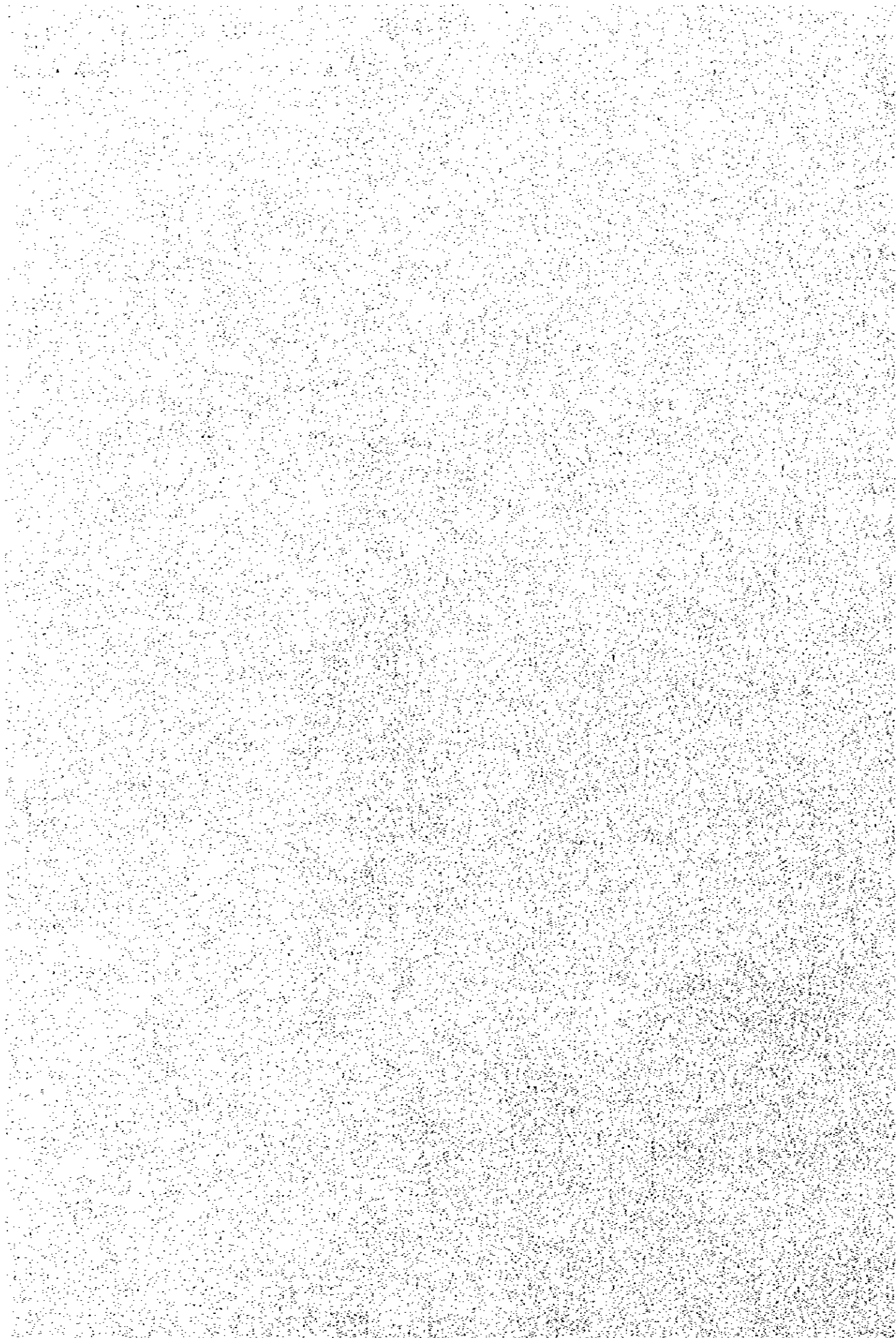


## 4. 第二次工場群



## 4. 第二次工場群

### 4.1 S-1 Tovarna volnenih tkanin MERINKA, p.o

#### 4.1.1 工場概要

##### 1) 概要

MERINKA は、スロベニアで Wool を扱う繊維工場として最大の規模である。素材のスライバーを輸入し、糸染・製織・布染などの加工しており、製品の 80% を北米などに輸出している。ストッキングは全量外国の会社の下請けで、経製・染色・仕上・包装をしている。素材・加工機などすべて支給され MERINKA は場所と労力だけを提供している。工場は全般にうまく運営されている。

工場敷地面積:	333,430 m <sup>2</sup>	
生產品目:	毛織物	ストッキング
年間生産量:	650,000 m	20,000,000足
年間売上高:	11,000,000DM	4,000,000DM (加工費のみ)
従業員数:	約 330 人	約 280 人
操業条件:	3 shifts	1 shift

##### 2) 水源用途別の水使用量

Table 4.1.1

##### 3) 水供給および廃水排出フローダイヤグラム

Fig. 4.1.2 · Fig.4.1.3

##### 4) 補給水および廃水の水質

Table 4.1.2 Table 4.1.3

#### 4.1.2 水使用合理化

##### 1) 水使用および合理化の現状

###### (1) 水使用の特徴

①水源は上水及び井戸水を使用している。上水は計量器(3カ所)を通じて受

Fig.4.1.1 Factory Layout of Merinka

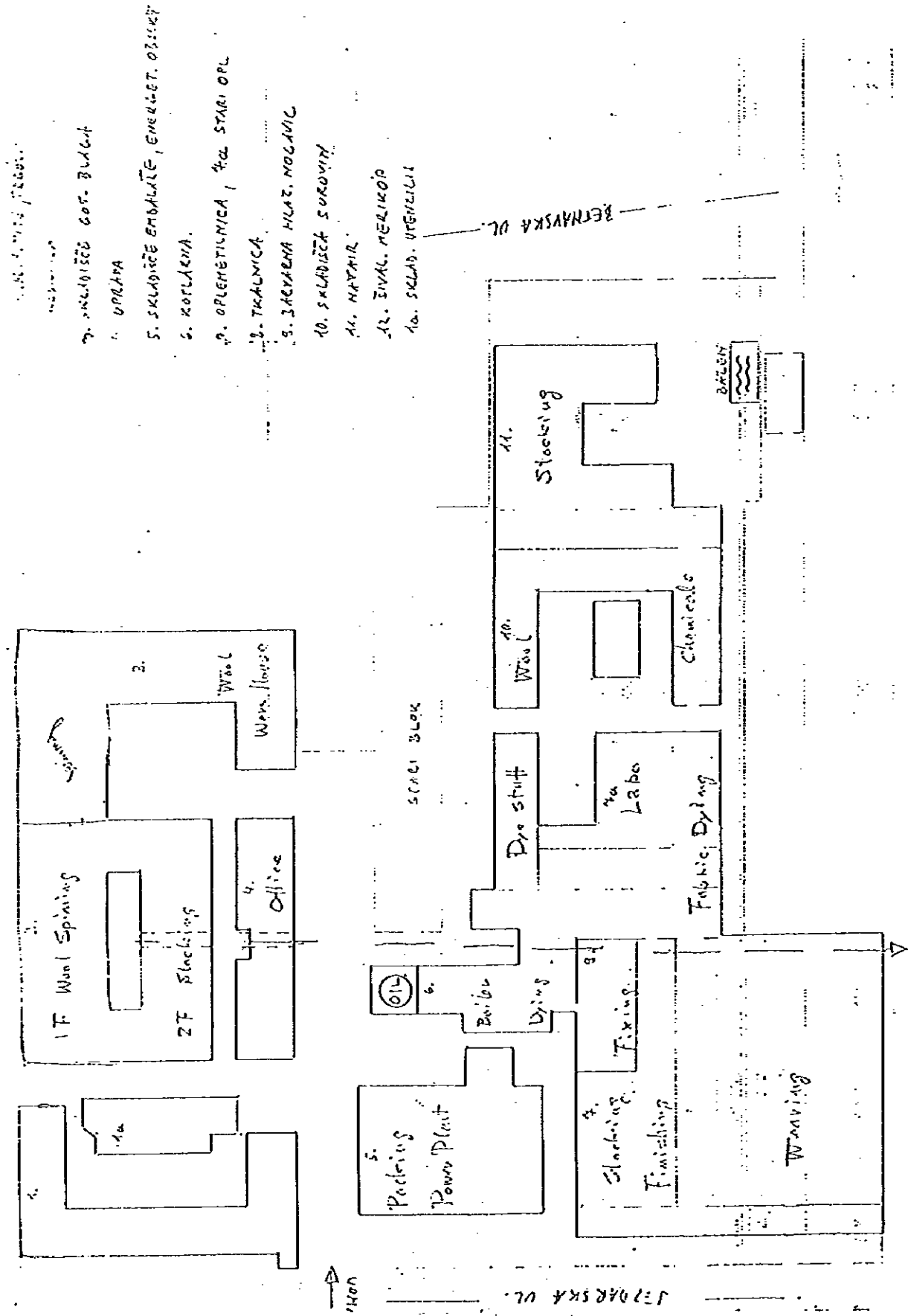
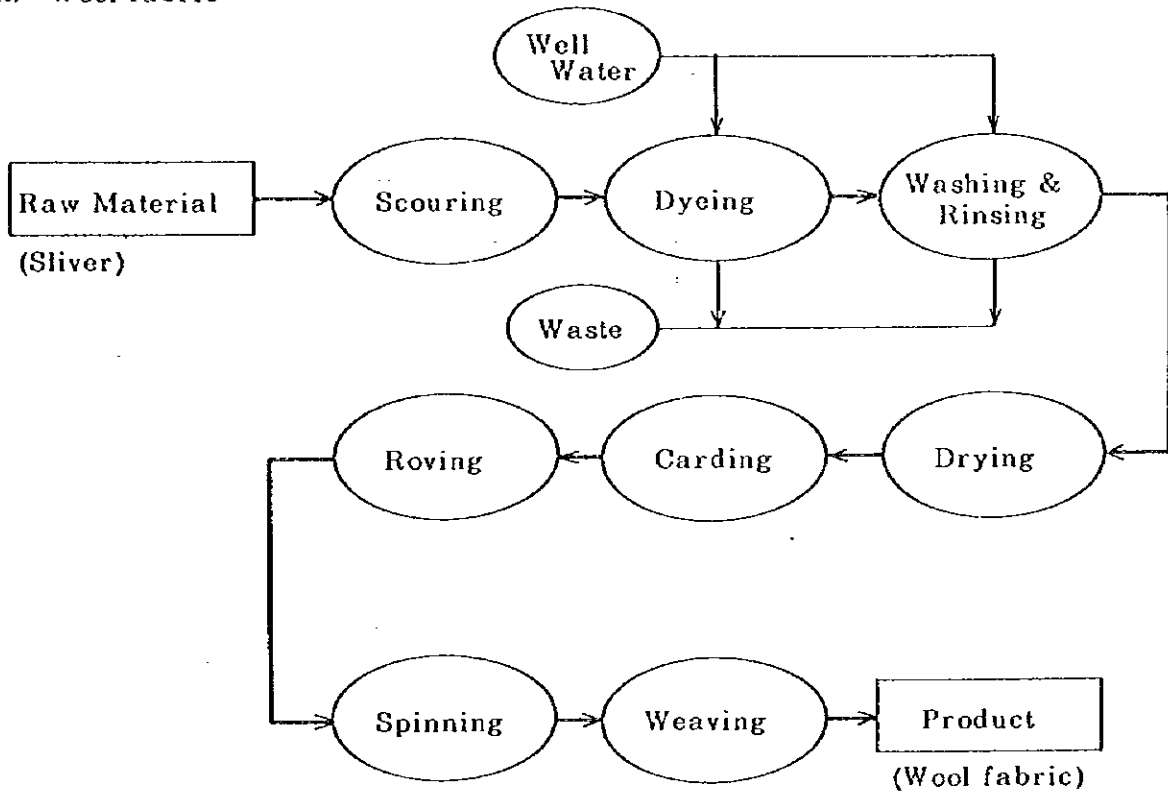


Fig. 4.1.2 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE

(1) Wool fabric



(2) Stocking (Nylon)

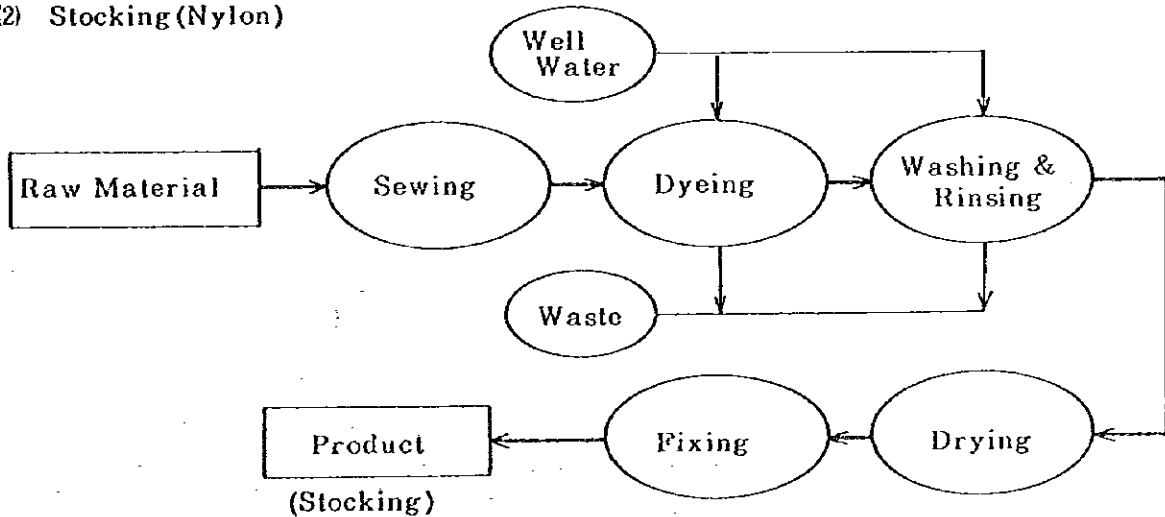
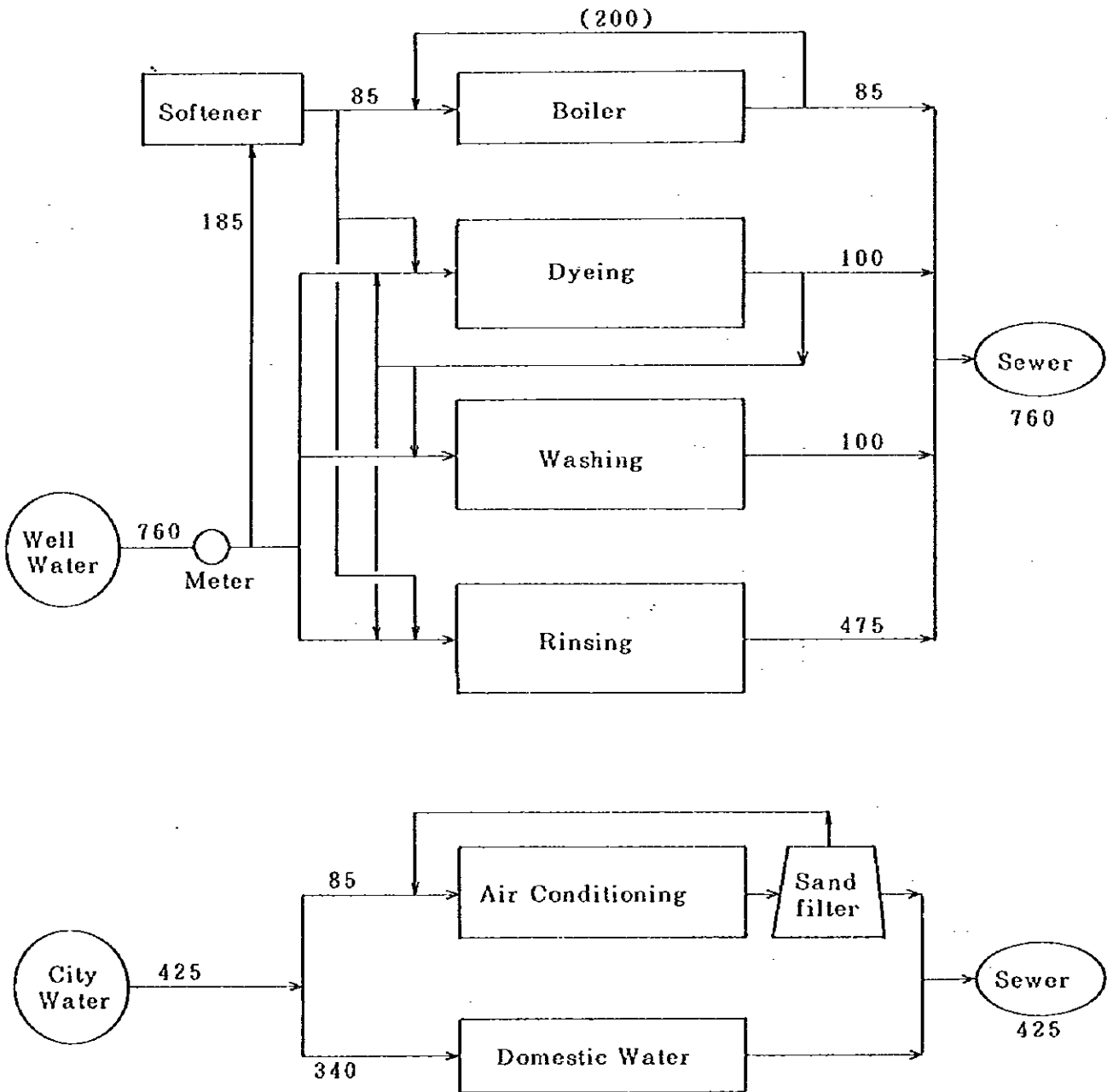


Fig. 4.1.3 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : The figure in parenthesis is estimated value.

**Table 4.1.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use**

Industry: Textile(Dyeing)

Unit: m<sup>3</sup>/day

Use	Source Well Water	City Water	River Water	Sub- Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed	85			85	(200)	(285)
Raw Material						
Washing	675			675		675
Cooling						
Air Conditioning		85		85		85
Miscellaneous		340		340		340
Total	760	425		1,185	(200)	(1,385)
				Recoverd Water/Total (14.4)%		

Note: A value in ( ) shows estimated one

**Table 4.1.2 Quality of Make-up Water**

(Analyzed by the Factory)

Water Source		Well Water	City Water
Parameter	Unit		
Temperature	°C	10	
pH		7.48	
COD	mg/l	0.2	
BOD	mg/l		
Iron	mg/l		
Manganese	mg/l		
Total Hardness	dH	21.18	
Alkalinity	mmol/l		
Chloride	mg/l	11	
Total Iron	mg/l	0.13	
Evaporated Residue	mg/l		
Electric Conductivity	μ S/cm	300	

Table 4.1.3 Quality of Waste Water

pH	7.8
SS (mg/l)	720
BOD (mg/l)	200
COD (mg/l)	500
Fat/Oil(mg/l)	12
N-NH <sub>4</sub> (mg/l)	
P (mg/l)	
Cr (mg/l)	0.26
Zn (mg/l)	0.17
Cu (mg/l)	< 0.05



け入れ、工場内に分配されている。井戸は3本あり、それぞれの水量を計測して一旦貯水槽（500 m<sup>3</sup>）に入り、そこから複数台の給水ポンプにより工場内に分配されている。

②上水は空調用水及び雑用水に使用されていて、雑用水は約 29%を占めておりやや多い。空調用水は紡績・織物工場の温度・湿度調整設備の補給水でありその量は僅かである。これは、設置された機器（紡績機、織機等）の台数が少なく、発熱量が少ないためと考えられる。

③井戸水は染色工程の洗浄・製品処理用水及びボイラ用水に使用されていて、洗浄・製品処理用水は約 57%を占めている。

## (2) 合理化の現状

①井戸水は貯水槽から水圧調整、水量調整（ポンプ台数制御）して給水されているので無駄な揚水はない。

②染色工程の洗浄・製品処理用水のみの水使用量原単位は約 177m<sup>3</sup>/千m<sup>2</sup>（織物幅 1.5mとして）で、日本の染色工場と同程度である。

③ジェット式染色機（2台）の冷却水回収（熱回収）及びボイラ用水の回収は実施されている。ボイラ用水の回収率は約 70%である。

④空調用水は砂ろ過装置を使用して循環使用されており、その補給水は砂ろ過槽のフロート弁により供給されている。

⑤雑用水（上水使用）の使用量は 340（m<sup>3</sup>/d）、約 560（l/人・日）とやや多いが、このことは用水管理が十分とは言えず節水努力による使用水量削減の可能性のあることを示している。

## 2) 検討および評価

### (1) 技術的検討

①上記の合理化現状を考慮すれば、上水を使用する空調用水及び雑用水について各設備の水使用量を出来るだけ正確に把握し、それらの使用量が適正であるか否かを調べる必要がある。

この調査結果を基に若干の設備費を投じて、各設備の使用水量の適正化を図ることにより、約 10～15%（約 50 m<sup>3</sup>/d 程度）の節水は可能であろう。

②水使用合理化のために投ずる人員、設備費及び予想される効果を次のように想定する。

技術者	1人
期間	1年（現在の業務と兼任し、従事率を50%とする）
設備費	2,000千SIT（水道用部品、配管部品、計器類等）
節水効果	50（ $\text{m}^3/\text{d}$ ）

③なお、投入する技術者（1人）と期間（1年）は限定し、任務終了後は運転マニュアル等により日常業務に移管して節水を実施するものとする。

## (2)経済性評価

①上記の条件を基に経済試算をする。

(a) 1年間の投資額

人件費	$3,000,000 \text{ SIT} \times 1人 \times 50\% = 1,500$ （千SIT/y）
設備費	2,000
合計	3,500（千SIT/y）

(b) 予想される節水効果

$$50 \text{ m}^3/\text{d} \times 200 \text{ SIT}/\text{m}^3 \times 240\text{d}/\text{y} = 2,400 \text{（千SIT/y）}$$

以上のように約1.5年で回収できる結果となり、経済的に十分成り立つことが予想される。

### 4.1.3 WWT P放流基準を満足する予備処理および廃水処理

#### 1) 現状

- ①全排水が下水に放流されている。
- ②最近の水質分析データによれば、下水放流の前処理設備は必要ない。
- ③河川直接放流は、工場が河から離れているので、明らかに経済的でない。

#### 2) 廃水処理設備

特に提案なし

#### 4.1.4 汚濁負荷量削減のための予備処理 S-1

##### 1) 経緯

6月の調査では、質問書の回答に関する確認と、簡単な工場見学を行うに留まった。12月には実際に排水サンプルを採取して分析を実施し、下水放流のための予備処理設備の検討を行った。

##### 2) 廃水の水質

全排水が1ヶの放流口から下水に放流されている。工場内各工程の排水は、特にピットもなく、そのまま排出されている。水質分析のためのサンプリングは、次の3点で実施した。

- |          |                         |            |
|----------|-------------------------|------------|
| 1 最終放流口  | 流量比例サンプリング              | 流量の測定も実施した |
| 2 織布染色工場 | 3台の機械の最も濃い排水をバッチ容積比例で混合 |            |
| 3 糸染色工場  | 最も濃い排水のスポットサンプル         |            |

Table 4.1.4、Table 4.1.5 に分析とテストの結果を示す。

現状は、下水放流の場合の排出基準を満足している。

##### 3) 予備検討

総論で述べた通り、河川へ放流する場合の排出基準には色の項目があり、将来WWTPが河川への排出基準を満足させるために、着色排水を放流する繊維工場に対して、然るべき予備処理設備の設置を要請してくる可能性がありうる。もし予備処理設備を設置しない場合は、割増料金が課せられるかも知れない。

一般に染色工場配排水の最も経済的な予備処理方法は、凝集沈殿処理である。また、染色後の濃厚排水だけを分離して処理すれば、更に経済的になる可能性がある。その観点から、濃厚染色排水のサンプルについて凝集沈殿分離と一部はPhenton Methodによる酸化分解のテストを実施した。

テストの結果によると、総合排水については凝集処理が可能であり、良好な効果を示している。しかし濃厚染色排水については、思わしい結果が得られていない。特に糸染色排水については、広い条件範囲でテストしたにも拘わらず、無機の凝集剤が全くフロックを形成しない、即ち凝集沈殿分離は適用できない。糸染色排水に対してはPhenton Methodも、色CODの低減に効果が認められない。

**Table 4.1.4 Quality of Wastewater**

Parameter	Final outlet	Coagulation test	Emission standard
Note	09 - 10.12.1996 flow proportional	PAC 100 mg/L, Anion P 200 Cation P 20 Floc size middle Settling 30sec	discharge to river for Textile
pH	8.2	6.7	6.5 - 9.0
SS mg/l	37	< 30	80
Color	violet	no color	
$\alpha$ (436nm) 1/m	37	0.9	7
$\alpha$ (525nm)	30	0.5	5
$\alpha$ (620nm)	25	0.3	3
t - N mg/l	24		
t - P mg/l	3.1		2
COD <sub>Cr</sub> mg/l	650	350	120
COD <sub>Mn</sub> mg/l	300		
BOD <sub>5</sub> mg/l	150		25
t - Fat mg/l	30		20

**Fig. 4.1.4 Flow of Wastewater**

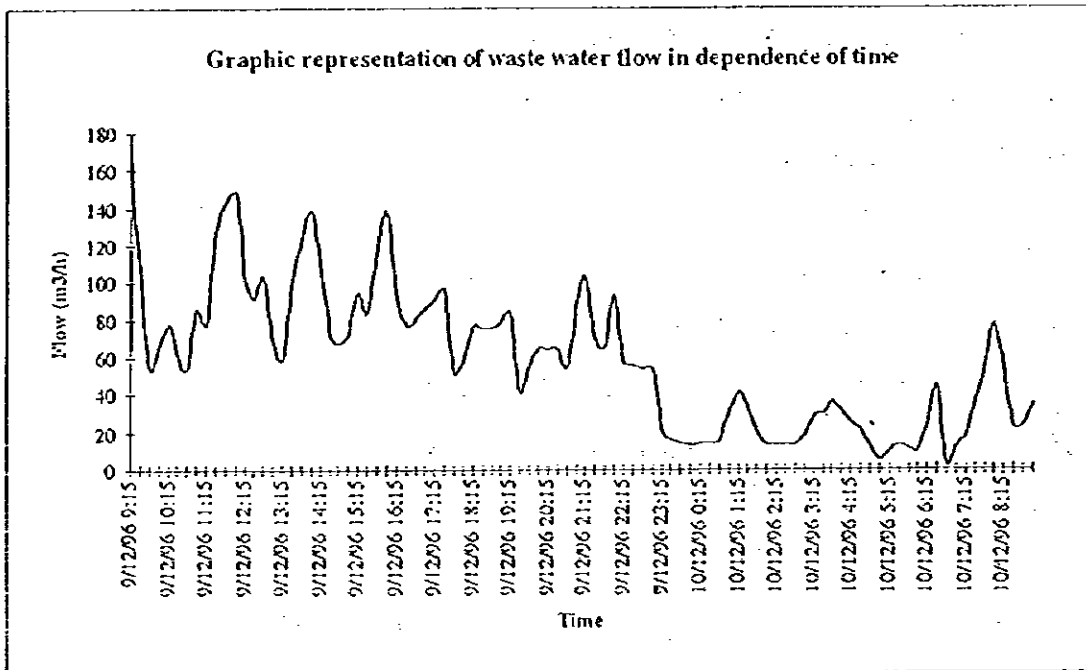


Table 4.1.5 Result of Coagulation Test

Parameter	textile dyeing machines (mixed)		yarn dyeing machine in spinning factory	
	Sampling	Coagulation Test	Sampling	Coagulation Test
Note	02.12.1996 12:00 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 20	02.12.1996 12:20 Spot Sampling	PAC 200 ppm Anion P 200 Cation P 0
		Floc-size middle		Floc-size no floc
		Settling 60sec		Settling none
pH	4.0	6.1	5.5	5.6
SS mg/l	46	< 30	< 30	< 30
Color	black-violet	black-violet	black	black
$\alpha$ (436nm) l/m	78	25	82	82
$\alpha$ (525nm)	79	21	79	79
$\alpha$ (620nm)	83	15	82	82
t - N mg/l				
t - P mg/l				
COD <sub>Cr</sub> mg/l	3,700	3,500	3,200	2,900
COD <sub>Mn</sub> mg/l				
BOD <sub>5</sub> mg/l				

#### 4) 予備処理設備の概要

テストの結果から、濃厚染色排水を分離して処理することは困難である。総合排水について凝集沈殿処理を行う。

Table 4.1.4 MERINKA 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of wastewater	Quantity m <sup>3</sup> /d	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	SS mg/L ( )	color (1/m)	t-Fat mg/L (kg/d)	t-P mg/L (kg/d)
*1 Raw total wastewater	1,200	650 (780)	150 (180)	40 (48)	37	30 (36)	3
*2 Case-1 Coagulation & sedimentation	1,200	350 (420)	80 (96)	< 30	< 3	< 20	< 1

注) \*1: 総合排水の水質

\*2 CASE-1: 総合排水を予備処理(凝集沈殿)した場合

Fig. 4.1.5 Flowsheet of Coagulation Sedimentation System

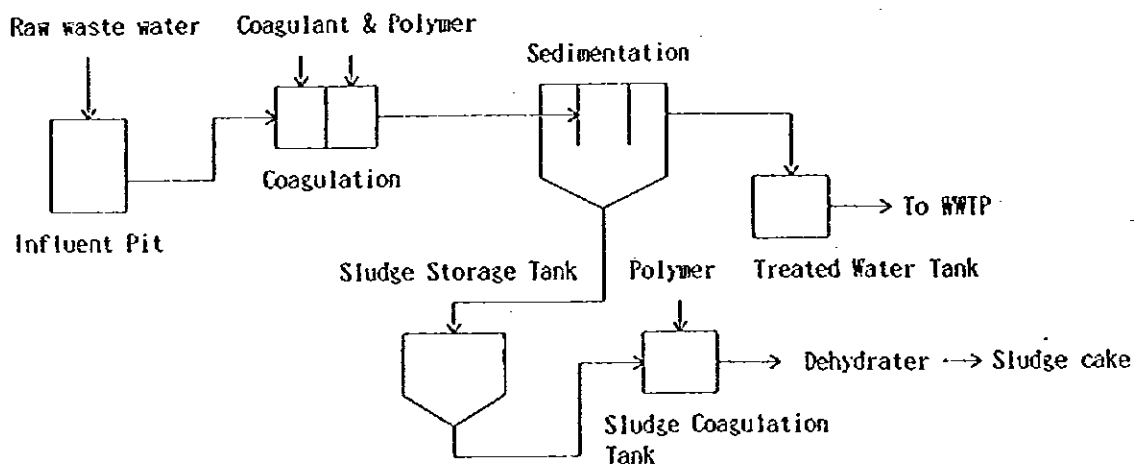


Table 4.1.5 MERINKA 予備処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m <sup>3</sup>	Running Cost SIT/m <sup>3</sup>	Total treat- ment cost SIT/m <sup>3</sup>
CASE-1	143,800,000	47	105	152

3) まとめ

現状でも下水放流の場合の放流基準を満足している。もしも上乘せ規制により色の低減が必要になる場合は、染色工程の着色排水だけを分離して凝集処理することは困難であり、総合排水について凝集沈殿処理を行うことになる。

## 4.2 S-2 Tekstilna tovarna TABOR, d.o.o

### 4.2.1 工場概要

#### 1) 概要

資本金:	1,005,895 千SIT
工場敷地面積:	
従業員数	: 400人
生産品目	: ポリエステル主体の混紡織物
年間生産量(1995):	3,140,216 m <sup>2</sup>
年間売上高:	940,725 SIT (加工費のみ)
操業条件:	3 shifts, 249 日/年

#### 2) 水源用途別の水使用量

Table 4.2.1

#### 3) 水供給および廃水排出フローダイヤグラム

Fig.4.2.1 Fig.4.2.2

#### 4) 補給水および廃水の水質

Table 4.2.2 Table 4.2.3

### 4.2.2 水使用合理化

#### 1) 水使用および合理化の現状

##### (1) 水使用の特徴

①水源は上水及び井戸水を使用している。上水は雑用水に使用され、井戸水は計量されて工程用水として使用されている。

井戸水は2本の井戸から揚水し、それぞれ水圧調整されて主管に合流し各工程に給水されていて、貯水槽はない。

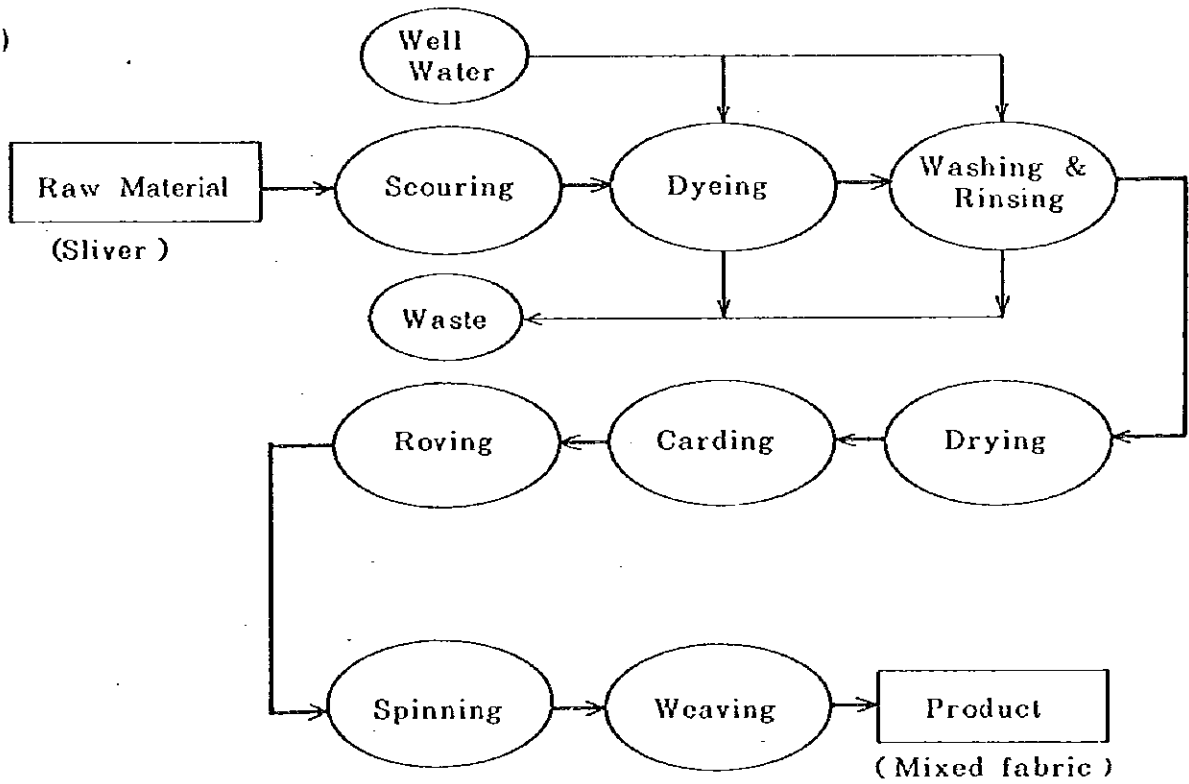
②染色工程の洗浄・製品処理用水が最も多く約85%を占める。

③空調用水は紡績・織物工場の湿度調整設備の補給水であり、その量は多くない。これは、設置された機器(紡績機、織機等)の台数が少なく、発熱量が



Fig. 4.2.1 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE

(1)



(2)

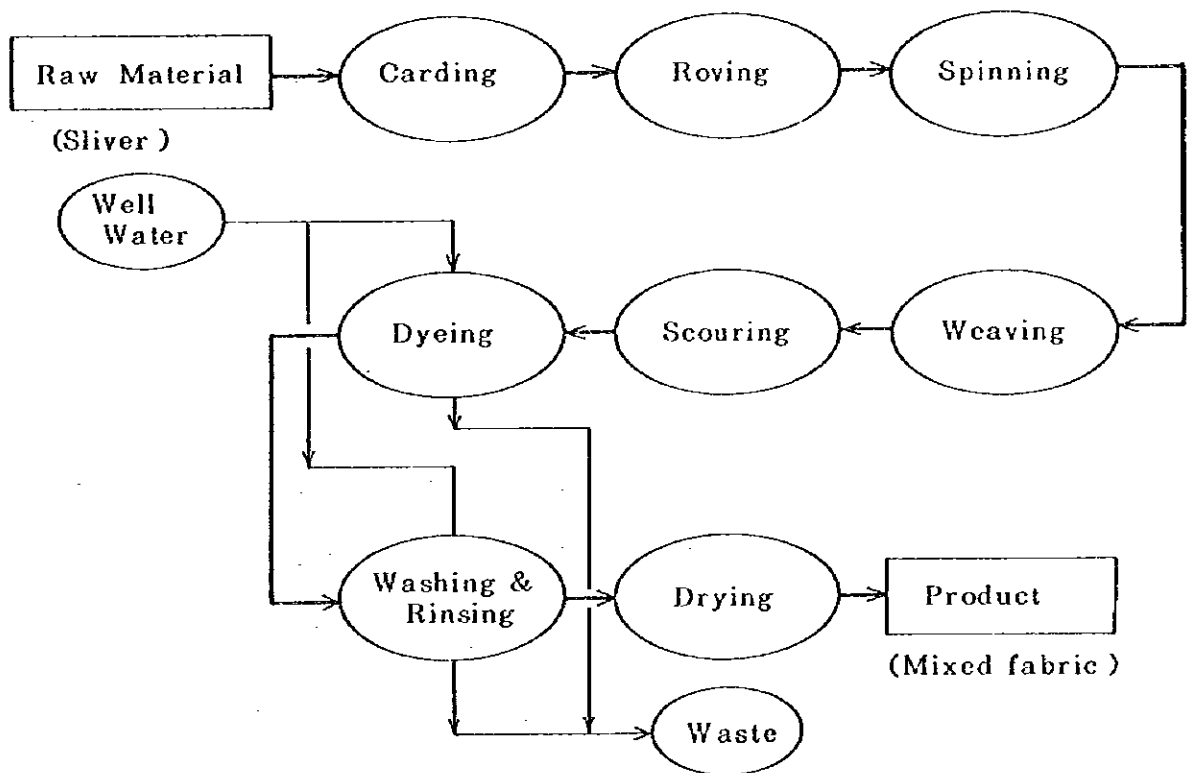
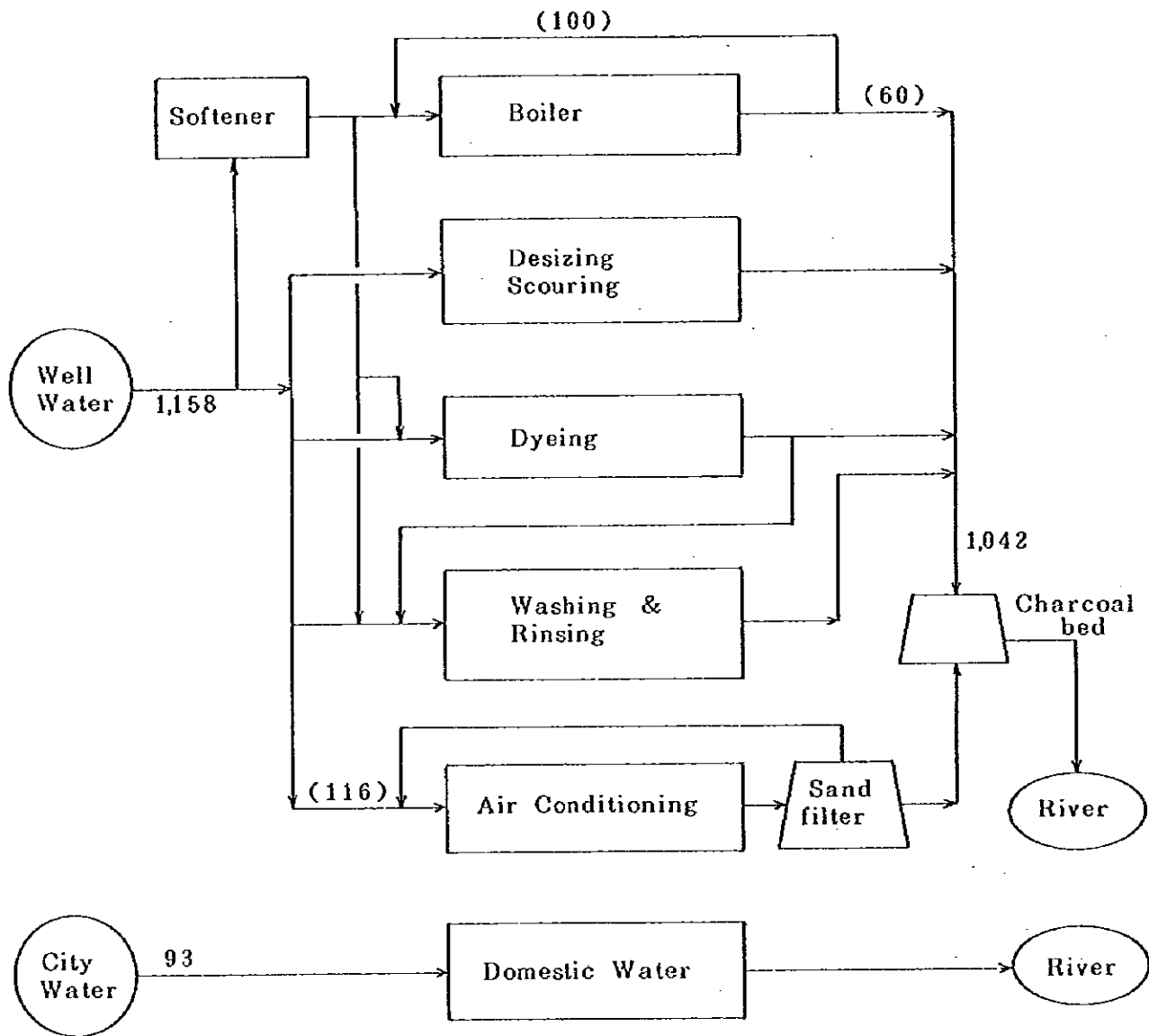


Fig. 4.2.2 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : a ) The figure in parenthesis is estimated value.

**Table 4.2.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use**

Industry: Textile(Dyeing)

Unit: m<sup>3</sup>/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed		60			60	(100)	(100)
Raw Material							
Washing		982			982		982
Cooling							
Air Conditioning		116			116		116
Miscellaneous			93		93		93
Total		1,158	93		1,251		(1,351)
					Recoverd Water/Total (7.4)%		

Note: A value in ( ) shows estimated one

**Table 4.2.2 Quality of Waste Water**

S-2 TABOR

Datum analize: 5.5.1995

Analiza:

temperatura vode	17	°C
pH	7.4	
električna prevodnost	568	mS/cm
vsebnost anorganskih soli	266	mg/l*
vsebnost neraztopljenih snovi	12	mg/l
vsebnost vsch raztopljenih snovi	353	mg/l
vsedljive snovi	0.3	ml/l
kemijska poraba kisika	53	mg O/l
biokemijska poraba kisika	22	mg O/l
celokupen krom	<0.01	mg Cr/l
fenol	<0.01	mg/l
površinsko aktivne snovi	250	ug MBAS/l

\* Izračunana vrednost iz električne prevodnosti preračunano na KCl. (f 20 st.C).

少ないためと考えられる。

## (2) 合理化の現状

①井戸水は2本の井戸からそれぞれ水圧調整されて給水されているので無駄な揚水は少ない。

②染色工程の主要設備は次のとおり

- (a)布染用：ウインズ式      8台（内5台は前洗浄用）  
          高圧液流式      2台      及び同小型試験機      1台  
          ジェット式      2台（排水の熱回収設備あり）  
          PAD      式      1台（最近使用していない）
- (b)糸染用：染色釜（2）と乾燥釜（1）のセット      2式
- (c)綿染用：常圧釜      2台

③染色工程の洗浄・製品処理用水の水使用原単位は約  $78\text{m}^3/\text{千}\text{m}^2$  で、日本の染色工場と同程度である。しかし、原単位は製品の種類・品質等で変わるのでこの値のみで工場の合理化の程度を判断することは難しい。

④ボイラ用水の回収は実施されており、回収率は約 60%程度である。

⑤空調用水は砂ろ過装置を使用して循環利用されており、その補給水は砂ろ過槽に供給されているが水量の調節はされていない。

## 2) 検討および評価

### (1) 技術的検討

①工場の操業度が低いので、この調査結果をによってこの工場の水使用合理化の状況を判断することはやや困難である。

②しかしながら、各設備の水使用量があまり把握されていないこと、染色工程の水使用合理化や用水管理が十分とはいえないことを考慮すると節水の余地はかなり大きい。

③マリボール大学のグループによる研究成果として、電力、水、蒸気、染料、廃水等についての合理化策が既に提案されていて、資金の準備ができればさまざまな合理化が実施されるであろう。

### (2) 経済性評価

①上記の状況であり、特に評価はできない。

#### 4.2.3 W W T P 放流基準を満足する予備処理および廃水処理

##### 1) 現状

- ①木炭を使用したろ過槽があり、かなりの効果をあげている。
- ②下水放流の場合の前処理設備としては十分な機能がある。
- ③河川直接放流のための処理設備としては勿論不十分である。

##### 2) 排水処理設備の設計条件

水量:	1,000 m <sup>3</sup> /day, 24 hr/day		
水質	Inlet	Outlet	Emission Standard
pH	7 - 10	7 - 8	6.5 - 9
COD mg/l	500	90	200
BOD mg/l	300	10	30
SS mg/l	40	10	80
NH <sub>4</sub> -N mg/l	30	4	5
Total N mg/l	50	20	-
Total P mg/l	10	1	1
Color (436) 1/m	30	7	7
(525)	30	5	5
(620)	30	3	3

##### 3) 廃水処理システムの概略フロー

(waste water) → Collecting pit (present) → Stabilization tank  
 → Neutralization tank → Aeration tank → 1st. Sedimentation tank  
 → Aeration tank → 2nd. Sedimentation tank → Anaerobic tank  
 → Aeration tank → Coagulation tank → 3rd. Sedimentation tank  
 → Sand filter → Ozonizing tube → Activated carbon adsorber  
 → Treated water tank → Discharge to the river

(coagulated sludge) → Sludge storage tank → Sludge dehydrator  
 → Cake hopper → Truck

#### 4.2.4 汚濁負荷量削減のための予備処理 S-2

##### 1) 経緯

6月の調査では、質問書の回答に関する確認と、簡単な工場見学を行うに留まった。12月には実際に排水サンプルを採取して分析を実施し、ユニークな木炭による濾過の効果の確認と、廃水処理設備・予備処理設備の検討を行った。

##### 2) 廃水の水質

全排水が2ヶの放流口からドラバ河に放流されている。一方は冷却水と生活排水が主体であり、無処理で放流されている。他方各工程の排水は、木炭を濾過材とする予備処理装置を通して排出されている。水質分析のためのサンプリングは、次の3点で実施した。なお3は廃水処理・予備処理のテストに供するものである。

- 1 木炭濾過前
- 2 木炭濾過後 最終放流水
- 3 染色工場 最も濃い排水のスポットサンプル

Table 4.2.3 Quality of Wastewater

Parameter	Inlet of Charcoal	Outlet of Charcoal	Emission standard
Note	03.12.1996 12:20	03.12.1996 12:30	discharge to river for Textile
pH	7.7	7.9	6.5 - 9.0
SS mg/l	< 30	< 30	80
Color	light gray	light gray	
$\alpha$ (436nm) 1/m	5.5	2.6	7
$\alpha$ (525nm)	6.7	1.9	5
$\alpha$ (620nm)	2.8	1.5	3
t - N mg/l		23	
t - P mg/l	11	1.3	2
COD <sub>Cr</sub> mg/l	68	34	120
COD <sub>Mn</sub> mg/l	38	15	
BOD <sub>5</sub> mg/l	5	25	25
t - Fat mg/l	11	30	20

Table 4.2.4 Result of Coagulation Test

Parameter	Textile Dyeing Machine		Outlet from Charcoal Treatment	
	Sampling	Coagulation Test	Sampling	Coagulation Test
Note	03.12.1996 12:10 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 20 Floc-size Large Settling 30sec	03.12.1996 12:30 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 0 Floc-size Large Settling 30sec
pH	4.3	6.0	7.9	8.0
SS mg/l	< 30	< 30	< 30	< 30
Color	yellow brown	light yellow	light gray	no color
$\alpha$ (436nm) I/m	53	6	2.6	0.5
$\alpha$ (525nm)	23	3	1.9	0.3
$\alpha$ (620nm)	11	2	1.5	0.2
t-N mg/l	579	532	22.6	17.1
t-P mg/l	2.6	< 0.5	1.3	< 0.5
COD <sub>Cr</sub> mg/l	2,700	2,000	34	< 15
COD <sub>Mn</sub> mg/l	860	160	15	< 15
BOD <sub>5</sub> mg/l	2,000		30	< 15

Table 4.2.3 に結果を示す。

木炭濾過の効果は、前後がかなり薄い状況ではあるが、色・CODは半減している。BOD・油分が逆転しているので、これだけでその効果を確認したと言うのは躊躇される。しかし、調査当日の水質は河川へ直接放流する場合の排出基準さえもほぼ満足しており、勿論下水放流の場合の排出基準は充分満足している。興味深い処理である。今後注意深く観察するとよい。

### 3) 廃水処理・予備処理設備による水消費量・水コストの削減

染色後の濃厚排水だけを分離して脱色処理すれば、現在希釈のために多めに使用している洗浄水を節減して水コストを削減できる可能性がある。その観点から凝集沈殿分離のテストを実施した。

サンプルは織布染色機の最も濃い状態のものと、対比用に最終放流口の排水を採取した。ジャーテストの結果を Table 4.2.4 に示す。

これによると、凝集処理の効果はかなり大きい。しかも、脱色用のカチオンポリマーを使用せず無機凝集剤だけでも良好な脱色ができています。テストは理想的なバッチ処理のケースに相当する。この工場の場合は3台の染色機をバッチ運転しているので、排水処理もバッチ運転をするように設計することも可能であるが、運転の便宜の点からは、貯水槽の液面を検知して自動運転するのが実際的である。

### 3) 処理設備の概要

Table 4.2.3 および Table 4.2.4 のテストおよび分析の結果に基づいて、数通りの処理設備を計画し比較する。

CASE-0: 総合排水を現状通り、河川へ直接放流する

CASE-1: 用水を 1/3 に節水し、凝集沈殿処理を追加して河川へ直接放流する

CASE-2: 着色排水だけを凝集沈殿処理し、用水を 1/3 に節水する

CASE-1 の場合は、既設の木炭濾過設備の上流に凝集沈殿処理を追加する。

CASE-2 の場合は、染色機の濃厚排水だけを集水する配管と貯水槽を新設し、貯水槽の液面を検知して凝集沈殿装置に自動給水させる。



Table 4.2.3 S-2 TABOR 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of wastewater	Quantity m <sup>3</sup> /d	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	SS mg/L ( )	color (1/m)	T-N mg/L (kg/d)	T-P mg/L (kg/d)
*1 Case-0 total water	1,200	100 (120)	25 (30)	< 30	3	23 (28)	< 2
*2 three times concentrated	400	300 (120)	75 (30)	80	9	70 (28)	2
*3 Case-1 coagul-sedim'n	400	100 (40)	25 (10)	< 30	< 3		< 1
*4 thick color wastewater	40	3,000 (100)	750 (30)	100 (2)	60	600 (24)	10
*5 Case-2 coagul-sedim'n	40	1,000 (40)	250 (10)	< 30	7		2
*6 CASE-2' mixed total	400	100 (40)	25 (10)	< 30	< 3		< 1

- 注) \*1: 総合排水の水質  
 \*2: 用水を1/3に節水した場合の総合排水  
 \*3 CASE-1: 用水を1/3に節水した総合排水を凝集沈殿処理した場合  
 \*4: 染色工程の着色排水だけを分離した場合の水質  
 \*5 CASE-2: 着色排水だけをを予備処理(凝集沈殿)した場合  
 \*6 CASE-2': 処理した着色排水をその他の排水と混合した場合の総合排水

Table 4.2.4 S-2 Tabor 予備処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m <sup>3</sup>	Running Cost SIT/m <sup>3</sup>	Total treat- ment cost SIT/m <sup>3</sup>
CASE-1	50,000,000	55	80	135
CASE-2	18,000,000	20	35	55

処理コストは、400m<sup>3</sup>/d に対して算出した数値である。

CASE-1: 用水を1/3に節水した総合排水を凝集沈殿処理する場合

CASE-2: 着色排水だけをを予備処理（凝集沈殿）して他の排水と混合する場合

CASE-1 の場合、1日当り  $400 \times 135 = 54,000$  SIT の処理コストになる。一方これによって1日当り 800m<sup>3</sup> 節水できるので、井戸水の総コストが 65 SIT なら丁度バランスする。

CASE-2 の場合、1日当り  $400 \times 55 = 22,000$  SIT の処理コストになる。これで1日当り 800m<sup>3</sup> の節水できるのであれば、引合う話である。

### 3) まとめ

現状でも河川放流の場合の放流基準をほぼ満足している。

自家井戸が潤沢に使用できるので、いわば薄めて放流する戦略を採用している。薄める代わりに廃水処理を設置して、用水の消費量を下げ、コストを削減することを考えるには、染色工程の着色排水だけを分経して凝集沈殿処理するとよい。その処理水は他の排水と混合して、既設の木炭濾過処理を通して河川に放流する。

4.3 S-3 Mariborska tekstilna tovarna Melje,  
d.d (MTT MELJE), d.d., Tovarna tkanin  
MELJE, d.o.o

4.3.1 工場概要

1) 概要

資本金:	1,369,568 千SIT
工場敷地面積:	m <sup>2</sup>
従業員数 :	750人
操業条件:	8hr/day
生産品目:	綿織物                      ポリエステル混紡.
年間生産量(1995):	7,140,000 m              3,600,000 m

2) 水源用途別の水使用量

Table 4.3.1

3) 水供給および廃水排出フローダイヤグラム

Fig.4.3.1    Fig.4.3.2

4) 補給水および廃水の水質

Table 4.3.2    Table 4.3.3

4.3.2 水使用合理化 (Water Conservation)

1) 水使用及び合理化の現状

(Current Condition of Water Usage and Water Conservation)

(1) 水使用の特徴

① 水源は水道水、井戸水及び河川水 (Drava 川) の3種類である。

井戸は5本あり、内3本は河川水と混合されて主として染色工程に使用され、

1本は紡績・織物部門に専用され、他の1本は休止中である。

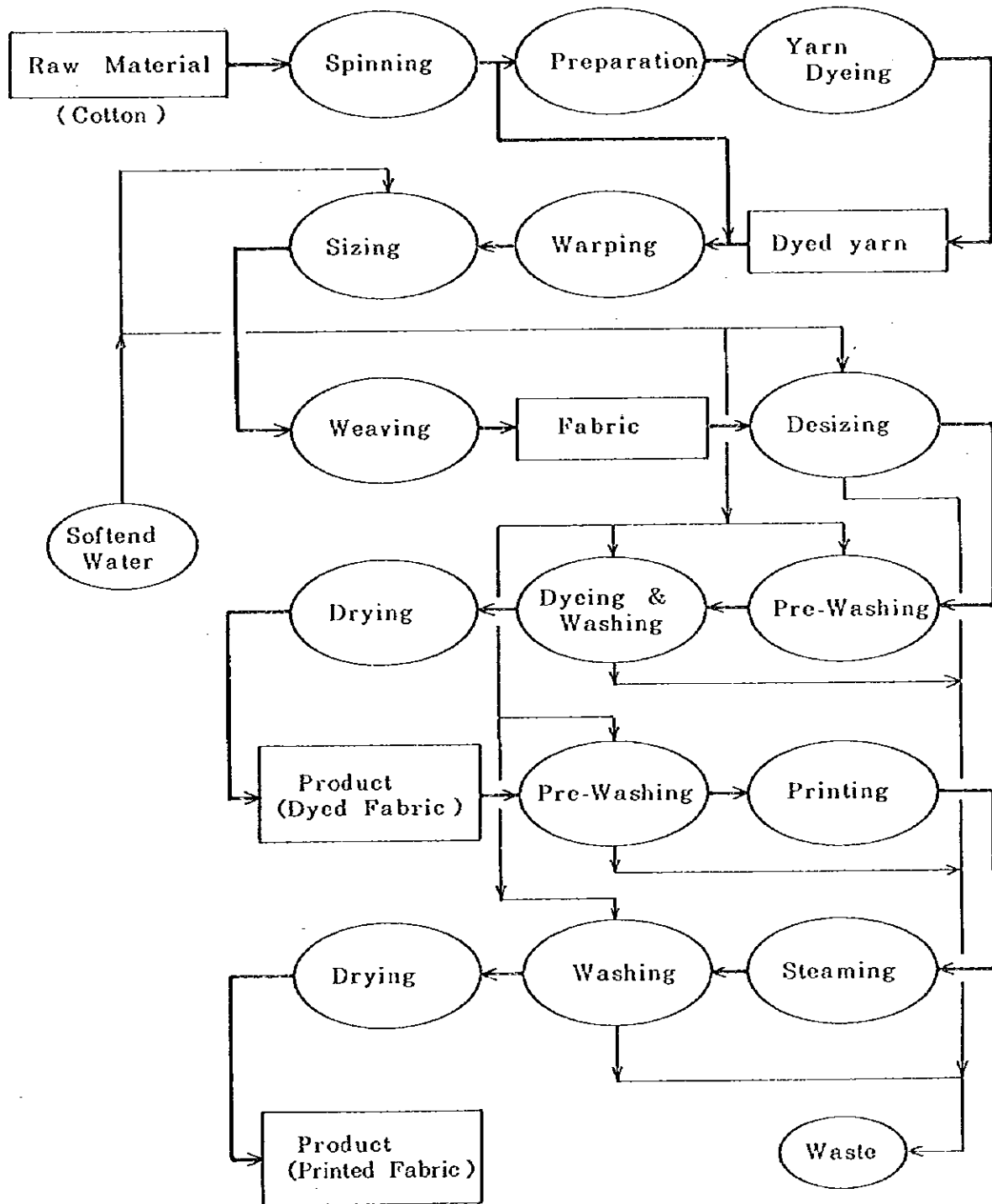
河川水は使用量が最も多く(全体の約57%)、全量井戸水と混合されて染色工程に使用されている。

水道水は一部を除き生活用水として使用されている。

② 水道水を除き、用水量は測定されていない。調査表に記載された水量は全て

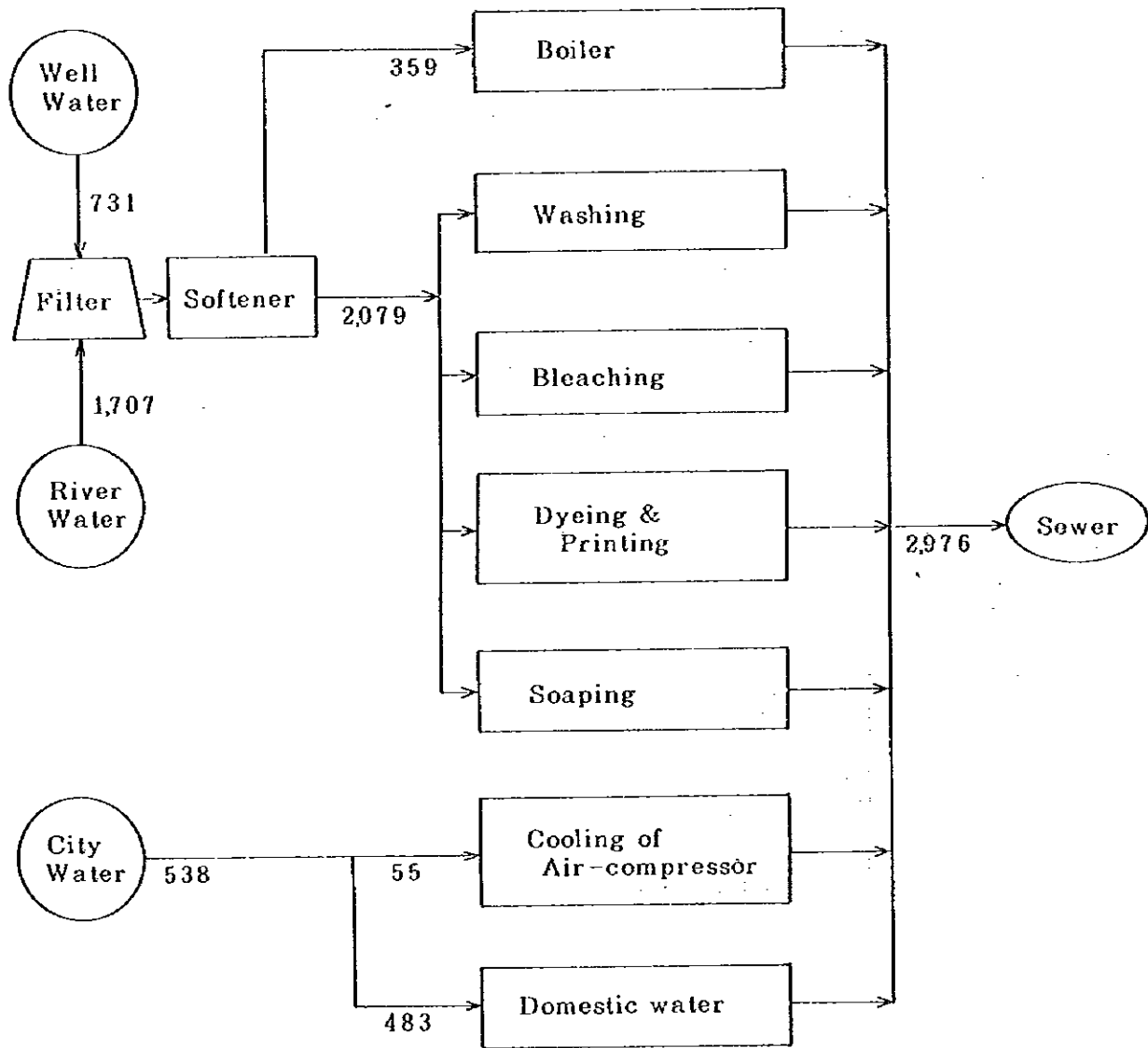


Fig. 4.3.1 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE



Note : a ) Air conditioning of the weaving shop is only ventilation method without using water.

Fig. 4.3.2 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : a) No flow meter for the well and river water are applied. These flow rate are estimated value.

**Table 4.3.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use**

Industry: Textile(Dyeing)

Unit: m<sup>3</sup>/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total	
Boiler Feed				359	359		359	
Raw Material								
Washing		731		1,348	2,079		2,079	
Cooling			55		55		55	
Air Conditioning								
Miscellaneous			483		483		488	
<b>Total</b>		<b>731</b>	<b>583</b>	<b>1,707</b>	<b>2,976</b>		<b>2,976</b>	
							Recoverd Water/Total	%

**Table 4.3.2 Quality of Make-up Water**

(Analyzed by the Factory)

Water Source		Well Water	City Water
Parameter	Unit		
Temperature	°C		
pH		7.8-8.2	
COD	mg/l		
BOD	mg/l		
Iron	mg/l		
Manganese	mg/l		
Total Hardness	dH		
Alkalinity	mgO/l		
Chloride	mg/l		
Total Iron	mg/l		
Evaporated Residue	mg/l		
Electric Conductivity	μ S/cm		

Fig. 4.3.3 Quantity of Waste Water

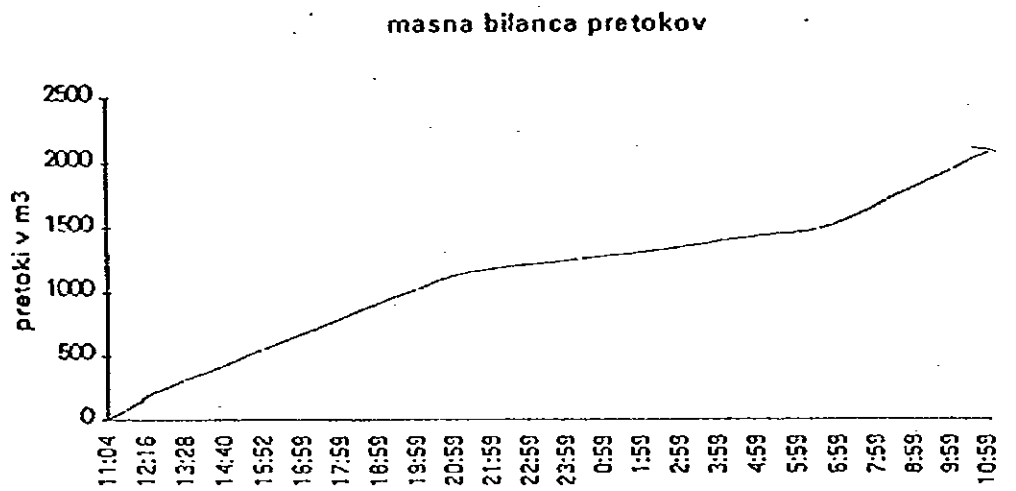




Table 4.3.3 Quality of Waste Water

Parameter	Podano kot	Enota	Metoda	1 Lab. št. 11306
<b>Splošni parametri</b>				
Opis				motna, modre barve
pH-vrednost			DIN 38404-C5	10,8
Elektroprevodnost		µS/cm	DIN 38404-C8	1050
Raztopljene snovi		mg/l	DIN 38409-H1-2	720
Raztopljene anorganske snovi		mg/l	DIN 38409-H1-3	450
Neraztopljene snovi		mg/l	DIN 38409-H2-2	320
Usedljive snovi		ml/l	DIN 38409-H9	4,0
<b>Aborganski parametri</b>				
Baker	Cu	mg/l	DIN 38406-E7	0,10
Cink	Zn	mg/l	DIN 38406-E8	0,19
Krom-skupni	Cr	mg/l	DIN 38406-E10	<0,05
Prosti klor	Cl <sub>2</sub>	mg/l	DIN 38408-G4-2	<0,05
Aktivni klór	Cl <sub>2</sub>	mg/l	DIN 38408-G4-2	<0,05
Amonijum	N	mg/l	DIN 38406-E5	0,9
Sulfid	S	mg/l	DIN 38405-D26	<0,05
Sulfit	SO <sub>3</sub>	mg/l	DEV D 6	4
<b>Organiki parametri</b>				
KPK	O <sub>2</sub>	mg/l	DIN 38409-H43	270
BPK	O <sub>2</sub>	mg/l	DIN 38409-H51	100
AOX	Cl	mg/l	DIN 38409-H14	<0,02
Skupni ogljikovodiki		mg/l	DIN 38409-H18 mod	0,10
<b>Biološki parametri</b>				
Test strupenosti - ribe		tr	DIN 38412-L31	3

推定による。国・市に支払われている料金・税金等も、水道水を除きこの推定値に基づいている。

- ③回収水は使用されておらず、全て一過式に使用されている。
- ④用水の大部分は染色工程の洗浄用に使用されており、その量は全用水量の約70%になる。
- ⑤冷却用水には水道水が使用され、空気圧縮機の冷却用に一過式で使用されている。
- ⑥紡績・織物工程には、温度及び湿度調整の用水は使用されていない。ただ換気が行われているのみである。
- ⑦用排水に要する合計費用は、売上高の約2.2%に達する由である。売上高（約3,200百万SIT/y）と用水量（約70,000千 $\text{m}^3$ /y）から推定すると、用排水に要する費用の単価は約100 SIT/ $\text{m}^3$ 程度となる。  
この値は、用排水に関する料金や税金に基づいて計算した値よりやや少ない。従って、実際にはより多額の費用が必要とされている可能性もある。

## (2) 合理化の現状

- ①前述のように、水道水以外には水量計が設置されておらず、用水量の管理はほとんど行われていない。
- ②染色工程のみの使用水量原単位は約50 $\text{m}^3$ /千 $\text{m}^2$ で、日本の染色工場に比べるとやや多いように思われる。しかし、原単位は製品の種類・品質等で大幅に変わるので、この値のみでこの工場の合理化の程度が低いと言うことは出来ない。
- ③連続式染色機が2台使用されている。ただし、洗浄方式は完全な向流多段式には成っていないように見受けられる。

## 2) 水使用合理化の計画 (Planning of Water Conservation System)

### (1) 用水量管理の実施

現状では井戸水の揚水量が計測されていないので、用水量の管理は行われていないのに等しい。まず井戸水の水量計を設置して、工場全体の用水量の管理

が実施されなければならない。これが水使用合理化の基本である。

前述の様に、調査表記載の用水量自体がはなはだ不正確な状態では、この値に基づいて個々の合理化方法を検討してもあまり意味がない。

## (2) 空気圧縮機用間接冷却水の循環使用

### (a) 計画の概要

空気圧縮機の間接冷却水は現在一過式に使用されており、出口の温度はおおむね22℃程度である。この排水を冷却塔を使用して循環使用する。

### (b) 基本条件

	水量		水量 m <sup>3</sup> /h	水温℃		回収率 %	節水量 m <sup>3</sup> /d	所要熱量 Kcal/h
	m <sup>3</sup> /d	h/d		入口	出口			
現状	55	8	6.9	12	22			69,000
計画	55	8	7.0	25	35	95	52	70,000

年間操業日 235

### (c) 機器の概略仕様

項目	基数	仕様
冷却塔	1	70,000 Kcal/h, 772動力 0.6 kw
循環ポンプ	2	口径 40φ, 動力1.5 kw
	(内1は予備)	
計器・制御器	1式	導電率指示計
配管	1式	循環配管65φ、放流配管25φ、給水配管15φ、

### (d) 所要費用の概算

・設備費 約 1,900 千SIT

・運転費

項目	必要量	単価	所要費用		回収水当り
			(SIT/d)	(千SIT/y)	(SIT/㎡)
電力費	2.1kwX8h/dX0.8	15SIT/KW·h	202	47.4	3.9
人件費	他の業務と兼任				
薬品費		4 SIT/㎡	200	47.0	4.0
合計			402	94.4	7.9

#### ・所要費用

項目	年額	回収水当り	備考
	(千SIT/y)	(SIT/㎡)	
固定費 (設備償却費等)	317	25.9	15年均等償却、金利；10% 補修費；年額設備費の5%
運転費	94	7.9	
合計	411	33.8	

#### (d) 技術的検討 (Technical Comment)

①現在使用されている冷却水の温度は約12℃。冷却塔により得られる水温は、夏期の最も暑い時期において約25℃。従って、夏期の短い期間において、冷却が不十分になる恐れがある。

この場合は、一時的に井戸水の補給量をふやすか、全面的に井戸水使用に切り替える必要がある。しかし、その期間は長くても2ヶ月程度と想定されるので、節水の効果は十分あるものと考えられる。

②水道水の水源は井戸水であるので、溶解塩類が多く、また硬度が高いことが予想される。従って、冷却塔による循環の程度（通常濃縮倍率で表される）を高くすると、スケールが析出したり腐食が発生したりする恐れがある。この地域の井戸水の水質から推定すれば、濃縮倍率を2以下に保てば問題なく運転可能なものと考えられる。

#### (e) 経済性評価 (Economic Evaluation)

このシステムにおける回収水当りの費用が、34 SIT/㎡程度と推定されるの

に対し、水道水が使用される場合の用排水に要する費用は、200 SIT/ m<sup>3</sup>を超えるので、回収使用は経済的に成り立ものと考えられる。

### (3) 廃水の再生使用 (Reclamation of Waste Water)

#### (a) 基本的考え方

廃水の再生使用は、費用の問題を無視すれば本工場においても十分可能である。しかしながら、染色に使用される用水の水質は良質であることが要求されるので、特別な場合でないと経済的には成り立たない。従って、ここでは考え方の概略を述べるに止める。

廃水の再生使用を実施する場合の基本的な方針は、下記の通り。

- ① 出来るだけ良質（汚れの少ない）の廃水を分糵・収集して、再生使用の原料水とする。
- ② 再生水の用途を、製品の品質に対する影響の少ない箇所に限定する。
- ③ 再生水の水質は必要な最低限度に止め、過剰な水質にすることを避ける。

#### (b) 再生使用計画

##### i. 原料水の選択

上記①の考え方に従えば、除去のむずかしい色を含む廃水は避ける方が良い。従って選択は下記のようなになる。

- ① 冷却用水の排水。
- ② 色を含まない予備洗浄工程及び漂白工程の排水。

この内、①は同一工程内で循環使用されるのが経済的なので、原料水として使用可能なのは②であろう。ただし、水量は不明である。

##### ii. 処理水の水質

処理水の目標水質は、使用目的（例えば染色工程の洗浄用）によって決まるが、実際には使用目的別の使用可能な水質は不明なことが多い。その場合には実験によって確認する必要がある。

日本における再生使用の実験によって得られた目標水質を、参考として以下に示す。

水質項目	原料水	処理水
SS	mg/l < 30	< 1
BOD	mg/l < 100	< 1
COD(Mn)	mg/l < 100	< 10

### iii. 再生処理プロセス

日本における再生使用の実験によれば、おおむね以下のようなになる。

原料水－pH調整－2段生物処理－凝集・砂ろ過－活性炭吸着－処理水  
 （散水ろ床・  
 浸漬ろ床）

### (d) 技術的検討(Technical Comment)

- ① 再生使用における最も困難な問題は、使用目的に合致した最低限度の水質を見いだすことにある。これが不可能であれば、現在使用されている河川水や井戸水と同じ水質まで、廃水が処理されなければならない。これには非常に高い費用を要する。
- ② 最低限度の所要水質は、用水の使用者にも知られていないことが多く、これを知るためには膨大な実験が必要とされる。
- ③ ここに示した処理水質の目標値は、日本における大規模な再生使用の実験結果から得られたものである。しかし、この値は原料となる廃水の性質、再生水が使用される生産工程の状況等により大幅に変わる可能性があるため、一つの例と考えるべきである。

### (e) 経済性評価(Economic Evaluation)

- ① 再生処理を行うに必要な費用は相当高価となり、恐らくの200 \$/T/m<sup>3</sup>を超えるであろう。
- ② 再生処理以外に必要な費用としては、原料となる廃水を収集する為の設備、

原料廃水及び再生水を一時溜めておく貯水槽、再生水を供給する為の設備（配管・ポンプ等）等に要する費用がある。

これらの費用を考慮すれば、再生使用の費用はさらに高価となることが予想される。

- ③将来中央処理施設が完成した場合、下水道料金として160 SIT/㎡程度が徴収される見込みである。しかし、この外に水の使用に付随する税金約41 SIT/㎡が支払れるとすれば、条件によれば再生使用が経済的に成り立つかもしれない。

#### (4) その他の方法

生活用水の使用量が多いので、それを節約することが考えられる。その方法としては、①節水型便器の使用、②男子用小便器に自動洗浄器を設置、③水栓・シャワーに節水型こまやオリフィスの設置、等がある。

いずれも比較的容易に実施できる方法なので、新規にこれらの設備が設置される場合はもちろん、従来の設備についても順次改良されることが望ましい。

ただ、生活用水の使用量（483 ㎡/日）が従業員数（750）に比べてはなはだ多いのは、実態を表していないのではないかと思われる。

全体の水バランスを計算する場合、余剰になった水量が全てこの項目に含められた可能性が高く、実際の水量は半分以下ではないかと想像される。

### 4.3.3 WWT P 放流基準を満足する予備処理および廃水処理

#### 1) 現状

①下水放流口が8ヶ所あり、6ヶ所を使用している。最下流にある放流口で全部の排水が集合するが、最近の分析データによれば、pHが時に排出基準を超過する。前処理設備が必要であるが、容量の大きな調整槽よりも中和設備方が安価である。

②水関連の諸設備の能力が全般に過大である。現在検討中の生産設備の整理統合の過程で、水関連の設備についても、同時に検討する必要がある。

#### 4.3.4 汚濁負荷量削減のための予備処理 S-3

##### 1) 経緯

6月の調査では、質問書の回答に関する確認と、簡単な工場見学を行うに留まった。12月には実際に排水サンプルを採取して分析を実施し、下水放流のための予備処理設備の検討を行った。

##### 2) 廃水の水質

全排水が8ヶある放流口の内6ヶ所から下水に放流されている。工場内各工程の排水は、特にピットもなく、そのまま排出されている。

水質分析のためのサンプリングは、次の3点で実施した。

- |          |                  |            |
|----------|------------------|------------|
| 1 最終放流口  | 時間構成サンプリング       | 流量の測定は実施不可 |
| 2 絨布捺染工場 | 流量比例サンプリング       | 流量の測定も実施   |
| 3 糸染色工場  | 排水ピットからのスポットサンプル |            |

Table 4.3.1 に結果を示す。糸染色工場のスポットサンプルのpH以外は、下水放流の場合の排出基準を満足している。

Fig. 4.3.5 S-3 MTT Flow rate of Wastewater from Textile Dyeing Factory

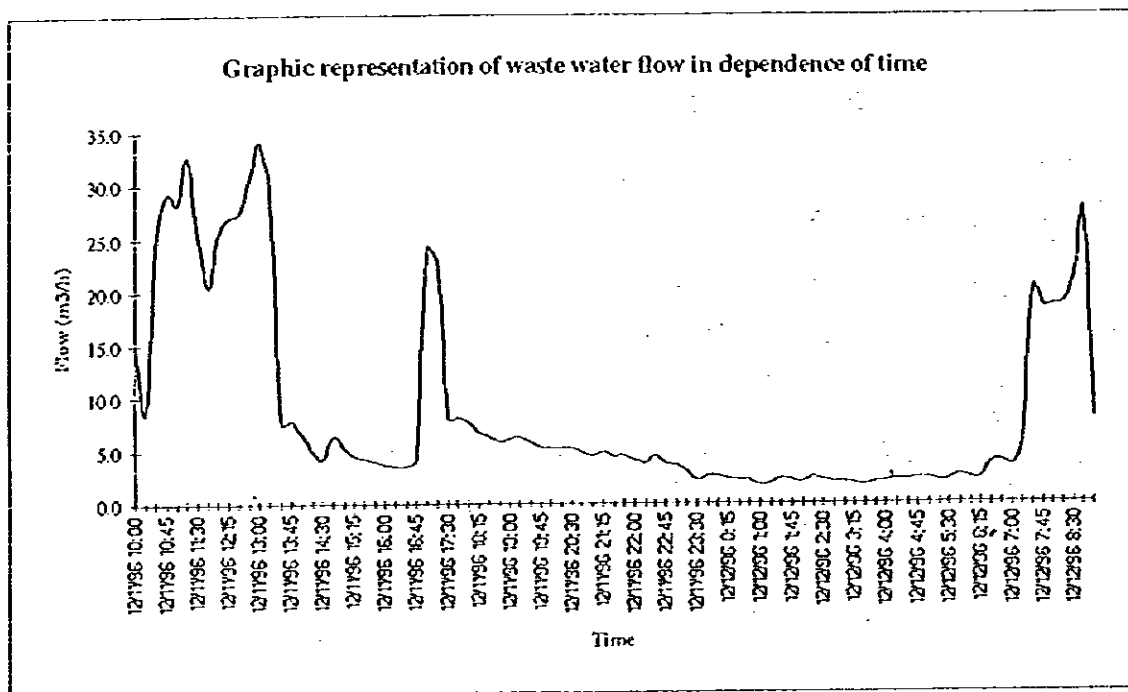




Table 4.3.4 Quality of Waste Water

Characterization of the sample		Final outlet port	Outlet port of the printing factory	Pit of the yarn dyeing factory
Type of the sample		time - prop.	flow - prop.	spot
Date of sampling		16. - 17.12.1996	11. - 12.12.1996	04.12.1996
Time of sampling		12:00 (06.12.) - 12:00 (17.12.)	9:45 (06.12.) - 9:00 (12.12.)	9:15
Lab. No.		12853	12729	12364
Parameter	expr.as	Unit		
pH			11.3	8.3
Suspended solids		mg/l	340	58
Colour:			blue - violet	brown - grey
				light blue - violet
$\alpha$ (436 nm)		m <sup>-1</sup>	17	42
$\alpha$ (525 nm)		m <sup>-1</sup>	14	36
$\alpha$ (620 nm)		m <sup>-1</sup>	13	32
Total nitrogen:	N	mg/l	21.7	15.3
- ammonium nitrogen	N	mg/l	0.72	0.50
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	15	7.2
- nitrite nitrogen	N	mg/l	0.09	0.09
- nitrate nitrogen	N	mg/l	6.6	8.0
Total phosphorus	P	mg/l	0.5	< 0.5
COD <sub>cr</sub>	O.	mg/l	340	230
COD <sub>mn</sub>	O.	mg/l	120	100
BOD <sub>5</sub>	O.	mg/l	140	.
Total fat		mg/l	12	.

### 3) 予備検討

総論で述べた通り、河川へ放流する場合の排出基準には色の項目があり、将来WWTPが河川への排出基準を満足させるために、着色排水を放流する繊維工場に対して、然るべき予備処理設備の設置を要請してくる可能性がありうる。もし予備処理設備を設置しない場合は、割増料金が課せられるかも知れない。

一般に、染色工場配排水の最も経済的な予備処理方法は凝集沈殿処理である。染色後の濃厚排水だけを分離すれば更に経済的になる可能性があるが、現状では濃厚排水だけの分離が非常に困難である。織布捺染工場と糸染色工場について、工場単位の排水サンプルの凝集沈殿分離テストを実施した。

Table 4.3.5 の凝集沈殿分離テストの結果によれば、織布捺染工場の場合は良好な凝集結果が得られたが、糸染色工場の場合は良好な凝集結果が得られなかった。

Table 4.3.5 Result of Coagulation Test

Parameter	Outlet of Textile Dyeing Factory		Pit of Yarn Dyeing Factory	
	Sampling	Coagulation Test	Sampling	Coagulation Test
Note	11 - 12. 12.1996 9:45 - 9:00 Flow-proportional	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 0	04.12.1996 9:15 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 0
		Floc-size large Settling 30 sec		Floc-size small Settling 300 sec
pH	8.3	7.9	9.8	4.7
SS mg/L	58	< 30	< 30	< 30
Color	brown gray	very light gray	light blue-violet	very light violet
$\alpha$ (436nm) m <sup>-1</sup>	42	0.6	3.7	1.3
$\alpha$ (525nm)	36	0.4	3.3	1.0
$\alpha$ (620nm)	32	0.3	2.8	0.7
t - N mg/L	15.3	10.9	7.0	5.5
t - P mg/L	< 0.5	< 0.5	2.3	< 0.5
COD <sub>Cr</sub> mg/L	280	120	100	74
COD <sub>Mn</sub> mg/L	100		48	
BOD <sub>5</sub> mg/L				

#### 4) 予備処理設備の概要

M T Tでは、各工場毎の用水流量計が設置されていないために、工場毎の水消費量が把握できていない。各工場の排水量・水質については、排水ピットがなく、排水溝主体の構成になっており、測定さえも容易でない。この状態でM T T全体の予備処理設備を計画することは無理な話である。

良好な凝集結果が得られた織布捺染工場の場合についてだけ、予備処理設備を計画して参考に供する。

Fig. 4.3.6 Flowsheet of Coagulation Sedimentation System

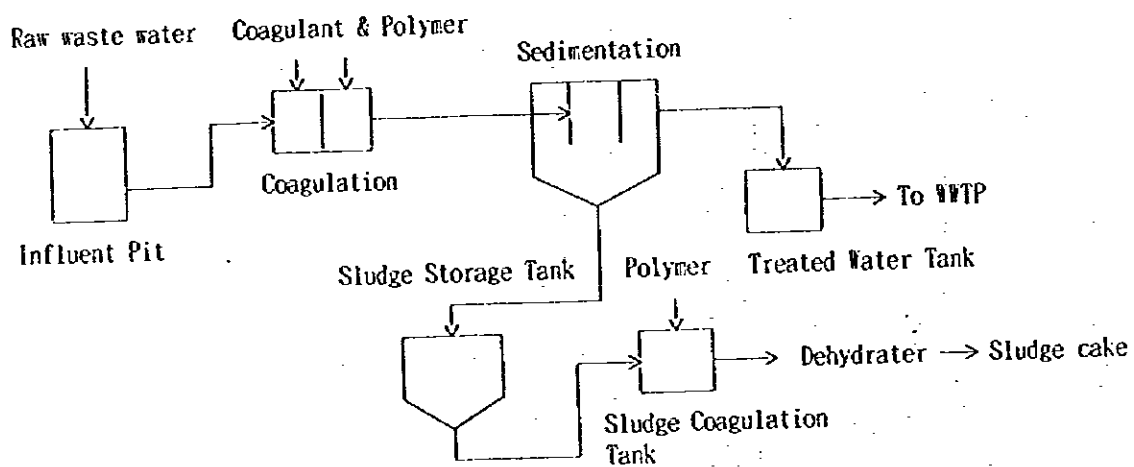


Table 4.3.6 S-3 MTT 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of wastewater	Quantity m <sup>3</sup> /d	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	SS mg/L ( )	color (1/m)	t-N mg/L (kg/d)	t-P mg/L (kg/d)
*1 Wastewater from Printing	400	230 ( 90)	150 ( 60)	60 (12)	40	16 (36)	1
*2 Case-1 Coagulation & sedimentation	400	120 ( 50)	80 ( 30)	< 30	< 5		< 1

注) \*1: 捺染工場の排水の水質

\*2 CASE-1: 排水を予備処理(凝集沈殿)した場合

Table 4.3.7 S-3 MTT 予備処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m <sup>3</sup>	Running Cost SIT/m <sup>3</sup>	Total treatment cost SIT/m <sup>3</sup>
CASE-1	50,000,000	55	80	135

400m<sup>3</sup>/d の水量に対して算出した値である。

### 3) まとめ

MTTでは各工場合わせた全体では、数千m<sup>3</sup>/dという大量な水を消費している。河川へ直接放流するための廃水処理設備を建設する場合ならば、全部まとめて処理する方が処理単価は安くなるが、下水放流の場合の予備処理の場合は、汚濁負荷の大きい排水を局所的に処理する方が、一般に経済的になることが多い。

先ずもって、各工場の水消費の実態を把握することが第一歩である。

#### 4.4 S-4 Tovarna sukancev in trakov TSP.p.o.

##### 1.4.1 工場概要

###### 1) 概要

資本金:	637,588 千 SIT
工場敷地面積:	9,038 m <sup>2</sup>
従業員数:	198人
生產品目:	縫い糸    リボン    布ベルト ポリエステル    95%,    綿混    5%
年間生産量:	182,300 kg
年間売上高:	470,950 SIT
操業条件:	8 hr/day

###### 2) 水源用途別の水使用量

Table 4.4.1

###### 3) 水供給および廃水排出フローダイヤグラム

Fig.4.4.2    Fig.4.4.3

###### 4) 補給水および廃水の水質

Table 4.4.2    Table 4.4.3

#### 4.4.2 水使用合理化 (Water Conservation)

##### 1) 水使用及び合理化の現状

(Current Condition of Water Usage and Water Conservation)

###### (1) 水使用の特徴

① 水源は水道水、井戸水及び河川水 (Drava 川) の 3 種類である。

井戸は工場の敷地外に 1 本あり、河川水と混合されて大部分は染色工程に使用され、少量が紡糸部門の温度及び湿度調整の用に使用されている。

河川水は使用量が最も多く (全体の約 72%)、隣接する MTT より供給され、全量井戸水と混合されて染色工程に使用されている。

**Table 4.4.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use**

Industry; Textile(Dyeing)

Unit: m<sup>3</sup>/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed				16	16		16
Raw Material							
Washing		29		262	291	43	334
Cooling							
Air Conditioning							
Miscellaneous			36		36		36
Total		29	36	278	343	43	386
Recoverd Water/Total							11.1 %

**Table 4.4.2 Quality of Make-up Water**

(Analyzed by the Factory)

Water Source		Well Water	After Ion Exchange
Parameter	Unit		
Temperature	°C	14	14
pH		6.5	6.5
COD	mg/l		
BOD	mg/l		
Iron	mg/l		
Manganese	mg/l		
Total Hardness	dH	8	<0.8
Alkalinity	mg/l		
Chloride	mg/l	21	<21
Total Iron	mg/l	0.14	-
Evaporated Residue	mg/l		
Electric Conductivity	µ S/cm	0.51	-

Fig. 4.4.1 Factory Layout

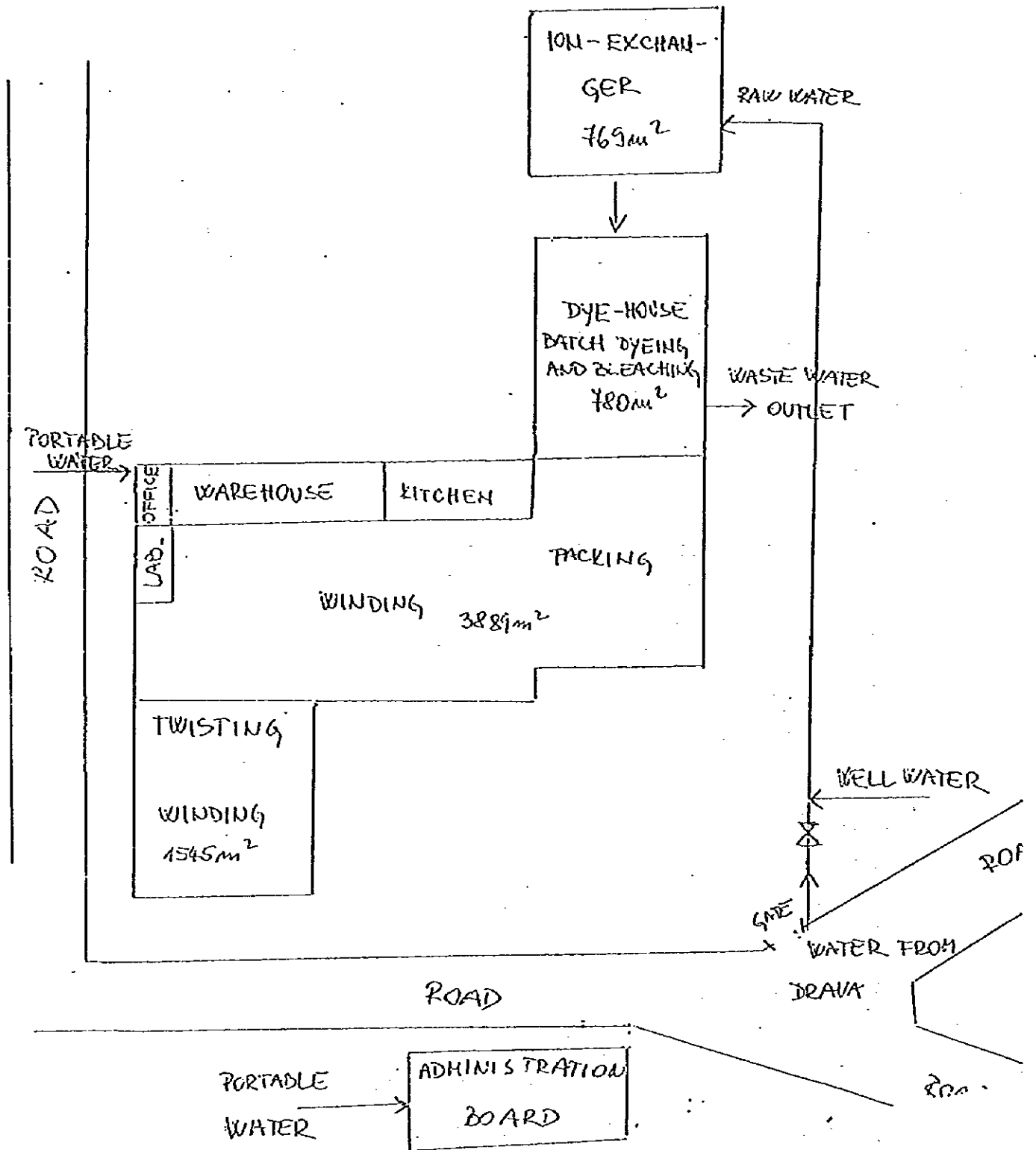




Fig. 4.4.2 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE

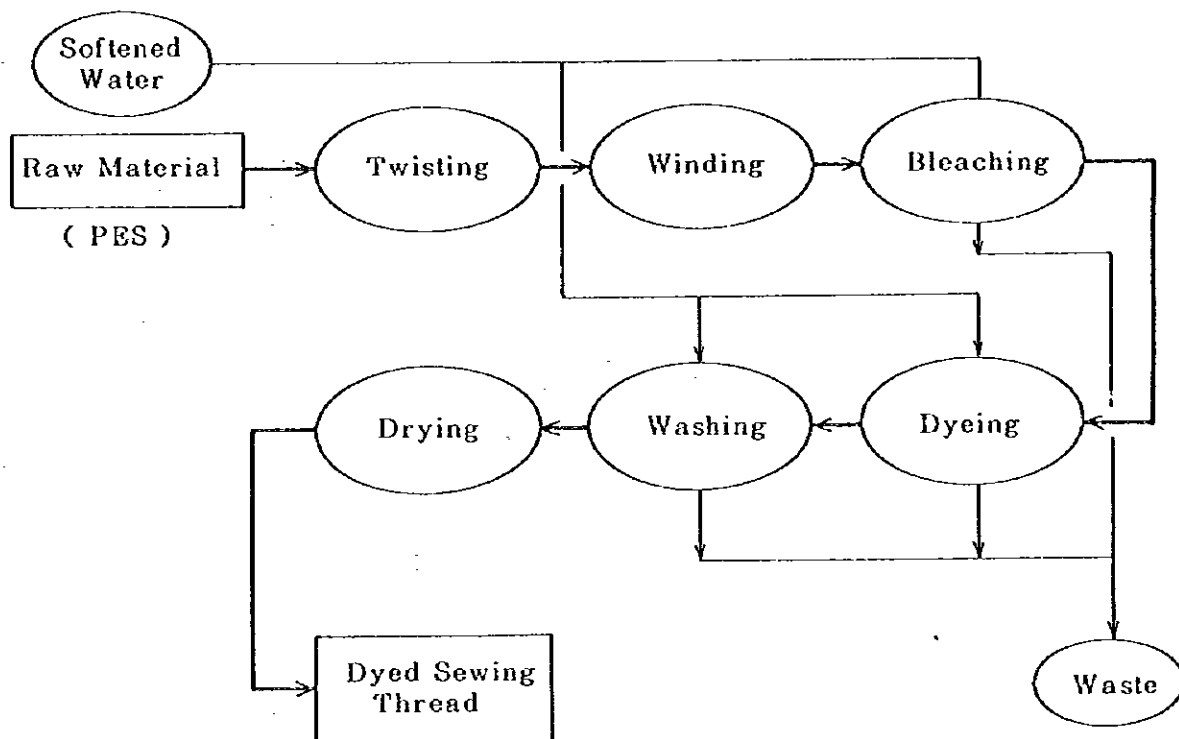
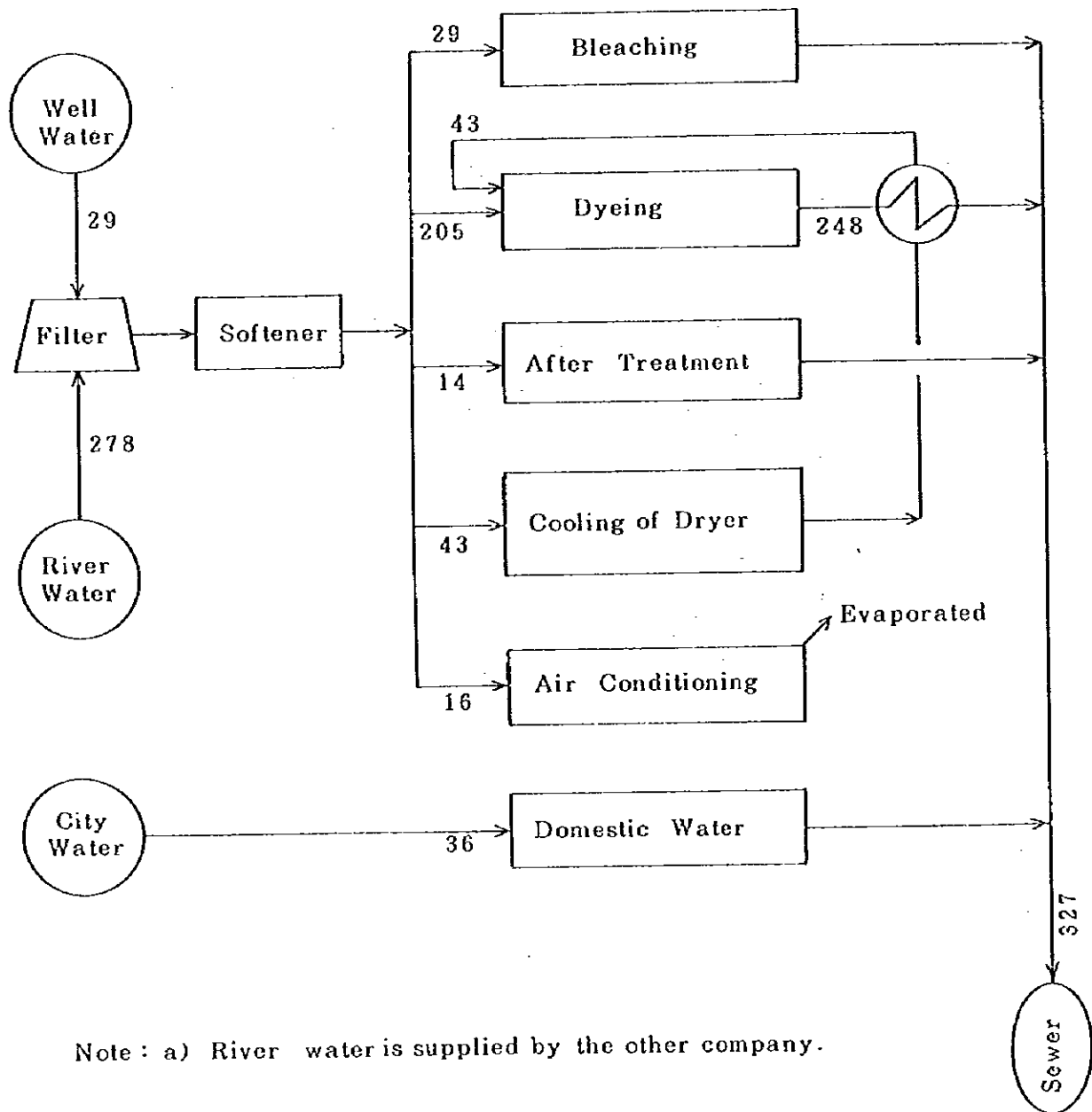
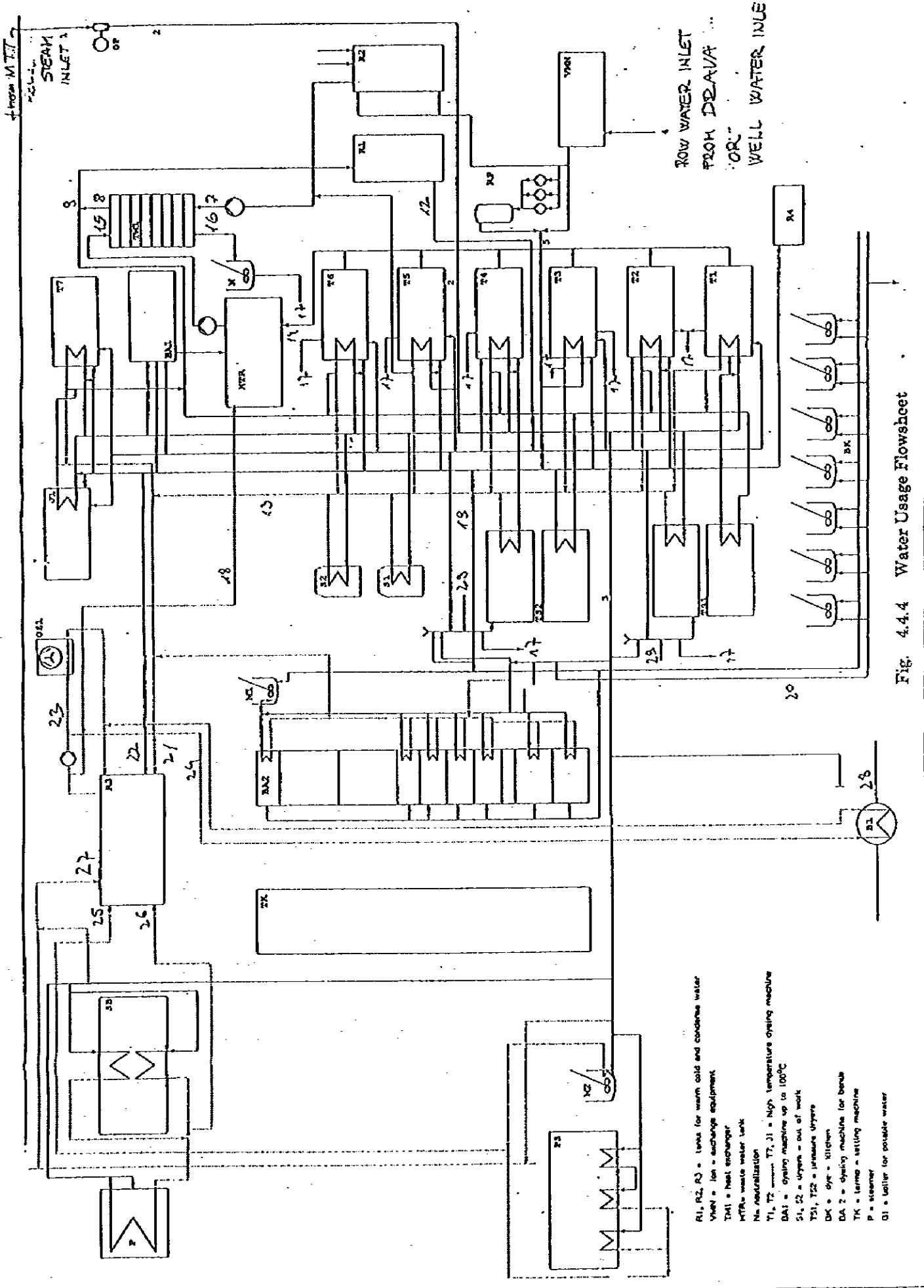


Fig. 4.4.3 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : a) River water is supplied by the other company.



RAW WATER INLET  
FROM DEWA/VA ...  
OR -  
WELL WATER INLE

Fig. 4.4.4 Water Usage Flowsheet

- R1, R2, R3 = tanks for warm acid and condensate water
- VHE1 = Ion - exchange equipment
- TH1 = Heat exchanger
- MYRA = waste water tank
- NL = neutralization
- T1, T2 = ... T7, J1 = high temperature dyeing machine
- DA1 = dyeing machine up to 100°C
- S1, S2 = urpers - out of work
- DK = dryer - nitrogen
- DA 2 = dyeing machine for beads
- TK = tanning - setting machine
- P = steamer
- Q1 = boiler for potable water

水道水は全量生活用水として使用されている。

- ② 用水の大部分は染色工程の洗浄用に使用されており、その量は全用水量の約87%になる。
- ③ 染色は糸染めが主体で、7基の高温染色機が設置されている。操作は全て回分式である。その他に、ごく少量の紐及びリボンの染色が行われている。
- ④ 冷却用水は乾燥機に使用されている。その排水は染色工程の熱い洗浄排水と熱交換された後、染色工程の洗浄用水にカスケード使用されている。
- ⑤ 紡糸工程では、温度及び湿度調整用として少量の水が噴霧されているのみである。
- ⑥ 用排水に関し支払われている費用は、以下の通り。
  - ・ 水道料金（下水道料金を含む）；約 209 SIT/㎡
  - ・ 井戸水；内部費用以外は無料
  - ・ 河川水；約 169 SIT/㎡（MTTに支払う）

## (2) 合理化の現状

- ① 各水源共用水量は測定されており、一応の用水量管理は実施されている。
- ② 前述のように冷却用水のカスケード使用が実施されており、用水の節水にも配慮されている。
- ③ 染色工程における使用水量原単位は約 440㎡/ton である。日本の糸染工場における値は 100-200㎡/ton であるので、本工場の使用水量原単位はやや多いように思われる。しかし、原単位は製品の種類・品質等で大幅に変わるので、この値のみでこの工場の合理化の程度が低いと言うことは出来ない。

## 2) 水使用合理化の計画 (Planning of Water Conservation System)

### (1) 用水量管理の実施

前述のように、現状でも一応の用水量管理は実施されているが、井戸水は使用料が無料なので、まだ用水量の管理が不十分な様に思われる。

一方使用料の高い河川水の使用量を減らして、井戸水の使用量を増やす計画がある。しかし、井戸水を使用して下水道の放流する場合、現在でも内部費用以外に 100 SIT/㎡ 以上の費用（税金及び下水道使用料として）が必要とされ

るはずである。また、将来下水道の中央処理施設が完成すれば、この費用は更に100 SIT/㎡以上上昇することが予想されるので、安易に井戸水の使用量を増やさない事が必要であろう。

## (2) 廃水の再生使用 (Reclamation of Waste Water)

### (a) 基本的考え方

前述のように冷却用水のカスケード使用がすでに実施されているので、さらに使用合理化が進められるためには、用水量の大部分を占める染色工程における節水が実施されなければならない。しかし、糸染工程の節水は技術的に困難であり、廃水の再生使用以外に適当な方法がない。

廃水の再生使用は、費用の問題を無視すれば本工場においても十分可能である。しかしながら、染色に使用される用水の水質は良質であることが要求されるので、特別な場合でないと経済的には成り立たない。従って、ここでは考え方の概略を述べるに止める。

廃水の再生使用を実施する場合の基本的な方針は、下記の通り。

- ①出来るだけ良質（汚れの少ない）の廃水を分離・収集して、再生使用の原料水とする。
- ②再生水の用途を、製品の品質に対する影響の少ない箇所に限定する。
- ③再生水の水質は必要な最低限度に止め、過剰な水質にすることを避ける。

### (b) 再生使用計画

#### i. 原料水を選択

上記①の考え方に従えば、除去のむずかしい色を含む廃水は避ける方がよい。しかし、冷却用水はすでにカスケード使用されているので、従って選択は以下のようなになる。

- ①色を含まない予備洗浄工程及び漂白工程の排水。
- ②染色工程の洗浄排水の内、比較的色の薄い部分。

この内、①は水量が少ないと推定されるので、相当量の再生水を確保するためには、②が使用される必要がある。

## ii. 処理水の水質

処理水の目標水質は、使用目的（例えば染色工程の洗浄用）によって決まるが、実際には使用目的別の使用可能な水質は不明なことが多い。その場合には実験によって確認する必要がある。

日本における再生使用の実験によって得られた目標水質を、参考として以下に示す。

水質項目	原料水	処理水
SS mg/l	< 30	< 1
BOD mg/l	< 100	< 1
COD(Mn) mg/l	< 100	< 10

## iii. 再生処理プロセス

日本における再生使用の実験によれば、おおむね以下のようなになる。

原料水—pH調整—2段生物処理—凝集・砂ろ過—活性炭吸着—処理水  
(散水ろ床・浸漬ろ床)

## (d) 技術的検討 (Technical Comment)

- ①再生使用における最も困難な問題は、使用目的に合致した最低限度の水質を見いだすことにある。これが不可能であれば、現在使用されている河川水や井戸水と同じ水質まで、廃水が処理されなければならなくなる。これには非常に高い費用を要する。
- ②最低限度の所要水質は、用水の使用者にも知られていないことが多く、これを知るためには膨大な実験が必要とされる。
- ③ここに示した処理水質の目標値は、日本における大規模な再生使用の実験結果から得られたものである。しかし、この値は原料となる廃水の性質、再生水が使用される生産工程の状況等により大幅に変わる可能性があるので、一つの例と考えるべきである。

## (e) 経済性評価 (Economic Evaluation)

①再生処理を行うに必要な費用は相当高価となり、恐らくの200 SIT/㎡を超えるであろう。

②再生処理以外に必要な費用としては、原料となる廃水を集めるための設備、原料廃水及び再生水を一時溜めておく貯水槽、再生水を供給するための設備（配管・ポンプ等）等に要する費用がある。

特に廃水収集の設備の内、回分式染色工程の排水から汚れの少ない部分を分離する設備は、分岐管に電磁弁・タイマー等を組み合わせたかなり複雑なシステムとなるので、設備費用が高価となる可能性が高い。

これらの費用を考慮すれば、再生使用の費用はさらに高価となることが予想される。

③将来中央処理施設が完成した場合、下水道料金として160 SIT/㎡程度が徴収される見込みである。しかし、この外に水の使用に付随する税金約57 SIT/㎡が支払れるとすれば、条件によれば再生使用が経済的に成り立つかもしれない。

### (3) その他の方法

生活用水を節約することが考えられる。その方法としては、①節水型便器の使用、②男子用小便器に自動洗浄器を設置、③水栓・シャワーに節水型こまやオリフィスの設置、等がある。

いずれも比較的容易に実施できる方法なので、新規にこれらの設備が設置される場合はもちろん、従来の設備についても順次改良されることが望ましい。

## 4.4.3 WWT P放流基準を満足する予備処理および廃水処理

### 1) 現状

①排水冷却用（補給水予熱用）熱交換器と、中和設備が設置されている。

②最近3年間の分析データによれば、下水放流の排出基準は、これらの設備を使用しなくてもクリアしている。

③河川直接放流は、明らかに経済的でない。

#### 4.4.4 汚濁負荷量削減のための予備処理 S-4

##### 1) 経緯

6月の調査では、質問書の回答に関する確認と、簡単な工場見学を行うに留まった。12月には実際に排水サンプルを採取して分析を実施し、下水放流のための予備処理設備の検討を行った。工場では染色機の運用方法の工夫、小ロット対応の為の改造など、着実に合理化を進めており、水使用量も削減している。

##### 2) 廃水の水質

全排水が1ヶの放流口から下水に放流されている。工場内各工程の排水は、特にピットもなく、そのまま排出されている。水質分析のためのサンプリングは、次の3点で実施した。

- |         |                  |            |
|---------|------------------|------------|
| 1 最終放流口 | 流量比例サンプリング       | 流量の測定も実施した |
| 2 糸染色工場 | 最も濃い排水スポットサンプル   |            |
| 3 糸染色工場 | 明るい色の排水のスポットサンプル | 対比用        |

Table 4.4.3 に結果を示す。

現状は、下水放流の場合の排出基準を満足している。

##### 3) 予備検討

総論で述べた通り、河川へ放流する場合の排出基準には色の項目があり、将来WWTPが河川への排出基準を満足させるために、着色排水を放流する繊維工場に対して、然るべき予備処理設備の設置を要請してくる可能性がありうる。もし予備処理設備を設置しない場合は、割増料金が課せられるかも知れない。

一般に、染色工場廃水の最も経済的な予備処理方法は、凝集沈殿処理である。染色後の濃厚排水だけを分離して処理すれば、更に経済的になる可能性がある。その観点から、濃厚染色排水のサンプルについてテストを実施した。比較の為に総合排水についても併せてテストを実施した。



Table 4.4.3 Quality of Waste Water

Parameter	Final outlet	Coagulation test	Emission standard
Note	04 - 05.12.1996 flow proportional	PAC 100 mg/L Anion P 200 Cation P 20 Floc size Large Settling 30sec	discharge to river for Textile
pH	8.8	7.1	6.5 - 9.0
SS mg/l	32	< 30	80
Color	brown	no color	
$\alpha$ (436nm) 1/m	31	1.0	7
$\alpha$ (525nm)	30	0.5	5
$\alpha$ (620nm)	27	0.2	3
t - N mg/l	14	9.5	
t - P mg/l	0.7	< 0.5	2
COD <sub>Cr</sub> mg/l	360	210	120
COD <sub>Mn</sub> mg/l	190	115	
BOD <sub>5</sub> mg/l	100		25
t - Fat mg/l	19		20

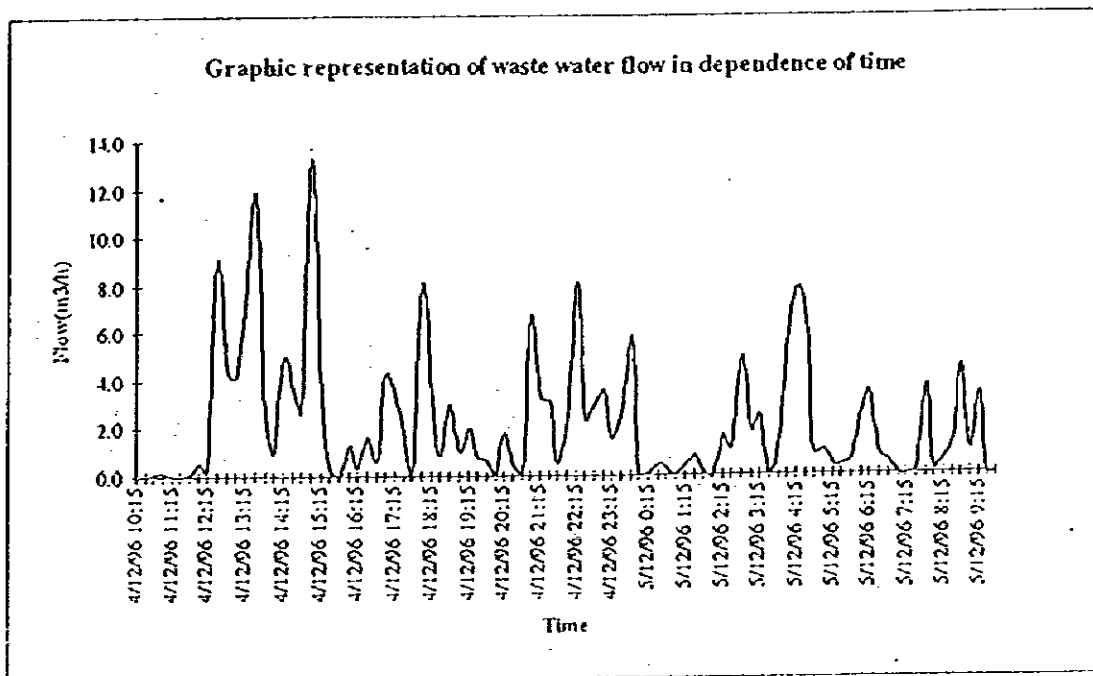


Table 4.4.4 Result of Coagulation Test

Parameter	Yarn Dyeing Machine (2% brown)		Yarn Dyeing Machine (0.1% brown)	
	Sampling	Coagulation Test	Sampling	Coagulation Test
Note	02.12.1996 12:00 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 20 Floc-size Large Settling 30sec	02.12.1996 12:20 Spot Sampling	PAC 100 ppm Anion P 200 Cation P 20 Floc-size Large Settling 30sec
pH	12.1	6.1	8.8	7.5
SS mg/l	< 30	< 30	< 30	< 30
Color	yellow brown	light yellow	light brown	very light brown
$\alpha$ (436nm) l/m	82	5	14	7
$\alpha$ (525nm)	72	1	7	4
$\alpha$ (620nm)	46	0.4	5	3
t-N mg/l	45	35	30	
t-P mg/l	0.7	2.4	2.8	
COD <sub>Cr</sub> mg/l	2,100	1,300	3,100	2,300
COD <sub>Mn</sub> mg/l	730	620	710	
BOD <sub>5</sub> mg/l	1,000		850	

Table 4.4.3 および Table 4.4.4 のテスト結果に基づいて、2通りの予備処理設備を計画し比較する。

CASE-1：総合排水を予備処理（凝集沈殿）する

CASE-2：着色排水だけをを予備処理（凝集のみフロック分離なし）する

Table 4.4.5 S-4 TSP 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of wastewater	Quantity m <sup>3</sup> /d	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	SS mg/L ( )	color (1/m)	T-N mg/L (kg/d)	T-P mg/L (kg/d)
*1 Raw total wastewater	200	400 ( 80)	200 ( 40)	40 ( 8)	30	15 ( 3)	1
*2 Case-1 Coagulation & sedimentation	200	250 ( 50)	80 ( 16)	< 30 ( <6)	< 3		
*3 Thick wastewater (Raw water)	40	2,000 ( 80)	900 ( 36)	50 ( 2)	80	45 ( 2)	5
*4 CASE-2 Coagulation only	40	1,300 ( 52)	500 (20)	500	7		2
*5 CASE-2' Mixed total discharge	200	300 ( 60)	120 ( 24)	100	< 3		< 1

注) \*1： 総合排水の水質

\*2 CASE-1：総合排水を予備処理（凝集沈殿）した場合

\*3： 染色工程の着色排水だけを分離した場合の水質

\*4 CASE-2：着色排水だけをを予備処理（凝集のみ）した場合

\*5 CASE-2'：処理した着色排水をその他の排水と混合した場合の総合排水

CASE-1：総合排水を予備処理（凝集沈殿）する

COD、BODが低下し、SSとcolorの低下が非常に大きい

200m<sup>3</sup>/d をまとめて凝集処理する場合は、フロックの分離が必要である

CASE-2：着色排水だけを予備処理（凝集のみフロック分離なし）する

SSは増加するが、colorは非常に低くなる。

40m<sup>3</sup>/d だけを凝集処理する場合は、色成分を吸着したフロックを分離せずにそのまま放流しても、その他の排水で5倍に希釈されるため、SSの増加が極端な値にはならない。

規模が小さいために、どうしても処理水量当りのコストが高くなり、総合排水を処理する場合のコストは、下水料金に比べて高くなりすぎる。着色排水だけを凝集処理してそのまま他の排水と混ぜて放流する場合は、処理コストも薄まって経済的になる。

Table 5.1.6 S-4 TSP 予備処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m <sup>3</sup>	Running Cost SIT/m <sup>3</sup>	Total treatment cost SIT/m <sup>3</sup>
CASE-1	40,000,000	120	105	225
CASE-2	10,000,000	30	25	55

### 3) まとめ

現状でも下水放流の場合の放流基準を満足している。もしも上乘せ規制により色の低減が必要になる場合は、染色工程の着色排水だけを分離して凝集処理するとよい。TSPの場合、幸い染色機が2階に設置されており、排水配管が1階にあるので、着色排水専用の配管切替えや貯蔵水槽の設置が比較的容易である。

4. 5 S-5 METALNA, STROJEGRADNSA, KONSTRUKCIJE,  
MONTAZA INSTORITVE, d.d. (機械金属加工)

4. 5. 1 工場概要

1) 概要

METALNA, STROJEGRADNSA, KONSTRUKCIJE, MONTAZA INSTORITVE, d.d. は、スロベニア最大の重工業を営んでいる。従業員数が4,200の国営工場であったが、METALNAグループとして12社に分割する。そのうち総従業員数2,000人の10社はマリボル市内に立地し、500人の2社はクリスカに立地している。

主要製品は、タービンを除いた全ての水力発電機器、クレーン、リング等の建設・輸送機器及び化学、紙、食料品、染色等の各種産業機械である。

現在、グループとしての協力運営体制で世界をまたに活躍している。将来のWWTP建設では鉄工部門の参画が期待されている。

2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別水使用量をTable 4.5.1に示す。

Table 4.5.1 水源、用途別水使用量 (m<sup>3</sup>/day)

Use \ Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recovered Water	Total
Boiler Feed						
Raw Material						
Washing		(10)		(10)		(10)
Cooling		(100)		(100)		(100)
Air Conditioning						
Miscellaneous		(100)		(100)		(100)
Total		212		212		212
				Recovered Water/Total		%

注) ( ) の数値は推測値である。

### 3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

工場の水バランスをFig. 4.5.1に示す。

#### (1) 用水供給設備

工場の敷地内に井戸を有しているが、用水は市水を用いている。各社への用水供給はMETALNAが行っている。

生産用水のうち、プラズマカット部門、コンプレッサ及びボイラへの供給水には軟化設備で処理された水が使用されている。軟化設備の再生には、薬剤としてNaCl及びHClが用いられ、NaClの1回の使用量は部門の順に15kg、40kg及び130 kgである。

#### (2) 製造工程と廃水の発生源

主要な製造工程図をFig. 4.5.2に示す。

当工場は規格品を大量に生産するものではなく、鉄素材を加工して注文に応じた製品を製作する重工業である。したがって、用水の使用及び廃水の発生は不定期となるが、廃水のほとんどは貯留され、処理が行われて、定期的に排出されている。基本的な製造工程は次のとおりである。

鉄板→(切断)→(成形)→(機械加工)→(溶接)→(塗装前処理)→  
(塗装)→(水圧試験)→(組立)→製品

##### ① 切断

素材の鉄板を切断する工程である。プラズマカットは水中で行われるため、鉄粉を含有する廃水が発生する。廃水の排出に際しては、鉄粉は既に沈殿分離されているので、その排出はない。

##### ② 成形

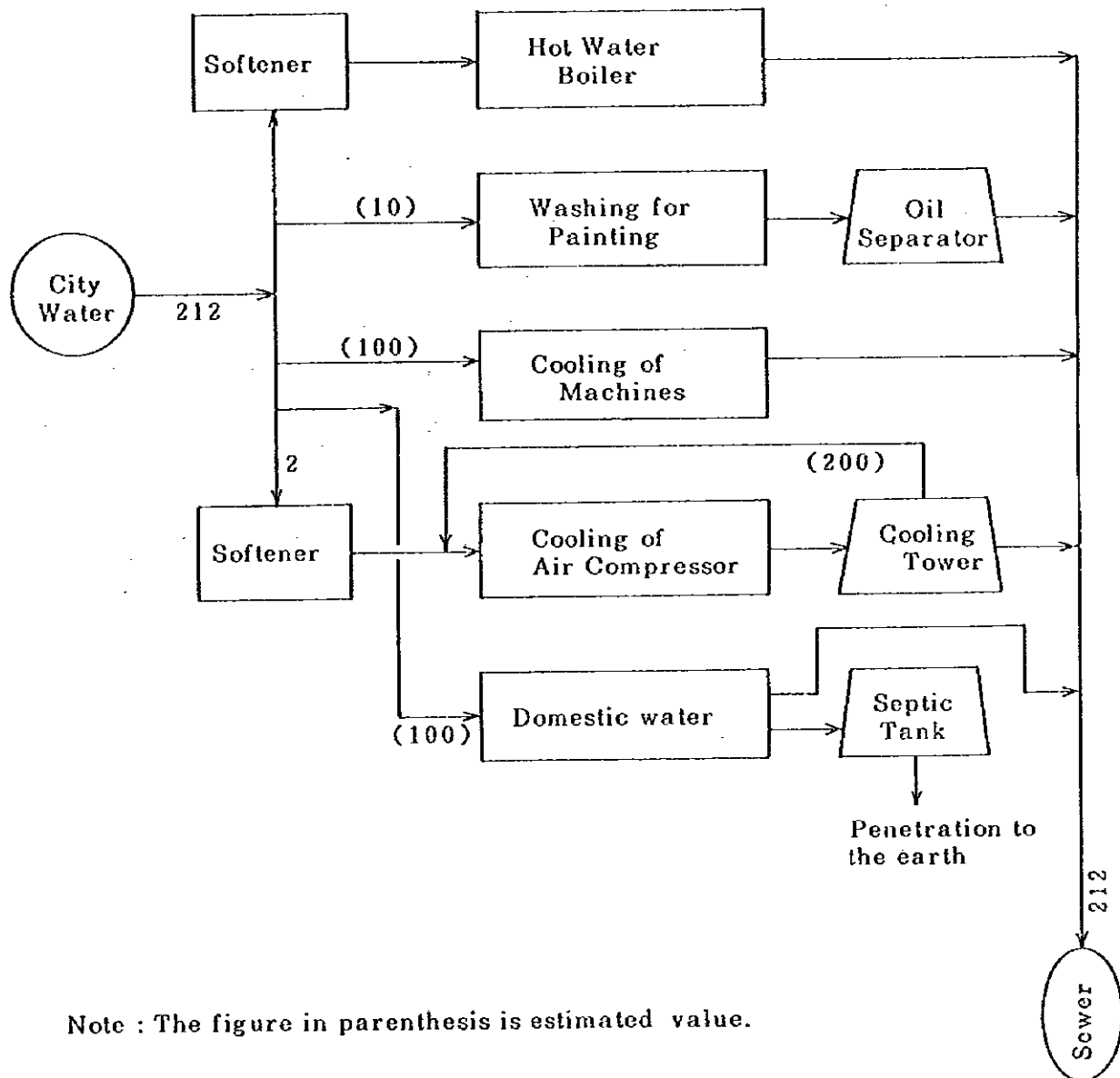
切断された鉄板に圧力を加えて、曲げ等の目的に応じた形に成形して、部品が製作される工程である。ここでは、水が使用されないため廃水の発生はない。

##### ③ 機械加工

成形された部品のバリを削り取り、ネジ穴等を切り、表面の研磨を行って、部品の形を整える工程である。ここでは、磨切削油が発生する。

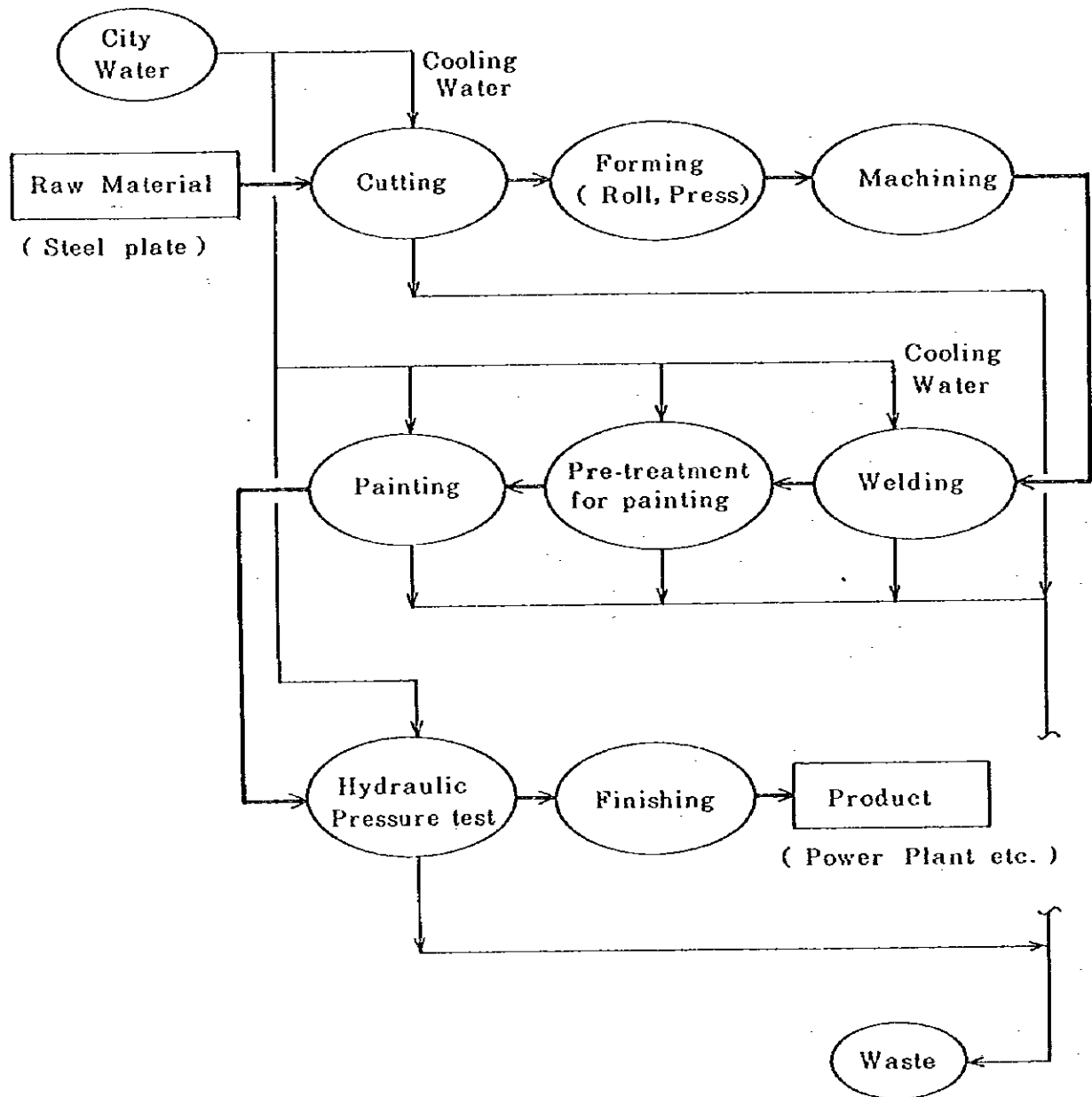
磨切削油は回収され、産業廃棄物として外部に委託処分されているので、廃水の発生はない。

Fig. 4.5.1 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : The figure in parenthesis is estimated value.

Fig. 4.5.2 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE



Note: Waste water from the pre-treatment and the painting process is polluted.



#### ④ 溶接

形が整えられた部品を溶接して、製品の形に組み立てる工程である。ここでは、冷却水が発生する。

#### ⑤ 塗装前処理

ジェットワッシャーを用いて、製品の形に組み立てられたものに界面活性剤を含む水を吹き付けて、表面を洗浄する工程である。ここでは、作業時に洗浄廃水が発生する。

#### ⑥ 塗装

洗浄が終わった製品に、刷毛塗り及びスプレー塗装を施す工程である。スプレー塗装はブースでも行われており、ここでは、水洗ブース廃水が発生する。水洗ブース廃水は槽を洗浄するときに発生し、洗浄は2回/年の頻度で行われている。廃水の排出に際しては、固化した塗料が除去されるとともに、pHが調整されている。

#### ⑦ 水圧試験

完成したタンク等は水封され、圧力が加えられて、水漏れ及び耐圧試験が行われる。ここでは、試験に用いられた水が廃水として発生するが、廃水は汚染されていない。

### (3) 廃水処理装置

廃水は排出されるときに発生箇所で処理され、放流されている。すなわち、切断工程からの廃水は沈殿処理、機械加工工程からの含油廃水はろ過処理、塗装前処理及び塗装工程からの廃水は凝集沈殿処理、その他の廃水は中和処理が施されている。

### (4) 廃水処理及び用水管理体制

用廃水の管理は、METALNA グループ10社において環境管理担当の研究員のもとに、ユーティリティ部門の管理者等により行われている。

## 4) 補給水及び廃水の各水質

### (1) 補給水の水質

予想される補給水の水質をTable 4.5.2に示す。

Table 4.5.2 補給水の水質

Items	Name of Sample	Na	①	②
		City Water	Outlet of Softener	
Temp.	(°C)	15	15	
pH	(-)	7.5	7.5	
COD <sub>cr</sub>	(mg/ℓ)	1.5	-	
T-Hardness*	(°dH)	12.4	0.02	
Cl	(mg/ℓ)	8	-	
T-Fe	(mg/ℓ)	<0.05	0	

(NOTE) \* : mmol/ℓ as CaO

## (2) 廃水の水質

廃水は、塗装の水洗ブース廃水、生活排水、機械冷却水及びコンプレッサ冷却水に大別され、4箇所の排出口から放流されている。

### a. 廃水の排出特性

予想される廃水の排出特性は以下のとおりである。

#### ① 塗装前処理水洗廃水 (10 ml/日)

塗装ブース廃水の水量を日換算すると10 ml/日である。

#### ② 生活排水 (100 ml/日)

従業員数2,000人の生活排水が発生する。

#### ③ 機械冷却水 (100 ml/日)

溶接工工程で使用する冷却水の廃水である。廃水はほとんど汚染されていない。

#### ④ コンプレッサ冷却水 (2 ml/日)

ほとんど汚染されていない。

### b. 廃水の水質

提供を受けた資料による総合廃水の水質をTable 4.5.3に示す。

Table 4.5.3 総合廃水の水質

Items	Name of Sample	Effluent
Temp.	(°C)	10
pH	(-)	7.4
COD <sub>cr</sub>	(mg/l)	213
BOD	(mg/l)	99
Oil/Fat	(mg/l)	8
Organic Solvet	(mg/l)	< 0.1

#### 4. 5. 2 水使用合理化 (Water Conservation)

##### (1) 水使用の特徴

- ① 水源は水道水のみであり、水量は計測されている。ただし、使用箇所別の用水量は全く不明で、Table 4. 5. 1 及び Fig. 4. 5. 2 に示された値は、調査団により推測された水量である。
- ② 用水の約1/2 は各種機械の冷却用に、残りは主として生活用に使用されていると推測される。
- ③ 洗浄用水は塗装工程で使用されているが、用水量はごく少ないものと推測される。
- ④ 空気圧縮機用冷却用水は、冷却塔により循環使用されている。
- ⑤ 温水ボイラーは暖房用であるため、その用水量はごく少ないものと推測される。

##### (2) 合理化の現状

- ① 前述のように全体の用水量は計測されているが、使用箇所別の用水量は全く不明で、用水量の管理は十分とは言えない。
- ② 前述のように冷却用水の一部は循環使用されているが、大部分は一過式使用されていると推測される。
- ③ 製品が多種少量であるため、使用水量原単位は計算できない。

##### (3) 技術的考察

- ① 現状では用水量の管理が不十分なので、使用箇所別の用水量ができるだけ把握され、より厳密な用水量管理が実施されることが必要である。
- ② 一過式使用の冷却用水は、冷却塔により循環使用されることが可能である。ただし、以下の点を考慮すべきである。
  - ・ 冷却に必要な最高の水温と、冷却塔により得られる夏期の最低の水温。
  - ・ 冷却が必要とされる機械類は、分散して配置されていると思われるので、それらをどのようなグループにまとめて、循環使用が実施されるか。

##### (4) 経済的考察

- ① 十分な用水量管理が行われるためには、流量計等の設備が必要とされるほか、管理を行う人員が必要である。その人件費を回収するために必要な節水量は、ある前提条件の元でTable 4. 5. 4 のように計算される。

Table 4.5.4 人件費を回収するための節水量

ケース	前提条件				費用の回収が可能な節水量	
	稼働日	人件費単価	所要人員	用排水に関する費用	節水量	節水率
	日/年	千SIT/年	人	SIT/㎡	㎡/日	%
現状	250	3,000.0	2 x 0.5	213	56.3	26.6
*将来	250	3,000.0	2 x 0.5	310	38.7	18.2

\*備考：中央廃水処理施設が完成した場合

現状では費用の回収は難しいが、将来のケースでは経済的に成り立つ可能性が高い。

② 冷却水の冷却塔による循環使用の場合、回収水当たりの費用は100SIT/㎡を超えることはないので（概ね30～40SIT/㎡）、現状においても経済的に成り立つものと考えられる

#### 4. 5. 3 WWT P放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

##### 1) 廃水の現状

製造工程から判断すると、廃水の排出特性は以下のように想定される。

##### a. 廃水処理を必要とする廃水

###### ① プラズマカット冷却水

廃水は鉄粉を含有し、不定期に排出される。

###### ② 塗装前処理水洗廃水

廃水は油分及び界面活性剤を含有し、不定期に排出される。

###### ③ 塗装ブース廃水

廃水は塗料及び溶剤を含有し、不定期に排出される。

###### ④ 生活排水

常時排出される。

###### ⑤ その他の廃水

軟化設備の再生廃水等

##### b. 廃水処理を必要としない廃水

###### ① 水圧試験水

###### ② 機械冷却水

###### ③ コンプレッサ冷却水

##### 2) 処理水の水質

河川放流の場合とWWT P放流の場合の水質基準をTable 4. 5. 5に示す。

Table 4.5.5 放流水の水質基準

項	目	単位	河川	下水
1	温度	°C	30	40
2	pH	—	6.5~9.0	6.5~9.5
3	SS	mg/l	80	(a)
4	SV <sub>30</sub>	ml/l	0.5	10
5	SAK (色度)	—	—	—
	436 nm	m <sup>-1</sup>	7.0	—
	525 nm	m <sup>-1</sup>	5.0	(b)
	620 nm	m <sup>-1</sup>	3.0	—
6	毒性試験 (SD)	mg/l	3	—
7	生分解性	%	—	(c)
8	B	mg/l	1.0	10.0
9	Al	mg/l	3.0	(d)
10	As	mg/l	0.1	0.1
11	Cu	mg/l	0.5	0.5
12	Ba	mg/l	5.0	5.0
13	Zn	mg/l	2.0	2.0
14	Cd	mg/l	0.1	0.1
15	Co	mg/l	1.0	1.0
16	Sn	mg/l	2.0	2.0
17	T-Cr <sup>3+</sup>	mg/l	0.5	0.5
18	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0.1	0.1
19	Ni	mg/l	0.5	0.5
20	Ag	mg/l	0.1	0.1
21	Pb	mg/l	0.5	0.5
22	Fe	mg/l	2.0	(d)
23	Hg	mg/l	0.01	0.01
24	Cl <sub>2</sub> (遊離塩素)	mg/l	0.2	0.5
25	Cl <sub>2</sub> (全有効塩素)	mg/l	0.5	1.0
26	N-NH <sub>3</sub>	mg/l	1.0	(e)
27	N-NO <sub>2</sub>	mg/l	1.0	1.0
28	N-NO <sub>3</sub>	mg/l	(f)	—
29	T-CN	mg/l	0.5	1.0
30	遊離CN	mg/l	0.1	0.1
31	F	mg/l	1.0	2.0
32	Cl <sup>-</sup>	mg/l	(g)	—
33	T-P	mg/l	2.0 (1.0 (h))	—
34	SO <sub>4</sub>	mg/l	(f)	300
35	S	mg/l	0.1	1.0
36	SO <sub>3</sub>	mg/l	1.0	1.0
37	TOC	mg/l	30	—
38	COD <sub>Cr</sub>	mg/l	120	—
39	BOD <sub>5</sub>	mg/l	25	—
40	全油分	mg/l	20	100
41	THC	mg/l	1.0	2.0
42	芳香族系有機塩素	mg/l	0.1	1.0
43	吸着性有機塩素	mg/l	0.5	0.5
44	揮発性有機塩素	mg/l	0.1	0.1
45	水溶性有機塩素	mg/l	(k)	(l)
46	フェノール	mg/l	0.1	1.0
47	界面活性剤	mg/l	1.0	—

注) (a)~(l); 本工場の適用はない。

### 3) 予備処理装置

#### (1) システム選定理由

総合廃水の水質はWWTPの放流基準を満足しており、予備処理装置の設置の必要はない。しかし、不定期に排出される廃水があり、それが短時間に排出されたときに、総合廃水の水質が放流基準を逸脱する場合がある。したがって、廃水処理を必要とする廃水のなかから、逸脱の恐れがある廃水を選定し、それらの廃水を処理するシステムをモデルケースとして示す。

##### ① プラズマカット冷却水

廃水は鉄粉を含有するが、鉄粉は沈殿分離で容易に除去される。分離された鉄粉は重たく固まっている恐れがあるが、少量であることから、人による排除が適切である。

##### ② 塗装前処理水洗廃水

廃水は油分及び界面活性剤を含有しているが、その濃度は極めて低いことから、処理の必要はない。

##### ③ 塗装の水洗ブース廃水

廃水は塗料及び溶剤を含有しているため、処理をする必要がある。凝集浮上法はランニングコストが安価で、油分が容易に除去されることから、一般に前処理として採用されている。

##### ④ 生活排水

廃水が含有する有機物は極めて生分解性が高いことから、処理の必要はない。

##### ⑤ その他の廃水

軟化設備の再生に酸を使用することから、廃水は酸性を呈する。そのため、廃水を中和する必要がある。

#### (2) 予備処理システムの概要

予備処理装置のフローシートをFig. 4.5.3に示す。

##### ① プラズマカット冷却水

冷却水槽の上澄水のみをWWTPに放流する。放流後に、槽の底に沈殿している鉄粉を除去する方法とする。

##### ② 塗装前処理水洗廃水



廃水は直接、WWTPに放流する。

③ その他の廃水

廃水は調整槽に排出する。廃水は調整槽から揚水ポンプで中和槽に導かれ、中和槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加され、pHが中性に処理された後、WWTPに放流される。

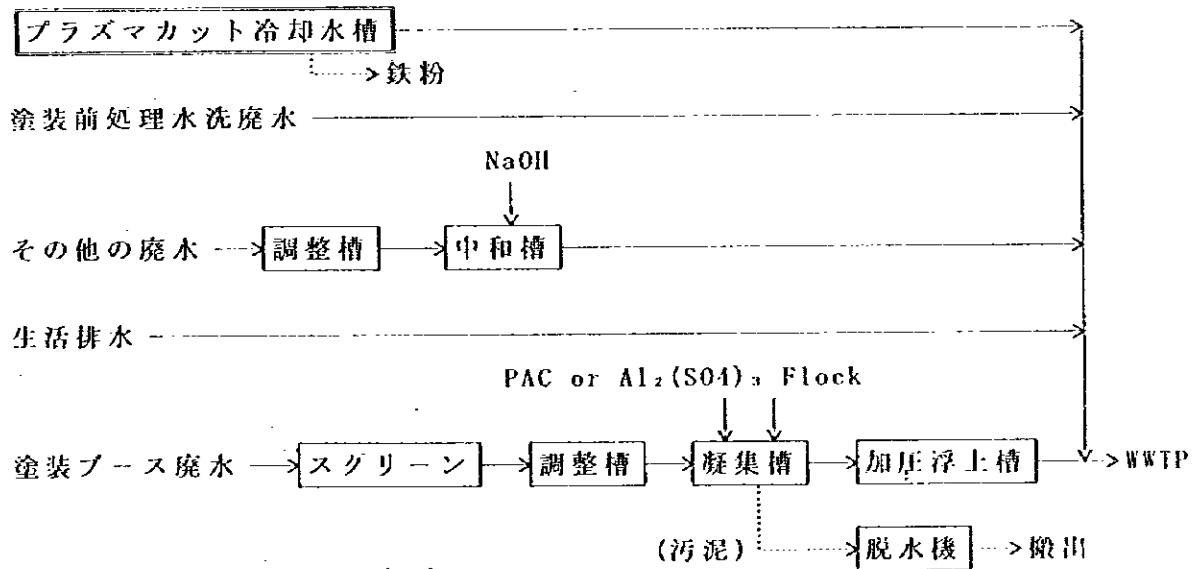
④ 生活排水

廃水は直接、WWTPに放流する。

⑤ 塗装の水洗ブース廃水

廃水をスクリーンに導いて、夾雑物が除去された後に調整槽に貯留する。揚水ポンプで廃水の定量が凝集槽に導かれ、PACまたは $Al_2(SO_4)_3$ が添加されて凝集処理が施される。続いて高分子凝集剤が添加されてフロックが形成される。次に、加圧浮上槽に導かれてフロックが浮上分離され、WWTPに放流される。

Fig. 4.5.3 予備処理装置のフローシート



4) 廃水処理装置

(1) システム選定理由

廃水処理が必要な廃水のなかで予備処理を行った廃水には、有機物が残存

している。また、直接放流を行った廃水にも有機物が含有されている。そのため、これらの廃水に先の予備処理を施すとともに、更に含有する有機物の処理を行って、放流基準を満足する水質を得る必要がある。

有機物を処理する方法として、一般に生物処理法が採用される。生活排水には、生物処理に必要な窒素とリンを必要十分な量が含有され、しかも常時排出されていることから、予備処理を施した廃水を生活排水に混入して、同時に処理をするシステムとする。アンモニアの硝化を配慮して、接触曝気法を採用する。

## (2) 廃水処理システムの概要

廃水処理装置のフローシートをFig. 4.5.4に示す。

### ① プラズマカット冷却水

冷却水槽の上澄水は調整槽に貯留されてから、生活排水の調整槽に導かれる。

### ② 塗装前処理水洗廃水

廃水は調整槽に貯留されてから、生活排水の調整槽に導かれる。

### ③ その他の廃水

廃水は調整槽に排出する。廃水は調整槽から揚水ポンプで中和槽に導かれ、中和槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加され、pHが中性に処理された後、生活排水の調整槽に導かれる。

### ④ 生活排水

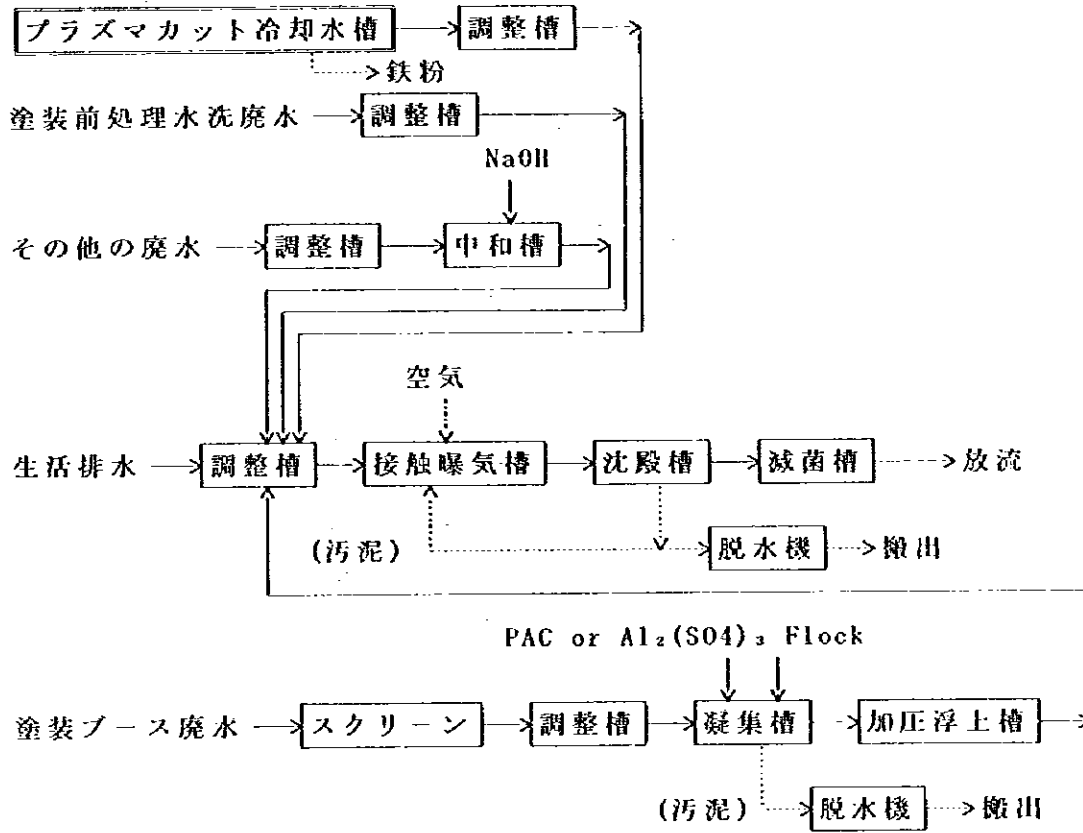
廃水は調整槽に排出された後、接触曝気槽に導かれて有機物とともに残留する $N-NH_3$ を $N-NO_3$ に酸化処理するものである。

なお、生活排水が、多量のSSを含有する場合はスクリーンを、また油分を含有する場合は油水分離器を、調整槽の前にそれぞれ設置する必要がある。

### ⑤ 塗装水洗ブース廃水

廃水をスクリーンに導いて、夾雑物が除去された後に調整槽に貯留する。揚水ポンプで廃水の定量が凝集槽に導かれ、PACまたは $Al_2(SO_4)_3$ が添加されて凝集処理が施され、続いて高分子凝集剤が添加されてフロックが形成される。次に、加圧浮上槽に導かれてフロックが浮上分離され、分離水は生活排水の調整槽に導かれる。

Fig. 4.5.4 廃水処理装置のフローシート



#### 4.5.4 汚濁負荷量削減のための予備処理

追加調査では、廃水の水量及び水質の測定を行った。得られたデータを基に、WWTP放流における汚濁負荷量を削減するための予備処理を検討した。

##### 1) 追加調査の結果

廃水の水量及び水質の追加調査を行った。

4箇所の総合廃水を排出する廃水口(1099, 1079, 372, 769)のうち、2箇所(372, 769)の廃水量の測定結果をFig. 4.5.5に示す。

サンプリングを行った各廃水及び総合廃水の水質をTable 4.5.6に示す。廃水口(1099)から排出されている廃水に、高い濃度が測定されている。廃水の排出特性と測定された水質データからその理由を推察すると、サンプリングを行った当時、他の廃水口で測定された通常の廃水濃度に塗装水洗ブース廃水が排出されたために、高い濃度が測定されたものと考えられる。

Fig. 4.5.5 廃水量測定結果(372)

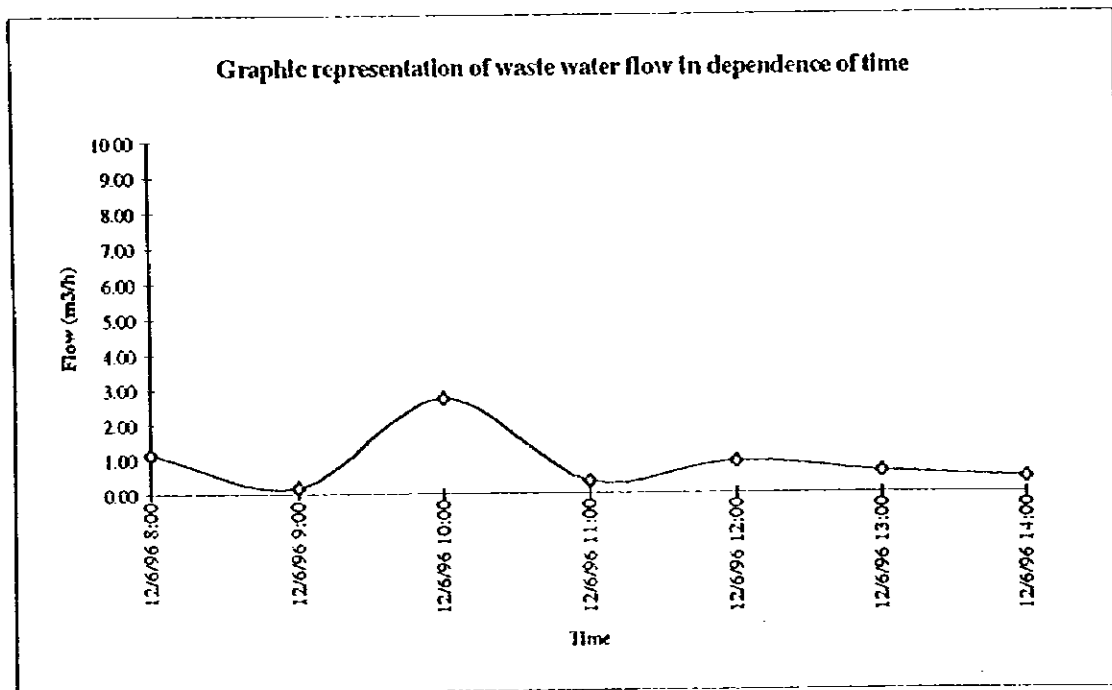


Fig. 4. 5. 5 廃水量測定結果(769)

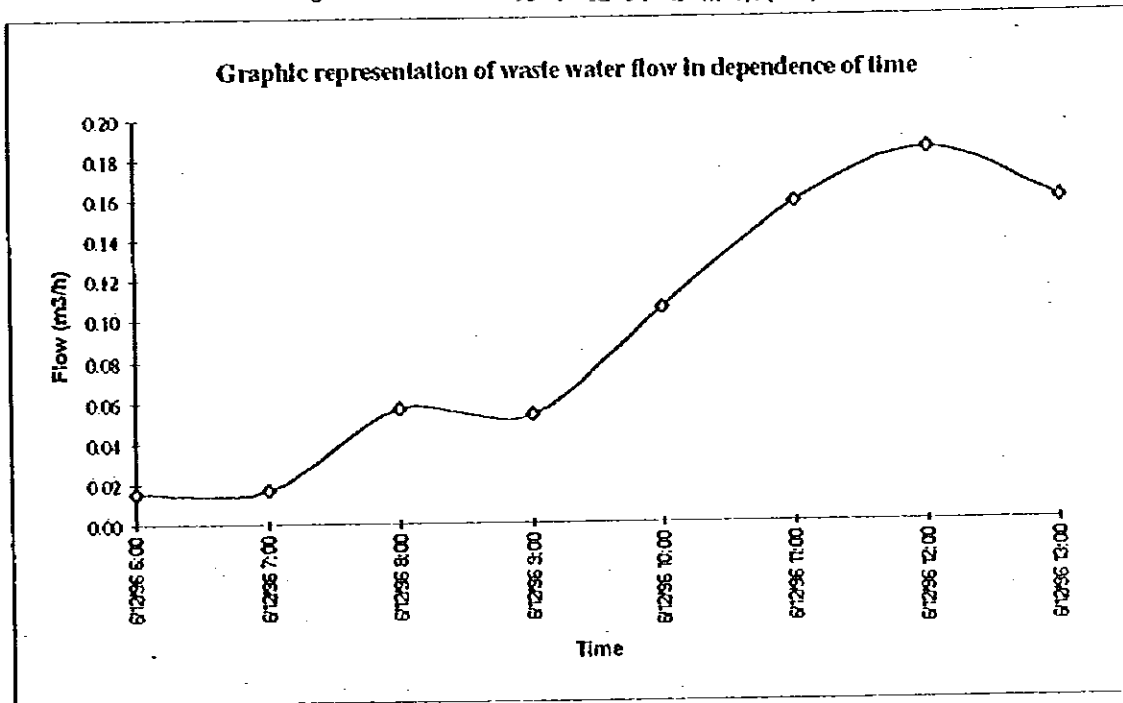


Table 4. 5. 6 各廃水及び総合廃水の水質

Items	No	Name of Sample						
		1	2	3	4	5	6	7
		Effluent (1099)	Effluent (1079)	Effluent (372)	Effluent (769)	Plasmacut ECCE	Plasmacut Palfiger	Varnishing
pH	( - )	7.9	8.2	8.6	8.0	8.7	8.5	8.7
COD <sub>Cr</sub>	(mg/l)	1,600	84	300	85	19	77	1,800
COD <sub>Mn</sub>	(mg/l)	550	30	54	30	15	32	750
BOD	(mg/l)	1,200	<5	50	<5	<5	<5	300
SS	(mg/l)	940	35	170	<30	80	<30	85
Oil / Fat	(mg/l)	26	<5	150	<5	8	11	5
T-P	(mg/l)	1.5	2.8	3.3	1.8	0.9	<0.5	4.7
T-N	(mg/l)	54	26.4	82	39.6	29.3	50.5	19.9
Surfactants	(mg/l)	3.1	1.1	4.6	5.3	-	-	1.1
LKCH*	(mg/l)	-	-	-	-	-	-	<0.01
BTX*	(mg/l)	-	-	-	-	-	-	0.65
AOX*	(mg/l)	-	-	-	-	-	-	0.44

(Note) \* : Expression as C l

## 2) 予備処理装置

### (1) 予備処理システムの選定

当事業場の主な廃水は、4.5.3に示すとおりプラズマカット冷却水、塗装前処理水洗廃水及び塗装水洗ブース廃水であった。これらの廃水の発生頻度は極めて少なく、そのため排出時に処理を行う必要がある。追加調査で行った廃水の水質測定の結果、予備処理を必要とする廃水は塗装水洗ブース廃水であった。そのため、塗装水洗ブース廃水を対象に予備処理を検討する。

塗装ブース廃水の処理には、凝集沈殿法が最も安価で普及されている技術であることから、本法を選定する。

### (2) 予備処理装置の概要

塗装水洗ブース廃水は回分式に処理を行う。廃水は廃水受槽に排出され、揚水ポンプで反応槽に導かれると、定量の $Al_2(SO_4)_3$ が添加され、更に反応槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加されて中和される。次に、アンオンタイプの高分子凝集剤が添加されてフロックが形成されると、凝集処理が完了する。凝集処理後はそのまま放置されて、フロックが沈殿分離される。上澄水はWWTPに放流される。沈殿した汚泥には、更にアンオンタイプの高分子凝集剤が添加された後、脱水機で汚泥処理が行われ、脱水ケーキとして汚泥処分場に搬出される。

### (3) 設計条件

#### a. 廃水の水質

塗装水洗ブース廃水の水質をTable 4.5.7に定める。

Table 4.5.7 塗装水洗ブース廃水の水質

pH	( - )	8.7
COD <sub>Cr</sub>	(mg/ℓ)	1,800
COD <sub>Mn</sub>	(mg/ℓ)	750
BOD	(mg/ℓ)	300
SS	(mg/ℓ)	85
Oil / Fat	(mg/ℓ)	5
T-P	(mg/ℓ)	5
T-N	(mg/ℓ)	20

b. 処理水量

10 m<sup>3</sup>/回

c. 廃水の流入時間

8 時間

d. 運転時間

8 h/日

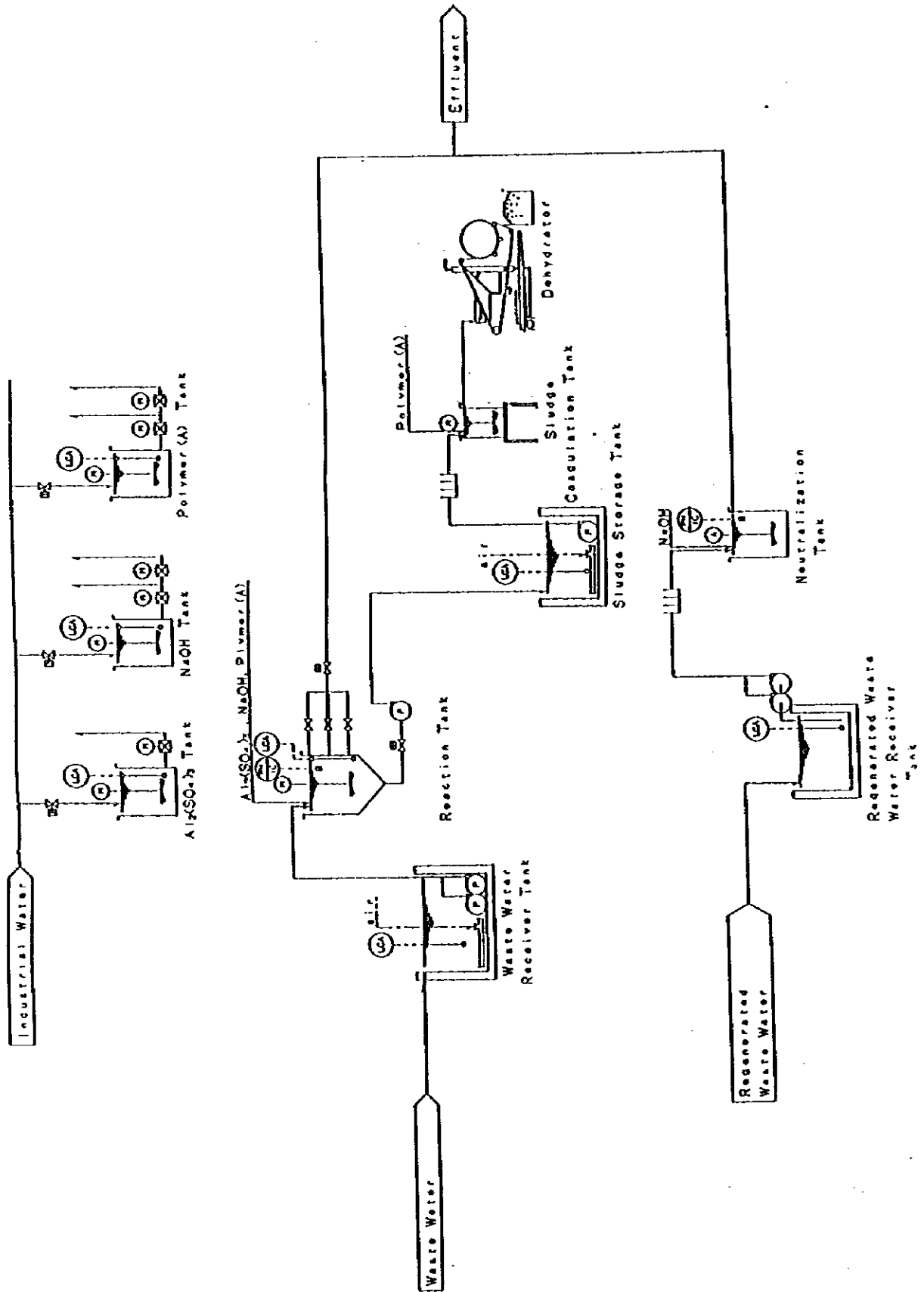
e. 処理水の水質

WWTP 放流基準

(4) フローシート

予備処理装置のフローシートをFig. 4.5.6に示す。

Fig. 4.5.6 予備処理装置のプロシート





### 3) 検討結果

#### (1) 技術的検討

総合廃水、塗装ブース廃水及びその処理水の水量・水質ならびに汚濁負荷量をTable 4.5.8に示す。

予備処理を行うことにより、塗装水洗ブース廃水の有機物除去率を20%とし、有機溶剤はほぼ除去されて生分解性が得られるものとする。

Table 4.5.8 廃水の水量・水質ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water	Case	Quantity	pH	COD <sub>Cr</sub>	BOD	SS	T-N	T-P
		m <sup>3</sup> /d		mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)
Varnishing	Raw Waste Water (1)	10	8.7	1,440 (14.4)	300 (3)	85 (0.85)	20 (0.2)	5 (0.05)
	Pre-Treatment (2)	10	7	1,152 (10.5)	240 (2.4)	30 (0.3)	20 (0.2)	5 (0.05)
Total Waste Water	Raw Waste Water (3)	212	8.2	85 (18.0)	50 (10.6)	30 (6.36)	30 (6.36)	2 (0.42)
	Raw Waste Water (1+3)	222	7	146 (32.4)	62 (13.6)	32 (7.21)	30 (6.56)	2 (0.47)
	Pre-Treatment (2+3)	222	7	128 (28.5)	59 (13.0)	30 (6.66)	30 (6.56)	2 (0.47)

#### (2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 4.5.9に示す。

Table 4.5.9 処理装置の設備費と処理費

		Equipment Cost	Depreciation & Interest	Running Cost	Total Treatment Cost
		SIT	SIT/m <sup>3</sup> ①	SIT/m <sup>3</sup> ②	SIT/m <sup>3</sup> ①+②
Pretreatment	Case-1	24,000,000	52	43	95

#### 4) まとめ

水質測定の結果から、通常は予備処理装置の設置の必要ない。しかし、塗装水洗ブース廃水については予備処理を行ってからWWTPに排出することが望ましい。

#### 4. 6 S-6 MERKATOR-SLOSAD d. d. (清涼飲料)

##### 4. 6. 1 工場概要

###### 1) 概要

MERKATOR-SLOSAD d. d. は、いちご、りんご、さくらんぼ等の果実を原料として、天然果汁、果汁飲料、果肉飲料及び果汁入り清涼飲料、フルーツシロップ等の果実飲料とアルコール浸けさくらんぼ、冷凍果実等を製造している。工場には冷凍設備があり、年間操業を行っているが、6月初旬から3週間はさくらんぼジュース、9～11月はりんごジュースが最盛期となる。

###### 2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別水使用量をTable 4. 6. 1に示す。

Table 4. 6. 1 水源、用途別水使用量 (m<sup>3</sup>/day)

Use \ Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recovered Water	Total
Boiler Feed	(10)			(10)		(10)
Raw Material						
Washing	(5)			(5)		(5)
Cooling		(20)		(20)		(20)
Air Conditioning						
Miscellaneous						
Total	15	20		35		35
				Recovered Water/Total		%

注) ( ) の数値は推測値である。

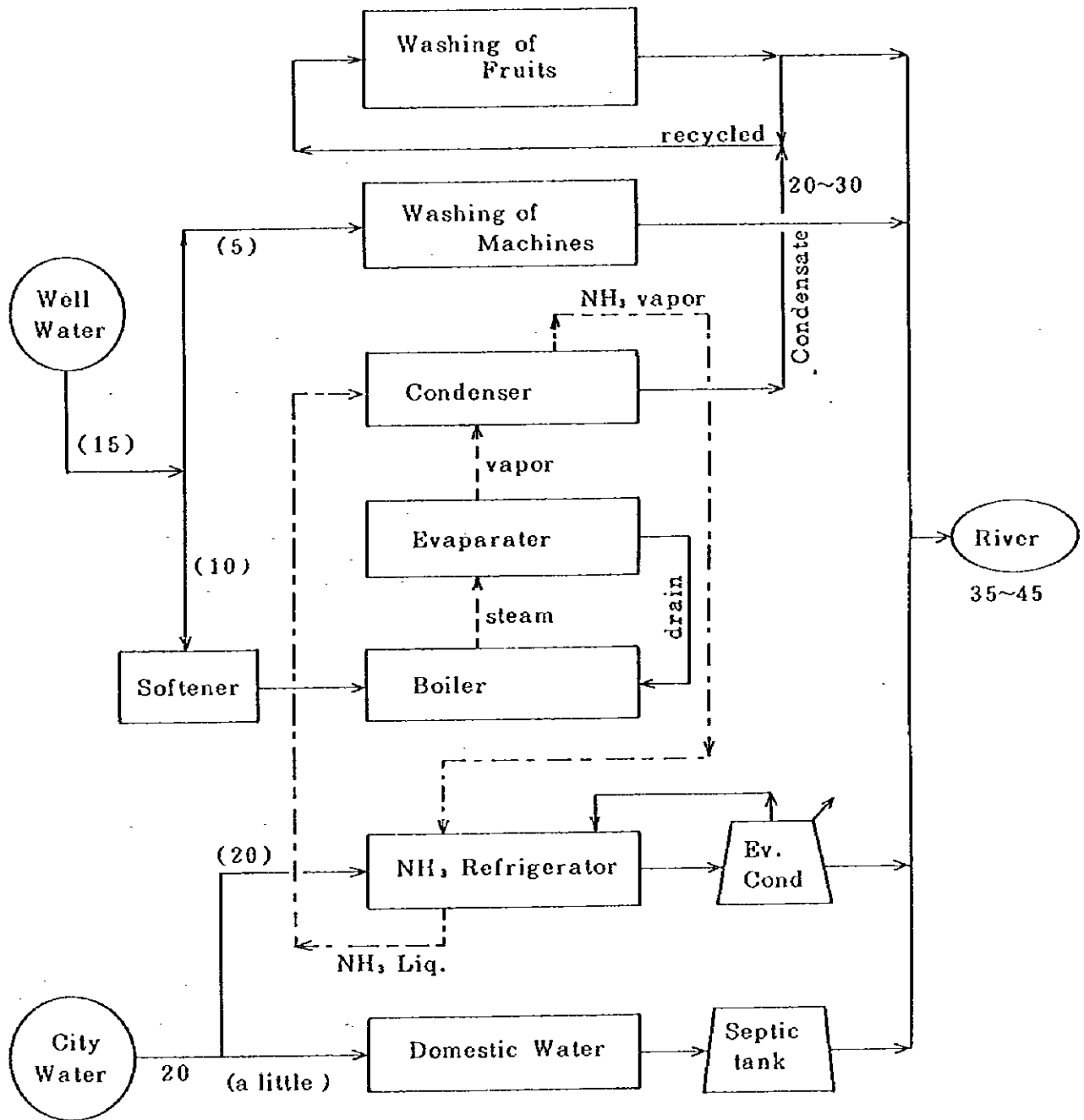
###### 3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

工場の水バランスをFig. 4. 6. 1に示す。

###### (1) 用水供給設備

工場の敷地内に井戸を有し、全用水量の60%が井水に充てられて製造工程

Fig. 4.6.1 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : a ) The figure in parenthesis is estimated value.

b ) Ev. Cond. is Evaporated Condenser.

の冷却用水に供されている。残りの40%は市水で、飲料水に用いられている。また、果汁濃縮工程で得られる凝縮水は、原料果実の水洗水として再利用されている。

## (2) 製造工程と廃水の発生源

主要な製造工程図をFig. 4.6.2に示す。

フルーツシロップが製造される以下の一連の工程のなかで、濃縮ジース等も製造されている。

### ① 水洗

工場に搬入された果実を水洗する工程である。水洗水は循環使用されており、また、果実濃縮過程で得られる凝縮水が利用されている。ここでは、水洗廃水が発生する。

### ② 压榨

原料果実を予め潰して果汁の一部を得るとともに、次の工程で果汁を完全に採取するための前処理工程である。作業が終了すると、压榨機は水洗されるが、水洗水は次の圧ろ工程にカスケード使用されるため、ここでは廃水の発生はない。

### ③ 圧ろ

压榨機で潰された果実に圧力を加えて、果汁を完全に搾り取る工程である。ここでは、前工程で使用された水洗水がカスケード使用され、その水洗廃水が発生する。

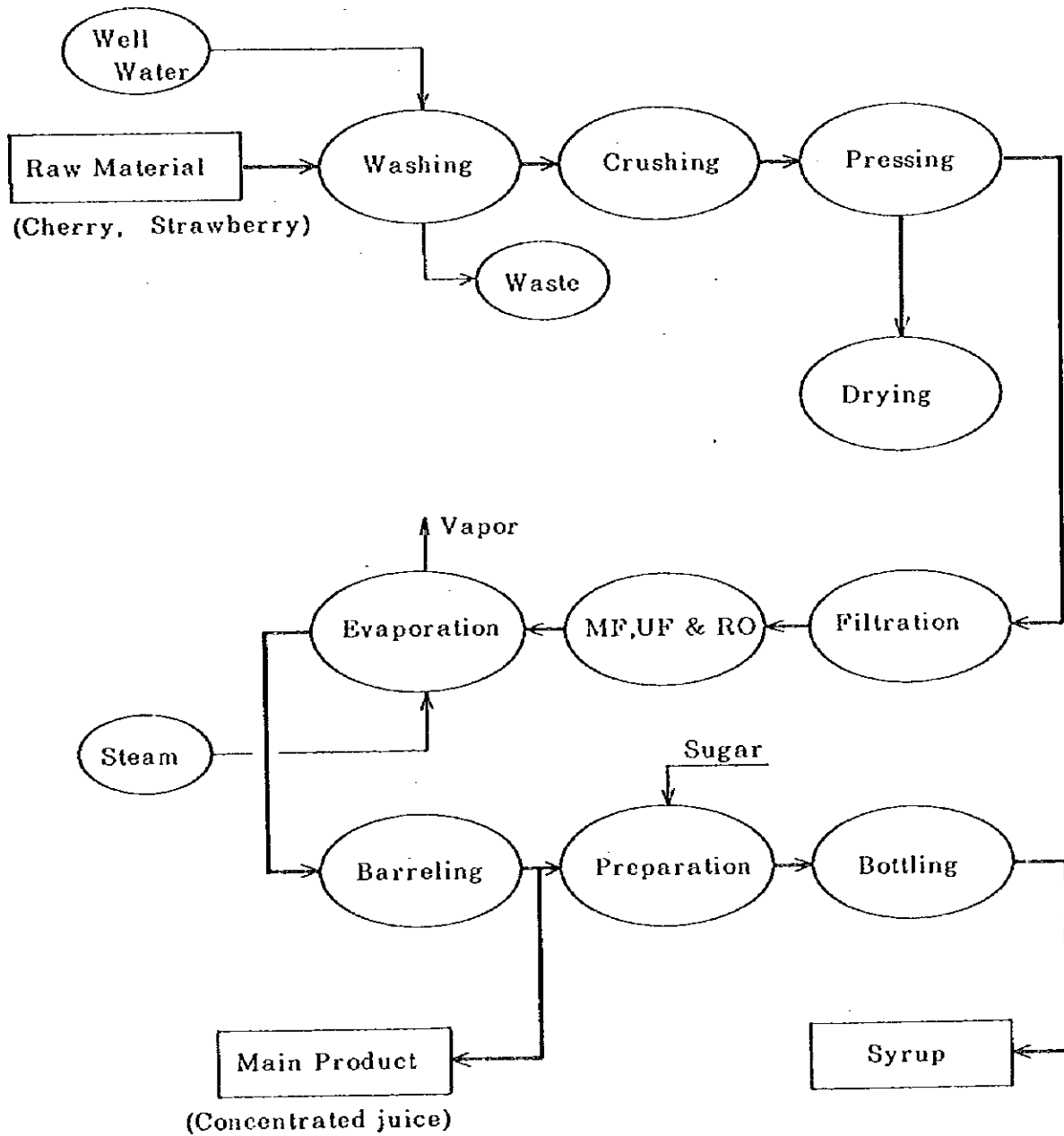
### ④ ろ過

圧ろ後の果汁はいったん貯蔵された後、果汁に含まれる固形物がろ過工程で除去される。ここでは、貯蔵タンクの洗浄廃水及びろ過設備の水洗廃水が発生する。

### ⑤ 殺菌

果汁をプレート殺菌機で殺菌する工程である。殺菌後はホールディングタンクに貯蔵される。ここでは、殺菌設備の水洗廃水及びホールディングタンクの水洗廃水が発生する。

Fig. 4.6.2 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE



Note : a) MF ..... Micro-Filter  
 b) UF ..... Ultra-Filter  
 c) RO ..... Reverse Osmosis Membrane

⑥ ろ過膜濃縮

濃縮果汁を製造する工程である。ホールディングタンクに貯蔵されている果汁を、次のとおりのろ過膜による濃縮を行う。

果汁 → (MF) → (UF) → (RO) → 濃縮果汁

ここでは、各ろ過膜設備の透過廃水及び膜の水洗廃水が発生する。

⑦ 蒸発濃縮

ろ過膜によって濃縮された濃縮果汁を、多重効用缶を用いて更に濃縮する工程である。ここでは、多重効用缶の水洗廃水及び凝縮水が発生する。凝縮水は、原料果実の水洗水として再利用されている。

⑧ 貯蔵

濃縮果汁は貯蔵タンクに貯蔵される。濃縮果汁の一部は容器に充填され、包装されて製品として出荷される。

⑨ フルーツシロップ

濃縮果汁に液糖を加えてシロップを製造する工程である。シロップは容器に充填されて製品として出荷される。

また、アルコールに浸けられたさくらんぼの製造は次の工程で行われる。ここでは、水洗廃水が1回/週発生する。

さくらんぼ → (アルコール浸け) → (種別) → (種抜き) → 製品

(3) 廃水処理装置

廃水処理装置は設置されていない。

4) 補給水及び廃水の各水質

(1) 補給水の水質

予想される補給水の水質をTable 4.6.2に示す。

Table 4.6.2 補給水の水質

Items \ Name of Sample	City Water	Well Water
Temp. (°C)	15	—
pH (—)	7.6	—
COD <sub>cr</sub> (mg/ℓ)	1.5	—
T-Hardness* (°dH)	12.4	15.0
Cl (mg/ℓ)	8	—
T-Fe (mg/ℓ)	< 0.05	—

(NOTE) \* : mmol/ℓ as CaO

## (2) 廃水の水質

廃水の水量・水質の詳細が不明であるので、日本の清涼飲料水製造工場の例を以下に示す。

### a. 廃水の排出特性

排出される廃水を工程別に挙げると、機器洗浄廃水、洗びん廃水、温びん廃水、製品冷却廃水、床洗浄廃水及び推廃水などである。(当工場では、洗びん工程はない。) また、従業員90人の生活排水が発生する。

総合廃水の水量は、昼休みの1時間が低下するだけで大きな変動はないが、BODは朝の操業開始時と昼休みに低く、200mg/ℓ前後であるが、操業によってわずかずつ増え、操業終了の1時間前頃は急激に増大し、900~1,400 mg/ℓ に達するようである。この時間に製造機器の洗浄が行われる。

### b. 廃水の水質

製造機器の洗浄廃水の水質例をTable 4.6.3に示す。この例では、機器の洗浄が2段階で行われており、前段の粗洗浄と後段の仕上げ洗浄とに分けて行われ、前段は原材料が混じった高濃度廃水が排出されている。

Table 4.6.3 製造機器洗浄廃水の水質例

Name of Sample Items	廃水量		BOD	
	m <sup>3</sup> /day	%	kg/day	%
1 調合タンク前段洗浄	0.8	6.7	5.60	26.3
2 調合タンク後段洗浄	5.4	45.0	3.24	15.2
3 遠心分離機前段洗浄	0.06	0.5	9.00	42.3
4 調合タンク後段洗浄	0.33	2.8	0.45	2.1
5 ホルディングタンク前段洗浄	0.09	0.8	1.17	5.5
6 充填打栓機前段洗浄	0.03	0.3	1.47	6.9
7 5,6連続後段洗浄 (-)	0.71	5.9	0.37	1.7
総和	12.0	100.0	21.30	100.0

出典) 環境庁水質保全局監修: 小規模事業場排水処理対策  
全科, 公害対策技術同友会(1989)



#### 4. 6. 2 水使用合理化 (Water Conservation)

##### (1) 水使用の特徴

- ① 水源は水道水と井戸水である。前者の水量は計測されているが、後者は計測されておらず、調査表記載の数値は製品の生産量から推定された値である。いずれの水量も極めて少ない。
- ② 井戸水は、ボイラ用水と各種機械の洗浄用水として使用されている。  
井戸水は水質が悪く、飲料用には使用できない。また揚水量に限界があり、現在以上に揚水することは困難である。
- ③ 水道水は主に冷凍機の冷却用水として、少量が生活用水として使用されている。

##### (2) 合理化の現状

- ① 果物のジュースを濃縮する際に、蒸発された蒸気の凝縮水が生成するが、これは、原料果実の洗浄用水として使用されている。また、この洗浄用水は大部分が循環使用されている。
- ② 冷凍機の冷却用水は、蒸発凝縮器により循環使用されている。

##### (3) 考察

既に良く水使用の合理化は実施されており、また用水量が極めて少ないことから、これ以上節水を行う余地はない。

#### 4. 6. 3 WWT P放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

##### 1) 廃水の現状

廃水は、大別すると製造工程から排出される水洗廃水、生活排水及びその他の廃水の3種類からなる。

##### a. 廃水処理を必要とする廃水

###### ① 水洗廃水

廃水は多種、多様の製造設備から排出されるが、少量である。しかも、使用する果実及び製造品目により、廃水の発生は不定期である。

###### ② 生活排水

常時排出されるが、浄化槽が設置されている。

###### ③ その他の廃水

軟化設備の再生廃水及びろ過膜の洗浄廃水がある。

##### b. 廃水処理を必要としない廃水

###### ① 冷凍庫の冷却水

##### 2) 処理水の水質

河川放流の場合とWWT P放流の場合の水質基準をTable 4. 6. 4に示す。

Table 4.6.4 放流水の水質基準

項目	単位	河川	下水
1 温度	℃	30	40
2 pH	-	6.5~9.0	6.5~9.5
3 SS	mg/l	80	(a)
4 SV <sub>30</sub>	ml/l	0.5	10
5 SAK (色度)			
436 nm	m <sup>-1</sup>	7.0	
525 nm	m <sup>-1</sup>	5.0	(b)
620 nm	m <sup>-1</sup>	3.0	
6 毒性試験 (SD)	mg/l	3	-
7 生分解性	%	-	(c)
8 B	mg/l	1.0	10.0
9 Al	mg/l	3.0	(d)
10 As	mg/l	0.1	0.1
11 Cu	mg/l	0.5	0.5
12 Ba	mg/l	5.0	5.0
13 Zn	mg/l	2.0	2.0
14 Cd	mg/l	0.1	0.1
15 Co	mg/l	1.0	1.0
16 Sn	mg/l	2.0	2.0
17 T-Cr	mg/l	0.5	0.5
18 Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0.1	0.1
19 Ni	mg/l	0.5	0.5
20 Ag	mg/l	0.1	0.1
21 Pb	mg/l	0.5	0.5
22 Fe	mg/l	2.0	(d)
23 Hg	mg/l	0.01	0.01
24 Cl <sub>2</sub> (遊離塩素)	mg/l	0.2	0.5
25 Cl <sub>2</sub> (全有効塩素)	mg/l	0.5	1.0
26 N-NH <sub>3</sub>	mg/l	1.0	(e)
27 N-NO <sub>2</sub>	mg/l	1.0	1.0
28 N-NO <sub>3</sub>	mg/l	(f)	-
29 T-CN	mg/l	0.5	1.0
30 遊離CN	mg/l	0.1	0.1
31 F	mg/l	1.0	2.0
32 Cl <sup>-</sup>	mg/l	(g)	-
33 T-P	mg/l	2.0 (1.0 (h))	-
34 SO <sub>4</sub>	mg/l	(f)	300
35 S	mg/l	0.1	1.0
36 SO <sub>3</sub>	mg/l	1.0	1.0
37 TOC	mg/l	30	-
38 COD <sub>Cr</sub>	mg/l	120	-
39 BOD <sub>5</sub>	mg/l	25	-
40 全油分	mg/l	20	100
41 THC	mg/l	10	20
42 芳香族系有機塩素	mg/l	0.1	1.0
43 吸着性有機塩素	mg/l	0.5	0.5
44 揮発性有機塩素	mg/l	0.1	0.1
45 水溶性有機塩素	mg/l	(k)	(l)
46 フェノール	mg/l	0.1	1.0
47 界面活性剤	mg/l	1.0	-

注) (a)~(b); 本工場は適用されない。

### 3) 予備処理装置

#### (1) システム選定理由

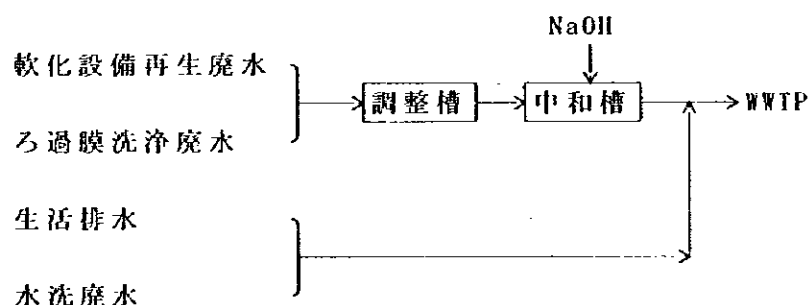
軟化設備の再生廃水とろ過膜の洗浄廃水をそのまま排出すると、総合廃水のpHが放流基準を逸脱する恐れがある。そのため、その廃水を中和する必要がある。

#### (2) 予備処理システムの概要

予備処理装置のフローシートをFig. 4.6.3に示す。

軟化設備の再生廃水とろ過膜洗浄廃水は調整槽に排出される。廃水は調整槽から揚水ポンプで中和槽に導かれ、中和槽に設置されているpH計の制御によりNaOHが添加されてpHが中性にされた後、WWTPに放流される。

Fig. 4.6.3 予備処理装置のフローシート



### 4) 廃水処理装置

#### (1) システム選定理由

予備処理を行った廃水には有機物が残存している。また、予備処理を施さない生活排水にも有機物が含有されている。そのため、先の予備処理を施すとともに、廃水が含有する有機物の処理を行って、放流基準を満足する水質を得る必要がある。

有機物を処理する方法として、一般に生物処理法が採用される。生活排水には、生物処理に必要な窒素とりんを必要十分な量が含有され、しかも操業中は常時排出されていることから、予備処理を施した廃水を生活排水に混入して、同時に処理をするシステムとする。

水洗廃水は排出量が少量で、不定期に発生することから、回分式活性汚泥法を採用する。本法は調整槽、沈殿槽を必要とせず、脱窒及び脱りん効果があることから、中小企業の廃水処理に多く採用されている。本法は、操業時に廃水を曝気槽に排出し、廃水が排出されない夜間に曝気、沈殿及び処理水の排出を行うものである。

(2) 廃水処理システムの概要

廃水処理装置のフローシートをFig. 4.6.4に示す。

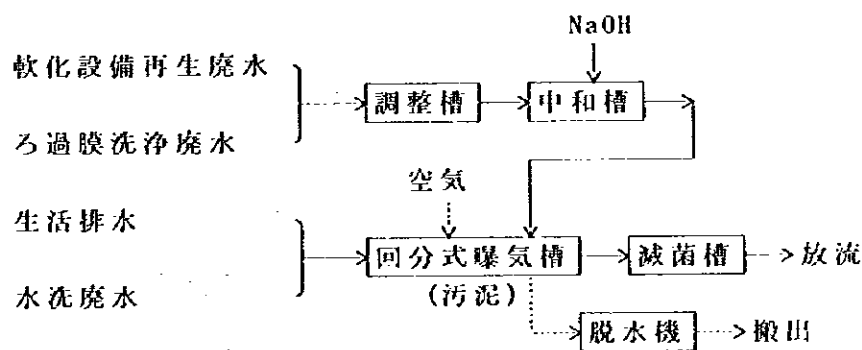
① 生活排水

生活排水は直接、曝気槽に排出される。回分式曝気槽は、廃水の流入、曝気、沈殿、放流の各操作が順に1日周期で行われて、廃水が処理されるものである。

② その他の廃水

軟化設備の再生廃水とろ過膜洗浄廃水は調整槽に排出される。廃水は調整槽から揚水ポンプで中和槽に導かれ、中和槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加され、pHが中性にされてから曝気槽に導かれる。

Fig. 4.6.4 廃水処理システム



#### 4.6.4 汚濁負荷量削減のための予備処理

当事業場の総合廃水量は35～45 m<sup>3</sup>/日と極めて少なく、そのうち20m<sup>3</sup>/日 を生活排水が占めている。しかも、清涼飲料製造に伴う廃水にはWWTPに影響を与える有害物質は含有されていないことから、予備処理装置の必要はない。

今回の追加調査では、最盛期に排出され貯留されていた廃水を採取し、水質測定を行った。得られたデータを基に、小規模季節産業を対象とした予備処理装置をモデルとして示すことにする。

##### 1) 廃水の水質測定結果

現在、廃水は2槽の廃水貯留槽に貯留され、生活排水等と混合、均質化されて、排出されている。

サンプリングを行った2槽の廃水貯留槽の水質をTable 4.6.5に示す。

Table 4.6.5 廃水の水質

Items	Name of Sample	No.	
		1	2
		Tank-1 (Juice)	Tank-2 (Cherry)
pH	( - )	4.4	6.7
COD <sub>Cr</sub>	(mg/l)	7,000	1,600
COD <sub>Mn</sub>	(mg/l)	3,200	630
BOD	(mg/l)	2,500	250
SS	(mg/l)	850	80
Oil / Fat	(mg/l)	13	< 5
T-P	(mg/l)	10	0.3
T-N	(mg/l)	141	11.6
Suefactants	(mg/l)	1.6	< 0.05

## 2) 予備処理装置

### (1) 予備処理システムの選定

当事業場は、果実を原料とする清涼飲料製造業である。冷凍設備を有しているが、操業の内容と状況は季節により異なり、廃水の発生は最盛期に集中する。食料品製造業であることから、廃水はpH値を除いてWWTPに影響を与える物質を含有しておらず、基質は性分解性の良いものである。従って、予備処理装置は有機物の汚濁負荷量を削減することが主な目的となる。

WWTP放流基準を満足する中和処理の予備処理装置をケース-1とする。

廃水は季節産業に特有の排出特性を持つ。すなわち、廃水は最盛期に多量、休閑期に少量が発生する。従って、予備処理装置に必要な条件は、運転期と休転期を持つが、それでも運転が容易であることである。そのため、嫌気性生物処理のUASB法を選定し、これをケース-2とする。

### (2) 予備処理装置の概要

#### a. ケース-1

2槽の貯留槽に貯留されている全廃水を混合して処理を行うこととする。

貯留槽から移送ポンプで予備処理装置に送られた廃水は、スクリーンできょう雑物が除去されるとポンプピットに貯留される。廃水はポンプピットから中和槽に送られて中和処理が行われて、放流される。

#### b. ケース-2

廃水はケース-1の中和処理後に、次の調整槽に貯留され酸発酵が行われる。続いて、廃水は次のUASBリアクターに導かれて、メタン発酵が行われて、処理水はWWTPに放流される。

### (3) 設計条件

#### a. 廃水の水質

製造廃水は生活排水と混合、貯留されて、排出されている。そのため、処理対象水の平均的な水質をTable 4.6.6に定める。

#### b. 処理水量

40 m<sup>3</sup>/日

#### c. 廃水の流入時間

最盛期には24時間

d. 運転時間

24h/日 (ただし、中和処理装置は8h/日)

e. 処理水の水質

有機物除去率を50%とする。

Table 4.6.6 廃水の水質

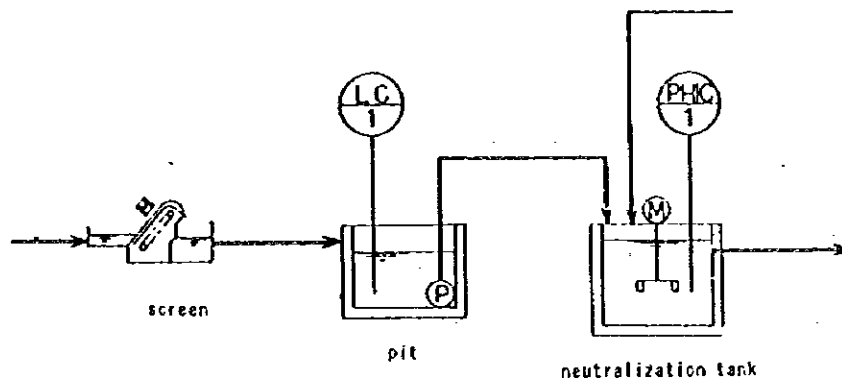
pH	( - )	5
COD <sub>cr</sub>	(mg/ℓ)	4,300
COD <sub>mn</sub>	(mg/ℓ)	2,000
BOD	(mg/ℓ)	1,400
SS	(mg/ℓ)	500
Oil / Fat	(mg/ℓ)	10
T-P	(mg/ℓ)	5
T-N	(mg/ℓ)	50
Surfactants	(mg/ℓ)	1

(4) フローシート

a. ケース-1

予備処理装置 (ケース-1) のフローシートをFig. 4.6.5に示す。

Fig. 4.6.5 予備処理装置 (ケース-1) のフローシート

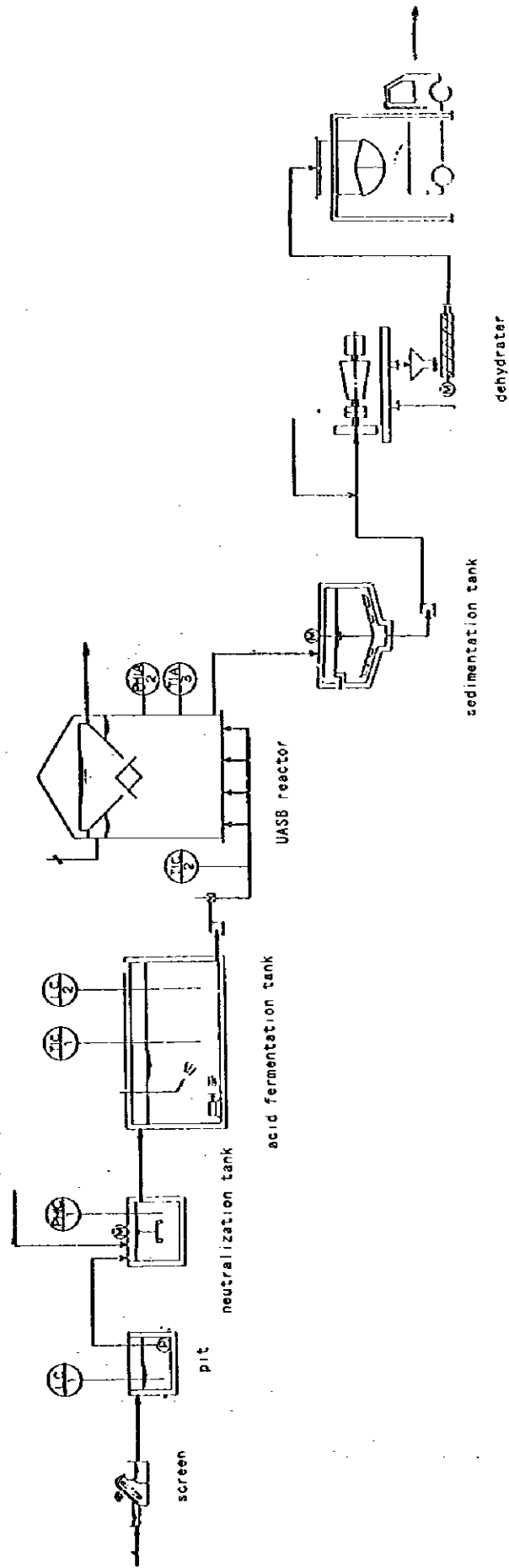


b. ケース-2

予備処理装置 (ケース-2) のフローシートをFig. 4.6.6に示す。



Fig. 4. 6. 6 予備処理装置 (ケース-2) のフローシート



### 3) 検討結果

#### (1) 技術的検討

廃水及び処理水の水質ならびに汚濁負荷量をTable 4.6.7に示す。

嫌気性処理は、廃水を加温しない嫌気性処理装置を提案した。それは、予備処理であることから、有機物除去率を50%程度の運転で十分であるという考えによるものである。

Table 4.6.7 廃水の水量・水質ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water	Case	Quantity	pH	COD <sub>c</sub>	BOD	SS	T-N	T-P
		m <sup>3</sup> /d		mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)
Pre-treatment	Raw Waste Water	40	5	4,300 (172)	1,400 (56)	500 (20)	50 (2)	5 (0.2)
	Case-1	40	7	4,300 (172)	1,400 (56)	500 (20)	50 (2)	5 (0.2)
	Case-2	40	7	2,150 (86)	700 (28)	250 (10)	15 (0.6)	2 (0.08)

#### (2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 4.6.8に示す。

Table 4.6.8 処理装置の設備費と処理費

		Equipment Cost	Depreciation & Interest	Running Cost	Total Treatment Cost
		SIT	SIT/m <sup>3</sup> ①	SIT/m <sup>3</sup> ②	SIT/m <sup>3</sup> ①+②
Pretreatment	Case-1	1,500,000	13	10	23
	Case-2	12,000,000	125	15	140

#### 4) まとめ

予備処理装置設置の必要はない。

廃水が有害物質を含有していないことから、有機物の汚濁負荷量を削減する予備処理装置を検討する余地はある。将来、WWTP放流基準の見直しか、または汚濁負荷量に応じた料金体系が採用されるならば、ケース-2に付加設備を段階的に設置していくことによって、除去効率の向上が図られると考える。

#### 4. 7 S-7 INTES MLIN TESTENINE (製粉)

##### 4. 7. 1 工場概要

###### 1) 概要

INTES MLIN TESTENINEは130年前に創業され、スロベニアで第2の規模を誇る製粉工場である。小麦の製粉から小麦粉を原料とする全ての製品の製造を行っていた。従業員数1,000人規模であったが、5年前にパン工場が別会社に分割されて400人規模となり、その後180人となる。

54,000tのサイロには国内産小麦2,200tが貯蔵され、小麦粉150t/日、コーンスターチ24t/日、その他ライ麦等の製粉が行われている。

パスタ製造は110年の歴史があり、4,500tの製造能力を有している。現在、3,000tの生産量があり、各種の製品が製造されている。

###### 2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別水使用量をTable 4. 7. 1に示す。

Table 4. 7. 1 水源、用途別水使用量 (m<sup>3</sup>/day)

Use \ Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recovered Water	Total
Boiler Feed		36		36		36
Raw Material		39		39		39
Washing		11		11		11
Cooling		21		21		21
Air Conditioning						
Miscellaneous		55		55		55
Total		162		162		162
				Recovered Water/Total		%

注) ( ) の数値は推測値である。

### 3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

工場の水バランスをFig. 4.7.1に示す。

#### (1) 用水供給設備

全ての用水は市水でまかなわれている。

#### (2) 製造工程と廃水の発生源

主要な製造工程をFig. 4.7.2に示す。

製粉製造工程では水の使用はない。また、パスタは乾めんであることから、廃水の発生量は少ない。

#### a. 製粉（小麦粉）

##### ① 乾燥

工場に搬入された小麦を乾燥して、水分含有量を12%に調整する工程である。ここでは、廃水の発生はない。

##### ② 品質別貯蔵

水分調整が終わった小麦を、品質別に分けてサイロに貯蔵する工程である。ここでは、廃水の発生はない。

##### ③ 調湿

サイロに貯蔵されている小麦に加湿して、水分含有量を16%に調整する工程である。ここでは、廃水の発生はない。

##### ④ 製粉

水分含有量が調整された小麦を製粉機に入れ、粉にする工程である。小麦粉は袋詰めされて、出荷される。

#### b. パスタ

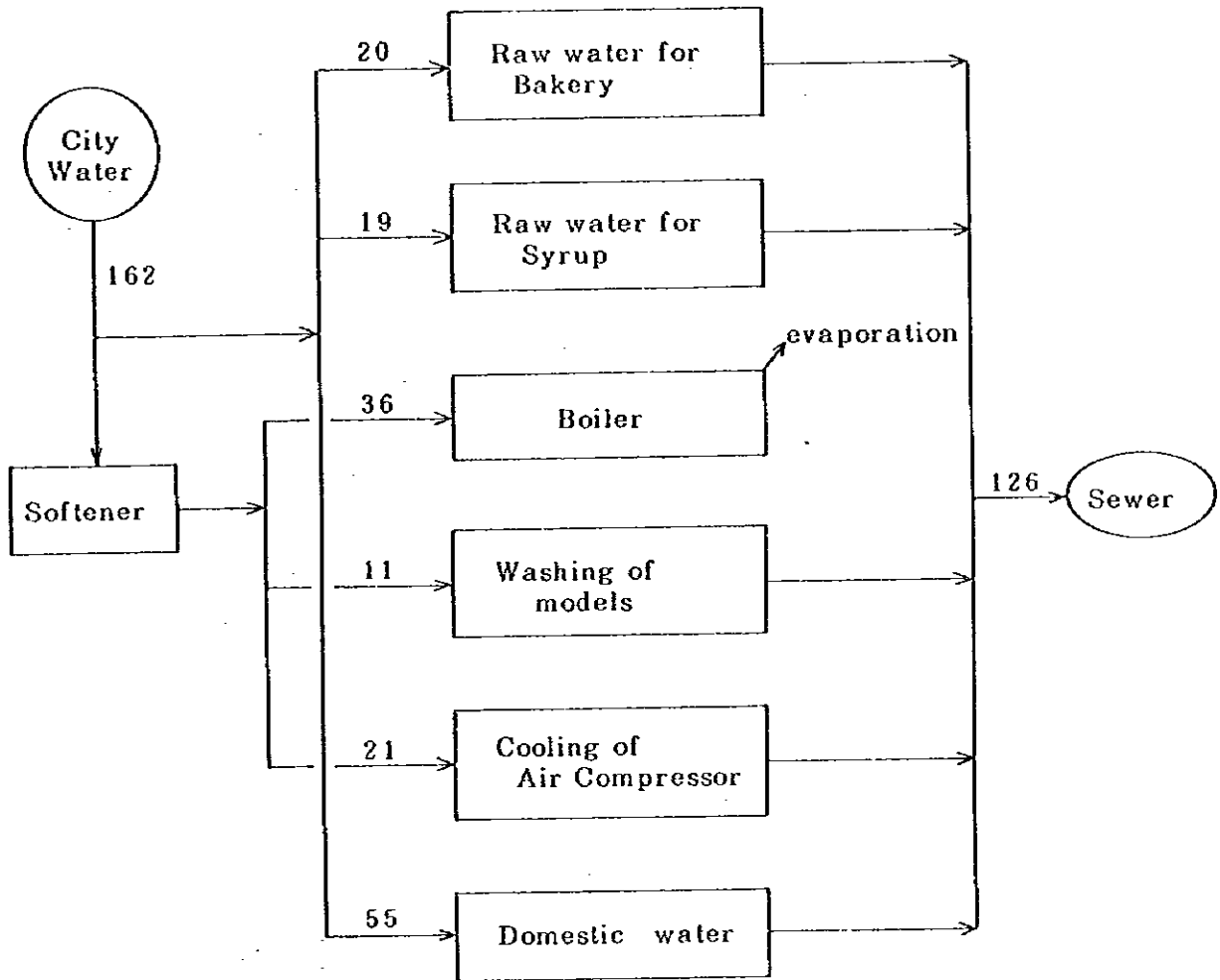
##### ① ミキシング

原料の小麦粉に食塩水を加え、混合機で良く練り上げて、弾力性と粘着性を持たせた生地を製作する工程である。ここでは、混合機の水洗廃水が少量発生する。

##### ② 圧延、型抜き

練り上げられた生地を圧延し、めん帯のグルテン組織を形成させる工程である。圧延された生地は、製品の種類によって型抜きが行われる。ここでは、圧延機のロール、型枠の水洗廃水が少量発生する。

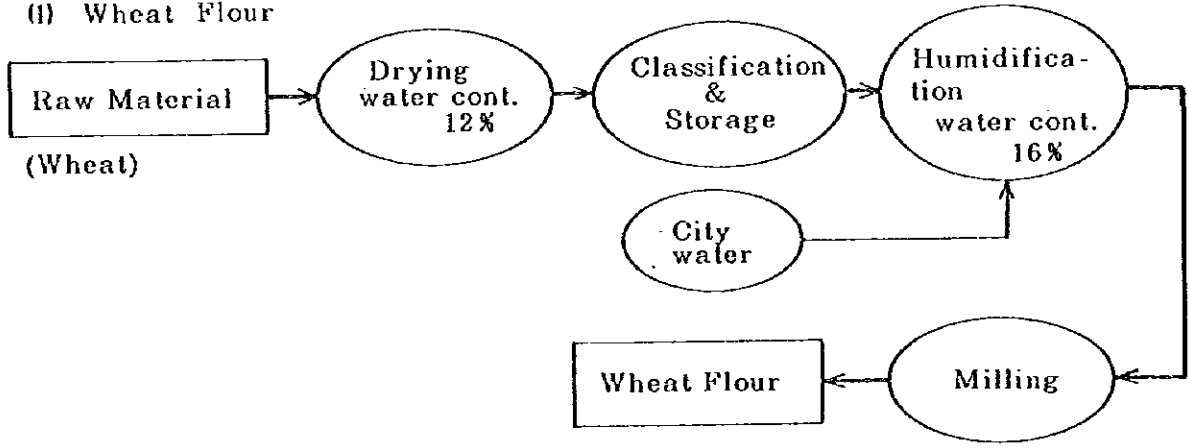
Fig. 4.7.1 WATER BALANCE DIAGRAM ( m<sup>3</sup>/day )



Note : Bakery section belongs to the other company.

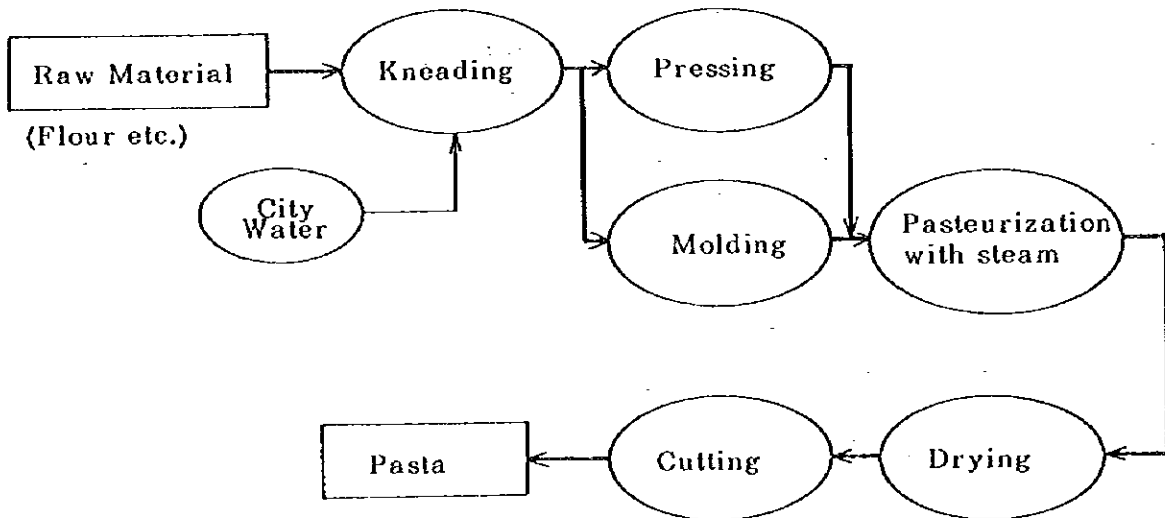
Fig. 4.7.2 PROCESS DIAGRAM of PRODUCTION LINE

(1) Wheat Flour



Wheat : 150t/day  
Corn : 24t/day

(2) Pasta



### ③ 殺菌

各種のパスタを蒸気で殺菌する工程である。ここでは、蒸気の凝縮水が発生するが、少量である。

### ④ 乾燥

殺菌されたパスタに温風乾燥を施して乾燥する工程である。ここでは、廃水の発生はない。

### ⑤ 切出し

めん状パスタを切り出す工程である。ここでは、切出機の水洗廃水が少量発生する。

### ⑥ その他

クルトンの製造が行われているが、廃油は回収されている。ここでは、廃水の発生はない。

## (3) 廃水処理装置

廃水処理装置は設置されていない。原料搬入、製品搬出用のトラックの出入りが多く、かって、これらの車両から流出した油が雨水に混入したことがあったため、この対策として油水分離装置が設置されている。

## 4) 補給水及び廃水の各水質

### (1) 補給水の水質

予想される補給水の水質をTable 4.7.2に示す。

Table 4.7.2 補給水の水質

Items	Name of Sample	City Water
Temp.	(°C)	15
pH	(-)	7.5
COD <sub>cr</sub>	(mg/ℓ)	1.5
T-Hardness*	(°dH)	12.4
Cl	(mg/ℓ)	8
T-Fe	(mg/ℓ)	< 0.05

(NOTE) \* : mmol/ℓ as CaO

(2) 廃水の水質

a. 廃水の排出特性

製造廃水は機器洗浄廃水のみである。終了時に各機器は洗浄され、廃水が排出される。その他は生活排水である。

b. 廃水の水質

総合廃水及び機器洗浄廃水の日本の水質事例をTable 4.7.3に示す。

Table 4.7.3 総合廃水の水質及び機器洗浄廃水の水質例

Items	Name of Sample	Effluent	Example of Washing W.W.
pH	(-)	7.2	7.5
BOD	(mg/l)	44	470
COD <sub>Mn</sub>	(mg/l)	48	1,000
SS	(mg/l)	-	340

出典) 環境庁水質保全局監修: 小規模事業場排水処理対策全科, 公害対策技術同友会(1989)



#### 4. 7. 2 水使用合理化(Water Conservation)

##### (1) 水使用の特徴

- ① 水源は水道水のみで、水量は計測されている。使用個所別の用水量は一応示されている。
- ② 用水量を用途別に見れば、原料用(24%)、ボイラ用(22%)及び生活用(34%)の合計で80%を占め、残りは型の洗浄用と空気圧縮機の冷却用に使用されている。

##### (2) 合理化の現状

- ① 前述のように用水量は計測されており、用水量の管理は一応実施されている。
- ② 空気圧縮機の冷却用水は一過式使用されている。
- ③ 生活用水の使用比率が高いため、用水量原単位を算出してもほとんど意味がない。

##### (3) 技術的考察

- ① 空気圧縮機の冷却用水は、冷却塔により循環使用されることが可能である。ただし、冷却に必要な最高の水温と、冷却塔により得られる夏期の最低の水温が考慮されるべきである。
- ② 原料用水及びボイラ用水は生産のために必須な用水であり、節水することは不可能に近い。
- ③ 上記以外の洗浄用水及び生活用水も、節水は極めて困難である。

##### (4) 経済的考察

冷却用水の冷却塔による循環使用の場合、回収水当たりの費用は100SIT/㎡を超えることはなく(概ね30~40SIT/㎡)、現状における用排水に関する費用約213 SIT/㎡よりも安いので、経済的に成り立つものと考えられる

#### 4. 7. 3 WWT P放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

##### 1) 廃水の現状

廃水は、大別すると製造工程から排出される水洗廃水と生活排水の2種類からなる。

##### a. 廃水処理を必要とする廃水

###### ① 水洗廃水

製造設備からの水洗廃水は、排出量が少量で、発生は不定期である。

###### ② 生活排水

常時排出される。

###### ③ その他の廃水

軟化設備の再生廃水がある。

##### b. 廃水処理を必要としない廃水

###### ① ボイラブロー水

###### ② コンプレッサ冷却水

##### 2) 処理水の水質

河川放流の場合とWWT P放流の場合の水質基準をTable 4. 7. 4に示す。

Table 4.7.4 放流水の水質基準

項	目	単位	河川	下水
1	温度	℃	3.0	4.0
2	pH	-	6.5~9.0	6.5~9.5
3	SS	mg/l	8.0	(a)
4	SV <sub>30</sub>	ml/l	0.5	1.0
5	SAK (色度)			
	436 nm	m <sup>-1</sup>	7.0	
	525 nm	m <sup>-1</sup>	5.0	(b)
	620 nm	m <sup>-1</sup>	3.0	
6	毒性試験 (SD)	mg/l	3	-
7	生分解性	%	-	(c)
8	B	mg/l	1.0	1.0
9	A <sub>l</sub>	mg/l	3.0	(d)
10	A <sub>s</sub>	mg/l	0.1	0.1
11	Cu	mg/l	0.5	0.5
12	Ba	mg/l	5.0	5.0
13	Zn	mg/l	2.0	2.0
14	Cd	mg/l	0.1	0.1
15	Co	mg/l	1.0	1.0
16	Sn	mg/l	2.0	2.0
17	T-Cr	mg/l	0.5	0.5
18	Cr <sup>6+</sup>	mg/l	0.1	0.1
19	Ni	mg/l	0.5	0.5
20	Ag	mg/l	0.1	0.1
21	Pb	mg/l	0.5	0.5
22	Fe	mg/l	2.0	(d)
23	Hg	mg/l	0.01	0.01
24	Cl <sub>2</sub> (遊離塩素)	mg/l	0.2	0.5
25	Cl <sub>2</sub> (全有効塩素)	mg/l	0.5	1.0
26	N-NH <sub>3</sub>	mg/l	1.0	(e)
27	N-NO <sub>2</sub>	mg/l	1.0	1.0
28	N-NO <sub>3</sub>	mg/l	(f)	-
29	T-CN	mg/l	0.5	1.0
30	遊離CN	mg/l	0.1	0.1
31	F	mg/l	1.0	2.0
32	Cl <sup>-</sup>	mg/l	(g)	-
33	T-P	mg/l	2.0 (1.0 (h))	-
34	SO <sub>4</sub>	mg/l	(f)	3.0
35	S	mg/l	0.1	1.0
36	SO <sub>3</sub>	mg/l	1.0	1.0
37	TOC	mg/l	3.0	-
38	COD <sub>Cr</sub>	mg/l	12.0	-
39	BOD <sub>5</sub>	mg/l	2.5	-
40	全油分	mg/l	2.0	1.0
41	THC	mg/l	1.0	2.0
42	芳香族系有機塩素	mg/l	0.1	1.0
43	吸着性有機塩素	mg/l	0.5	0.5
44	揮発性有機塩素	mg/l	0.1	0.1
45	水溶性有機塩素	mg/l	(k)	(l)
46	フェノール	mg/l	0.1	1.0
47	界面活性剤	mg/l	1.0	-

注) (a)~(b): 当工場の適用はない。

### 3) 予備処理装置

#### (1) システム選定理由

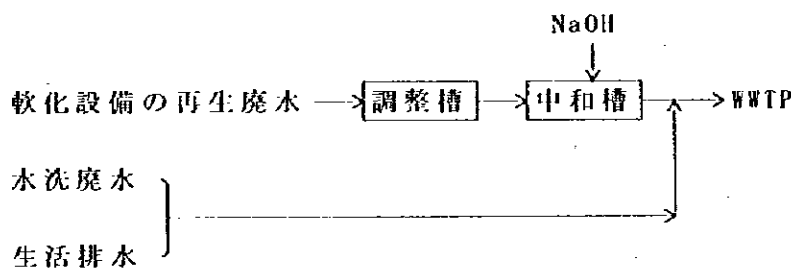
軟化設備の再生廃水そのまま排出すると、総合廃水のpHが放流基準を逸脱する恐れがある。そのため、その廃水を中和する必要がある。

#### (2) 予備処理システムの概要

予備処理装置のフローシートをFig. 4.7.3に示す。

軟化設備の再生廃水は調整槽に排出される。廃水は調整槽から揚水ポンプで中和槽に導かれ、中和槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加され、pHが中性にされた後、WWTPに放流される。

Fig. 4.7.3 予備処理装置のフローシート



### 4) 廃水処理装置

#### (1) システム選定理由

水洗廃水及び生活排水は有機物が含有されている。そのため、有機物の処理を行って、放流基準を満足する水質を得る必要がある。

有機物を処理する方法として、生物処理法が一般に採用される。生活排水には、生物処理に必要な窒素とリンを必要十分な量が含有され、しかも操業中は常時排出されていることから、先の予備処理を施した廃水を生活排水に混入して、同時に処理をするシステムとする。

水洗廃水は排出量が少量で、不定期に発生することから、回分式活性汚泥法を採用する。本法は調整槽、沈殿槽を必要とせず、脱窒及び脱りん効果があることから、中小企業の廃水処理に多く採用されている。本法は、操業時に廃水を曝気槽に排出し、廃水が排出されない夜間に曝気、沈殿及び処理水

の排出の各操作を行うものである。

## (2) 廃水処理システムの概要

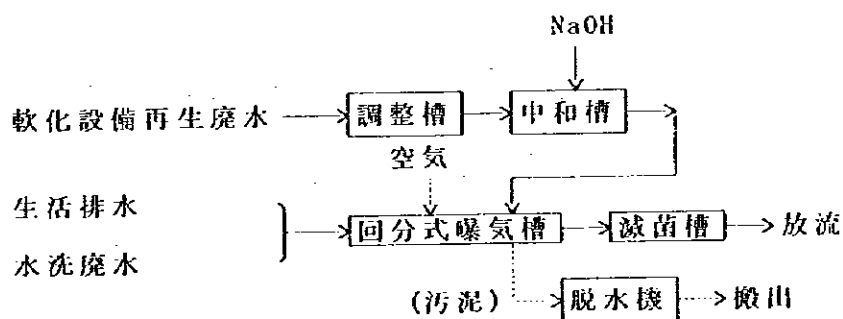
廃水処理装置のフローシートをFig. 4.7.4に示す。

水洗廃水及び生活排水は直接、曝気槽に排出される。回分式曝気槽は、操業時に廃水が流入し、夜間に曝気、沈殿、放流の各操作が順に行われて、廃水が処理されるものである。

### ② 軟化設備の再生廃水

軟化設備の再生廃水は調整槽に排出される。廃水は調整槽から揚水ポンプで中和槽に導かれ、中和槽に設置されているpH計の制御でNaOHが添加され、pHが中性にされてから曝気槽に導かれる。

Fig. 4.6.4 廃水処理装置のフローシート



#### 4.7.4 汚濁負荷量削減のための予備処理

当事業場は製粉業が主体である。廃水量は126㎥/日であるが、製造工程から排出される廃水が50㎥/日、生活排水が55㎥/日及びコンプレッサの冷却水が21㎥/日となっている。現在、パン製造工場に加えてパスタ製造場も分割され、事業場ごとの廃水量は極めて少なくなっている。また、食料品製造業であることから、廃水はWWTPに影響を与える物質を含有しておらず、廃水の生分解性も良い。従って、予備処理装置は有機物（COD、BOD）の汚濁負荷量を削減するに留まる。しかし、個別にこの予備処理装置を設けることは、装置の規模が小さくなるために割高となり、事業場のみならずWWTPにとっても得策ではない。

以上のことから、当工場の予備処理装置の設置は不要と考え、その提案を控えることにする。

水質、水量の追加調査が不可能であったことから、NIGRADより提供を受けた水質データとそれから求めた汚濁負荷量をTable 4.7.5に示す。

Table 4.7.5 廃水及び処理水の水量・水質ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water	Quantity ㎥/d	pH	COD <sub>Cr</sub> mg/ℓ (kg/d)	BOD mg/ℓ (kg/d)	SS mg/ℓ (kg/d)	T-N mg/ℓ (kg/d)	T-P mg/ℓ (kg/d)
Total Waste Water	126	8.2	212 (26.7)	82 (10.3)	67 (8.4)	— (—)	— (—)