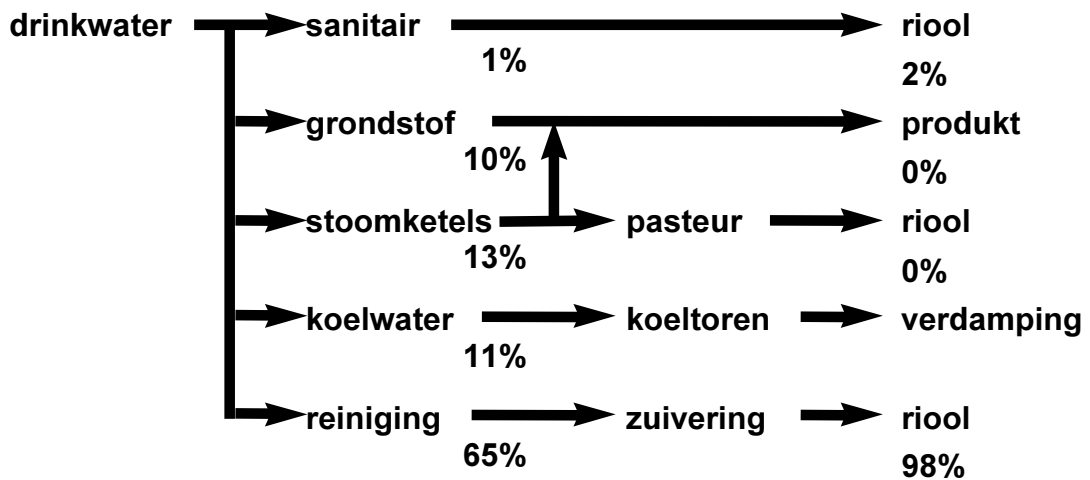
Pas nadat het kwalitatieve schema gereed is, vindt een kwantitatieve verdieping plaats. Aan de invoerzijde bepalen in de meeste gevallen de volumina de kosten. De vervuilingsgraad bepaalt voor de uitgaande stromen het merendeel van de kosten. Tijdens het bedrijfsbezoek kan het geschieden dat relevante gegevens niet beschikbaar zijn. Het is dan van belang hier niet te lang bij stil te staan. Een ruwe schatting op basis van de ervaring van de ondernemer of de adviseur volstaat.

Aan het eind van deze stap is het waterschema klaar. Figuur 5 geeft het waterschema van een fabrikant van soepen en sausen met daarin de pro-



centuele verdeling van de debieten (links) en van de vuillast (rechts). Indien de adviseur er niet in geslaagd is een schema op te stellen of indien de totale variabele kosten te laag zijn, stop de uitvoering van de methode.

Figuur 5 Waterschema fabrikant van soepen en sauzen



Na het maken van het waterschema is het zinvol het productieproces te bekijken. Tijdens het lopen langs de apparatuur kunnen vele luchtballonnetjes worden opgelaten. Vertel van tevoren aan de MKB-er dat de ideeën niet doordacht zijn. Het is meer een brainstormsessie. Daag MKB-er uit en wees brutaal. Confronteer de MKB-er met het weg halen processtappen weg, discussieer welk probleem dan ontstaat en verzin andere oplossing. Stel continue de vraag Waarom is dit zo?

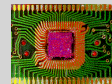
Na afloop van de bezichtiging van het productieproces wordt met de MKB-er doorgesproken wat de verder te volgen procedure is.

Juist tijdens het bezoek aan het productieproces wordt zeer veel informatie uitgewisseld. Het is aan te raden om direct na het bedrijfsbezoek die informatie in klad of flarden op te schrijven. Het is vrijwel onmogelijk om die informatie voor langere duur te onthouden.

## B.6 Het vinden van alternatieven

Het doel van deze stap is het vinden van alternatieven voor productiestappen die veel water verbruiken en van alternatieven voor de ingaande en uitgaande stromen van het gehele proces.

Deze stap kan reeds aanvangen tijdens het bedrijfsbezoek, maar de uitwerking van de diverse ideeën vindt later plaats.



Het productieproces voor printplaten zoals gepresenteerd in Figuur 5 bevatte diverse spoelstappen. De spoelstappen bestonden uit continu doorstroomde baden. Op historische gronden wat het motto. Spoelen en nogmaals spoelen om vervuiling van de vervolgbaden te voorkomen. Een kwantitatief criterium ontbrak.

Het idee was de baden na een productiedag geheel leeg te laten lopen en ze daarna weer te vullen met schoon water. Tijdens de productie is de watertoevoer gesloten. Een meting met een geleidsbaarheidmeter tijdens het bedrijfsbezoek en berekeningen achteraf gaven aan dat de maximaal te verwachten vervuiling beperkt was. Het drinkwaterverbruik van het bedrijf is met twee draaien per dag aan een kraan significant afgenomen.

## B.6.1 Alternatieven voor ingaande waterstromen

De ervaring is dat de kwaliteit van de ingaande stromen vaak te hoog is. Bedrijven nemen deze hoge kwaliteit van water in om onzekerheden weg te nemen of omdat alternatieven niet direct voorhanden zijn. De centrale vraag voor de ingaande waterstromen is: volstaat het inzetten van een lagere kwaliteit? Veelal is de ondernemer niet in staat de noodzaak voor het gebruik van de hoge kwaliteit water te beargumenteren. Vaak kan hij ook niet de benodigde kwaliteit aangeven. Dit is het moment voor de consultant om de ondernemer te confronteren met een lagere kwaliteit water. De twee onderstaande voorbeelden illustreren het inzetten van een lagere kwaliteit water.



Een belangrijke stap in de productie van ijs is het koelen van een room suiker smaakstoffen mengsel tot ijs in een doseerunit. Deze koeling dient snel en bedrijfszeker te gebeuren. De koelvloeistof circuleert tussen de doseerunit en een industriële koelininstallatie. De warmtepomp in deze koelininstallatie onttrekt de warmte uit de koelvloeistof en staat deze weer af aan een watergekoelde warmtewisselaar. In het verleden was besloten om drinkwater te gebruiken voor het koelen van de warmtewisselaar, omdat het drinkwater voorhanden was en omdat drinkwater is voorgeschreven in de voedingsindustrie.

Het gebruik van drinkwater als koelmedium is duur. Het alternatief om grondwater in plaats van drinkwater te gebruiken is goedkoper en vanuit hygiënisch oogpunt acceptabel. Door de gescheiden circuits van de koelmedia is er geen gevaar voor contaminatie van ijs met grondwater. Ook het grondwater blijft in een gesloten circuit en is binnen verguningsvoorwaarden weer terug te voeren in de grond. De investering voor koeling met grondwater met infiltratie heeft een terugverdientijd van minder dan zes maanden.



In de soepen en sausen fabriek, waarvan het waterschema is gegeven, bestaan de activiteiten ruwweg uit het maken van de sausen en soepen in ketels, het verpompen van het product in glazen potjes, het pasteuriseren van de gesloten potjes, het koelen van de potjes en het afvoeren naar de klant. Drinkwater was in de oorspronkelijke opzet de enige ingaande waterstroom. Voor drie functies van het water; namelijk het opwekken van stoom, het koelen van de potjes en het reinigen van de installaties, is het niet noodzakelijk het dure drinkwater in te zetten. Het inzetten van grondwater gevolgd door enkele conditioneringstappen in reeds aanwezig ionenwisselingsinstallaties bleek ook goed mogelijk. De ingreep bespaarde het bedrijf vele tonnen per jaar.

### B.6.2 Alternatieven voor processtappen

Het verbeteren van productiestappen is de meest elementaire ingreep die men kan verrichten om de waterhuishouding te verbeteren. Het aanpakken van productiestappen vergt meestal een intensief onderzoek om risico's te vermijden. De reeds beschreven procesaanpassing bij de producent van printplaten duidt aan dat dit niet altijd het geval is. Het blijkt echter in de praktijk dat fundamentele procesaanpassing zeer lastig te realiseren zijn, zelfs als zijn de besparingen groot en is de terugverdientijd kort. De bijbehorende risico's kunnen nauwelijks tot een acceptabel minimum worden teruggedrongen.

#### De groentewasser

Het gebruik van voorgesneden en gewassen groente is de laatste jaren sterk toegenomen. Een producent van dit product koopt de groente vers van het land in. Deze groenten bevatten aarde, bacteriën en eventueel gewasbeschermingsmiddelen. In tegenstroom met waswater vindt de reiniging plaats. Een sproeisysteem van gekoeld drinkwater reinigt de groente vlak voor de verpakkingstap. Het vervangen van de sproei-installatie door een dompelbad maakt de laatste wasstap veel efficiënter. Een besparing van meer dan 90% aan in het gebruik van gekoeld drinkwater was mogelijk.

### B.6.3 Alternatieven voor uitgaande waterstromen

Voor de uitgaande waterstromen staan er twee routes open om de waterhuishouding te verbeteren zonder de samenstelling of het debiet van de stroom te veranderen. De eerste route is het zoeken naar goedkopere verwerkers van de afvalwaterstroom. De tweede route is het zoeken naar een mogelijke toepassing in andere producten.

Een afvalwaterstroom hoeft het bedrijf niet als afvalwater te verlaten. In een aantal gevallen is de vervuilinggraad van een afvalwaterstroom zo hoog dat het aantrekkelijk is de stroom te isoleren en als afval te laten verwerken. In de praktijk blijkt dat dit meestal geen grote stromen zijn, zodat de logistiek van de af te voeren reststroom beheersbaar en betaalbaar is.

#### Bereiding van advocaat

Bij de bereiding van advocaat vormen eieren één van de ingrediënten. Praktisch is het vrijwel onmogelijk al het eiwit voor het product te benutten. Het lozen van een laagwaardig waterige resteiwitstroom resulteerde in een hoge heffing en problemen met schuim in het riool. De heffing aan vervuilingseenheden was dusdanig hoog, dat het economisch rendabel was de resteiwitstroom in een vuilverbrandingsinstallatie te verwerken.

### B.7 Integratie van waterstromen

Het doel van deze stap is het opsporen van al gebruikte waterstromen die, eventueel na voorreiniging, opnieuw gebruikt kunnen worden in het proces door recycling over een processtap of door invoer bij een andere processtap. Het uitvoeren van deze stap geschiedt volgens gedefinieerde activiteiten en neemt afhankelijk van het aantal stromen circa één dag in beslag. De activiteiten zijn:

- selecteer de gewenste kwaliteitsparameters;
- specificeer de in- en uitgaande stromen volgens de actuele situatie;
- specificeer de huidige kwaliteit van de ingaande stromen;
- specificeer, indien gewenst, de minimaal vereiste kwaliteit van de ingaande stromen;
- bepaal systematisch de inzetbaarheid van uitgaande stromen als ingaande stromen door alle combinaties van ingaande naar uitgaande stromen te karakteriseren met: direct inzetbaar of inzetbaar na zuivering of niet inzetbaar;

- stel een evaluatieteam samen en rangschik de veelbelovende opties. Dit team bestaat uit mensen die weten hoe de fabriek in elkaar zit en die een schatting kunnen maken van kosten om koppelingen te realiseren. De evaluatiesessie resulteert in een lijst van eventueel te implementeren opties.

Het voordeel van bovenstaande aanpak is dat relatief snel interessante opties naar voren komen. De aanpak houdt echter geen rekening met het integreren van meerdere uitgaande en ingaande stromen en geeft ook geen oordeel over de beste koppeling. Hiervoor zijn intelligentere, maar duurdere methodes op de markt.

Indien er na het recyclen en/of terugkoppelen van waterstromen nog steeds een financiële ruimte is voor investeringen of de waterlozingen nog niet voldoen aan vergunningseisen kan het bedrijf terug vallen op end of pipe technieken. In de literatuur en op het internet zijn vele methoden voor het selecteren van zuiveringstechnologieën beschikbaar.

## **B.8 Conclusies**

Voor vrijwel alle MKB bedrijven is een proces geïntegreerde studie niet te rechtvaardigen op basis van baten die verkregen kunnen worden op besparing van water en vermindering van de lozingsheffing.

MKB bedrijven met circa 200 werknemers komen in aanmerking voor een eenvoudig aanpak als de watergerelateerde kosten hoger zijn dan 50.000 euro. Voor kleinere MKB bedrijven kan een lagere grens worden aangehouden.

De waterleidingbedrijven en de afvalwaterzuiveringbedrijven kunnen helpen bij het opsporen van MKB bedrijven die in aanmerking komen voor een eenvoudige aanpak.

De rol van de adviseur is in een MKB studie anders dan bij een groot bedrijf. De adviseurs is veel meer een compagnon die open en direct meedenkt met het zoeken naar oplossingen. De MKB-er moet al snel het gevoel krijgen dat hij waar voor zijn geld heeft. De MKB-er heeft geen behoefte aan een specialist die aan zijn bureau ingewikkelde berekeningen gaat maken.

De oplossing liggen veelal in de sfeer van good housekeeping. Oplossingen die veel nader onderzoek behoeven komen niet in aanmerking. De MKB-er is er veel meer bij gebaat dat hij per idee weet wat de voor en nadelen zijn, wat de terugverdientijd is en wie het binnen korte tijd kan realiseren.

De gepresenteerde methode voor een eenvoudige aanpak heeft prima gefunctioneerd bij de bezochte MKB bedrijven. Bij meerdere bedrijven zijn daadwerkelijk veranderingen doorgevoerd. Door de gestructureerde aanpak in combinatie met de opgedane ervaring door de adviseurs werd het steeds eenvoudiger om bij MKB bedrijven mogelijkheden voor besparing op te sporen, ondanks het feit dat alle bedrijven hun unieke procesvoering hadden.



## C Stellingen discussie workshop

### C.1 Software algemeen

- Software is een onmisbaar hulpmiddel bij de realisatie van procesintegratie.  
*Er zijn vele softwarepakketten beschikbaar, met naar het lijkt ‘voor elk wat wils’: eenvoudige pakketten en ingewikkelde, in huis te ontwikkelen of kant en klaar, alleen voor optimalisatie van energie of ook voor andere stromen geschikt, etc. Is software een (onmisbaar) hulpmiddel bij de realisatie van procesintegratie? Is het nodig dat de overheid de ontwikkeling en het gebruik ervan stimuleert?*
- De adviseur is niet breed genoeg onderlegd om een integraal advies te geven.  
*Adviseurs kunnen niet van alle markten thuis zijn en kunnen niet van alle softwaretools kennis in huis hebben. Vaak gebruiken ze (als ze al software gebruiken) slechts één of enkele pakketten. Kunnen ze daardoor wel voldoende kennis en kunde bieden aan de bedrijven die hun advies vragen? Als hier een knelpunt ligt, hoe is dit op te lossen?*

### C.2 Eenvoudige software

- Eigenaars moeten hun installatie regelmatig monitoren, zodat de huisadviseur te allen tijde kan laten zien waar kansen voor procesintegratie liggen. *Hierdoor worden beslismomenten optimaal benut en is de adviseur langer betrokken bij bedrijf en proces. Is een verplichting tot bijvoorbeeld halfjaarlijkse inventarisatie en pinchanalyse een oplossing?*
- De overheid moet in eerste instantie de investeringsbarrière opheffen. *Mogelijkheden om investeringsrisico over te nemen zijn belangrijker dan wettelijke eisen aan nieuwe installaties, kennisvergroting of ondersteuning van (verdere ontwikkeling van) Odessy. Wellicht moeten adviseurs worden gestimuleerd om “no cure no pay” aan te bieden of installateurs om units te leasen in plaats van te verkopen.*
- De installateur moet vanaf het moment van het opstarten van de procesintegratieanalyse bij het traject worden betrokken. *Bij interpretatie van de uitkomsten, zeker op het gebied van kostenramingen, is het van belang dat de installateur samenwerkt met de adviseur (en eigenaar); hoe zou dit gestimuleerd kunnen worden? Alledrie actoren zouden van het begin van de studie tot de implementatiefase meespelen.*
- De software moet een ondersteunende rol blijven spelen; de uitkomsten moeten door adviseur (installateur) en eigenaar in overleg geïnterpreteerd worden. *De aansluiting bij de bedrijfsvoering zou hierdoor toenemen. Te hoge verwachtingen van de directe uitkomsten van de berekeningen, en daarmee tegenvallers, zouden kunnen worden voorkomen.*

Op basis van de wateroptimalisatiestudies bij MKB bedrijven zijn ervaring op gedaan die wellicht toepasbaar zijn voor energieoptimalisatiestudies. De onderstaande stellingen gaan hierop in.

- Energiebedrijven spelen een belangrijke rol bij het opsporen van bedrijven met een hoog potentieel voor energiebesparing.  
*Zij zijn als enige in staat om los van een (MKB) bedrijf relevante gegevens te genereren. Het energiebedrijf creëert een sterkere klantbinding door een actieve rol te spelen bij de verbetering van de energiehuishouding.*
- Indien de energie of water gerelateerde kosten van een bedrijf lager zijn dan 50.000 Euro is een procesintegratiestudie economisch niet te verantwoorden.  
*Procesintegratiestudies vergen namelijk een personele inzet van minimaal enkele weken en leiden veelal tot investeringen van tienduizenden Euro's. Een beperktere aanpak gericht op het vinden van de 'vette vissen' verdient dan de voorkeur. Ook het gebruik voor gecombineerde software (water-energie) is alleen lucratief voor bedrijven waar een duidelijke potentiële winst te halen is in het combineren van energie en water. Studies kosten al gauw 25.000 euro.*
- Bij een beperktere aanpak van de water- en of energiehuishouding spelen software tools een ondergeschikte rol.  
*Bij een procesgeïntegreerde aanpak van water- of energiehuishouding spelen software tools een prominente rol. De gebruiker van de tool is de adviseur.*
- De rol van de adviseur bij een procesintegratie studie is anders dan de rol bij een beperkte aanpak.  
*In een beperkte aanpak speelt de adviseur de rol van compagnon/meedenker. Een brede ervaring van de adviseur is van belang. In een procesgeïntegreerde aanpak speelt de adviseur de rol van verzamelaar van gegevens/specialist.*
- Een aantal waterstromen, zoals stoom, condensaat en koelwater, speelt ook een rol in de energiehuishouding.  
*De energieregelateerde kosten voor deze stromen zijn een orde groter dan de massagerelateerde kosten. Omdat de energiekosten veelal overheersen zal een geïntegreerde energie- en wateroptimalisatie in het algemeen geen extra meerwaarde opleveren ten opzichte van een aparte energieoptimalisatie en een aparte wateroptimalisatie.*
- Een wateroptimalisatie kan aanleiding geven tot een energieoptimalisatie bij processen waarbij gebruik wordt gemaakt van open stoom.  
*Dit gebeurt in de voedingsindustrie. Leidingen en ketels worden gereinigd met heet water en producten worden gesteriliseerd / gepasteuriseerd.*



## D Verslag workshop

### D.1 Programma workshop

9.30	Opening door gastheer	Soeriowardojo/NOVEM
9.35	Toelichting dagvoorzitter	Stikkelman/Interduct
9.40	Projecttoelichting en doel van de bijeenkomst	Van Swigchem/CE
9.55	Individuele beoordeling stellingen	Allen
10.00	Warmte-integratie en waterbesparing in de papierindustrie	Zwart/Big River Innovation
10.40	Procesintensificatie als veelbelovende ontwikkeling in energiebesparing	Van den Berg /TU Twente
11.20	Pauze	
11.40	Plenaire discussie stellingen	Allen
12.45	Einde workshop	

#### D.1.1 Opening door de gastheer

De heer Soeriowardojo heet iedereen welkom bij de werkbijeenkomst over procesintegratie. Het zijn vooral de grotere bedrijven die systematisch procesintegratiestudies hebben uitgevoerd. Deze studies worden vaak ondersteund door complexe pinch en flowsheet programma's. Vaak wordt het aangetoonde potentieel voor energie besparing niet of nauwelijks gerealiseerd. Onderzoek laat zien dat hiervoor allerlei financiële en niet-financiële belemmeringen zijn.

Daarnaast lijkt het potentieel voor energiebesparingen bij MKB bedrijven aanzienlijk. Recente ontwikkelingen zoals integratie van waterstromen, integratie tussen meerdere bedrijven of bedrijventerreinen (industrial ecology) en het meenemen van integratie in een vroeg stadium van ontwerp (procesintensificatie) lijken steeds belangrijker te worden in de procesintegratie. Dit geldt voor zowel het MKB als de grote bedrijven.

Hoewel er reeds veel energie bespaard is, zijn er dus voldoende redenen om procesintegratie onder de loep te nemen.

#### D.1.2 Toelichting dagvoorzitter

De dagvoorzitter is de heer R.M. Stikkelman, directeur van het interfacultaire Delft university clean technology institute. In verband met het uitvallen van een lezing wordt de agenda aangepast. Er volgt een korte ronde waarin de deelnemers aan de workshop zich voorstellen.

Aan de deelnemers is aan het begin van de bijeenkomst een formulier met twaalf stellingen uitgereikt. Deze stellingen zijn onttrokken aan de discussie nota. De dagvoorzitter verzoekt de deelnemers om, na de toelichting van mevrouw van Swigchem, hun mening in te vullen. De resultaten zullen na de presentaties besproken worden.

### D.1.3 Projecttoelichting en doel van de bijeenkomst

Mevrouw van Swigchem licht in het kort de hoofdlijnen van het project toe en het doel van deze bijeenkomst:

In de studie richt de aandacht zich op de driehoek eigenaar-adviseur-installateur. De gedachte is dat in deze driehoek de potenties voor procesintegratie worden opgespoord, de motivatie kan worden gevoed en de uitvoering ter hand wordt genomen. Ieder heeft hierin een eigen rol. Het doel van de workshop is deze rollen te bediscussiëren om de mogelijkheden voor het wegnemen van knelpunten beter in kaart te brengen.

Het doel van dit project is:

Het vinden van oplossingen voor de knelpunten in de driehoek eigenaar-adviseur-installateur teneinde realisatie van procesintegratieprojecten te verzekeren.

De invalshoeken zijn:

- *Softwarehulpmiddelen*  
De vraag is of alle potenties van software worden benut, mede in relatie tot de rollen in de driehoek eigenaar-adviseur-installateur. Ook is de vraag welke mogelijkheden eenvoudige softwaretools bieden.
- *Andere incentives voor energiebesparing*  
Naast energie zijn ook water- en afvalbesparing thema's waar bedrijven mee bezig zijn. Met name in de provincies waar verdroging een belangrijk milieuthema is, speelt het zuiniger omgaan met (grond)water. Hier ligt een praktisch aanknopingspunt om dit met een betere benutting van energie te combineren. Waterstromen zijn immers vaak gekoppeld met energiestromen. De vraag is hoe de ontwikkelingen op dit gebied zijn en wat de rol van software daarbij is.
- *MKB*  
De afgelopen jaren zijn er bij de grote en middelgrote bedrijven veel studies uitgevoerd naar procesintegratie. Het MKB is totnogtoe niet in deze mate bezig geweest met procesintegratie. De overheid heeft het vermoeden dat er in het MKB nog een aanzienlijk potentieel aan energiebesparing te realiseren kan zijn. In dit project speelt de vraag of procesintegratie hierbij een rol kan spelen.

Bijlage D.3 bevat de presentatie van mevrouw Van Swigchem.

### D.1.4 Warmte-integratie en waterbesparing in de papierindustrie

De heer L. Zwart, voorheen hoofd technologie van de papierfabriek Doetichem en op het moment zelfstandig adviseur bij Big River Innovation, houdt een presentatie over warmte-integratie en waterbesparing in de papierindustrie.

De papier- en kartonindustrie (PKI) in Nederland heeft met een verbruik van 70 miljoen m<sup>3</sup> water en 30 PJ energie een significante milieu-impact. Desondanks legt de PKI bij kostenbesparingsstudies prioriteit niet direct bij energie- en waterbesparing. Besparing in hulpstoffen, grondstoffen en arbeid leveren een hoger rendement op, omdat deze kostenposten aanzienlijk groter zijn dan de water- en energiekosten.

Besparing op grondwater alleen was voor de papierfabriek Doetichem niet toereikend om een procesintegratie project te justificeren. Het verhelpen van













gebruiken de software als ondersteuning, en zullen te allen tijde hun kennis en ervaring moeten gebruiken. Met name bij het MKB wordt uitgebreide software niet als zinvol gezien: dit is te duur en er is nog veel besparing mogelijk door eenvoudige maatregelen.

Voor de realisatie van procesintegratie is het belangrijk dat de adviseur breed georiënteerd is en beschikt over een wijd kennisnetwerk. Installateurs moeten niet te vroeg betrokken worden in het creatieve proces om tot procesgeïntegreerde procesverbeteringen te komen omdat zij belang hebben bij bepaalde installaties.

Verder is gebleken dat het procesintegratie zich niet alleen moet focussen op water- en energie. Het besparen van grond- en hulpstoffen is vaak een veel interessantere doelstelling. Verder is de timing van de studie en de implementaties essentieel voor het geaccepteerd krijgen van het concept procesintegratie. De financiële risico's zullen voornamelijk gedragen moeten worden door de bedrijven. De overheid kan wel financiële drempels wegnemen in projecten met een onderzoeksdoel, maar blijft altijd gebonden aan de Europese wetgeving.

Voor kleinere studie in voornamelijk het MBK lijkt een procesintegratie aanpak niet direct de meest interessante optie.