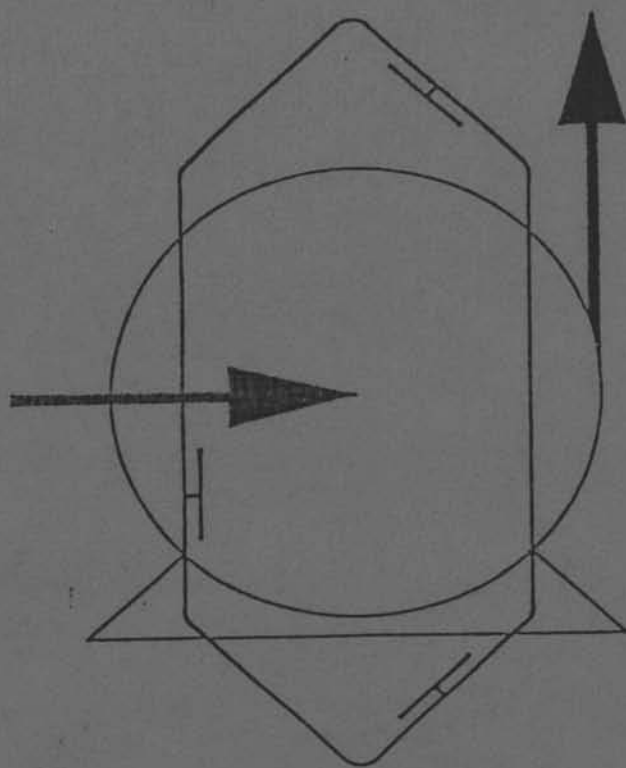


ECONOMISCHE EVALUATIE
van RUWE VETZUURSCHEIDING



Unichema
International

ECONOMISCHE EVALUATIE van RUWE VETZUURSCHEIDING.

Deze evaluatie is gemaakt in het kader van vak M17, "Chemische Fabriek",
naar aanleiding van de G-opdracht 1984.

Delft, april 1984.

J.L.M. Brunet de Rochebrune

— M.J. ten Doesschate

H.A. Geers

R.A.J. van Haarst

— A.A. Kruijer

F.L.M. Schenkeveld

R.J. van der Velde

INLEIDING

Van de vier ontworpen alternatieven voor de vetzuurscheiding is een economische beschouwing gemaakt.

De processen waar het om gaat zijn:

Solvent kristallisatie

- * - geschraapte warmtewisselaar
- * - direct contact koelkristallisatie
- * - vacuüm verdampingskristallisatie
- * Superkritische gasextractie

Met verschillende methoden is de apparatuurinvestering voor deze scheidingsmogelijkheden berekend:

- | | |
|------------------------|----------------|
| * WEBCI-boekje | sup.krit/krist |
| * kilogrammenmethode | sup.krit |
| * Chemical Engineering | sup.krit/krist |

Voorts zijn verschillende opslagfactoren gebruikt voor toeslagen voor piping, montage, fundamenten, elektrische installatie, regelapparatuur en verf:

- | | |
|-----------------|----------------|
| * Langfactor | sup.krit |
| * Millerfactor | sup.krit/krist |
| * Guthriefactor | sup.krit/krist |

WEBCI-boekje

Deze methode is gebaseerd op het WEBCI prijzenboekje; een uitgave van de Stichting Nederlandse Apparaten Voor De Procesindustrie.

Uitgangspunt is de 10^e druk van december 1982. Aangezien de daarin vermelde prijzen nauwelijks afwijken van de huidige, zijn de prijzen voor 1984 niet gecorrigeerd.

Sommige apparaten vallen buiten het bereik van dit boekje. Prijzen zijn dan geëxtrapoleerd met de kilogrammenmethode. Apparaatonderdelen die niet in het WEBCI-boekje voorkomen (schotels) zijn begroot met de methode uit Chemical Engineering.

Kilogrammenmethode

Hierbij wordt van ieder apparaat het gewicht globaal bepaald. Aan de hand van de prijs per kilogram apparaat, welke in het WEBCI-boekje staat genoteerd, wordt de investering berekend. Voordeel van deze methode boven het WEBCI-boekje is, dat hiermee prijzen kunnen worden bepaald van apparaten met afmetingen die buiten de grenzen vallen van de hierin gepubliceerde apparatuur.

Voor prijzen van pompen is deze methode onwerkbaar. Daarom zijn hiervoor prijzen aangenomen uit het WEBCI-boekje. Prijzen van schotels zijn overgenomen uit Chemical Engineering.

Chemical Engeneering

Deze methode is gebaseerd op een artikel dat op 5 april 1982 is verschenen in het blad Chemical Engineering. Auteurs zijn R.S. Hall, J. Matley en K.J. McNaughton.

Prijscurven voor een groot aantal apparaten worden gegeven. Deze zijn gebaseerd op computerberekeningen van ontwerpen en details daarvan, alsmede op fabrikantprijzen en opgaven van procesindustriën die systematisch dergelijke kosten natrekken.

Deze prijzen zijn ook niet geïndexeerd voor 1984.

Kolommen vallen ver buiten het bereik van de gegeven curven. Hiervoor zijn dan prijzen berekend op basis van prijsgrafieken van Guthrie uit het boek "Proces Plant Estimating Evaluation and Control" uit 1970. De conversiefactor van 2,66 is bepaald door de prijzen te vergelijken van een referentiekolom.

Langfactor

De schattingsmethode van Lang berust op de idee dat voor investeringen de grootste post ($\frac{2}{3}$) wordt gevormd door de materiële kosten. Van deze kosten wordt ongeveer de helft gevormd door de apparatuurkosten.

De Langfactor geeft een algehele opslag voor gas/vloeistofsystemen van 4,74.

De kosten van apparatuur worden hiermee vermenigvuldigd om kosten van fundamenteën, ondersteuning, montage, piping elektrische installatie en overhead te verwerken.

De methode van Lang is een vrij grove, zeker voor kleine installaties als onderhavige. Zij is gebruikt in combinatie met de Kilogrammenmethode.

Millerfactor

De methode van Miller is een verfijning op die van Lang. De fabriek wordt verdeeld over vier sectoren:

De terrein module is niet meegenomen, omdat op bestaand eigen terrein wordt gebouwd. Ook fabrieksgebouwen zijn niet meegeteld, omdat zij niet nodig zijn. "Offsites" en indirecte kosten worden meegenomen in de kosten van de proceseenheid.

Ieder blok is uit verschillende kosten opgebouwd. Voor het gas/vloeistof blok bijvoorbeeld is dit:

		factor
* apparatuur	E=100	
* direct materiaal	M	F_m
* directe montagekosten	L	F_l
* directe kosten	E+M+L	$F_d = F_m + F_l$
* indirecte kosten		F_i
* naakte kosten		$F_n = F_d * F_i$
* contingency & fee (18%)		F_c
* totale kosten		$F_t = F_n + F_c$

Voor ieder apparaat gelden andere factoren. Het blokschema is voor elk apparaat bijgevoegd.

COST DATA SHEET

PROCESS EQUIPMENT
 NORM MODULAR FACTORS

BY	KMG	DATE	1970
EXPONENT			
TIME BASE		MID 1970	

HEAT EXCHANGERS

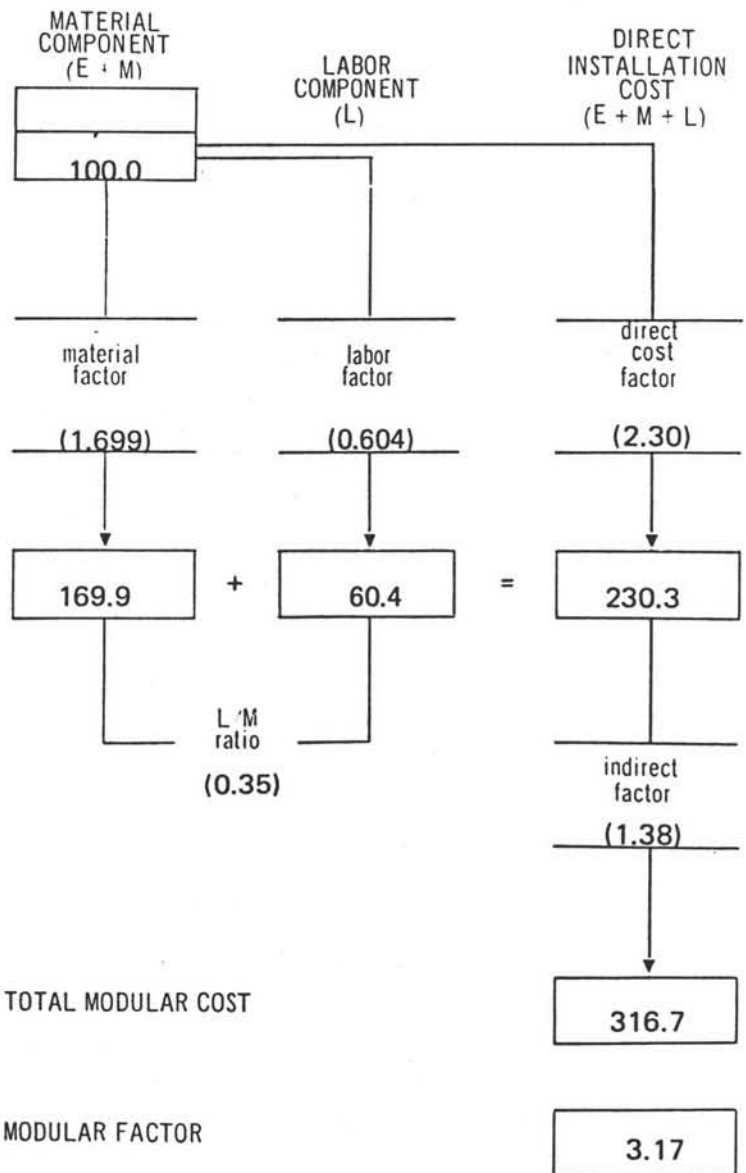
Use this data to establish installation and modular cost relationships for heat exchangers. All values are percent equipment base cost.

SHELL AND TUBE

PURCHASED EQUIPMENT COST
 BASE COST (E)

PIPING	<u>44.7</u>
CONCRETE	<u>5.0</u>
STEEL	<u>3.0</u>
INSTRUMENTS	<u>10.0</u>
ELECTRICAL	<u>2.0</u>
INSULATION	<u>4.7</u>
PAINT	<u>0.5</u>
SUB TOTAL (M)	<u>69.9</u>

TOTAL DIRECT COST (E + M + L)



COST DATA SHEET

**PROCESS EQUIPMENT
NORM MODULAR FACTORS**

BY KMG	DATE 1970
EXPONENT	
TIME BASE	MID 1970

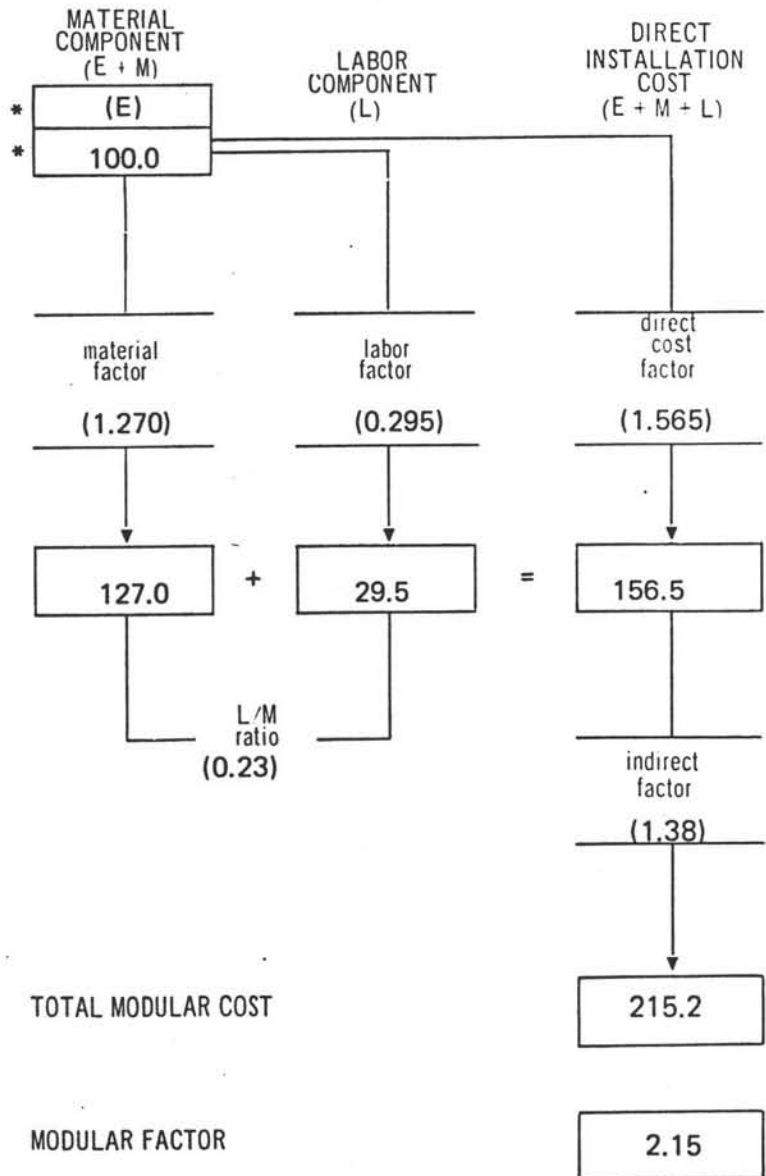
COMPRESSION UNITS

Use this data to establish installation and modular cost relationships for most compression units. All values are percent equipment base cost.

**PURCHASED EQUIPMENT COST
BASE COST**

PIPING	<u>14.1</u>
CONCRETE	<u>4.3</u>
STEEL	---
INSTRUMENTS	<u>1.3</u>
ELECTRICAL	<u>6.8</u>
INSULATION	<u>0.5</u>
PAINT	---
SUB TOTAL (M)	<u>27.0</u>

TOTAL DIRECT COST (E + M + L)



* Includes compressor facility and driver costs

COST DATA SHEET

PROCESS EQUIPMENT
NORM MODULAR FACTORS

BY KMG	DATE 1970
EXPONENT	
TIME BASE	MID 1970

PROCESS VESSELS

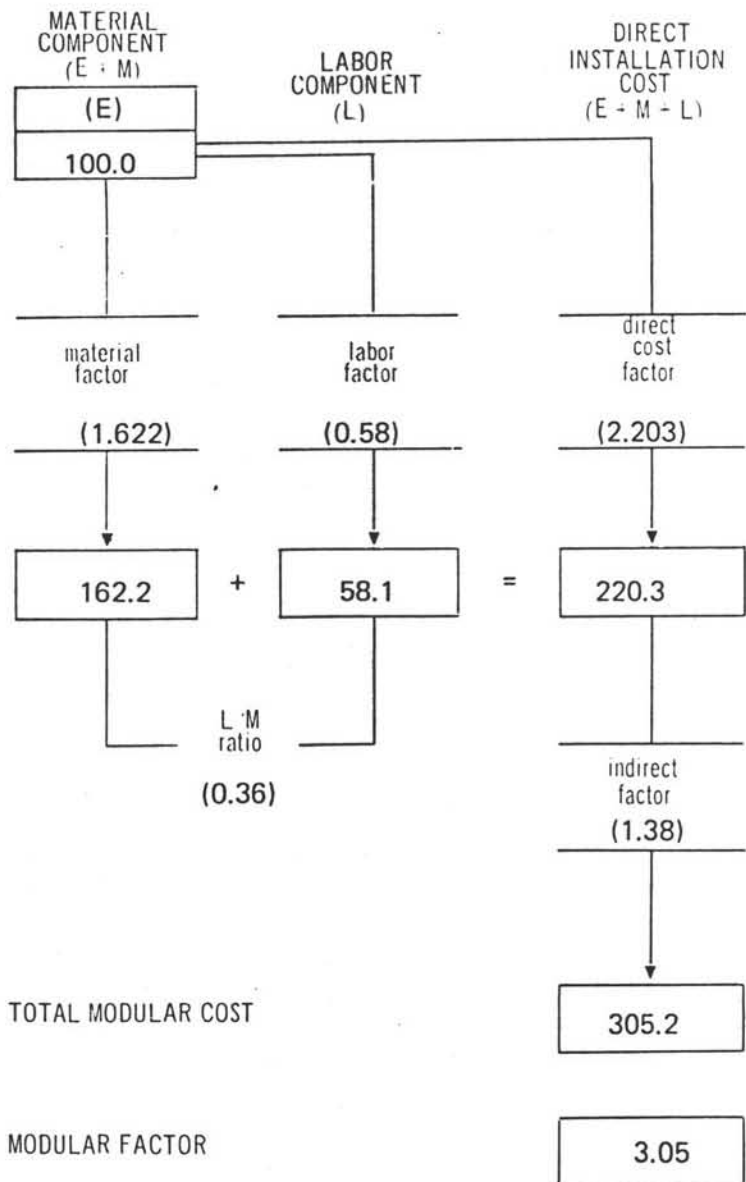
Use this data to establish installation and modular cost relationships for horizontal process vessels. All values are percent base cost.

HORIZONTAL

**PURCHASED EQUIPMENT COST
BASE COST**

PIPING	39.7
CONCRETE	6.0
STEEL	--
INSTRUMENTS	6.0
ELECTRICAL	5.0
INSULATION	5.0
PAINT	0.5
SUB TOTAL (M)	62.2

TOTAL DIRECT COST (E + M + L)



COST DATA SHEET

PROCESS EQUIPMENT
NORM MODULAR FACTORS

BY	KMG	DATE	1970
EXPONENT			
TIME BASE		MID 1970	

PROCESS VESSELS

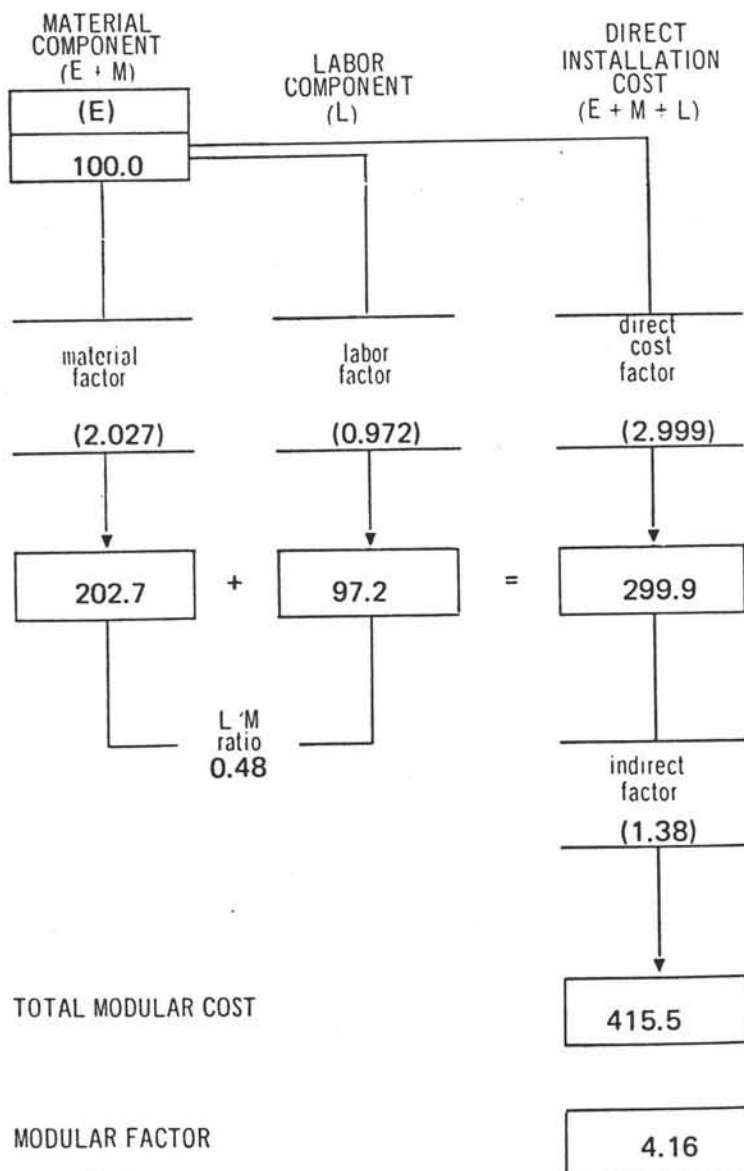
Use this data to establish installation and modular cost relationships for vertical process vessels. All values are percent equipment base cost.

VERTICAL

PURCHASED EQUIPMENT COST BASE COST (E)

PIPING	59.5
CONCRETE	9.8
STEEL	7.8
INSTRUMENTS	11.4
ELECTRICAL	4.9
INSULATION	8.0
PAINT	1.3
SUB TOTAL (M)	102.7

TOTAL DIRECT COST (E + M + L)



TOTAL MODULAR COST

MODULAR FACTOR

COST DATA SHEET

PROCESS EQUIPMENT
NORM MODULAR FACTORS

BY KMG	DATE 1970
EXPONENT	
TIME BASE	MID 1970

PUMPING UNITS

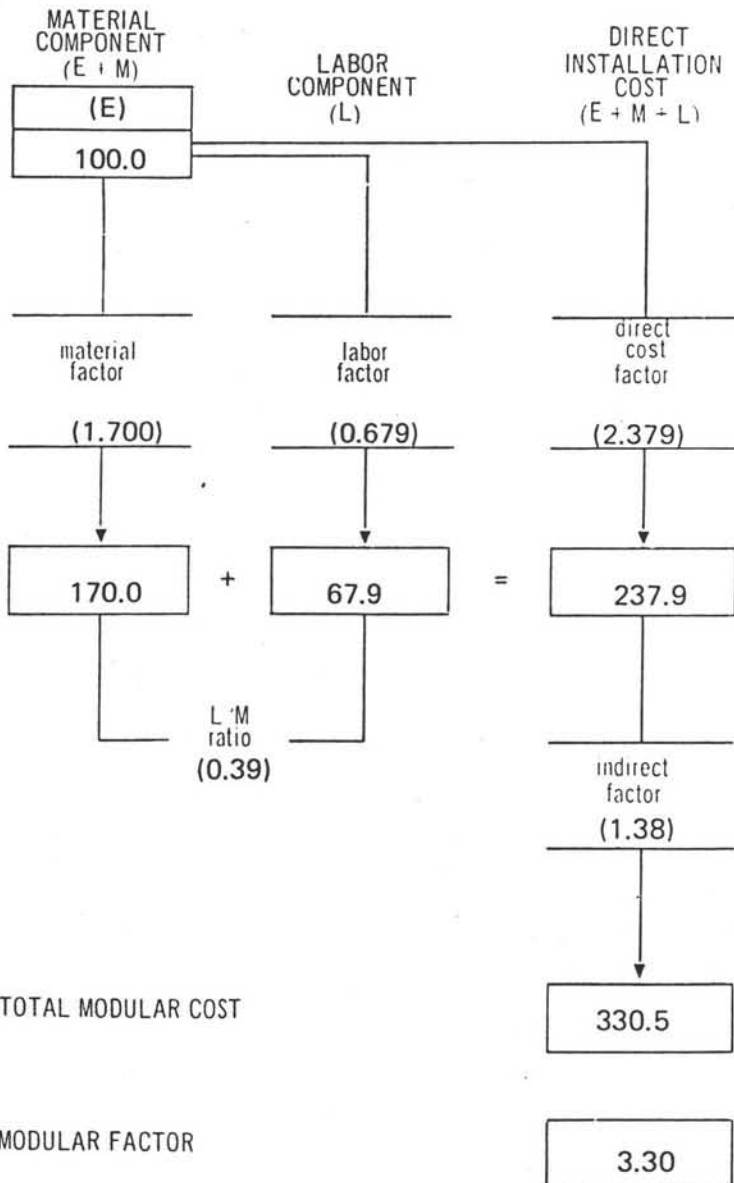
Use this data to establish installation and modular cost relationships for most motor driven pump and units. All values are percent equipment base cost.

PUMPS AND DRIVERS

PURCHASED EQUIPMENT COST
BASE COST

PIPING	29.3
CONCRETE	3.9
STEEL	--
INSTRUMENTS	2.9
ELECTRICAL	30.3
INSULATION	2.8
PAINT	0.8
SUB TOTAL (M)	70.0

TOTAL DIRECT COST (E + M + L)



KOSTPRIJSBEREKENING

Het onderstaande schema geeft een globale opbouw van de totale kosten van een product.

		productie volume afh. of K_p	grondstoffen hulpstoffen stoom, water energie, koeling bijproduct
	directe pro- ductiekosten K_d	semi- variabel of K_1	katalysator royalty onderhoud laboratorium loon
fabrikage kosten K_f		investe- rings afh. of K_i	afschrijving verzekering rente licentie
	indirecte productiekosten of plant overhead K_o		terrein, erfpacht toezicht kantine brandweer, veiligheid laboratorium opslag, verlading personeelsdienst chem. techn. dienst
totale kosten K_t		marketing	marktresearch techn. service verkoop vervoer
algemene kosten K_a		administr. research & development	kantoorkosten administratie, boekhouding juridische zaken directie

$$K_t = K_p + K_l + K_i + K_o + K_a$$

K_p productievolume afhankelijke kosten

Als grondstofprijs van de vetzuren wordt fl. 1366,- per ton aangenomen.

Voor de bedrijfsmiddelen geldt:

* 70 bar stoom	fl.	45,- /ton
* lage druk stoom	fl.	38,- /ton
* IJsselwater	fl.	0,03/ton
* bronwater	fl.	0,12/ton
* electriciteit	fl.	0,09/kWh
* benzeen (sup.krit)	fl.	1500,- /ton

K_l semivariabele kosten

Aangenomen wordt dat het onderhoud 4% van de totale investering per jaar bedraagt.

Het personeelsbestand wordt gesteld op vijf man. Loonkosten worden hiermee fl. 300.000

Met royalties en laboratoriumbezetting wordt geen rekening gehouden.

$$K_l = \text{fl.} (I * 0,04 + 300.000)$$

K_i investeringsafhankelijke kosten

Afschrijving geschiedt lineair over een periode van 16 jaar. De rente is gebaseerd op de marktrente, 8%, genomen over het halve geïnvesteerde kapitaal.

De verzekering wordt doorgaans gesteld op 1% van de omzet. Aangezien de ruwe vetzuur scheiding slechts een onderdeel vormt van de totale verwerking tot eindproduct en de overige investeringen onbekend zijn, evenals de marktwaarde van de producten, is de verzekering buiten beschouwing gelaten.

$$K_i = \text{fl.} (I/16 + I/2 * 0,08)$$

K_o plant overhead

Hiervoor wordt een fractie van de investeringen en lonen genomen. Voor de zware chemische industrie geeft Hackney in "Control and Management of capital projects" 4 % van de investering en 45% van de lonen.

$$K_o = \text{fl.} (0,04 * I + 0,45 * 300.000)$$

K_a algemene kosten

Voor de algemene kosten, dus verkoop, administratie en research wordt doorgaans 5% van de omzet genomen. Daar de omzet onbekend is (zie bij K_i. verzekeringen), zijn deze buiten beschouwing gelaten.

2.0 ECONOMISCHE EVALUATIE VAN VETZUURSCHEIDING d.m.v. KRISTALLISATIE;

2.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de economische beschouwingen terug te vinden van de vetzuurscheidingsinstallaties, welke gebruik maken van kristallisatie. Voor deze beschouwingen is uitgegaan van de in hoofdstuk 2 van het G-groep verslag 1984 ontworpen scheidingsunits. Voor de ontworpen installaties zijn de benodigde investeringen berekend op twee verschillende manieren:

- Webci-prijzen met de Miller toeslagmethode
- Chemical Engineering-prijzen met de Guthrie toeslagmethode

De investeringskosten van de vacuüm verdampingskristallisatie zijn, voor aceton en methylformiaat als solvent, alleen met de tweede methode bepaald. Dit is gedaan omdat uit Chem. Eng. de prijzen nauwkeuriger te bepalen zijn, zodat de totale kosten, voor de verschillende solvents, beter te vergelijken zijn.

SOLVENTRECOVERY

Tabel 2.1: Investerings tabel voor de solvent recovery sectie.

De apparaatkosten zijn afkomstig uit Webci en de opslagfactor is bepaald met de Miller-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaatkosten (f)
<u>Warmtewisselaars</u>		
E106	8,6 m ²	25300,-
E107	7,2 m ²	22400,-
E108	22 m ²	34400,-
E109a	11 m ²	24000,-
E109b	150 m ²	121000,-
E109c	6 m ²	18000,-
<u>Pompen</u>		
P105	1 kW	2000,-
P106	1 kW	2000,-
P107	1 kW	2000,-
P108	1 kW	2000,-
<u>Kolommen incl. reboiler en klepschotels</u>		
S101		76550,-
S102		74550,-
		+
		404200,-

4,65 Miller-factor

_____ x

totale investeringskosten: f 1.879.530,-

Tabel 2.2: Investerings tabel voor de solvent recovery sectie.

De apparaatkosten zijn afkomstig uit lit. (3) en de opslag-
factoren zijn bepaald met de Guthrie-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat- kosten (\$)	Guthrie- factor	Totale kosten (\$)
<u>Warmtewisselaars</u>				
E106	8,6 m ²	4000,-		
E107	7,2 m ²	3500,-		
E108	22 m ²	7000,-		
E109a	11 m ²	4500,-		
E109b	150 m ²	24000,-		
E109c	6 m ²	3500,-		
		+ 46500,-	x 3,17	147405,-
<u>Pompen</u>				
P105	1 kW	1000,-		
P106	1 kW	1000,-		
P107	1 kW	1000,-		
P108	1 kW	1000,-		
		+ 4000,-	x 3,3	13200,-
<u>Kolommen incl. reboiler en klep- schotels</u>				
S101		36000,-		
S102		36000,-		
		+ 72000,-	x 4,16	299520,-

totale naakte kosten:	\$460125,-	+
contingency (18%)	82823,-	
	+ \$542948,-	+
totale invest.kosten:	\$542948,-	
conversie \$ naar f :	3	x
totale invest. kosten: f	1.628.844,-	

GESCHRAAPTE WARMTEWISSELAARSUNIT

Tabel 2.3: Investeringsstabel voor de vetzuurscheidingssectie van de geschraapte warmtewisselaarsunit. (zie figuur 2.2.1.) De apparaten zijn afkomstig uit Webci en voor de opslagfactor is gebruik gemaakt van de Miller-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaatkosten (in guldens)
<u>Tank</u>		
T101	V=5m ³ ; 5mm RVS 316	25000,-
<u>Warmtewisselaars</u>		
E101	A=285m ² ; mantel staal, rest RVS 316	209000,-
E102	zie appendix 2-I; (prijsindicatie is van Borsig (Kratzkühler))	1000000,-
E103	A=80m ² ; mantel staal, rest RVS 316	77000,-
E105	A=4.3m ² ; mantel staal, rest RVS 316	16000,-
<u>Filter</u>		
F101	4 m ² ; (prijsindicatie AMA-filter)	110000,-
<u>Pompen</u>		
P101	1 kW	2000,-
P102	1 kW	2000,-
P103	1 kW	2000,-
P104	1 kW	2000,-
<u>Koelmachine</u>		
	Compressor	200000,-
	Condensator (108m ²)	90000,-

	_____ +
Totale apparaatkosten	1735000,-
Miller-factor	4.65
	_____ x
Totale investering	f 8.068.000,-

Tabel 2.4: Investeringsstabel voor de vetzuurscheidingssectie van de geschraapte warmtewisselaarsunit. (zie figuur 2.2.1.)
De apparaatkosten zijn afkomstig uit lit. (3) en voor de opslagfactoren is gebruik gemaakt van de Guthrie-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat- kosten (\$)	Guthrie- factor	Totale kosten(\$)
<u>Tank</u>				
T101	V=5m ³ ; 5mmRVS 316	8500	x 3.0	25500
<u>Warmtewisselaars</u>				
E101	A=285 m ² ; *	43780		
E102	zie bijlage 2-I	333000		
E103	A=80 m ² ; *	15100		
E105	A=4.3 m ² ; *	2800		
		————— +		
		394680	x 3.17	1251136
<u>Filter</u>				
F101	4m ²	33000	x 4.0	132000
<u>Pompen</u>				
P101	1 kW	1000		
P102	1 kW	1000		
P103	1 kW	1000		
P104	1 kW	1000		
		————— +		
		4000	x 3.3	13200
<u>Koelmachine</u>				
	Compressor	50000	x 2.15	107500
	Condensor (108m ²)	17200	x 3.17	54524

Totale naakte kosten: \$ 1583860

Contingency (18%) 285095

Totale investering \$ 1868955

Conversie naar guldens 3

Totale investering f 5.607.000

* mantel van staal, rest RVS 316
-2.7.-

Uitgaande van de nu bekende benodigde investeringskosten volgt voor beide methoden de bepaling van de totale kosten per ton product. Hieruit volgt na aftrek van de kostprijs van de ruwe vetzuren, de toegevoegde waarde per ton product. Voor de berekening is uitgegaan van een gelijke kostprijs voor de verschillende vetzuren. Tevens is uitgegaan van 7500 werkuren per jaar met een capaciteit van 7.5 ton per uur.

Tabel 2.5: Totale investeringskosten (in kf) voor het ontwerp van de geschraapte warmtewisselaarsunit. Hieronder vallen de scheidingssectie (tabel 2.3.&2.4.) alsmede de solventrecoverysectie (tabel 2.1.&2.2.).

Investeringskosten	Webci+Miller	Chem.Eng.+Guthrie
Scheidingssectie	8068	5607
Recoverysectie	1880	1629
Totale investering	9948	7236

Voor de verschillende kostensoorten zijn de volgende bedragen gevonden;

K_p (Productievolume afhankelijke kosten)

-Grondstoffen: Per jaar wordt (7500x7.5=) 56250 ton
vetzuur verwerkt. f 76.837.500,-

-Hulpstoffen: Verlies aan methanol per uur is 3.4 kg
Uitgaande van f1,- per kg kost dit f 25.500,-

-Stoom: Verbruik aan lage druk stoom;
E107 1.60 ton per uur
E108 4.78 ton per uur
S101 0.41 ton per uur
S102 0.30 ton per uur
E106 0.63 ton per uur (Stoom equivalent
voor 385 kW)

----- +
Totaal 7.72 ton per uur
Dit komt neer op 57900 ton per jaar f 2.200.200,-

-Electrische energie: 8 pompen à 1 kW: 8 kW
Schraper motoren: 15 kW
Compressor: 143 kW
Filter(Unichema) 20 kW
----- +
186 kW f 125.550,-

-Koelwater: In E109, 148.2 ton per uur	f	33.345,-
Welwater in E104, 169 ton per uur	f	152.100,-
		+
Totaal productievolume afhankelijke kosten	f	79.374.195,-

K_1 (Semivariabele kosten)

-Onderhoud: Webci + Miller	f	397.000,-
Chem.Eng. + Guthrie	f	289.000,-
-Loonkosten: Hiervoor is uitgegaan van 5 man à f 60.000 per jaar.	f	300.000,-

K_I (Investerterings afhankelijk kosten)

-Afschrijving: afschrijving vindt plaats in 16 jaar zodat voor de beide investeringen de volgende afschrijving geldt;		
Webci + Miller	f	621.750,-
Chem.Eng. + Guthrie	f	452.250,-
-Rente : Webci + Miller	f	397.920,-
Chem.Eng. + Guthrie	f	289.440,-

Verder is voor de investeringsafhankelijke kosten uitgegaan van te verwaarlozen licentiekosten en is de verzekering niet meegenomen, daar deze grotendeels bepaald wordt door de omzet, welke niet bekend is.

K_o (Indirecte productkosten)

Voor de chemische-industrie met kleine capaciteit geeft Hackney 4.0% van de investeringskosten en 45% van de loonkosten. Dit geeft voor de gevolgde methoden;

Webci + Miller	f	532.920,-
Chem.Eng. + Guthrie	f	424.440,-

K_a (Algemene kosten)

De algemene kosten, zoals verkoop, administratie en research bedragen ongeveer 5% van de omzet. Aangezien het aandeel van deze unit hierin niet bekend is zijn deze kosten in deze beschouwing niet meegenomen.

Uit de som van deze kosten, volgen de totale productie kosten per jaar voor de unit, waaruit vervolgens de productie kosten volgen per ton vetzuur alsmede de toegevoegde waarde per ton product.

Tabel 2.6: Overzicht van de kostenopbouw voor de vetzuren, geldend voor de geschraapte warmtewisselaarsunit. (Kosten in guldens per jaar)

Kostensoort	Webci +Miller	Chem.Eng. + Guthrie
K _p	79.374.195,-	79.374.195,-
K _l	697.000,-	589.000,-
K _I	1.019.670,-	741.690,-
K _O	532.920,-	424.440,-
Totale productie- kosten per jaar.	81.623.785,-	81.129.325,-
Productiekosten per ton vetzuur	1.451,-	1.442,-
Toegevoegde waarde per ton product.	f 85,-	f 76,-

DIRECT CONTACT KOELKRISTALLISATIE

Tabel 2.7 Investeringskosten voor de direkt kontakt koel-
kristallisatie. De apparaatkosten zijn afkomstig
uit Webci en de opslagfactor is bepaald met de
Millermethode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat- kosten (f)
<u>Warmtewisselaars</u>		
E 201	230 m ²	170000,-
<u>Pompen</u>		
P 201	1 kW	2000,-
P202	1 kW	2000,-
P 203	1 kW	2000,-
<u>Tanks</u>		
T 201	5 m ³	25000,-
T 203	1 m ³	14000,-
T 205	kristallisator	90000,-
T 206	groeivat	60000,-
<u>Overig</u>		
S 201	stripper	40000,-
F 201	filter	110000,-
Koelmachine		290000,-
		807000,-
Miller-factor		4,65
Totale investeringkosten		3750000,-

Tabel 2.8 Investeringskosten voor de direkt kontakt koel-
kristallisatie. De apparaatkosten zijn afkomstig
uit lit. (3) en de opslagfactoren zijn bepaald
met de Guthrie-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat- kosten (\$)	Guthrie factor	Totale kosten (\$)
<u>Warmtewiss.</u>				
E 201	230 m ²	40000,-	3,17	126800,-
<u>Pompen</u>				
P 201	1 kW	1000,-		
P 202	1 kW	1000,-		
P 203	1 kW	1000,-		
P 204	1 kW	1000,-		
		4000,-	3,3	13200,-
<u>Tanks</u>				
T 201	5 m ³	8000,-		
T 203	1 m ³	4500,-		
T 206	groeivat	12000,-		
		24500,-	3,0	73500,-
<u>Overig</u>				
T 205	kristallisator	20000,-	4,16	83200,-
S 201	stripper	3500,-	4,16	14560,-
F 201	filter	41000,-	4,0	164000,-
Koelmachine		66000,-	2,47	163200,-
Totale naakte kosten				640000,-
Contingency (18%)				115200,-
				755200,-
Conversie van \$ naar f				3
Totale investeringskosten				f 2265600,-

Kostprijsberekening

Tabel 2.9 Direkte produktiekosten vetzuurscheiding per uur productie.

Omschrijving	Verbruik per uur	Prijs per eenheid (f)	Kosten per uur (f)
Welwater	161 ton	0,12	19,40
Electr. pompen	8 kW	0,09	0,72
Electr. filter	10 kW	0,09	0,90
Electr. compressor	110 kW	0,09	9,90
Verlies solvent	4,5 kg	0,98	3,40
IJsselwater	148,2 ton	0,03	4,45
Verhitting	7,72 ton LD stoom	38,-	293,40
Totale directe kosten per uur			332,40

De kostprijs bestaat uit inkoop vetzuren, directe produktiekosten en indirecte produktiekosten.

De indirecte produktiekosten bestaan uit loon, onderhoud, afschrijving en rente.

Berekening toegevoegde waarde per bij 7500 draaiuren per jaar en 7,5 ton vetzuur per uur.

M.b.v. Webci (Totale investeringskosten f 5630000,-)

Direkte produktiekosten	332,40 x 7500	f 2493000,-
Onderhoud (4% van de investering)		f 225200,-
Loon (5 man à 60000,- per jaar)		f 300000,-
Afschrijving (16 jaar lineair)		f 351900,-
Rente (8% over de halve investering)		f 225200,-
Plant-overhead (4% van de investering + 45% v.h. loon)		f 360200,-
Totale kosten		f 3955000,-

Toegevoegde waarde: $3955000 / 56250 = f 70,-$ per ton

M.b.v. lit. (3) (totale investeringskosten f 3894000,-)

Direkte produktiekosten	332,40 x 7500	f 2493000,-
Onderhoud (4% van de investering)		f 155800,-
Loon (5 man à 60000,- per jaar)		f 300000,-
Afschrijving (16 jaar lineair)		f 243400,-
Rente (8% over de halve investering)		f 155800,-
Plant-overhead (4% van de investering + 45% v.h. loon)		f 290800,-
Totale kosten		f 3639000,-

Toegevoegde waarde: $3639000 / 56250 = f 65,-$ per ton

VACUUM VERDAMPINGSKRISTALLISATIEUNIT

Tabel 2.10: Investerings tabel voor de vacuüm verdampingskristallisatie met methanol als solvent. De apparaatkosten zijn afkomstig uit WEBCI en de opslagfactor is bepaald met de Miller-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat-kosten (f)
<u>Warmtewisselaars</u>		
E 301	190 m ²	146000,-
E 302	105 m ²	92400,-
E 303	7 m ²	20000,-
<u>Pompen</u>		
P 301 t/m P 307	1 kW	14000,-
P 312	1 kW	2000,-
<u>Opslagtanks + Knock-out drum</u>		
T 302	5 m ³	25000,-
T 303	2,5 m ³	20000,-
T 304		15000,-
<u>Kristallisator</u>		
T 305	12 m ³	100000,-
T 306	6 m ³	70000,-
<u>Vacuümpomp op condensor</u>		
	10 kW	50000,-
<u>Koelinstallatie</u>		
Compressor	165 kW	200000,-
Condensor	116 m ²	102000,-
<u>Filter</u>		
F 301	3,8 m ²	110000,-

966400,-

4,65 Miller-factor
*

Totale invest. kosten kristallisator:f 4493760,-

Totale invest. kosten strippersectie:f 1879530,-

Totale invest. kosten :f 6373290,-

Tabel 2.11 : Investerings tabel voor de vacuüm verdampingskristallisatie met methanol als solvent. De apparaatkosten zijn afkomstig uit lit.(3) en de opslagfactoren zijn bepaald met de Guthrie-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat-kosten (\$)	Guthrie-factor	Totale kosten (\$)
<u>Warmtewisselaars</u>				
E 301	190 m ²	30800		
E 302	105 m ²	18100		
E 303	7 m ²	3500		
		+ 52400	*3,17	166108
<u>Pompen</u>				
P 301 t/m P 307	1 kW	7000		
P 312	1 kW	1000		
		+ 8000	*3,3	26400
<u>Opslagtanks + Knock-out drum</u>				
T 302	5 m ³	8500		
T 303	2,5 m ³	8000		
T 304		7000		
		+ 23500	*3,0	70500
<u>Kristallisator</u>				
T 305	12 m ³	14500		
T 306	6 m ³	12000		
		+ 26500	*3,05	80825
<u>Vacuümpomp op condensor</u>				
	10 kW	10000	*3,3	33000
<u>Koelinstallatie</u>				
Compressor	165 kW	65000	*2,15	139750
Condensor	116 m ²	17600	*3,17	55790
<u>Filter</u>				
F 301	3,8 m ²	33000	*4,0	132000

Totale naakte kosten : \$ 704373

Contingency (18%) 126787

\$ 831160

Conversie \$ naar f 3

Vervolg tabel 2.11.

Totale investeringskosten kristallinator:	f 2493480,-	
Totale investeringskosten strippersectie:	f 1628844,-	
	<u> </u>	+
Totale investeringskosten	: f 4122324,-	
	<u> </u>	

Tabel 2.12: Investerings tabel voor de vacuüm verdampingskristallisatie met aceton als solvent. De apparaatkosten zijn afkomstig uit lit.(3) en de opslagfactoren zijn bepaald met de Guthrie-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat-kosten (\$)	Guthrie-factor	Totale kosten (\$)
<u>Warmtewisselaars</u>				
E 301	133 m ²	21000.		
E 302	83 m ²	15300		
E 303	1 m ²	1100		
		37400	+	
			*3,17	118558
<u>Pompen</u>				
P 301 t/m P 307	1 kW	7000		
P 312	1 kW	1000		
		8000	+	
			*3,3	26400
<u>Opslagtanks + Knock-out drum</u>				
T 302	5 m ³	8500		
T 303	2,5 m ³	8000		
T 304		7000		
		23500	+	
			*3,0	70500
<u>Kristallisator</u>				
T 305	12 m ³	14500		
T 306	6 m ³	12000		
		26500	+	
			*3,05	80825
<u>Vacuümpomp op condensor</u>				
	10 kW	10000	*3,3	33000
<u>Koelinstallatie</u>				
Compressor	135 kW	55000	*2,15	118250
Condensor	93 m ²	15200	*3,17	48185
<u>Filter</u>				
F 301	3,8 m ²	33000	*4,0	132000
Totale naakte kosten: \$				627718
Contingency (18%)				116859
				744577
conversie \$ naar f				3

Vervolg tabel 2.12.

Totale investeringskosten kristallisator: f 2233731,-

Door gebrek aan tijd is de stripper sectie voor aceton en methylformiaat niet nader bepaald. De investering zal derhalve worden geschat a.d.h. van het te verwachten energie verbruik m.b.v. de volgende relatie, lit.(1):

$$I = I_0 \left(\frac{C}{C_0} \right)^m \quad (1)$$

waarin

I_0 = investering van de stripper sectie voor methanol.

C_0 = benodigde warmte capaciteit om 14250 kg/h methanol van 7500 kg/h vetzuur te scheiden = 4910 kW.

C = de benodigde warmte capaciteit nodig om een ander solvent van 7500 kg/h vetzuur te scheiden.

m = degressie coëfficiënt.

De degressie coëfficiënt is bepaald m.b.v.:

$$m = \frac{\sum e_i \cdot c_i}{\sum c_i} \quad (2)$$

waarin

e_i = de capaciteits exponent

c_i = de relatieve basis kosten.

De waarden hiervoor zijn overgenomen uit lit.(1) blz.-III-14- en weergegeven in de volgende tabel.

Tabel : capaciteits exponenten en relatieve kosten.

	e_i	c_i
stripperkolom	0,73	33,5
verdamer	0,65	8,8
condensor	0,66	6,8

Uit vgl.(2) volgt dan dat $m = 0,7$.

De benodigde scheidings energie zal worden geschat met:

$$C = 1,15 \frac{(\dot{m}_{s,1} + \dot{m}_{s,2})}{3600} \cdot r_v \quad (3)$$

waarin

$\dot{m}_{s,1}$ = de solvent die van de stearine wordt gescheiden.

$\dot{m}_{s,2}$ = de solvent die van de oleïne wordt gescheiden.

r_v = de verdampings warmte van het solvent.

De gebruikte waarden volgen uit tabel 1 en tabel 2 blz. 2-28 en 2-29 van het verslag.

De factor 1,15 is een geschatte toeslag van 15%. Deze is bepaald door voor methanol het werkelijke energie verbruik te vergelijken met het geschatte, hetgeen alleen de zuivere verdampings energie is.

Voor aceton is

$$C = 1,15 \frac{(3150 + 7050)}{3600} \cdot 510 = 1660 \text{ kW}$$

uit vgl. (1) volgt dan dat

$$I = 1628844 \left(\frac{1660}{4910} \right)^{0,7} = f \ 762427,-$$

Hetgeen de totale investerings kosten volgens de Guthrie-
methode brengt op: f 2996160,-

Tabel 2.13: Investeringsstabel voor de vacuüm verdampingskristallisatie met methylformiaat als solvent. De apparaatkosten zijn afkomstig uit lit.(3) en de opslagfactoren zijn bepaald met de Guthrie-methode.

Apparaat	Omschrijving	Apparaat-kosten (\$)	Guthrie-factor	Totale kosten (\$)
<u>Warmtewisselaars</u>				
E 301	108 m ²	18000		
E 302	88 m ²	16030		
E 303	2 m ²	2200		
		36230	+ *3,17	114849
<u>Pompen</u>				
P 301 t/m P 307	1 kW	7000		
P 312	1 kW	1000		
		8000	+ *3,3	26400
<u>Opslagtanks + Knock-out drum</u>				
T 302	5 m ³	8500		
T 303	2,5 m ³	8000		
T 304		7000		
		23500	+ *3,0	70500
<u>Kristallisator</u>				
T 305	12 m ³	14500		
T 306	6 m ³	12000		
		26500	+ *3,05	80825
<u>Vacuümpomp op condensor</u>				
	10 kW	10000	*3,3	33000
<u>Koelinstallatie</u>				
Compressor	105 kW	45000	*2,15	96750
Condensor	102 m ²	16000	*3,17	50720
<u>Filter</u>				
F 301	3,8 m ²	33000	*4,0	132000

Totale naakte kosten: \$ 605044

Contingency (18%) 108908

713952

Conversie \$ naar f 3

Vervolg tabel 2.13.

Totale investeringskosten kristallisator:	f 2141856,-
Totale investeringskosten strippersectie:	f 1134285,-
Totale investering	f 3276141,-

Hierbij zijn de investeringskosten voor de strippersectie op dezelfde wijze geschat als voor aceton, n.l.:

$$C = 1,15 \frac{(5000 + 14500)}{3600} \cdot 470 = 2928 \text{ kW.}$$

en dus

$$I_{\text{stripper}} = 1628844 \left(\frac{2928}{4910} \right)^{0,7} = f 1134285,-$$

Tabel 2.14 Kostprijs berekening voor methanol, uitgaande van een totale investering van f6373300,- volgens de Miller-methode.

Kostensoort	Quantiteit	Prijs/ eenheid	Totale kostprijs
<u>Produktie volume afhankelijk</u>			
ruwe vetzuren	7,5 t/h	1366 Dfl/t	10245 Dfl/h
welwater voor koelinstallatie	210 t/h	0.12 Dfl/t	25,2 Dfl/h
IJsselwater voor topcondensor	155 t/h	0,03 Dfl/t	4,65 Dfl/h
L.D. stoom	8,71t/h	38 Dfl/t	330,98 Dfl/h
pompvermogen	12 kW		
compressorverm. koeling	165 kW		
vacuümpomp	10 kW		
filter	20 kW		
	+ 207 kW	0,09 Dfl/kWh	18,63 Dfl/h
verlies methanol	3,4 kg/h	1,0 Dfl/kg	3,4 Dfl/h
			+ 10627,86 Dfl/h
Produktietijd van	7500 h/jr	$K_p = 79708950,-$	Dfl/jr
<u>Semi-variabel</u>			
onderhoud		4% v. invest.	254931 Dfl/jr
loon	5 man	60000 Dfl/jr	300000 Dfl/jr
			+ $K_1 = 554931$ Dfl/jr
<u>Investerings-afhankelijk</u>			
afschrijving	lineair over 16 jr		398330 Dfl/jr
rente	8% van halve invest.		254931 Dfl/jr
			+ $K_i = 653262$ Dfl/jr
<u>Indirecte produktiekosten</u>			
zie schema	4% v. invest. + 45% v. loonkosten		$K_o = 389932$ Dfl/jr

-Totale kosten $K_t = K_p + K_1 + K_i + K_o = 81307000$ Dfl/jr

-Kostprijs/ton, bij een produktie van 56250 t/jr, $k_p = 1445,46$ Dfl/t

-Toegevoegde waarde 79,46 Dfl/t

Tabel 2.15 Kostprijs berekening voor methanol, uitgaande van een totale investering van f 4122500,- volgens de Guthrie-methode.

Kostensoort	Quantiteit	Prijs/eenheid	Totale kostprijs
<u>Produktie volume afhankelijk</u>	zie tabel	$K_p = 79708950,-$	Dfl/jr
<u>Semi variabel</u>			
onderhoud		4% v. invest.	164893 Dfl/jr
loon	5 man	60000 Dfl/jr	300000 Dfl/jr
			+ $K_1 = 464893$ Dfl/jr
<u>Investerings-afhankelijk</u>			
afschrijving	lineair over 16 jr.		257645 Dfl/jr
rente	8% van halve investering		164893 Dfl/jr
			+ $K_i = 422538$ Dfl/jr
<u>Indirecte produktie kosten</u>			
zie kostenschema	4% v. invest. + 45% v. loonkosten		$K_o = 299400$ Dfl/jr

-Totale kosten	$K_t = 80896300,-$	Dfl/jr
-Kostprijs/ton vetzuur	$k_p = 1438,16$	Dfl/t
-Toegevoegde waarde	$= 72,16$	Dfl/t

N.B. De algemene kosten, zoals verkoop, administratie en research bedragen ongeveer 5% van de omzet. Het aandeel van deze unit hierin is niet bekend zodat deze kosten niet zijn opgenomen.

Tabel 2.16: Kostprijs berekening voor aceton, uitgaande van een totale investering van f 2996200,- volgens de Guthrie-methode.

Kostensoort	Quantiteit	Prijs/ eenheid	Totale kostprijs
<u>Produktie volume afhankelijk</u>			
ruwe vetzuren	7,5 t/h	1366 Dfl/t	10245 Dfl/h
welwater voor koelinstallatie	165 t/h	0,12 Dfl/t	19,8 Dfl/h
IJsselwater voor topcondensator ¹⁾	57 t/h	0.03 Dfl/t	1,71 Dfl/h
L.D. stoom ²⁾	3,37 t/h	38 Dfl/t	128,06 Dfl/h
pompvermogen	12 kW		
compressorverm. koeling	135 kW		
vacuümpomp op condensator	10 kW		
filter	20 kW		
	177 kW +	0,09 Dfl/kWh	15,93 Dfl/h
verlies aceton	3,4 kg/h	0,8 Dfl/kg	2,72 Dfl/h
			10413,22 Dfl/h +
Produktietijd van	7500 h/jr	$K_p =$	78099150,- Dfl/jr
<u>Semi-variabel</u>			
onderhoud		4% v. invest.	119846 Dfl/jr
loon	5 man	60000 Dfl/jr	300000 Dfl/jr
		$K_1 =$	419846 Dfl/jr +
<u>Investeringsafhankelijk</u>			
afschrijving	lineair over 16 jr.		187260 Dfl/jr
rente	8% van halve invest.		119846 Dfl/jr
		$K_i =$	307106 Dfl/jr +
<u>Indirecte produktiekosten</u>			
zie kostenschema	4% v. invest. + 45% v. loonkosten	$K_o =$	254848 Dfl/jr

-Totale kosten, zonder royalties	$K_t = 79081000,-$	Dfl/jr
-Kostprijs/ton vetzuur	$k_p = 1405,88$	Dfl/t
-Toegevoegde waarde	$= 39,88$	Dfl/t

Het gebruik van aceton als solvent is gepatenteerd, Armour-proces. De hiervoor te betalen royalties worden geschat op 5% van de toegevoegde waarde.

-Toegevoegde waarde, incl. royalties	$= 41,87$	Dfl/t
-Kostprijs/ton vetzuur	$k_p = 1407,87$	Dfl/t
-Totale kostprijs, incl. royalties	$K_t = 79193000,-$	Dfl/jr

ad 1): In de topcondensor wordt de aceton gecondenseerd, hiervoor moet 1445 kW worden onttrokken met IJsselwater dat van 22°C naar 45°C wordt opgewarmd.

ad 2): De totaal benodigde energie is 1660 kW in de strippersectie en 385 kW in het smeltvat. Deze wordt verkregen uit de condensatie van L.D. stoom. ($r_{\text{cond}} = 2187 \text{ kJ/kg}$)

N.B. De algemene kosten, zoals verkoop, administratie en research bedragen ongeveer 5% van de omzet. Het aandeel van deze unit hierin is niet bekend zodat deze kosten niet zijn opgenomen.

Tabel 2.17: Kostprijs berekening voor methylformiaat, uitgaande van een totale investering van f 3276200,- volgens de Guthrie-methode.

Kostensoort	Quantiteit	Prijs/ eenheid	Totale kostprijs	
<u>Produktie volume afhankelijk</u>				
ruwe vetzuren	7,5 t/h	1366 Dfl/t	10245	Dfl/h
welwater voor koelinstallatie	180 t/h	0,12 Dfl/t	21,6	Dfl/h
IJsselwater voor ¹⁾ topcondensator	89,5 t/h	0,03 Dfl/t	2,69	Dfl/h
L.D. stoom ²⁾	5,45t/h	38 Dfl/t	207,23	Dfl/h
pompvermogen	12 kW			
compressorverm. koeling	105 kW			
vacuümpomp op condensator E302	10 kW			
filter	20 kW			
	+ 147 kW	0,09 Dfl/kWh	13,23	Dfl/h
verlies methylf.	5,4 kg/h	1,2 Dfl/kg	6,46	Dfl/h
			10496,21	Dfl/h
Produktietijd van 7500 h/jr				$K_p = 78721575,-$ Dfl/jr
<u>Semi-variabel</u>				
onderhoud		4% v. invest.	131046	Dfl/jr
loon	5 man	60000 Dfl/jr	300000	Dfl/jr
			$K_1 = 431046$	Dfl/jr
<u>Investerings-afhankelijk</u>				
afschrijving	lineair over 16 jr.		204759	Dfl/jr
rente	8% van halve invest.		131046	Dfl/jr
			$K_i = 335805$	Dfl/jr
<u>Indirecte produktiekosten</u>				
zie kostenschema	4% v. invest. + 45% v. loonkosten		$K_0 = 266048$	Dfl/jr

-Totale kosten per jaar

$K_t = 79754500,-$ Dfl/jr

-Kostprijs/ton vetzuur

$$k_p = 1417,85 \text{ Dfl/t}$$

-Toegevoegde waarde

$$= 51,85 \text{ Dfl/t}$$

ad 1): strippersectie gecondenseerd, hiervoor moet 2400 kW worden onttrokken met IJsselwater dat van 22°C naar 45°C wordt opgewarmd.

ad 2): De totaal benodigde energie is 2428 kW in de strippersectie en 385 kW in het smeltvat. Deze wordt verkregen uit de condensatie van L.D. stoom. ($r_{\text{cond}} = 2187 \text{ kJ/kg}$)

N.B. Om dezelfde redenen als eerder beschreven zijn ook hier de algemene kosten niet opgenomen.

SUPERKRITISCHE GASEXTRACTIE.

Tabel 3.2: Investerings tabel voor de Superkritische Gas-extractie. De apparaatkosten zijn bepaald met de methode uit Chemical Engineering en de opslagfactoren zijn bepaald met de methode van Guthrie.

Apparaat	omschrijving	apparaat- kosten (\$)	Guthrie- factor	totale kosten (\$)
<u>warmtewisselaars</u>				
E401	24 m ²	8500		
E402	240 m ²	46200		
E403	7 m ²	4300		
E404	7 m ²	4300		
E405	5 m ²	3700		
F401*		8400		
F402*		6900		
M401	25 m ²	8500		
		90800	+	
			* 3,17	= 287800
<u>pompen</u>				
P401**	125 kW	3000		
P402**	20 kW	1500		
P403	1 kW	1000		
P404	1 kW	1000		
P405	1 kW	1000		
P406	1 kW	1000		
P407**	1 kW	1000		
		9500	+	
			* 3,30	= 31400
<u>kolommen incl.</u>				
<u>schotels en w.w.***</u>				
K401	H=20m D=1,4m 34kl.sch	1126000		
K402	H=15m D=1,4m 10kl.sch	900700		
K403		135800		
K404	H=4m D=0,65m 13z.pl	31500		
K405	H=4m D=0,50m 13z.pl	28000		
		2222000	+	
			* 4,16	= 9243500
<u>settler</u>				
S401	50 liter	300	* 3,05	= 900

vervolg tabel 3.2

subtotaal w.w.	\$	287800	
subtotaal pompen	\$	31400	
subtotaal kolommen	\$	9243500	
subtotaal settler	\$	900	
		<u> </u>	+
totale naakte kosten	\$	9563600	
contingency & fee 18%	\$	1721500	
		<u> </u>	+
totale invest. kosten	\$	11285000	
conversiefactor \$ → f		3	
		<u> </u>	x
totale invest. kosten	f	33855000	

* Voor de flashverdamper F401 en F402 is de gemiddelde prijs genomen van 2 resp 3 warmtewisselaars en 1 totale warmtewisselaar met zeefplaat.

** De hogedrukpompen zijn alleen op basis van vermogen begroot. Als voor druk wordt gecorrigeerd komen de prijzen globaal uit op \$ 14300, \$ 17700 en \$ 14300 voor respectievelijk P401, P402 en P407.
(Guthrie)

*** De kolommen zijn bepaald met Guthrie (1970). Conversiefactor naar Chemical Engineering (1982) is 2,66.

Tabel 3.3 kostprijs en toegevoegde waarde vetzuren na scheiding door Superkritische gasextractie, op basis van tabel 3.2 (f 33,86 mln aan investeringen).

K_p productievolume afhankelijke kosten

vetzuren	8	t /h	à	f 1366,-	=	f 10928,-
70 bar stoom	18,29	t /h	à	f 45,-	=	f 823,05
IJsselwater	200	t /h	à	f 0,03	=	f 6,-
electriciteit	150	kW/h	à	f 0,09	=	f 13,50
benzeen	0,5	kg/h	à	f 1,50	=	f 0,75
						f 11771,30

per jaar met 7500 uur is dit f 88,28 mln

K₁ semivariabele kosten

$$K_1 = f (33,86 * 10^6 * 0,04 + 300.000) = f \underline{1,65 \text{ mln}}$$

K_i investeringsafhankelijke kosten

$$K_i = f (33,86 * 10^6 / 16 + 33,86 * 10^6 / 2 * 0,08) = f \underline{3,47 \text{ mln}}$$

K_o plant overhead

$$K_o = f (0,04 * 33,86 * 10^6 + 0,45 * 300.000) = f \underline{1,49 \text{ mln}}$$

$$K_t = \text{totale kosten} = f \underline{94,89 \text{ mln}}$$

$$\text{kostprijs} = f 94,89 * 10^6 / (7500 * 8) = f \underline{1582,-}$$

$$\text{grondstofprijs} = f 1366,-$$

$$\text{toegevoegde waarde} = f \underline{216,-}$$

Tabel 3.4: Investerings tabel voor de Superkritische Gasextractie.

De apparaatkosten zijn bepaald met de kilo-methode en de opslagfactoren zijn volgens Lang.

De kilo-prijzen voor de verschillende apparaten zijn:

Kolommen: RVS 316 fl 16,- per kilogram.

Warmtewisselaars, stalen mantel rest RVS 316: fl 43,- per kilogram.

Pijpmateriaal voor interne warmtewisselaars: fl 14,20 per meter (diameter 20mm)

Vaten: RVS 316 fl 20,- per kilogram.

Voor de mantel van de kolommen geldt:

$$M = \frac{\pi}{4}(D_u^2 - D_i^2) * h * \rho_{st}$$

met: M = massa van de kolom (kg)

D_u = uitwendige diameter (m)

D_i = inwendige diameter (m)

h = hoogte van de kolom (m)

ρ_{st} = dichtheid van staal (8000 kg/m³)

K401:	mantel 77815 kg		
	toeslag <u>20000 kg +</u>		
	97815 kg	à fl 16,- /kg	<u>fl 1570000,-</u>
K402:	mantel 58360 kg		
	toeslag <u>15000 kg +</u>		
	73360 kg	à fl 16,- /kg	fl 1170000,-
	verwarmingsspiraal: 25 m ² d.w.z. 400 m pijp		
		à fl 14,20 /m	fl 5680,-
		toeslag	<u>fl 10000,- +</u>
			<u>fl 1185680,-</u>
K403:	mantel 2714 kg		
	toeslag <u>3000 kg +</u>		
	5714 kg	à fl 16,- /kg	fl 91424,-
	verwarmingsspiraal: 3 m ² d.w.z. 50 m pijp		
		à fl 14,20 /m	fl 710,-
		toeslag	<u>fl 7500,- +</u>
			<u>fl 99634,-</u>
K404 en K405:			
	mantel 300 kg		
	toeslag <u>3000 kg +</u>		
	3300 kg	à fl 16,- /kg (2 keer)	fl 105600,-
	reboiler: 1,6 m ² d.w.z. 30 m pijp		
		à fl 14,20 /m (2 keer)	fl 852,-
		toeslag (2 keer)	<u>fl 15000,- +</u>
			<u>fl 121452,-</u>

S401:	vat	30 kg			
	toeslag	<u>20 kg +</u>			
		50 kg	à fl 20,- /kg		<u>fl 1000,-</u>
F401:	mantel	230 kg			
	toeslag	<u>200 kg +</u>			
		430 kg	à fl 20,- /kg		fl 8600,-
	oleïne warmtewisselaar:	1,15 m ²			
	stoom warmtewisselaar:	<u>6,7 m² +</u>			
		7,85 m ²	d.w.z. 130 m pijp		
			à fl 14,20 /m		fl 1846,-
			toeslag		<u>fl 10000,- +</u>
					<u>fl 20446,-</u>
F402:	mantel	230 kg			
	toeslag	<u>200 kg +</u>			
		430 kg	à fl 20,- /kg		fl 8600,-
	stearine warmtewisselaar:	2 m ²			
	oleïne warmtewisselaar:	3,6 m ²			
	stoom warmtewisselaar:	<u>5 m² +</u>			
		10,6 m ²	d.w.z.		
		172 m pijp	à fl 14,20 / m		fl 2443,-
			toeslag		<u>fl 20000,- +</u>
					<u>fl 31043,-</u>
De mixer M401 wordt behandeld als een warmtewisselaar.					
M401:	25 m ²	1000 kg			
E401:	24 m ²	1000 kg			
E402:	240 m ²	5700 kg			
E403:	6 m ²	400 kg			
E404:	7 m ²	440 kg			
E405:	5 m ²	<u>360 kg +</u>			
		8900 kg	à fl 43,- /kg		<u>fl 382700,-</u>
Pompen volgens Webci:	totaal				<u>fl 32300,-</u>
			totale apparaatkosten:		fl 3444255,-
			Lang-factor		<u>4,74 x</u>
					<u>fl 16325769,-</u>

Tabel 3.5: Kostprijs en toegevoegde waarde van vetzuren na scheiding door Superkritische gasextractie, op basis van tabel 3.4 (16,33 mln aan investeringen).

K_p productievolume afhankelijke kosten

vetzuren	8	t/h	à	f1 1366,-	=	f1 10928,-
70 bar stoom	18,29	t/h	à	f1 45,-	=	f1 823,05
IJsselwater	200	t/h	à	f1 0,03	=	f1 6,-
electriciteit	150	kw/h	à	f1 0,09	=	f1 13,50
benzeen	0,5	kg/h	à	f1 1,50	=	<u>f1 0,75 +</u>
						f1 11771,30 /h
per jaar met 7500 uur is dit:						<u>f1 88,28 mln</u>

K₁ semivariabele kosten

$$K_1 = \text{f1 } (16,33 \times 10^6 \times 0,04 + 300000) = \underline{\underline{\text{f1 } 0,953 \text{ mln}}}$$

K_i investeringsafhankelijke kosten

$$K_i = \text{f1 } (16,33 \times 10^6 / 16 + 16,33 \times 10^6 \times 0,08 / 2) = \underline{\underline{\text{f1 } 1,674 \text{ mln}}}$$

K_o plant overhead

$$K_o = \text{f1 } (0,04 \times 16,33 \times 10^6 + 0,45 \times 300000) = \underline{\underline{\text{f1 } 0,788 \text{ mln} +}}$$

$$K_t = \text{totale kosten:} \quad \underline{\underline{\underline{\underline{\underline{\text{f1 } 91,695 \text{ mln}}}}}}}$$

$$\text{Kostprijs} = \text{f1 } 91,695 \times 10^6 / (7500 \times 8) = \text{f1 } 1529,-$$

$$\text{grondstofprijs} = \underline{\underline{\text{f1 } 1366,-}}$$

$$\text{toegevoegde waarde:} \quad \text{f1 } \underline{\underline{163,-}}$$

Tabel 3.6 Investeringstabel Superkritische Gasextractie
De prijzen zijn afkomstig uit WEBCI en voor de opslagfactor
is de methode van Miller gebruikt.

Apparaat	Omschrijving	Deelprijs	Totaalprijs
Warmtewisselaar			
	2		
E 401	24 m ²		48.000
E 402	240 m ²		255.000
E 403	7 m ²		25.000
E 404	7 m ²		25.000
E 405	5 m		22.000
Kolom			
K 401			
kolom	L=20m, D=1,4m, d=103mm	1.957.000	
schotel	34	77.700	2.034.700
K 402			
kolom	L=15m, D=1,4m, d=12mm	1.641.700	
w.w.	25m ²	65.500	
schotels	10	21.000	1.728.200
K 403			
kolom	L=5m, D=1,4, d=40mm	250.000	
w.w.	3m ²	35.000	
schotels	10	13.500	298.500
K 404			
kolom	L=4m, D=0,65, d=4mm	25.000	
w.w.	1,6m ²	17.000	
schotels	13	17.550	59.550
K 405			
kolom	L=4m, D=0,5, d=4mm	25.000	
w.w.	0,94m ²	16.000	
schotels	13	17.550	58.550
Flashvat ,Mixer & Settler			
F 401	w.w.: 1,15m ² , 6,7m ²		41.000
F 402	w.w.: 3,6m ² , 2m ² , 5m ²		59.600
M 401	w.w.: 25m ²		49.500
S 401	inh. 50 liter		1.200
Pomp			
P 401	106kW		16.940
P 402	20kW		5.400
P 403	1kW		2.000
P 404	1kW		2.000
P 405	1kW		2.000
P 406	1kW		2.000
P 407	1kW		2.000
			4.738.140 +
Miller factor	4.65	tot.investering:f	22,033 mln

Tabel 3.7 Kostprijs en toegevoegde waarde vetzuren na scheiding door Superkritische gasextractie, op basis van tabel 3.1 (f 22,033 mln aan investeringen)

K_p productievolume afhankelijke kosten

vetzuren	8	t/h à f 1366,-	= f 10928,-
70 bar stoom	18,29	t/h à f 45,-	= f 823,05
IJsselwater	200	t/h à f 0,03	= f 6,-
elektriciteit	150	kW/h à f 0,09	= f 13,50
benzeen	0,5	kg/h à f 1,50	= f 0,75
			+ f 11771,30 /h

per jaar met 7500 uur is dit f 88,28 mln

K₁ semivariabele kosten

$$K_1 = f (22,033 \times 10^6 \times 0,04 + 300.000) = \underline{f 1,18 \text{ mln}}$$

K_i investeringsafhankelijke kosten

$$K_i = f (22,033 \times 10^6 / 16 + 22,033 \times 10^6 \times 0,08 / 2) = \underline{f 2,26 \text{ mln}}$$

K_o plant overhead

$$K_o = f (0,04 \times 22,033 \times 10^6 + 0,45 \times 300.000) = \underline{f 1,02 \text{ mln}}$$

$$K_t = \text{totale kosten} = \underline{\underline{f 92,74 \text{ mln}}}$$

$$\underline{\text{Kostprijs}} = f 92,74 \times 10^6 / (7500 \times 8) = f 1546,-$$

$$\text{grondstofprijs} = f 1366,-$$

$$\text{toegevoegde waarde : } f 180,-$$

CONCLUSIE

Overzicht

proces	methode	investering (mln)	toegevoegde waarde/ton	
kristallisatie				
- geschraapte warmtewisselaar	Webci + Miller	9,95	85,-	
	Chem.Eng. + Guthrie	7,24	76,-	
- direct contact koelkristallisatie	Webci + Miller	5,63	70,-	
	Chem.Eng. + Guthrie	3,89	65,-	
- vacuüm verdampingskristallisatie				
	" methanol	Webci + Miller	6,37	79,-
		Chem.Eng + Guthrie	4,12	72,-
	" aceton	Chem.Eng + Guthrie	3,00	42,-
	" methylformiaat	Chem.Eng. + Guthrie	3,28	52,-
superkritische gasextractie	Webci + Miller	22,03	180,-	
	Kilogr. + Lang	16,33	163,-	
	Chem.Eng + Guthrie	33,86	216,-	

Vergelijking van de drie gebruikte methoden (Webci + Miller, Kilogr + Lang en Chem. Eng. + Guthrie), leert dat de kilogrammen-methode de laagste investering geeft. De methode is echter ook de meest ruwe. De op één

laagste uitkomst geeft de methode uit Chemical Engineering, behalve bij de superkritische gasextractie, wat veroorzaakt wordt door de andere schattingsmethode voor de kolommen (Guthrie).

De Webci-methode in combinatie met de opslagfactor van Miller geeft doorgaans de hoogste uitkomst.

De spreiding in de uitkomst is globaal 35% (max. 50% voor de sup.krit).

Als nu de bedragen op basis van de methode uit Chemical Engineering met als opslagfactor Guthrie onderling worden vergeleken, dan valt het volgende op:

gerangschikt naar opklimmende investering en toegevoegde waarde

	invest	toegev. w.
1- vacuüm verd. krist (aceton)	3,00 mln	f42,-
2- " " " (methylformiaat)	3,28 mln	f52,-
3- direct cont. koelkrist.	3,89 mln	f65,-
4- vacuüm verd. krist (methanol)	4,12 mln	f72,-
5- geschraapte w.w.	7,24 mln	f76,-
6- superkrit. gasextractie	33,86 mln	f216,-

TOEGEVOEGDE WAARDE VAN HET BESTAANDE EMMERSOLPROCES f67,-

De eerste drie processen geven volgens deze berekening een lagere kostprijs voor de vetzuren, dan de bestaande Emmersolplant.

Vooraf het eerste proces is economisch aantrekkelijk. Nadeel is echter dat er een patent op rust. In de berekeningen zijn licentiekosten wel in rekening gebracht. Mocht het patent een onoverkomelijke barrière vormen, is het tweede proces eveneens economisch aantrekkelijk.

LITERATUURLIJST

- (1) Montfoort, prof. ir. A.G.
"De chemische fabriek" deel II
Delft, januari 1983

- (2) Webci-prijzenboekje
Nederlandse Stichting Voor Kostentechniek
10^e druk december 1982

- (3) Hall, R.S. , Matley, J., McNaughton, K.J.
Current Cost Of Process Equipment
Chemical Engineering, april 1982

- (4) Guthrie, K.M.
Process Plant Estimating Evaluation and Control
California 1974

- (5) G-Groepverslag 1984