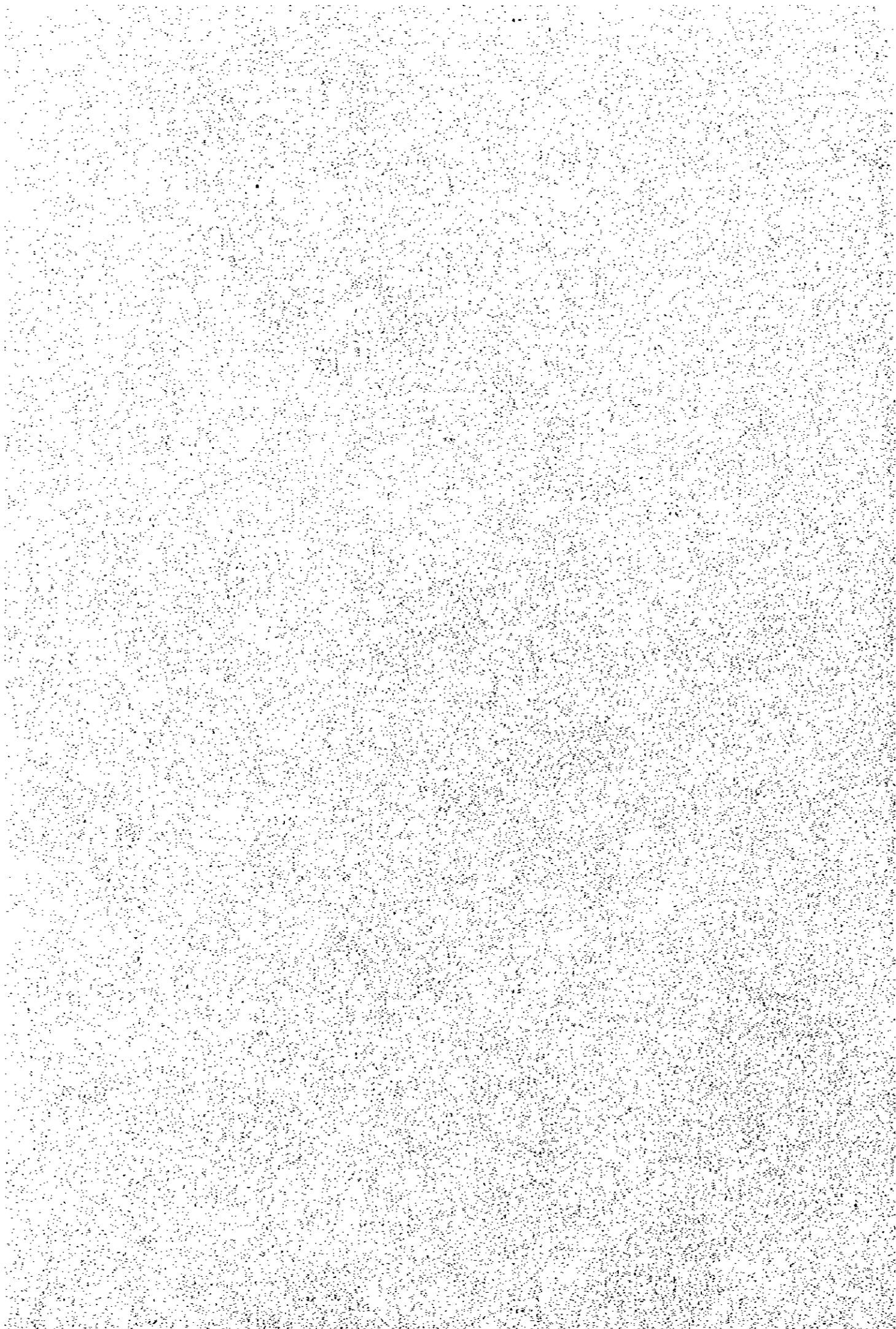


5. 第三次工場群



5. 第三次工場群

5.1 A-1

T V T - T o v a r n a V o z i l i n t o p l o t n e t e h n i k e - B o r i s
K i d r i c - T I R N A V O Z I L A

5.1.1 工場概要

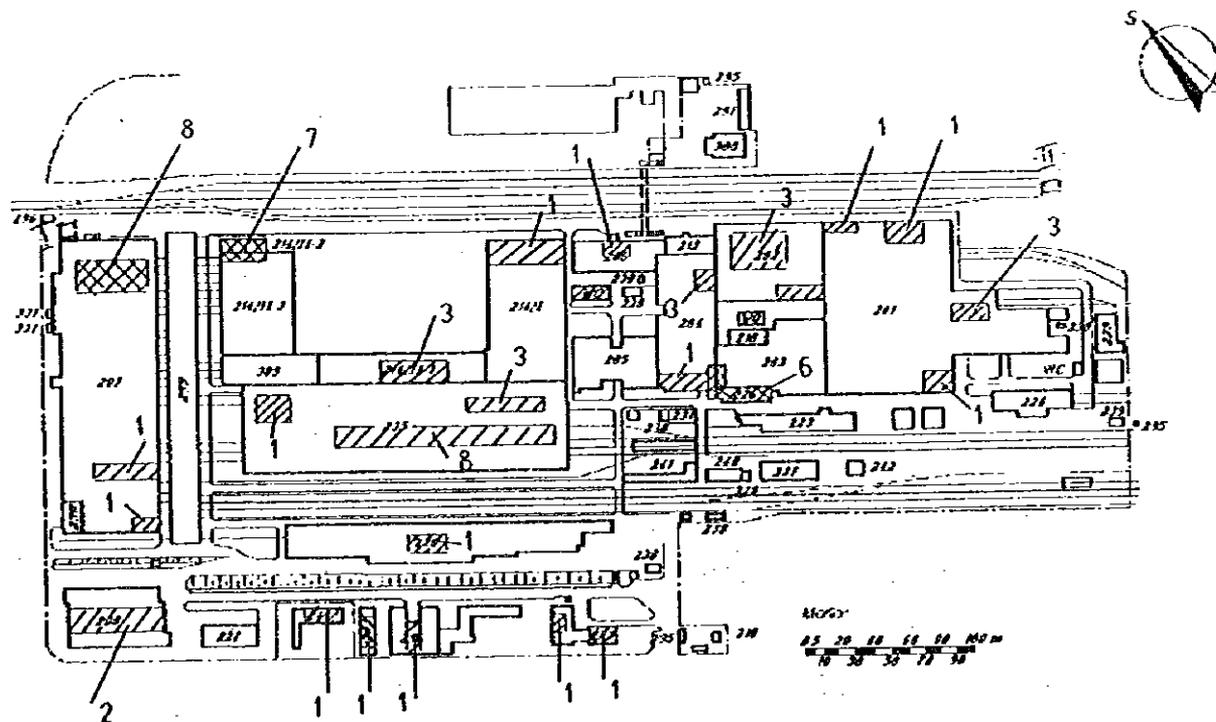
1) 概要

T V T は 1863 年 に 鉄 道 車 両 (蒸 気 機 関 車 及 び 客 車) の 製 造 及 び 修 理 業 を 営 む 工 場 と し て 開 始 さ れ た 。 現 在 で は 30 の 事 業 場 に 分 割 さ れ 、 調 査 対 象 の D r u z b a z a p r o i z c o d n j o i n r e m o n t t i r n i h v o z i l d . o . o . は 、 車 両 の 製 造 と 修 理 を 主 な 業 務 と し て い る が 、 製 造 は ほ と ん ど 行 わ れ て い な い 。

車 両 を 分 解 し 、 部 品 の 修 理 ・ 更 新 、 再 塗 装 が 主 に 行 わ れ て い る 。 廃 水 の 発 生 源 は 、 洗 車 及 び 塗 装 前 処 理 工 程 で あ る が 、 洗 車 用 水 は 循 環 使 用 さ れ 、 ま た 、 塗 装 工 程 で は 水 が 使 用 さ れ て い な い こ と か ら 、 廃 水 の 排 出 は な い 。

T V T の 工 場 の 配 置 を Fig. 5.1.1 に 示 す 。

Fig. 5.1.1 工場の配置図



2) 水源、用途別の水使用量

T V Tグループの水源、用途別水使用量をTable 5.1.1に示す。

Table 5.1.1 水源、用途別水使用量 (m³/day)

Use \ Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recovered Water	Total
Boiler Feed			100.5	100.5		100.5
Raw Material						
Washing		77	2.5	79.5	624	703.5
Cooling		4		4	925	929
Air Conditioning						
Miscellaneous		436		436		436
Total		517	103	620	1,549	2,169
Recovered Water/Total						71.4 %

3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

T V Tグループの製造工程と水バランスならびに塗装工程をFig. 5.1.2に示す。

(1) 用水

用水は平均620m³/日在使用されている。水源として、517m³/日が市水に、103m³/日が河川水に充てられている。

(2) 工程と廃水の発生源

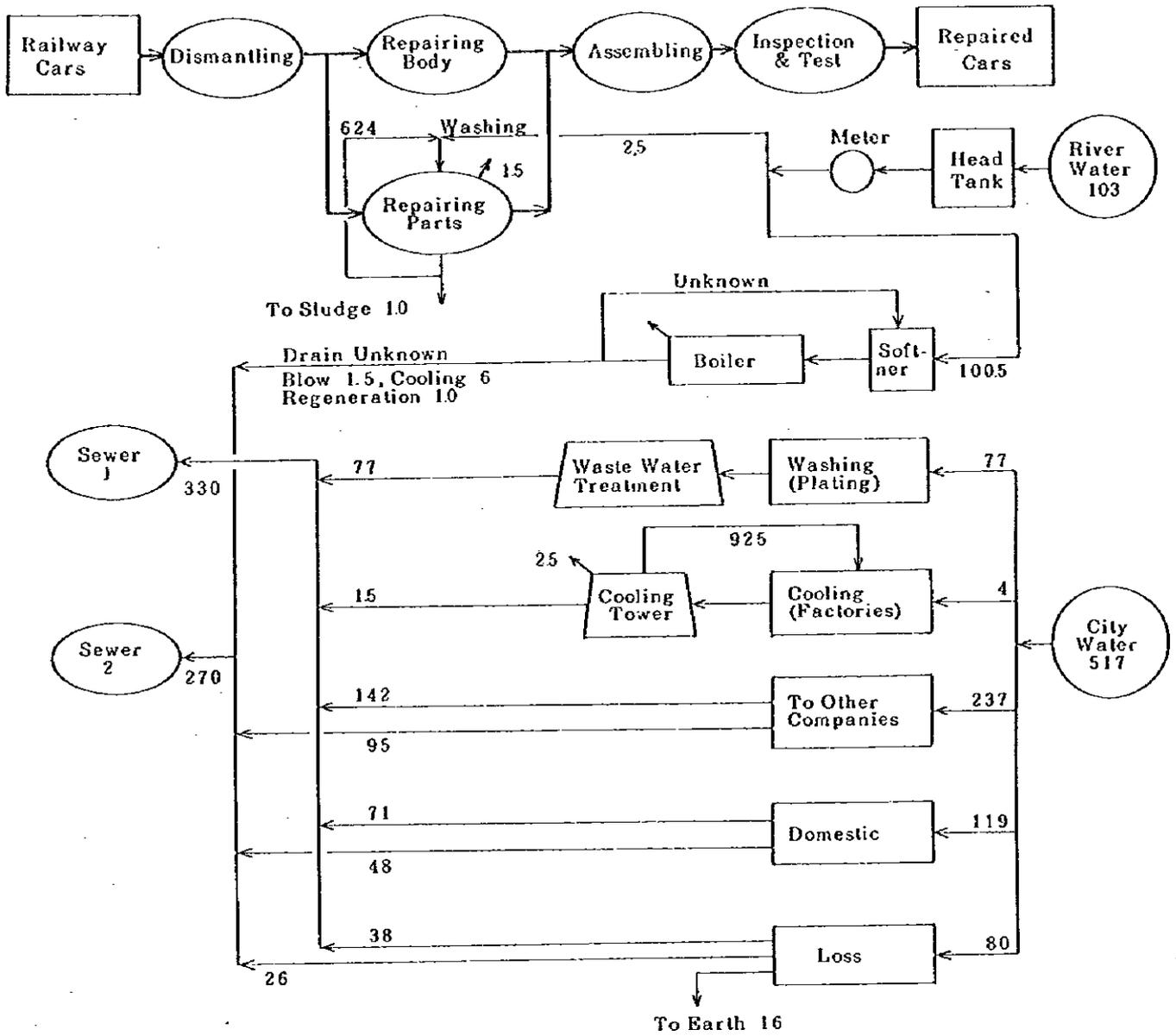
① 受入れ

外部から修理のために車両を受け入れる工程である。ここでは、水が使用されていないので廃水の発生はない。

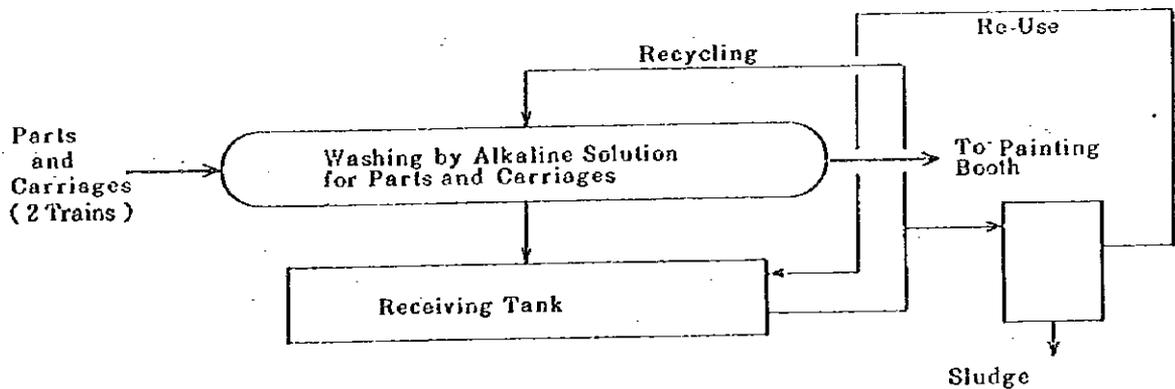
② 分解・洗浄

車両を構成している部品に分解し、車両の底部を洗浄する工程である。洗浄水は間接加熱されたpH=10のNaOH溶液が循環使用されている。1年に3回の頻度で循環水に蓄積された固形物が沈殿分離され、pHの再調整が行われて、再び使用される。したがって、廃水の排出はない。

Fig. 5.1. 2 PROCESS DIAGRAM and WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)



Detail of the Pre-Washing Process of the Painting Booth



③ 部品の修理・更新

劣化した部品の修理、または更新される工程である。ここでは、水が使用されないため廃水の発生はない。

④ 車体の修理・更新

車体表面の塗膜の剥離・ふくれ等が再塗装される工程である。塗装の前に洗浄が行われ、洗浄水の管理は①と同様に行われている。したがって、洗浄廃水の排出はない。

また、塗装工程では水を使用していないため、この廃水の発生もない。

⑤ 組立て

部品が修理、更新されて、もとの車両に組み立てられる工程である。ここでは、水の使用がないため廃水の発生はない。

⑥ 検査

修理が完了した車両の社内検査を行う工程である。ここでは、水の使用がないため、廃水の発生はない。

(3) 廃水処理装置

用水は循環使用されて廃水の排出はないため、廃水処理装置設置の必要はない。

洗浄水の循環使用に際し、循環水に蓄積された固形物の沈殿分離が施されている。沈殿分離後の上澄水に対して、凝集及び加圧浮上処理装置が設置されているが、現在では使用されていない。

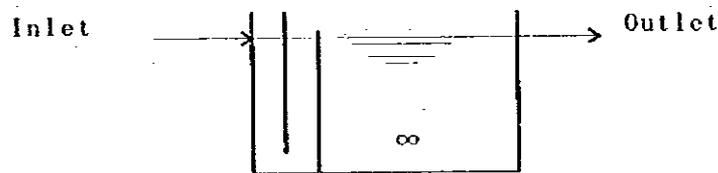
また、分割された事業場のなかでめっき業を営むMIPIがあり、そこに廃水処理装置が設置されている。銅めっき、ニッケルめっき及びクロムめっきが行われている。その廃水処理装置の処理システムは、シアン系廃水の酸化分解、クロム系廃水の Cr^{6+} の還元及び重金属の中和処理から構成されている。

当該廃水処理装置は、以下のような改善を行うことにより、より適切な運転が確保されるものと思われる。

- ① 反応槽の廃水の流入口に、Fig. 5.1.3のような遮へい板を設けることにより、ショートパスの防止が図られる。
- ② 沈殿処理後に砂ろ過塔を設けることにより、重金属の水酸化物を含むSSの流出が防止できる。

- ③ pH調整操作では、制御pH値をアルカリ側に設定することにより、重金属の分離をより確実に進めることができる。また、pH調整後にアニオン系高分子凝集剤を添加することにより、沈殿槽での固液分離が適切に行われる。
- ④ シアンの処理は現在問題なく行われているが、シアン濃度の変動に対応した確実な処理を行っていくためには、2基の反応槽に制御設備を設けた運転方法を行うことが望ましい。

Fig. 5. 1. 3 反応槽の断面図



4) 廃水

T V T全体として、各事業場の工程廃水と従業員530人の生活排水が2箇所の廃水口から下水道に放流されている。

資料の提供を受けたMIPIのめっき廃水の処理水質、廃水口RJ I及びRJ IIの水質ならびにサンプリングを行った廃水口RJ IIの水質をTable 5. 1. 2に示す。

サンプリングNoとサンプリング場所は以下のとおりである。

(No 1) : めっき廃水の処理水

(No 2) : 廃水口RJ I

(No 3) : 廃水口RJ I

(No 4) : サンプリングを行った廃水口RJ I (コンボジットサンプル)

なお、サンプリングを行った廃水口RJ IIの水量測定は不可能であった。

Table 5. 1. 2 各廃水及び総合廃水の水質

Items	No. Name of Sample	1	2	3	4
		Metal Plating	Effluent RJI	Effluent RJI	Effluent RJI
Temp.	(°C)	15	15	17	—
pH	(—)	8.3	8.4	8.3	8.1
COD _{Cr}	(mg/ℓ)	12	74	16	16
COD _{Mn}	(mg/ℓ)	—	—	—	10
BOD	(mg/ℓ)	3	31	6	<5
SS	(mg/ℓ)	28	29	34	55
Oil / Fat	(mg/ℓ)	<5	<5	<5	<5
T-P	(mg/ℓ)	—	—	—	2.4
T-N	(mg/ℓ)	—	—	—	6.3
CN	(mg/ℓ)	<0.01	<0.01	<0.01	—
Cu	(mg/ℓ)	0.92	0.71	<0.05	—
Cd	(mg/ℓ)	<0.05	<0.05	<0.05	—
Fe	(mg/ℓ)	2.4	2.1	0.24	—
Zn	(mg/ℓ)	0.21	0.15	0.08	—
T-Cr	(mg/ℓ)	1.25	0.51	<0.01	—
Cr ⁶⁺	(mg/ℓ)	0.04	<0.01	<0.01	—
Ni	(mg/ℓ)	3.1	1.6	<0.1	—
Surfactants	(mg/ℓ)	—	—	—	<0.05
AOX*	(mg/ℓ)	80.6	51	7.5	—

(Note) * : Expression as Cℓ

5. 1. 2 水使用合理化

1) 水使用の特徴

- ① 水源は水道水と河川水であり、水量は計測されている。また、主要な用途の用水量も一応推定されている。しかし、分割された小規模な30事業所の用水量は全体水量が把握されているのみで、個別の用途の用水量は不明である。
- ② 河川水は主としてボイラー用水に、水道水は生活用水を含むその以外の用途に使用されている。その内、小規模事業所の使用量が約46%（全用水量の約38%）を占める。
- ③ 地下浸透を含む用水の損失が、水道水の約15%に達している。
- ④ 主な用水個所は、車体・部品の塗装前の洗浄用、ボイラー用、めっき工程の洗浄用、空気圧縮機の冷却用及び生活用である。この外に小規模事業所向けの給水と損失がある。

2) 合理化の現状

- ① 車体・部品の塗装前の洗浄用水と空気圧縮機の冷却用水は、完全に循環使用されている。なお、塗装工程は乾式で、水は使用されていない。
- ② めっき工程は一応向流洗浄方式が採用され、合理化が行われている。
- ③ 用水量が多い小規模事業所の用水状況は、把握されてない。

3) 技術的考察

① 小規模事業所の用水状況の把握

30にも及ぶ小規模事業所の個所別・用途別の用水量を把握することは、極めて困難である。しかし前述の様に用水量が多いので、合理化の観点より見ればは極めて重要な事項である。

主な用途、は大型水槽（100^m位）の水漏れ試験と各種部品の洗浄用と推定される。この内、前者については循環使用は容易である。

② 水道水の損失の減少

水道水使用量の約15%に達する損失がある。構内が広く配管が老朽化しているので、配管からの漏水の可能性が高い。

漏水の防止は技術的には的確な方法がなく、根気のいる作業である。工場の作業が行われていない時に、配管の一部を閉め切って漏水個所を探す、配管更新時に地下配管を極力地上配管に変更する等の方法により、時間をかけ

て損失を低減させることが必要である。

③ 節水可能な水量

これらの方法が実施されることにより、小規模事業所の使用量 $237\text{ m}^3/\text{日}$ 及び損失量 $80\text{ m}^3/\text{日}$ の内、 $100\text{ m}^3/\text{日}$ 程度の節水が達成されることは容易である。

4) 経済的考察

上記に示した合理化の方法は、調査・検討に人手を要するが、設備費や運営に費用を要する方法ではないので、時間をかけて実施すれば十分経済的に成り立つものと考えられる。

5) 問題点

小規模事業所を含め、敷地全体の用排水を管理しているのはTVTである。しかし用排水の費用は各事業所で分担されているので、節水が実施されてもTVTの利益となる部分は少ない。従って、水使用の合理化が推進されるためには、TVTを中心とし、関係する事業所が参加したプロジェクトチームが結成され、共同で合理化が調査・検討され、推進されることが必要である。

5.1.3 WWTP放流基準を満足する予備処理及び廃水処理

TVTグループで廃水が発生する主要な製造設備をみると、めっき設備には廃水処理装置が設置されていること、また、洗車設備では用水が循環使用されていて廃水の排出がないことから、予備処理装置及び廃水処理装置の設置の必要はない。

TVTグループにおける放流水の水質・水量ならびに汚濁負荷量の現状を、Table 5.1.3に示す。

Table 5.1.3 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	pH	COD _c	BOD	SS	T-N	T-P
Case		m ³ /d		mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)
Effluent RJ I	Raw Water	103	8.4	74 (7.62)	31 (3.19)	29 (2.99)	()	()
Effluent RJ II	Raw Water	517	8.4	16 (8.27)	6 (3.10)	34 (17.6)	6.5 (3.36)	2.4 (1.24)
Total Waste Water (Discharge to Rever)		620	8.4	25.6 (15.9)	10.1 (6.29)	33.2 (20.6)	()	()

5.2 A-2 ELEKTROKOVINA-SVETILKE

5.2.1 工場概要

1) 概要

同社の前身は1948年に設立されたELEKTROKOVINA社であり、一時は3,500名の従業員を有する大工場であった。独立後、分割民営化が始まり、現在では3つの中規模工場と、約300の小企業に整理され、従業員総数は約300名に減少している。

同社は、3つの中規模工場の一つであり、その他の2工場は、A-4のELKO ELEKTROKOVINA MARIBORR社と、グループ各社のメンテナンスと用役供給を行っている、ELEKTROKOVINA TEHNIKA社である。当工場のオーナーは現在はドイツのSIEMENS社である。

当工場の製品は、室内、屋外及び産業用の照明器具であり、合計で年間270万個を生産し、約70%を近隣諸国を中心に輸出している。現在の従業員数は約260名である。独立前は1000名を擁したが、シーメンスグループになったことによる部品工場の閉鎖などの合理化により減少している。

資本金：	1,000,000 千SIT
工場敷地面積：	
従業員数：	266 人
作業条件：	8 hr/d
生産品目：	照明器具
年間生産量：	764,913 個

2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別の水使用量をTable 5-2-1に示す。

3) 水供給先及び廃水排出フローダイヤグラム

主要製造工程と廃水排出系統及び水バランスをFigure 5-2-1に示す。

4) 補給水及び廃水の水質

補給水は全量市水である。廃水の水質をTable 5-2-2に示す。

5-2-2 水使用の合理化

1)水使用の特徴

当工場の水の使用は、塗装及びアルマイト処理の前処理工程での使用が大部分で、その他として少量の冷却塔補給水、スポット溶接器冷却水があり全体で約93m³/dである。

なお、当工場の用水は全量水道水を使用しているが、旧ELEKTROKOVINA社時代の供給システムが現在の約30社のグループに対してそのまま使われている。即ち、水道水取水は3ヶ所の地点で行われ、それぞれ量水計が設けられているが、現在はELEKTROKOVINA TEHNIKA社が管理している。水道水を供給されている各社には固有の量水計は設置されておらず、上記3ヶ所の量水計での毎月の計測総量に、工場規模などに応じ決められた各工場毎の割当率を乗じて、各工場の毎月の使用量としている。当工場の割当率は36.33%と決められている。従って、前記の使用量93m³/dはこの算定に基づくものである。

2)合理化の現状

①油圧成形機の冷却水は冷却塔により循環使用されており、既に合理化されている。循環量は120m³/dであり補給水は12m³/dである。

②スポット溶接機の冷却水は一過式であるが、溶接機の稼働率も低く使用量も少なく問題はない。

3)技術的考察

工場固有の量水計の設置が節減の基本である。また、使用目的別に(製造工程水洗水、冷却塔補給水、生活用水、その他など)流量計を設置し使用量管理をするのが望ましい。冷却塔補給水など節減余地はあるものと思われる。

5-2-3 予備処理及び廃水処理

1)現状

当工場には約20年前に建設された廃水処理設備があり、製造工程からの水洗水などを処理しており現在も良好に運転管理されている。廃水処理の基本プロセスは油脂分離、中和処理及び凝集沈殿処理である。

処理水水質は、年2回の法定の測定以外に、週に2度 pH, Fe, Cu, Ni, Zn を自主的に測定している。

2) 予備処理及び廃水処理

上記の通り、既に下水放流基準を満たした処理をしているので、新たな設備は必要としない。

Fig. 5.2.1 PROCESS DIAGRM and WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)

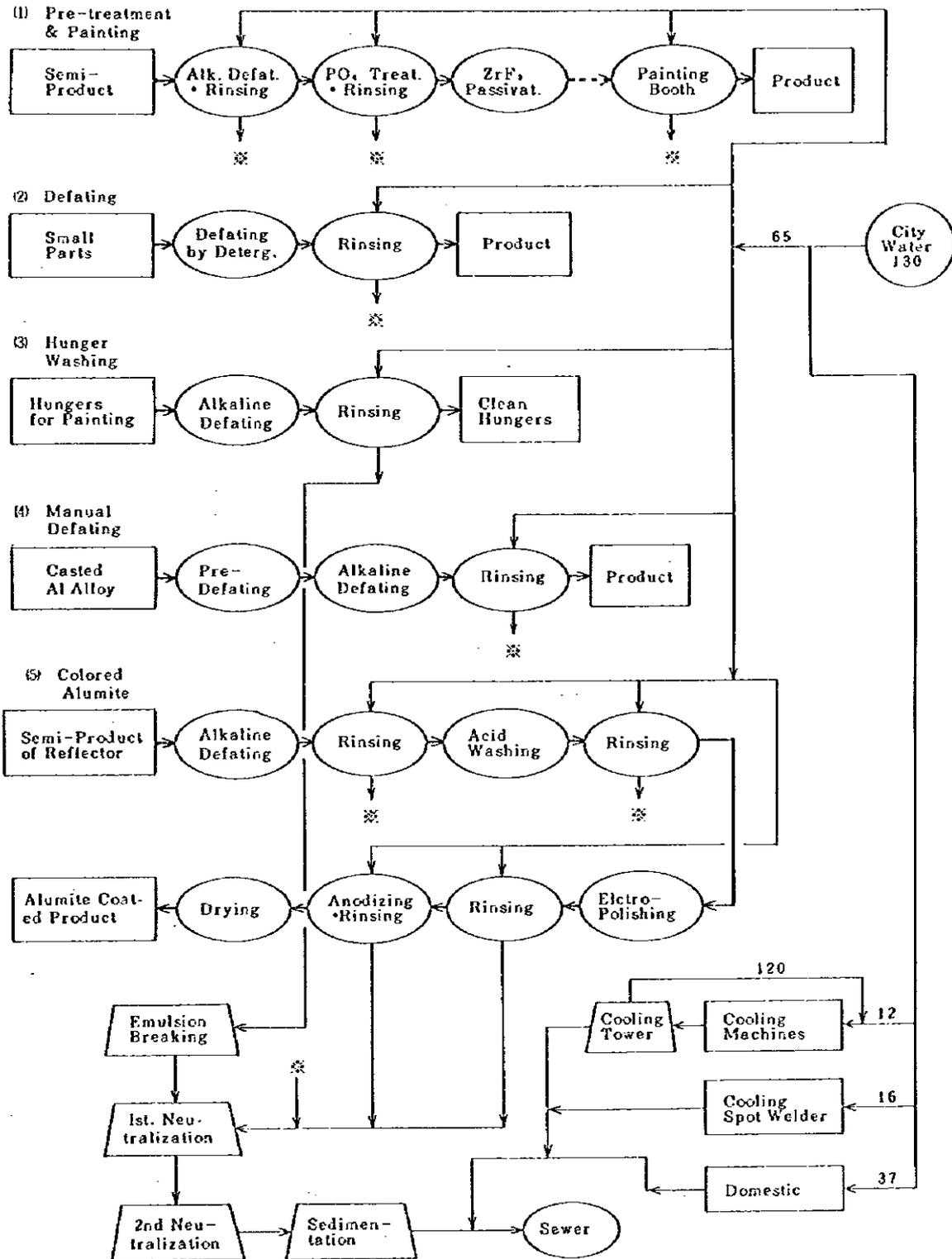


Table 5.2.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Unit: m³/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed							
Raw Material							
Washing			65		65		65
Cooling			28		28	120	148
Air Conditioning							
Miscellaneous			37		37		37
Total			130		130	120	250
					Recoverd Water/Total		48 %

Note; A value in () shows estimated one

表 5.2.2 各廃水及び総合廃水の水質

Items	No	1	2
	Name of Sample	Storage Tank	Effluent from WWTP
pH	(-)	8.2	8.6
COD _{Cr}	(mg/l)	16	70
COD _{Mn}	(mg/l)	10	19
BOD	(mg/l)	3	< 5
SS	(mg/l)	< 5	< 30
Oil / Fat	(mg/l)	< 5	< 5
T-P	(mg/l)	29	11
T-N	(mg/l)	20.6	18.3
Surfactants	(mg/l)	< 0.05	< 0.05
LKCH*	(mg/l)	< 0.01	< 0.01
BTX*	(mg/l)	0.25	< 0.05
AOX*	(mg/l)	0.10	0.09

(Note) * : Expression as C l

5.3 A-3 PRIMAT-Tovarna kovinske opreme

5.3.1 工場概要

1) 概要

TKO PRIMAT MARIBORは、鉄板を素材に各種の金庫及び鉄製家具を製造している。スロヴェニアに3事業場があり、当事業場はマリボールに位置するOBRAT MELJE 工場である。

製造工程は、主に鉄板の機械加工、塗装及び組立てから構成され、廃水の主な発生源は塗装工程である。

TKO PRIMAT MARIBORの工場の配置をFig. 5.3.1に示す。

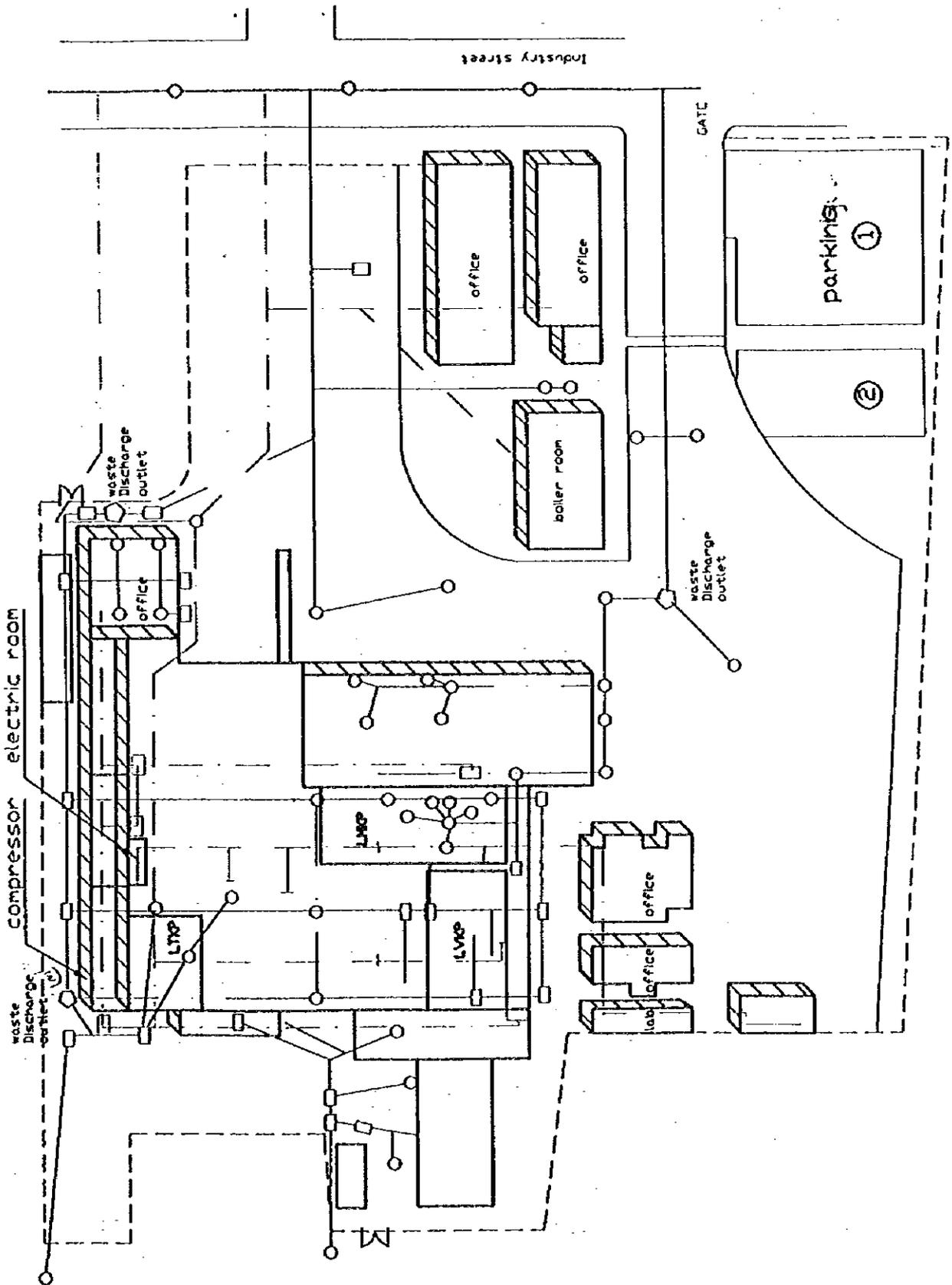
2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別水使用量をTable 5.3.1に示す。

Table 5.3.1 水源、用途別水使用量 (m³/day)

Use \ Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recovered Water	Total
Boiler Feed		2		2		2
Raw Material						
Washing		6		6		6
Cooling		90		90		90
Air Conditioning						
Miscellaneous		11		11		11
Total		109		109		109
				Recovered Water/Total		%

Fig. 5.3.1 工場の配置図



3) 水供給及び廃水排出フローダイヤグラム

工場の主な製造工程と水バランスをFig. 5.3.2に示す。

(1) 用水供給設備

用水は全て市水を用いている。ボイラ供給水は市水を軟化設備で処理した水が使用されている。

(2) 製造工程と廃水の発生源

① 切断

素材の鉄板を切断する工程である。ここでは、水が使用されていないので廃水の発生はない。

② 成形

切断された鉄板に圧力が加えられ、曲げ等の目的に応じた形に成形されて、部品が製作される工程である。ここでは、水が使用されていないので廃水の発生はない。

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、廃切削油が発生する。

廃切削油は回収され、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。

④ 溶接

形が整えられた部品を溶接して、新たな部品を製作する工程である。9基の点溶接機と5基の挟撃溶接機がある。ここでは、溶接機の冷却水が廃水として発生する。

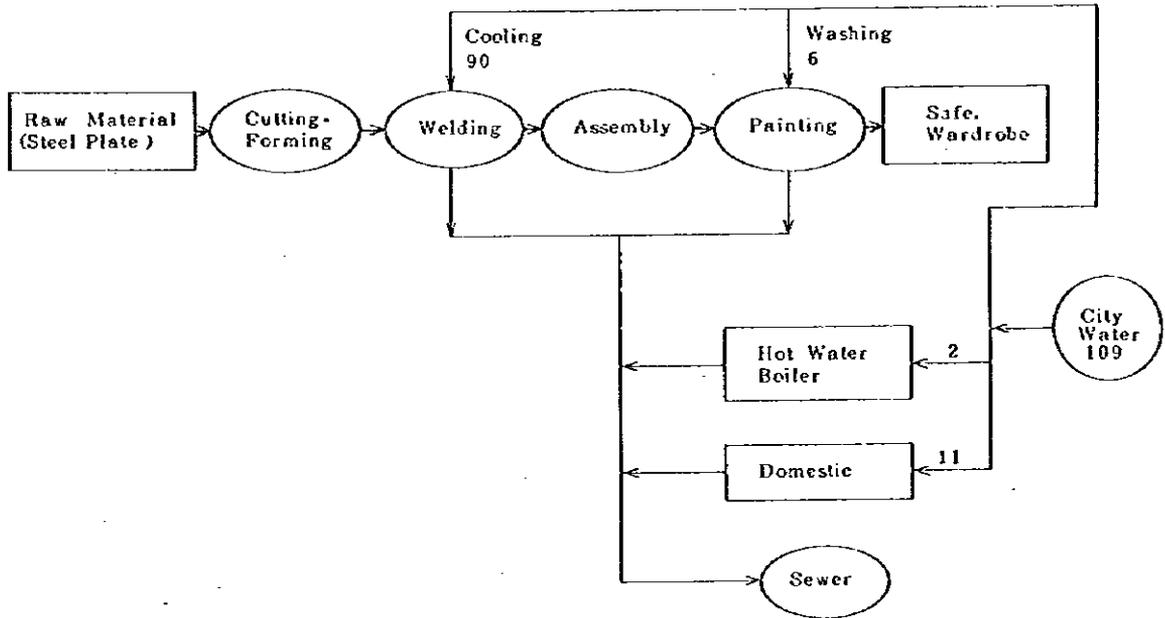
⑤ 塗装前処理

本工程は引き続いて行われる塗装工程と一連して行われる。この一連で行われる製造設備は3ラインある。すなわち、比較的大きい部品を対象とするLVKPライン、中小の部品を対象とするLMKPライン及び金庫を対象とするLTKPラインである。金庫以外の部品は吊されて塗装前処理及び塗装が施されるが、製造工程で行われる内容は同一である。

本工程は脱脂とりん酸による表面処理を併せて行う工程である。

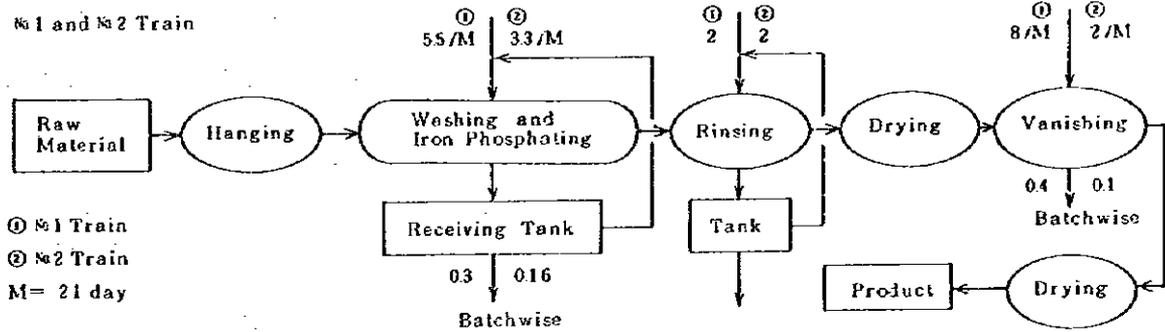
界面活性剤とりん酸を主成分とした、pHが4～5、水温が30～50℃の混合

Fig. 5.3. 2 PROCESS DIAGRAM and WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)

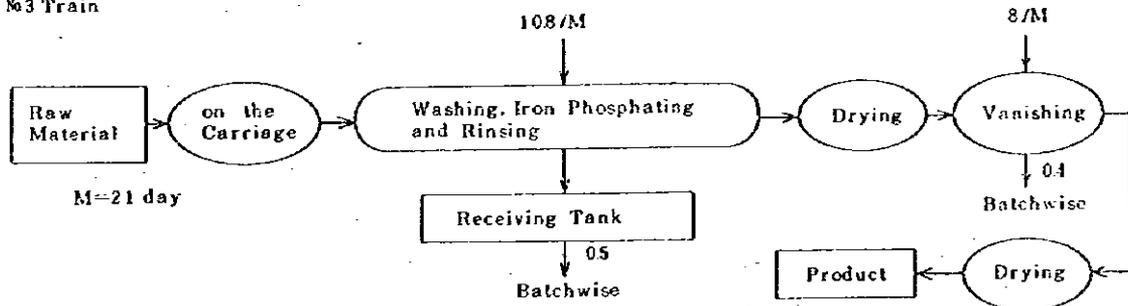


Detail of the Painting Process

№1 and №2 Train



№3 Train



液を部品の表面に吹き付け、素材表面に付着した油分を除去するとともに、素材の表面処理を行うものである。混合液は貯留され、循環使用されて、月に一度の頻度で更新される。そのため、更新の際に混合液の廃水が発生する。

次の水洗工程では、部品表面に付着した混合液が水洗される。水洗は一過式で行われるため、ラインが稼働している間は水洗廃水が常に発生している。

ただし、金庫を対象としたLTKPラインでは、前処理工程と水洗工程が分別されていないため、混合液と水洗廃水が混合されて貯留されることから、槽が満杯になる2～3週間に1度の頻度で廃水が発生する。

⑥ 塗装

部品表面に塗装を施す工程である。部品に曲面や複雑平面があるため、ガンプレーによる塗装が2回に分けて、部品の半面ずつ行われている。多くの塗料が部品に付着することなく周囲に飛散し、溶剤の気化とともに塗料ミスト、塗膜研磨粉じんが発生する。これを補修する水洗ブースが共に2槽ある。この水洗ブース廃水はpHが10～11で、月に一度の頻度で排出される。

当事業場では、塗装方法を粉体塗装に切り換える計画を有し、来年の1997年から検討が開始される。粉体塗装になると水を使用しないので、塗装廃水の発生はなくなる。

⑦ 組立て

構成部品を組み合わせて、製品にする工程である。ここでは、水の使用がないため、廃水の発生はない。

(3) 廃水処理装置

廃水処理装置はない。ただし、混合液の廃水及び水洗ブース廃水は中和処理が施されて排出されている。

4) 補給水及び廃水

(1) 補給水

補給水量は月平均146 m³ (97～204 m³/月)である。

補給水の水質をTable 5.3.2に示す。

Table 5.3.2 補給水の水質

Items	Name of Sample	City Water
T-hardness*	(° dH)	15~15.2
Electro Conductivity	(μ S/cm)	< 0.05

(2) 廃水

a. 廃水の排出特性

1箇月を21日とする。

① 塗装前処理 (4.74 m^3 /日) 及び塗装工程廃水 (0.86 m^3 /日)

LVKPライン (53.5 m^3 /21日)

混合廃水 ; 5.5 m^3 /21日

水洗廃水 ; 40 m^3 /21日

水洗ブース廃水 ; 8 m^3 /21日

LMKPライン (45.3 m^3 /日)

混合廃水 ; 5.3 m^3 /21日

水洗廃水 ; 40 m^3 /21日

水洗ブース廃水 ; 2 m^3 /21日

LTKPライン (14.8 m^3 /21日)

混合廃水 + 水洗廃水 ; 5.4 m^3 /2~3週間 (10.8 m^3 /月)

水洗ブース廃水 ; 8 m^3 /2月

② 溶接冷却水 (90 m^3 /日)

点溶接用冷却水 ; 84 m^3 /日

挟撃溶接用冷却水 ; 6 m^3 /日

③ 生活排水

従業員数220人の生活排水が排出されている。

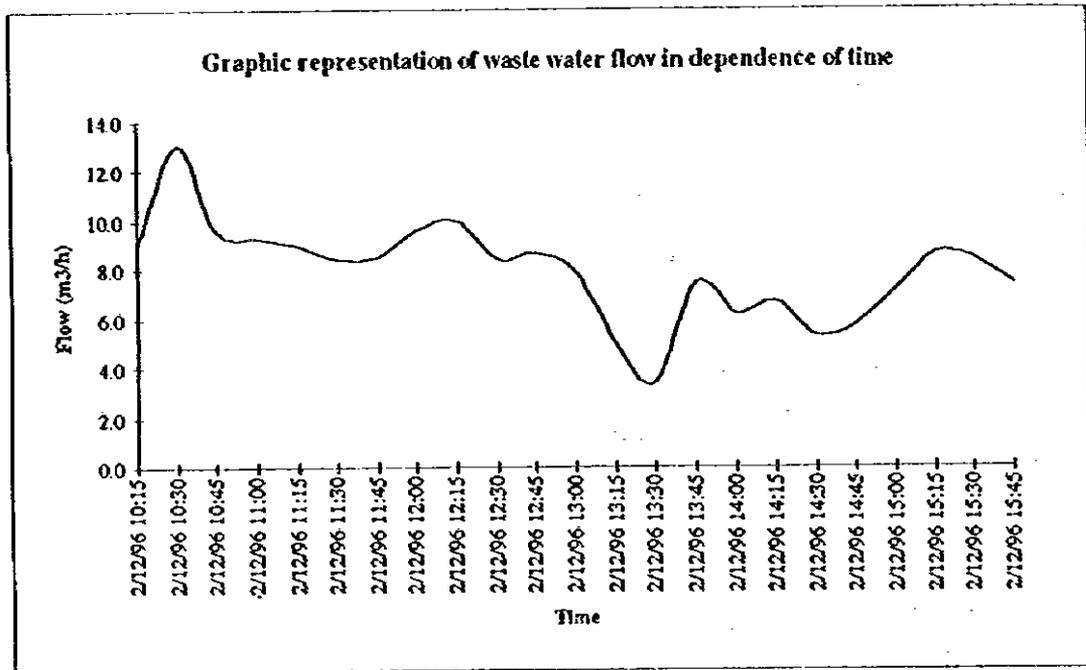
④ その他

ボイラ補給水に軟化装置が使用されるが、再生は年に1度程度の頻度で行われ、再生廃水量は10 m^3 /回である。

b. 総合廃水の排出水量

廃水の排出口は3箇所あり、通常、そのうちの2箇所から放流されている。サンプリングを行った当時の製造工程廃水の水量測定結果をFig. 5.3.3に示す。

Fig. 5.3.3 総合廃水の水量測定結果



c. 廃水の水質

各廃水及び総合廃水の水質をTable 5.3.3に示す。サンプル№とサンプリング場所は以下のとおりである。

(№ 1 ~ 2) : LMKPラインの混合廃水

(№ 3) : LMKPラインの水洗廃水

(№ 4 ~ 5) : LMKPラインの水洗ブース廃水

(№ 6) : 総合廃水 (コンポジットサンプル)

Table 5. 3. 3 各廃水及び総合廃水の水質

Items	No.	Name of Sample					
		1	2	3	4	5	6
		Washing & Phosphating (LMKP)	Washing & Phosphating (LMKP)	Rinsing	Varnishing (LMKP) cabinet+2	Varnishing (LTKP)	Effluent
Temp.	(°C)	37	—	--	—	--	11~13
pH	(—)	5.7	5.9	7.5	10	8.5	7.7
COD _{Cr}	(mg/l)	380	650	25	20,000	4,000	36
COD _{Mn}	(mg/l)	200	290	18	6,700	1,300	26
BOD	(mg/l)	230	200	10	3,500	600	30
SS	(mg/l)	180	200	<30	150	750	<30
Oil / Fat	(mg/l)	70	42	8	40	18	16
T-P	(mg/l)	1,500	2,100	37	200	42	4.4
T-N	(mg/l)	16	20	10.4	39.3	70	15.8
Cu	(mg/l)	—	—	—	0.017	—	0.009
Cd	(mg/l)	--	—	—	0.001	—	<0.001
Pb	(mg/l)	--	—	—	1.3	--	0.021
Fe	(mg/l)	23	—	0.67	0.55	—	0.25
T-Cr	(mg/l)	—	—	—	9.7	—	<0.005
Cr ⁶⁺	(mg/l)	—	—	—	7.0	<0.05	0.06
Zn	(mg/l)	—	--	—	0.43	—	0.23
Surfactants	(mg/l)	0.84	2.5	—	1.9	3.3	<0.05
BTX*	(mg/l)	—	—	<0.05	0.38	0.50	<0.05
AOX*	(mg/l)	--	—	—	0.15	<0.02	0.03
LKCH*	(mg/l)	--	—	—	0.05	<0.01	<0.01

(Note) * : Expression as C l

5. 3. 2 水使用合理化

1) 水使用の特徴

- ① この事業所は金属を加工して金庫等の製品を製作している事業所である。典型的な非用水型産業であり、用水量は少ない(109 m³/日)。
- ② 水源は水道水のみである。水の用途はスポット溶接機の冷却用水が80%以上を占め、次いで生活用水等であり、その外の用途は僅少である。

2) 合理化の現状

水源が水道水であるので用水量は測定されているが、回収使用は全く行われていない。

3) 技術的考察

① スポット溶接機の冷却水の循環使用

溶接機14台が同一場所に配置されていること及びあまり低温の冷却用水が必要とされないことから、循環使用の実施は比較的容易である。

循環使用には冷却塔が使用される。ただし、スポット溶接機の先端部分は極めて細いので、通常の開放型冷却塔が使用されると空気中のゴミが循環水中に混入して、先端部分が詰まる恐れがある。

それを避けるためには密閉型冷却塔の使用が好ましい。これは、循環水がパイプの中を流れて空気と直接接触せず、間接的に冷却される形式である。そのため、循環水の汚れは起こらないが、冷却効果が開放型に比べてやや劣ると言う欠点がある。しかし、この欠点は今回の場合では大きな問題とはならない。

② 節水可能な水量

冷却塔使用による節水率は通常90%以上が期待できるが、密閉型冷却塔のため夏期には冷却能力が不足する場合も考えられるので、ここでは冷却水の70%程度と考える。従って、節水可能な水量は約60 m³/日となる。

4) 経済的考察

密閉型冷却塔使用のため設備建設費が開放型に比べやや高価になり、運転費もやや高くなる。しかし、現在の用排水の費用(約200 SIT/m³)と比較すれば、十分経済的に成り立つものと考えられる。

5.3.3 汚濁負荷量削減のための予備処理

1) 廃水の現状

TKO PRIMAT MARIBORでは、塗装方法を粉体塗装に切り換える計画を有し、来年の1997年から検討が開始される。従って、将来には塗装廃水の発生はない。また、塗装前処理設備の改造も併せて計画されるようであるが、製造設備に廃水処理の機能を付加する構造を採用することは、製造に支障をきたす恐れがある。従って、廃水の予備処理装置は製造の最終工程に位置づけ、別途に設置することが望ましい。

a. 廃水処理を必要とする廃水

① 塗装前処理廃水 (4.74 m³/日)

LYKPライン

混合廃水 ; 5.5 m³/21日

水洗廃水 ; 40 m³/21日

LMKPライン

混合廃水 ; 5.3 m³/21日

水洗廃水 ; 40 m³/21日

LTKPライン

混合廃水 + 水洗廃水 ; 5.4 m³/2~3週間 (10.8 m³/21日)

② 塗装水洗ブース廃水 (0.67 m³/日)

LYKPライン

水洗ブース廃水 ; 8 m³/21日

LMKPライン

水洗ブース廃水 ; 2 m³/21日

LTKPライン

水洗ブース廃水 ; 8 m³/2月 (0.19 m³/日)

b. 廃水処理を必要としない廃水

① 溶接冷却水 (90 m³/日)

点溶接用冷却水 ; 84 m³/日

挟撃溶接用冷却水 ; 6 m³/日

② 生活排水

従業員数220人の生活排水が8時間/日、常時排出される。

③ 軟化設備の再生廃水

再生剤にHClは使用されていない。再生廃水の発生頻度は10回/年である。

2) 放流基準

放流水の水質基準をTable 5.3.4に示す。

Table 5.3.4 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 ₃₀	mℓ/ℓ	0.5	10 (b)
5	SAK (色度)	—	—	—
	436 nm	m ⁻¹	7.0	(b)
	525 nm	m ⁻¹	5.0	
	620 nm	m ⁻¹	3.0	
6	毒性試験 (SD)	mg/ℓ	6	—
7	生分解性	%	—	(c)
8	B	mg/ℓ	1.0	10.0
9	Al	mg/ℓ	3.0	(c)
10	As	mg/ℓ	0.1	0.1
11	Cu	mg/ℓ	0.5	0.5
12	Ba	mg/ℓ	—	—
13	Zn	mg/ℓ	2.0	2.0
14	Cd	mg/ℓ	0.2	0.2
		kg/t	0.3 (d)	0.3 (d)
15	Co	mg/ℓ	—	—
16	Sn	mg/ℓ	2.0	2.0
17	T-Cr ⁺	mg/ℓ	0.5	0.5
18	Cr ⁶⁺	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	3.0	(c)
23	Hg	mg/ℓ	0.01	0.01
24	Cl ₂ (遊離塩素)	mg/ℓ	0.5	0.5
25	Cl ₂ (全有効塩素)	mg/ℓ	0.5	1.0
26	N-NH ₃	mg/ℓ	80	(e)
27	N-NO ₂	mg/ℓ	—	—
28	N-NO ₃	mg/ℓ	(f)	—
29	I-CN	mg/ℓ	0.5	10
30	遊離CN	mg/ℓ	0.2	0.2
31	F	mg/ℓ	50	50
32	Cl ⁻	mg/ℓ	(g)	—
33	T-P	mg/ℓ	2.0	—
34	SO ₄	mg/ℓ	(f)	600 (g)
35	S	mg/ℓ	1.0	1.0
36	SO ₃	mg/ℓ	1.0	10
37	TOC	mg/ℓ	30	—
38	COD _{Cr}	mg/ℓ	400	—
39	BOD ₅	mg/ℓ	25	—
40	全油分	mg/ℓ	20	100
41	THC	mg/ℓ	10 (h)	10 (h)
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	1.0 (i)	1.0 (i)
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	10
47	界面活性剤	mg/ℓ	1.0	—

注) (a)~(l); 本工場の適用はない。

3) 予備処理システムの選定

廃水のpHを中和するとともに、塗装水洗ブース廃水が含有する重金属と有機物質の一部の除去することが必要である。凝集沈殿法は一般に塗装廃水の予備処理として最も普及されている技術で、安価な方法でもあることから、本法を選定する。

4) 予備処理装置の概要

(1) ケース-1

塗装前処理廃水と塗装水洗ブース廃水を対象に、含有する重金属、有機物質の一部及びりんを除去を行うものである。

塗装前処理廃水と塗装水洗ブース廃水は、廃水受槽に排出され、均質化されて、揚水ポンプで反応槽に導かれる。ここで、定量の $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 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。次にアニ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、更にアニオンタイプの高分子凝集剤が添加された後、脱水機で脱水処理が行われ、脱水ケーキは埋立て処分場に搬出される。

(2) ケース-2

将来を想定して、ケース-1の処理システムで塗装水洗ブース廃水の処理を除き、塗装前処理廃水のみを対象に処理を行うものである。廃水の処理システムはケース-1と同様である。

5) 設計条件

(1) 廃水の水質

廃水の一般項目の水質をTable 5.3.5に定める。

Table 5.3.5 廃水の一般項目の水質

Items	Name of Waste Water	No.	1	2
			Washing & Phosphating	Varnishing
pH	(-)		5.8	9
COD _c	(mg/ℓ)		245	14,000
BOD	(mg/ℓ)		225	2,050
SS	(mg/ℓ)		190	450
T-P	(mg/ℓ)		1,800	120
T-N	(mg/ℓ)		18	55

(2) 処理水量

a. ケース-1

5.6m³/日 (塗装前処理廃水4.74m³/日 + 塗装水洗ブース廃水0.86m³/日)

b. ケース-2及び3

4.74m³/日 (塗装前処理廃水)

(3) 廃水の流入時間

8h/日

(4) 運転時間

8h/日

(5) 処理水の水質

処理水質をTable 5.3.5にまとめて示す。

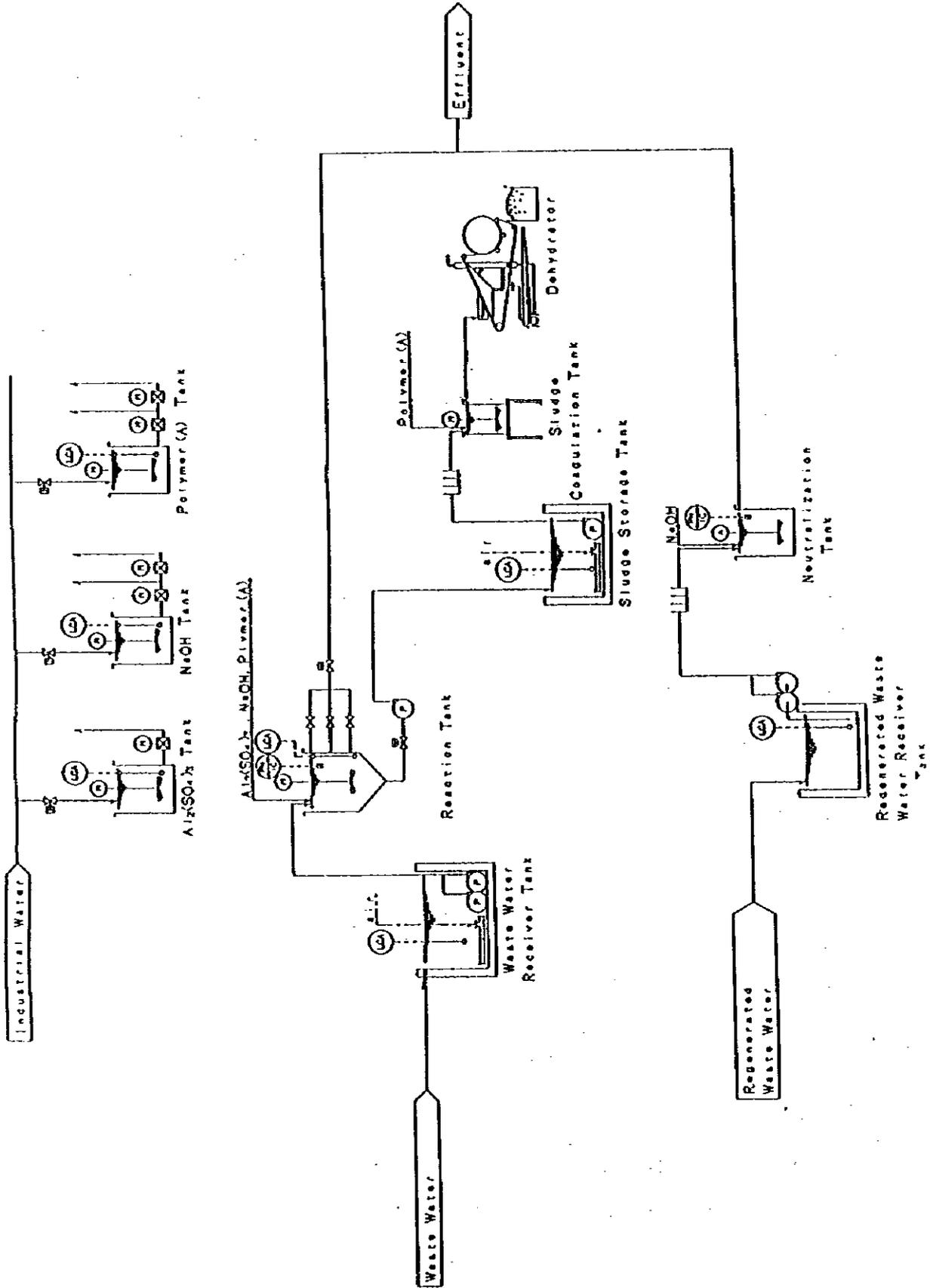
a. ケース-1 : 重金属及びりんの除去ならびに汚濁負荷量が削減される。

b. ケース-2 : pHを中性にするとともに、汚濁負荷量が削減される。

6) フローシート

廃水の処理フローは、ケース-1及びケース-2ともに同様である。予備処理装置のフローシートをFig. 5.3.4に示す。

Fig. 5.3.4 予備処理装置のプロシート



7) 検討結果

(1) 技術的検討

廃水及び処理水の水質・水量ならびに汚濁負荷量をTable 5.3.6に示す。現状の塗装方法では、総合廃水の水質はB T Xの基準を上回る恐れがあるため、凝集沈殿法の採用が必要である。将来の塗装方法では、塗装ブース廃水の発生はないので、凝集沈殿処理を行っても汚濁負荷量の削減効果は少ないが、Pが大幅に削減される。

Table 5.3.6 廃水及び処理水の水質・水量ならびに汚濁負荷量

Kind of Waste Water	Case	Quantity	pH	COD _{Cr}	BOD	SS	T-N	T-P
		m ³ /d		mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)	mg/ℓ (kg/d)
Pre-Treatment of Varnishing	Raw Waste Water	4.74	5.8	245 (1.16)	225 (1.07)	190 (0.9)	18 (0.09)	1,800 (8.53)
	Case-1	4.74	7	1,880 (8.91)	404 (1.91)	30 (0.14)	25 (0.12)	2 (0.09)
	Case-2	4.74	7	196 (0.93)	180 (0.85)	30 (0.14)	18 (0.09)	2 (0.01)
Varnishing	Raw Waste Water	0.86	9	14,000 (12.0)	2,050 (1.76)	450 (0.39)	55 (0.05)	120 (0.10)
	Case-1	0.86	7	1,880 (1.62)	404 (0.35)	30 (0.03)	25 (0.02)	2 (0.02)
Domestic	Raw Water	11		400 (4.4)	200 (2.2)	50 (0.55)	40 (0.44)	7 (0.08)
Total Waste Water	Raw Waste Water	109	7.7	161 (17.6)	46 (5.03)	17 (1.84)	5.3 (0.58)	80 (8.71)
	Case-1	109	7	137 (14.9)	41 (4.46)	7 (0.72)	5.3 (0.58)	2 (0.19)
	Case-2	108	7	49 (5.33)	28 (3.05)	6 (0.69)	4.9 (0.53)	1 (0.09)

(2) 経済性評価

処理装置の設備費と処理費をTable 5.3.7に示す。

Table 5.3.7 処理装置の設備費と処理費

	Equipment Cost	Depreciation &	Running Cost	Total Treatment Cost
	SIT	Interest SIT/m ³ ①	SIT/m ³ ②	SIT/m ³ ①+②
Case-1, Case-2	10,000,000	53	11	64

8) まとめ

現状の塗装方法では、総合廃水の水質はB T Xが基準を上回る恐れがあるため、凝集沈殿法の採用が必要である。

将来、塗装方法が変更されたときには、塗装前処理廃水に基因するp H及びPの対策は凝集沈殿法で十分である。

5-4 A-4 ELEKTROKOVINA Elektromotorji

5-4-1 工場概要

1) 概要

同社の前身は1948年に設立されたELEKTROKOVINA社であり、一時は3500名の従業員を有する大工場であったが、現在は独立後の分割、民営化により約30の中小の工場、企業に整理され、従業員総数も約600名に減少している。同社の現在の従業員数は、252名である。同社の製品は、産業用、工事用、ビル、家庭用などの各種のポンプ、モーターであり、サイズは最大15kw程度の小型である。年間の生産台数はポンプ1万台、モーター4万7千台であり約60%を英独を中心に輸出しているスロベニア最大のポンプ、モーターメーカーである。

資本金：	882,795 千SIT
工場敷地面積：	49,412 m ²
従業員数：	252 人
操業条件：	8 hr/d
生産品目：	ポンプ、モーター
年間生産量：	57,000 台

2) 水源、用途別の水使用量

水源、用途別の水使用量をTable 5-4-1に示す。

3) 水供給先及び廃水排出フローダイアグラム

主要製造工程と廃水排出系統及び水バランスをFigure 5-4-1に示す。

4) 補給水及び廃水の水質

補給水は全量市水である。

廃水の水質をTable 5-4-2に示す。

5-4-2 水使用の合理化

1) 水使用の特徴

製造工程の水使用の殆どは鋳造工程の冷却水であり総量は $130\text{m}^3/\text{d}$ である。

用水は水道水を使用しているが、旧ELEKTROKOVINA時代の供給システムが現在のグループ各社に対しそのまま使用されており、ELEKTROKOVINA TEHNIKA社が管理している。即ち、水道水取水は3箇所で行われ、それぞれ量水計が設けられているが、前記TEHNIKA社が一括管理し、供給先各社から使用量に応じて料金を受取り市に対し支払っている。供給先各社の使用料は、個別の量水計がないため、工場の規模等により決められた率を総水道水取水量に乗じて算定している。当工場は37%と決められている。

2) 合理化の現状

① 当工場には遊休の冷却塔が現存している。以前は鋳造用のアルミ合金インゴットを自社で生産していたが、その時には大量の冷却水が使用されており、冷却塔を設置し循環使用しており合理化はされていた。

② 9基の鋳造機の冷却水は一過式である。出口の水温管理による水量の調整はなされていない模様である。

3) 技術的考察

① 工場入り口への量水計の設置

使用水量を明確にするのが節水の基本である。また、鋳造用冷却水への分岐管にも量水計を設置し、毎日の使用量を管理することが望ましい。

② 鋳造用冷却水の循環使用

この冷却水は冷却塔を使用して循環使用することが可能であり、既存の遊休冷却塔の有効利用が考えられる。同冷却塔は $100\text{m}^3/\text{h}$ の容量なので、能力は充分である。

③ 節水可能な水量

冷却塔使用による節水率は通常90%以上を期待できるが、夏期の気温の上昇を考慮して、ここでは冷却水($130\text{m}^3/\text{d}$)の80%程度と考えられる。従って、節水可能な水量は約 $100\text{m}^3/\text{d}$ となる。

4) 経済的考察

冷却塔使用による冷却水の循環使用に要する費用は、モデル工場及び第二次工場群における検討結果では概ね30-40 SIT/m³となっている。従って、現在の用排水の費用(200SIT/m³)と比較すれば、十分経済的に成り立つものと考えられる。

5-4-3 予備処理及び廃水処理

機械加工の洗浄廃水、塗装ブース廃水が年間それぞれ10m³、34m³発生するが、隣接するELEKTROKOVINA SVETILKE社に処理を委託しており問題はない。

Fig. 5.4.1 PROCESS DIAGRAM and WATER BALANCE DIAGRAM (m³/day)

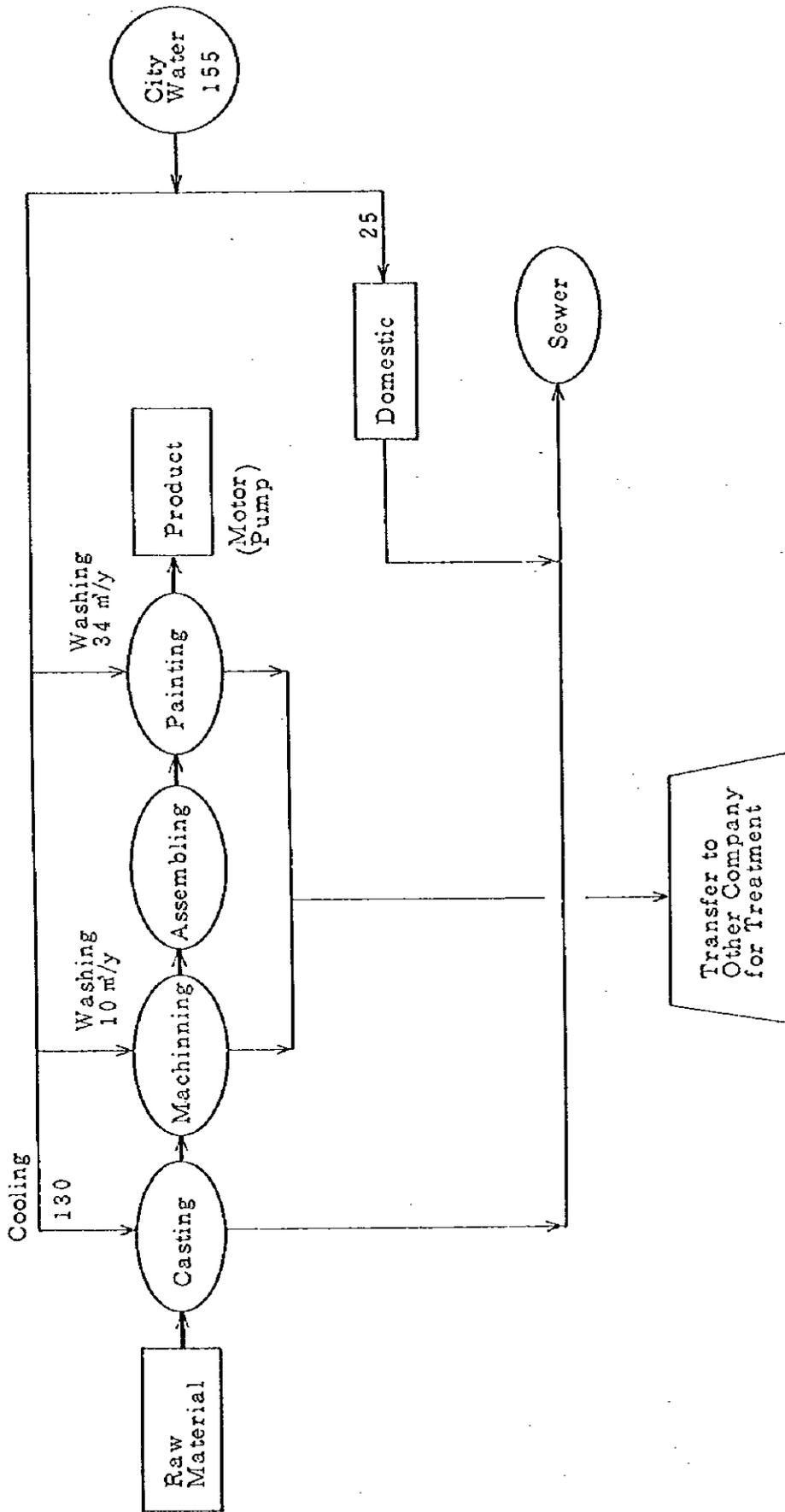


Table 5.4.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Unit: m³/day

Use	Source	Well Water	City Water	River Water	Sub-Total	Recoverd Water	Total
Boiler Feed							
Raw Material							
Washing			A bit				
Cooling			130				
Air Conditioning							
Miscellaneous			25				
Total			155				
					Recoverd Water/Total		%

Note: A value in () shows estimated one

表 5.4.2 各廃水及び総合廃水の水質

Items	No	1	2	3
	Name of Sample	Varnishing & defating	Varnishing solution samples	Effluent
pH	(-)	9.8	7.9	8.0
COD _{Cr}	(mg/l)	3300	3400	47
COD _{Mn}	(mg/l)	1050	2800	15
BOD	(mg/l)	1000	2500	< 5
SS	(mg/l)	95	660	18
Oil / Fat	(mg/l)	460	190	16
T-P	(mg/l)	700	200	2.1
T-N	(mg/l)	16.8	63	32
Cu	(mg/l)	-	0.38	< 0.005
Cd	(mg/l)	-	< 0.001	< 0.001
Pb	(mg/l)	-	11	< 0.004
Fe	(mg/l)	12	12	0.16
T-Cr	(mg/l)	-	17	< 0.005
Cr ⁶⁺	(mg/l)	-	< 0.05	< 0.05
Surfactants	(mg/l)	1.0	2.0	0.45
LKCH*	(mg/l)	-	< 0.01	< 0.01
BTX*	(mg/l)	-	2.8	< 0.05
AOX*	(mg/l)	-	0.23	0.097

(Note) * : Expression as C l

5.5 A-5 HENKEL ZLATORG

5.5.1 工場概要

1) 概要

この会社は 110年の歴史があり東欧諸国に多数のグループ企業を有する Zlatorog 社と、オーストリア Henkel 社が、1990.6.1に設立し、スロベニア独立後初の外国合弁企業となった。スロベニア国内では1996年上期 29位に位置する。Henkel 社は家庭用化学品（洗剤・化粧品など）の大手メーカーであり、化粧品は世界 No.5 に位置する。商品は国際分業で生産しているが、この会社では、洗剤・シャンプー・歯磨き・化粧品を、両者のブランドを使用して 18ヶ国へ輸出している。化粧品生産をポーランドへ移し、1997年からヘアダイ（髪染め）の生産を始める。

資本金:	8,317,517 千 SIT	
工場敷地面積:	28,200 m ²	
従業員数:	575人	
操業条件:	16 hr/日(2 シフト), 249 日/年	
生産品目:	粉洗剤	化粧品
年間生産量:	16,000 t	6,640 t
年間売上高:	130 百万 DM (1995)	

商品の品質・工場の整備改善には留意しており、既に ISO9001 を取得済みである。用水は水源・用途別に定量的に把握しており、排水は毎週定期的に社内で分析し管理している。全般に管理がよく行き届いている。

製造プロセスは、概略次のようになっている。

「洗剤」は、原料受入 → バッチ計量 → 連続スラリー化連続造粒乾燥 →

中間製品サイロ → 香料等連続混合 → 自動包装 → 倉庫出荷

工程内の水は基本的にクローズ化されており、供給水はほぼ全量が乾燥工程で気化する。非定常時に過剰の水が極く少量排出される。これは将来ゼロにできる。

「化粧品」は、延べ 30 台の各種バッチ式ミキサーと、各種製品に対応する自動容器注入機による多品種生産である。バッチ毎に品種が変わるので、都度装置の洗浄水が排出される。

なお、搬入車両プラットフォームの地下に非常事態用一時滞留槽を備えている。

2) 水源・用途別の水使用量

Table 5.5.1 から Table 5.5.3 に示す。

用水は市水と河川水を使用している。水量は両者ほぼ半々である。いずれも月次で記録されている。

3) 水供給および廃水排出のフローダイアグラム

Fig.5.5.1、Fig.5.5.2 に示す。

更に工場レイアウトに排水経路を示した図を Fig.5.5.3、Fig.5.5.4 に示す。

Table 5.5.3 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Place	Use	No.	Process or Equipment	Water Quantity in Operating Day (m ³ /d).cl. to source 1)					Op Hr (h/d)	Op Dy (d/y)
				2) WW	3) PW	4) OW	5) RW	Total		
TPD	Washing Cooling	101	Washing Pow- der Production		20	8	32	60	16	251
	Washing, Meteor Water	102	Raw Material Transfuse Platform		2			2	16	251
TPK 1	Washing Cooling	103	Cosmetics Production		182			182	16	251
TPK 2	Washing Cooling	104	Cosmetics Production		45			45	16	251
TPE	Cooling	105	Plastic Container Production			120		120	24	251
Compressor Station	Cooling	106	Compressor		1300 4	140		144	16	251
Boiler House	Boiler Feed, Other	107	Boiler			108 44		108 44	16	251
TIV-AM	Washing	108	Automechanic Garage		10			10	8	251
	Washing	109	Labs, Canteen, Laundry, Other		54			54	8; 16	251
Office		110	Sanitary Water		22			22	10	251
			Total		339	376	32	747		
						312		683		

Note:

1) Please fill in annual average quantity of operating day.

Please fill in additionally peak quantity in () if seasonal change is high.

2) WW = Well Water; 3) PW = Potable Water; 4) OW = Riverbed and/or surface Water;

5) RW = Recycling Water; 6) CW = Cooling Water

4) 排水の水質

排水の水質は、毎週定期的に社内で分析しているが、1996年8月から11月の平均値データを Table 5.5.4 に示す。今回主要3ヶ所のサンプルを分析した。

結果を Table 5.5.5 に示す。

Table 5.5.5 Quality of Waste Water

Characterization of the sample			1 Catch Basin in TPD factory	2 Effluent 4a	3 Effluent 5
Type of the sample			spot	flow - prop.	time - prop.
Date of sampling			11.12.1996	09.12.1996	09.12.1996
Time of sampling			12:00	8:30 - 18:00	8:30 - 18:00
/					
Parameter	expr.as	Unit			
pH			9.7	9.8	6.7
Suspended solids		mg/l	460	130	310
Colour:					
α (436 nm)		m ⁻¹	37	26	82
α (525 nm)		m ⁻¹	27	20	79
α (620 nm)		m ⁻¹	20	17	80
Total nitrogen:	N	mg/l	11.2	18.1	24
- ammonium nitrogen	N	mg/l	< 0.05	0.34	0.59
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	3.2	12	17
- nitrite nitrogen	N	mg/l	1.0	0.10	< 0.01
- nitrate nitrogen	N	mg/l	7.0	6.0	7.0
Total phosphorus	P	mg/l	0.7	0.6	6.3
COD _{Cr}	O ₂	mg/l	910	660	2400
COD _{Mn}	O ₂	mg/l	360	240	810
BOD ₅	O ₂	mg/l	180	300	1400
Total fat		mg/l			900
Surfactants		mg/l	150	390	270

Table 5.5.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Source Use	City Water m ³ /day	River Water m ³ /day	Sub Total m ³ /day	Recovered m ³ /day	Total m ³ /day
Boiler Feed		44	44	unknown	44
Raw Material				32	32
Washing	134		134		134
Cooling	117	268	385	unknown	385
Domestic	88				88
Total	339	312	651	32	683

Table 5.5.2 Monthly Water Consumption

(1997 Estimated)

Items Month	Total Quantity of Make-up Water (m ³ /day)	Well Water (m ³ /day)	Potable Water (m ³ /day)*	Other (m ³ /day)	Monthly Operating Day (day)
Jan	570		259	311	21
Feb	553		247	296	20
Mar	582		383	459	20
Apr	935		425	510	22
May	1003		455	548	20
Jun	882		400	482	20
Jul	775		351	424	23
Aug	675		306	369	20
Sept	801		363	438	22
Oct	803		364	439	22
Nov	465		209	256	20
Dec	658		296	362	21
Avr**	747		339	408	21

Fig. 5.5.1 Process Diagram of Production Lines

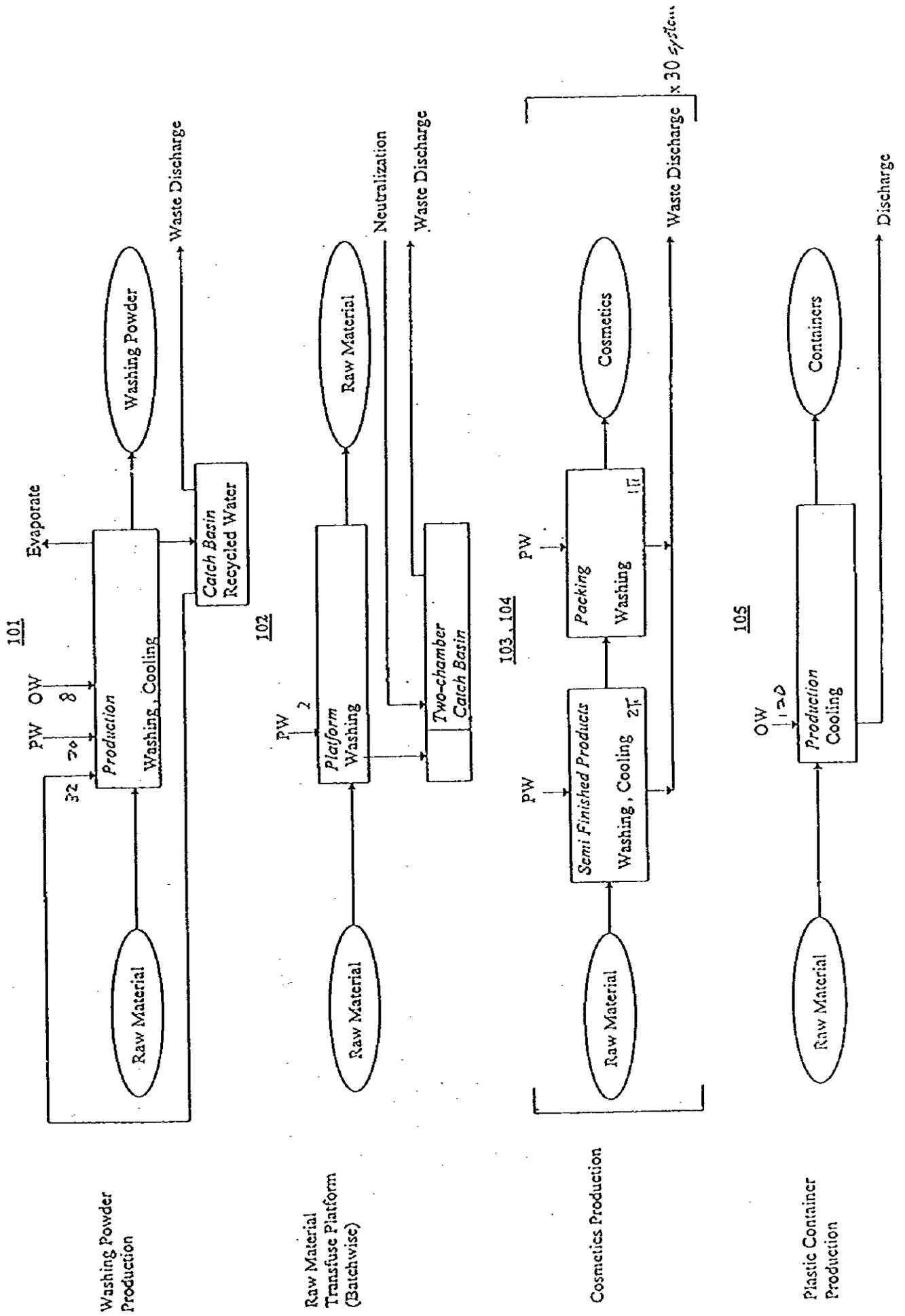
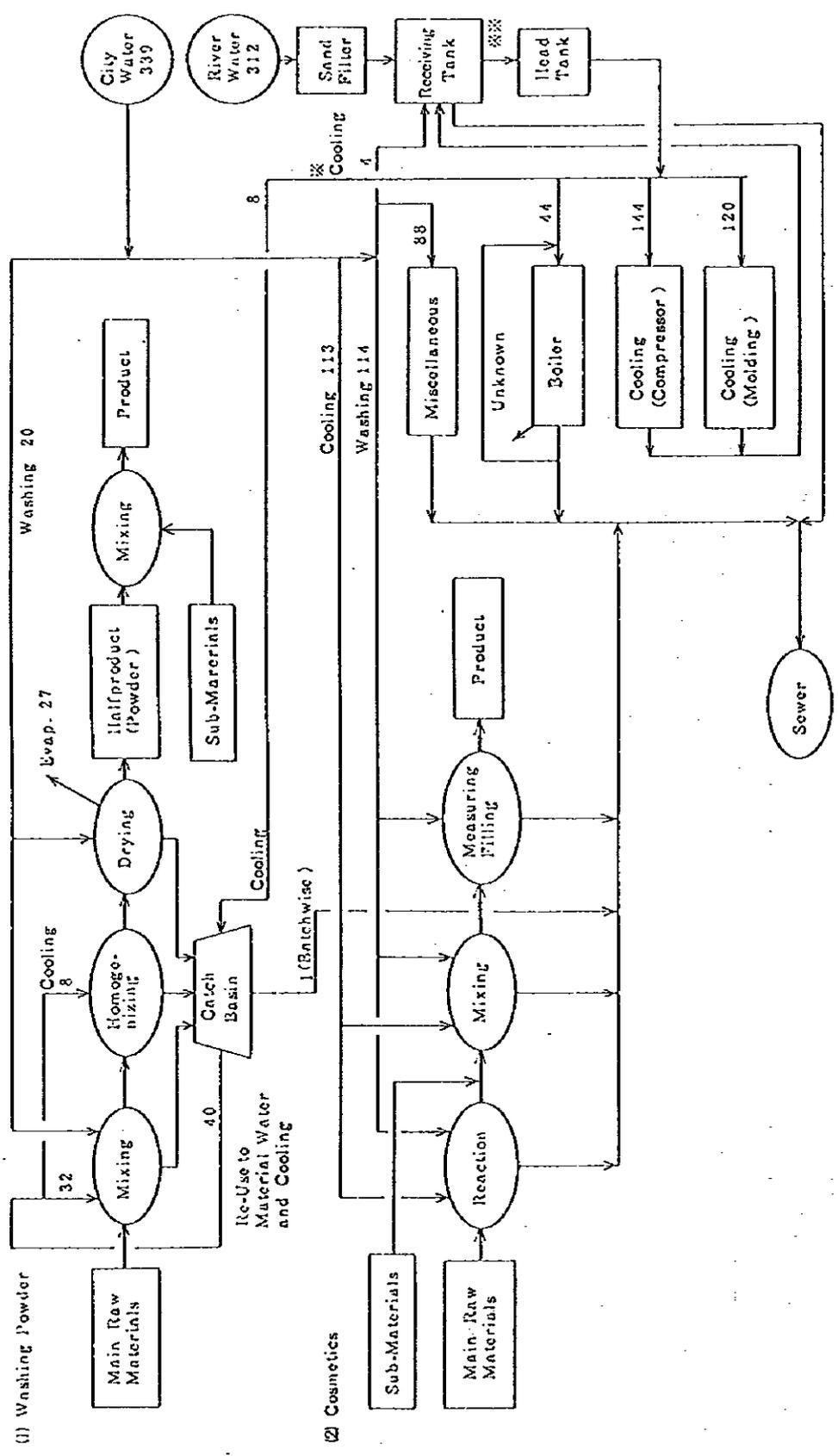


Fig. 5.5.2 Process Diagram and Water Balance Diagram



※ Used in Summer, Ca. 1,000m³/y
 ※※ Temperature of Receiving Tank is held under 25°C

Table 5.5.4

Average results of analysis of waste water Henkel-Zlatorog that runs in the canalisation

Analysed according to the Handbook regulating the control of waste water Henkel-Zlatorog.

Period: VIII. - XI. 1996.

Sampling on sample-points - outlet no..... is carried out manually; spot samples; during the forenoon working shift; weekly or (every two weeks)

Parameter	T °C	pH	COD ₆ mgO ₂ /l	BOD ₅ mgO ₂ /l	Suspended solids mg/l	Sediment. substanc. ml/l	Petrolether soluble mg/l	P mg/l	Al mg/l
Limit value for outlet in canalization	40	6,5-9,5				10	Fats, Mineral oils 100		
Sample-point No.									
1									
2									
3a	21	8,6	810	(230)	397	1,2		5,7	round 3
4a	22	7,6	820	(360)	251	1	44	4,6	
5	21	7,2	2530		456	turbidity line is in the range of 1			
7	18	7,1	240		96	<0,1	5		

Note:

Waste water sample-points according to Figure C of the Questionnaire:

Sample-point No. 1 - the cessation of soap production - there is not waste water

Sample-point No. 2 - the cessation of soap production - there is not waste water

Fig. 5.5.3 Factory Layout and Sewage pipe Location #1

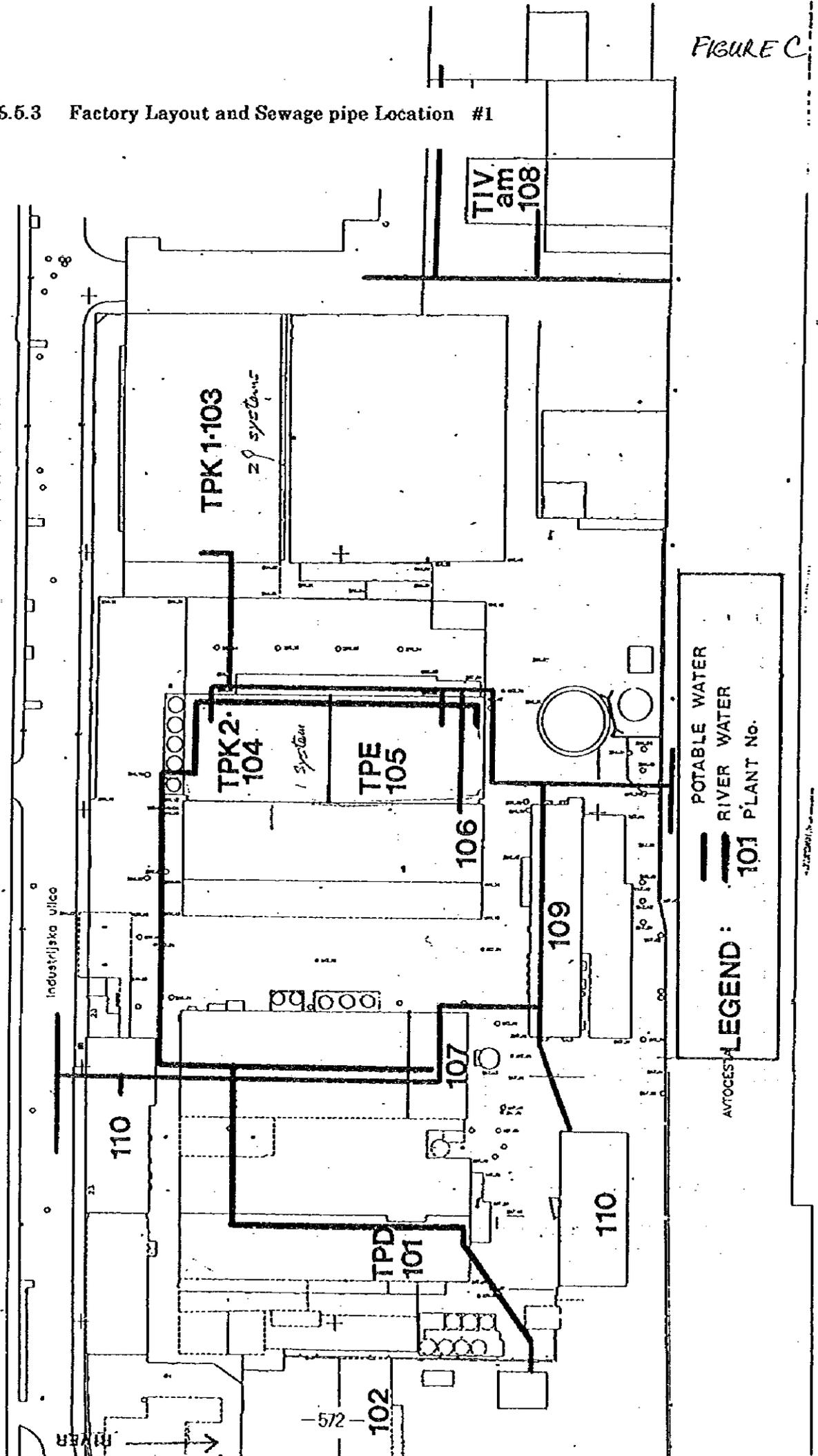
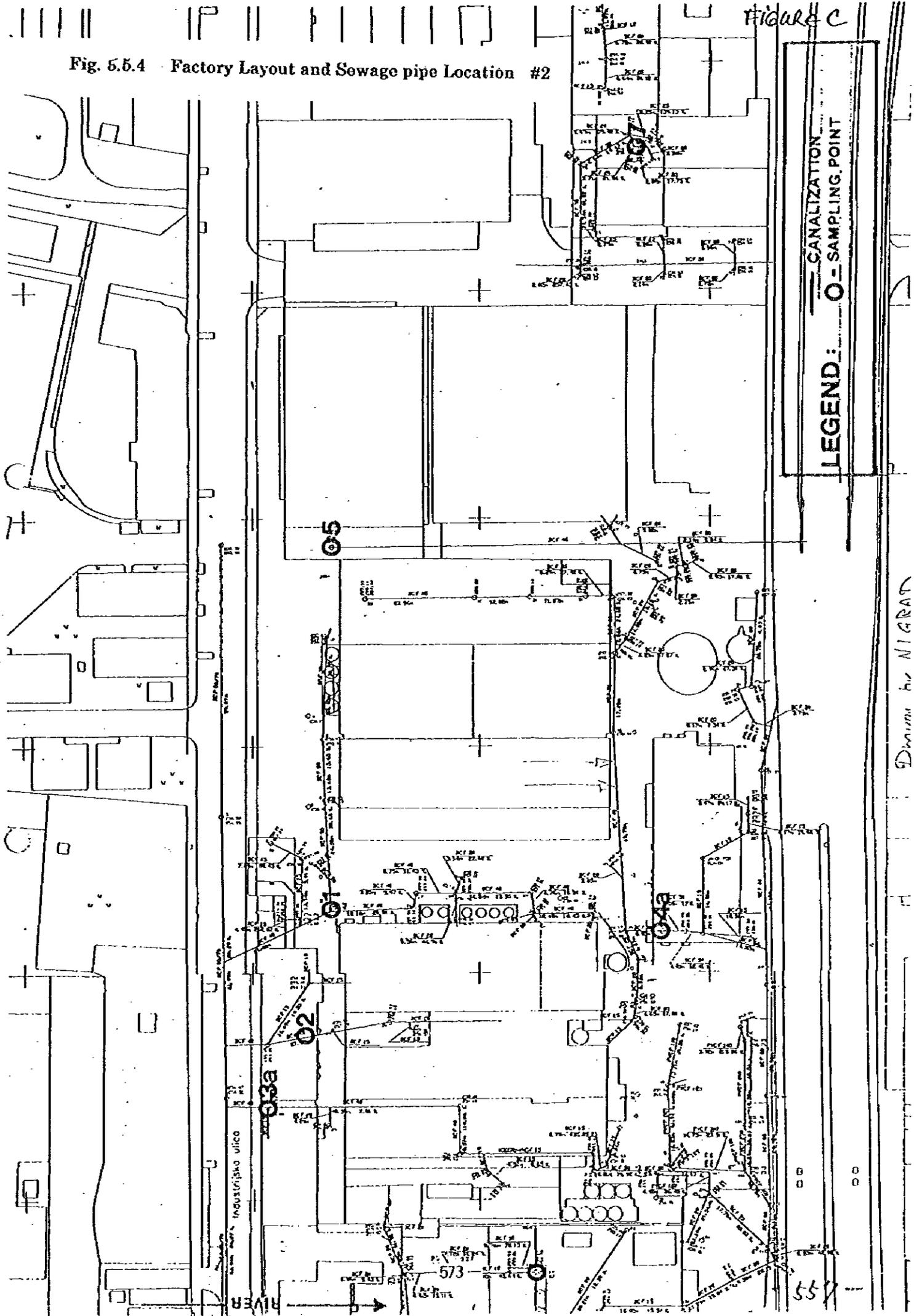


Figure C

Fig. 5.5.4 Factory Layout and Sewage pipe Location #2



CANALIZATION

—

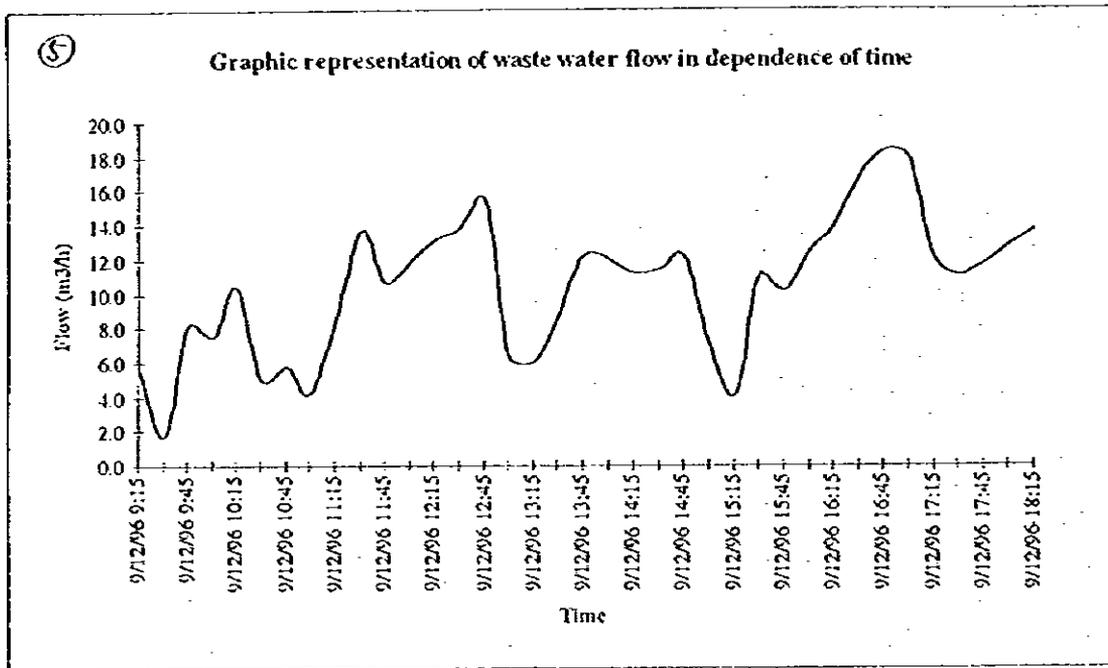
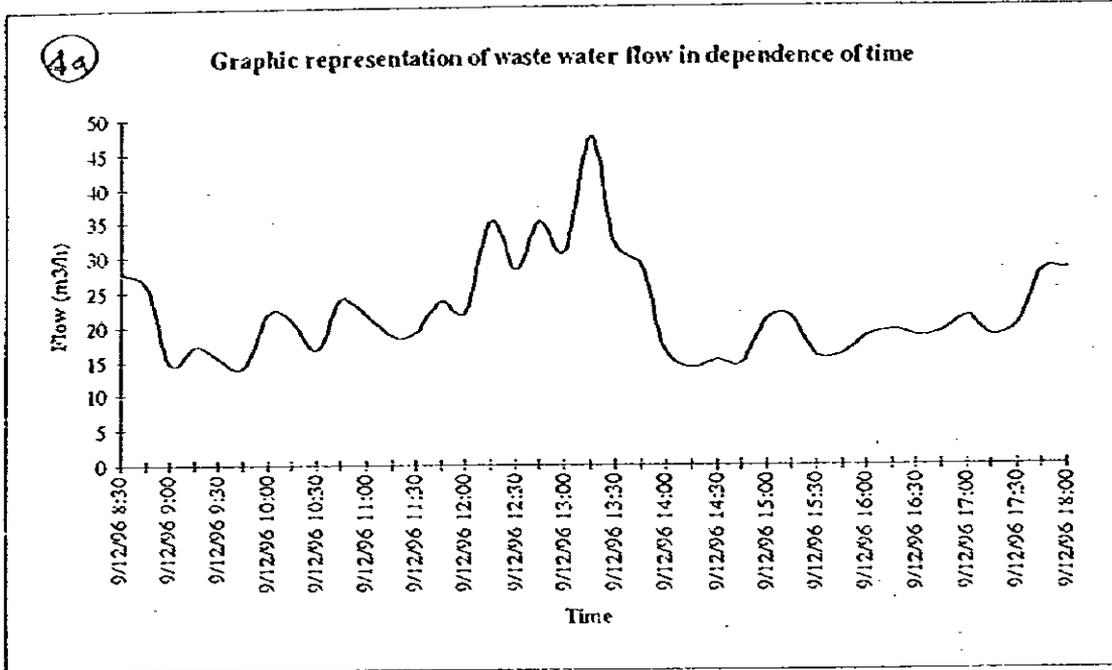
SAMPLING POINT

○

LEGEND:

D. NIGRAT

Fig. 5.5.5 Flow of Wastewater at (4a) and (5)



5. 5. 2 水使用合理化

(1) 水使用の特徴

- ① この事業所は化学工業に属しているが、製造工程は物理化学的操作が主体で、反応操作はほとんど行われていない。従って、用水量はあまり多くない。
- ② 水源は水道水と河川水である。前者は製造工程と生活用に、後者はボイラー用と空気圧縮機等の冷却用に使用されている。
- ③ 製造工程に使用されている用水（247 m³/日）の約55%は装置の洗浄用で、残りは反応・混合操作の冷却用である。
- ④ 河川水は砂ろ過処理された後、高架水槽を通じて供給されている。

(2) 合理化の現状

- ① 河川水には量水計は設置されていない。揚水ポンプの稼働時間が計測されて用水量が推定されている。
- ② 洗剤の製造工程はほぼ完全なクローズドシステムになっている。ここでは、装置の洗浄用と少量の冷却用に供給された補給水は全て回収され、先ず原料の溶解用を使用される。その水は原料が乾燥される際に大部分は蒸発され、一部は製品に含まれる。したがって、外部に排出される廃水はほとんど無い。
- ③ 製造工程及び空気圧縮機等の冷却用水は、全て回収水槽に回収され循環使用が行われている。しかし、冷却塔などの冷却装置が設置されていないため、回収率は低いもの（50%以下）と推定される。

このうち製造工程の冷却用水は使用個所が分散しているため、完全な循環使用はかなり困難である。後者（空気圧縮機及び容器の射出成形機の冷却用水）は、使用個所が各々一個所に集約されているので、完全な循環使用は容易である。

(3) 技術的考察

① 河川水に量水計を設置

現在でも水量の推定は行われている。しかし、河川水の用排水には相当の費用（100 SIT/m³以上）が必要とされるので、是非量水計が設置されて、十分な用水量の管理がなされる必要がある。

② 空気圧縮機及び容器の射出成形機の冷却用水の完全な循環使用

両者の使用個所が各々一個所に集約されていること及びあまり低温の冷却用

水が必要とされないことから、冷却塔使用による完全な循環使用の実施は容易である。

③ 節水可能な水量

冷却塔使用による節水率は通常90%以上が期待できるが、夏期の気温の上昇を考慮し、節水可能量は現在の補給水量の80%程度と考える。従って、節水可能な水量は約220 ㎥ / 日となる。

(4) 経済的考察

冷却塔使用による冷却水の循環使用に要する費用は、モデル工場及び第二次工場群における検討結果では概ね 30-40 SIT / ㎥となっている。従って、現在の用排水の費用 (100 SIT / ㎥以上) と比較すれば、十分経済的に成り立つものと考えられる。

5.5.3 予備処理

1) 現状

①下水放流口は7ヶ所あるが、内2ヶ所は現在排水がない。搬入車両プラットフォーム部分に油水分離装置が設置されている他には、特に予備処理設備がない。

②製造工程からの排水には製品が薄まった状態で含まれる。CODは非常に高いが、下水への放流基準にCODの規制値がないので問題にならない。製品の構成物質は生物易分解性（いわゆるソフト）であるので、中央処理場で処理できるものである。

③工程排水は界面活性剤の影響で泡を発生する。しかし下流にある下水ポンプ場で観察すると、殆ど泡が認められない程度に希釈されている。

④1997年に生産を計画しているヘアダイの排水については、模擬排水サンプルについて水質分析を実施した。

Table 5.5.6 Result of Fenton Method Test

	Sample	Fenton Method
Wastewater from Hair-dye Plant	Simulated sample	FeSO ₄ 100 ppm H ₂ O ₂ 200
Parameter		
pH	10.2	2.2
SS mg/L	4,700	
Color	intensive violet	brown-yellow
α (436nm) m ⁻¹	82	82
α (525nm)	79	79
α (620nm)	83	83
t - N mg/L	436	
t - P mg/L	7.5	
COD _{Cr} mg/L	15,700	17,000
COD _{Mn} mg/L	2,500	
BOD ₅ mg/L	2,000	
t - Fat mg/L		
Surfactants mg/L	210	

2) 汚濁負荷低減のための予備処理方法の検討

将来 BOD、COD等の負荷によって下水料金が決まる事態に対応するため検討する。

COB成分を	回収再利用	クローズド化
	分離除去	濃縮分離
		凝集分離
	分解	化学分解
		オゾン処理
		嫌気性生物処理

①粉末洗剤の場合は、あと僅かな工夫で完全クローズド化が可能である。現在、回収水槽に市水を補給しているが、補給する液面管理を今より低いレベルにすることによって、切替時など非定常時に溢れている $1 - 2 \text{ m}^3$ 程度の回収水を吸収する余裕ができる。

②濃縮分離は、化粧品の場合には排水量が $180 \text{ m}^3/\text{d}$ と多いので困難であるが、計画中のヘアダイの場合には排水量が $1 \text{ m}^3/\text{d}$ と小さく実現性がある。また必須の油分対策としても有効である。濃縮分の再利用は、製品ヘアダイの性格上、粉末洗剤とは違って、機能や色が微妙であるために困難と思われる。一般には蒸発乾固して固形廃棄物として焼却あるいは廃棄処分にする。熱量が充分にあれば、濃縮液をボイラー燃料に混合して燃焼することも考えられる。

③化粧品・ヘアダイの場合、排水の凝集処理は困難である。ジャーテストで広範な条件を試行したが、無機凝集剤が全くフロックを形成しなかった。

④ Fenton 処理による酸化分解は、見掛けの色に歴然と変化が認められるが、吸光度・CODの測定値が下がらない。しかも、高コストであること、結局は総合的な汚濁負荷を増やしていること、などの問題があり適当でない。

⑤オゾン処理による分解も、Fenton 処理のテスト結果から見て難しい。

⑥嫌気性生物処理は、化粧品の排水処理の場合、検討するに値する方法である。処理結果が良好な場合は、ヘアダイの排水処理にも適用できると思われる。

3) 予備処理設備の概要

Case 1 化粧品排水 (4a, 5) の嫌気性生物処理

4a には化粧品工場以外の排水も含まれるが、5 の排水と合わせて処理する。
非常に高いCOD、BODおよびFatの削減を目的とする。

原水のpHはほぼ中性であり、粗大なSS分もないので、そのまま約35Cまで加温し、Anaerobic Reactor で処理する。Reactor の型式は固定床方式 (Fix bed System)を選定した。

加温用熱源を節減するために、処理水と排水を液・液熱交換し、不足分をスチームで補う。Reactor から発生するガスはボイラーの熱源として回収できる。

Fig. 5.5.6 Flowsheet of Cogulation Sedimentation System

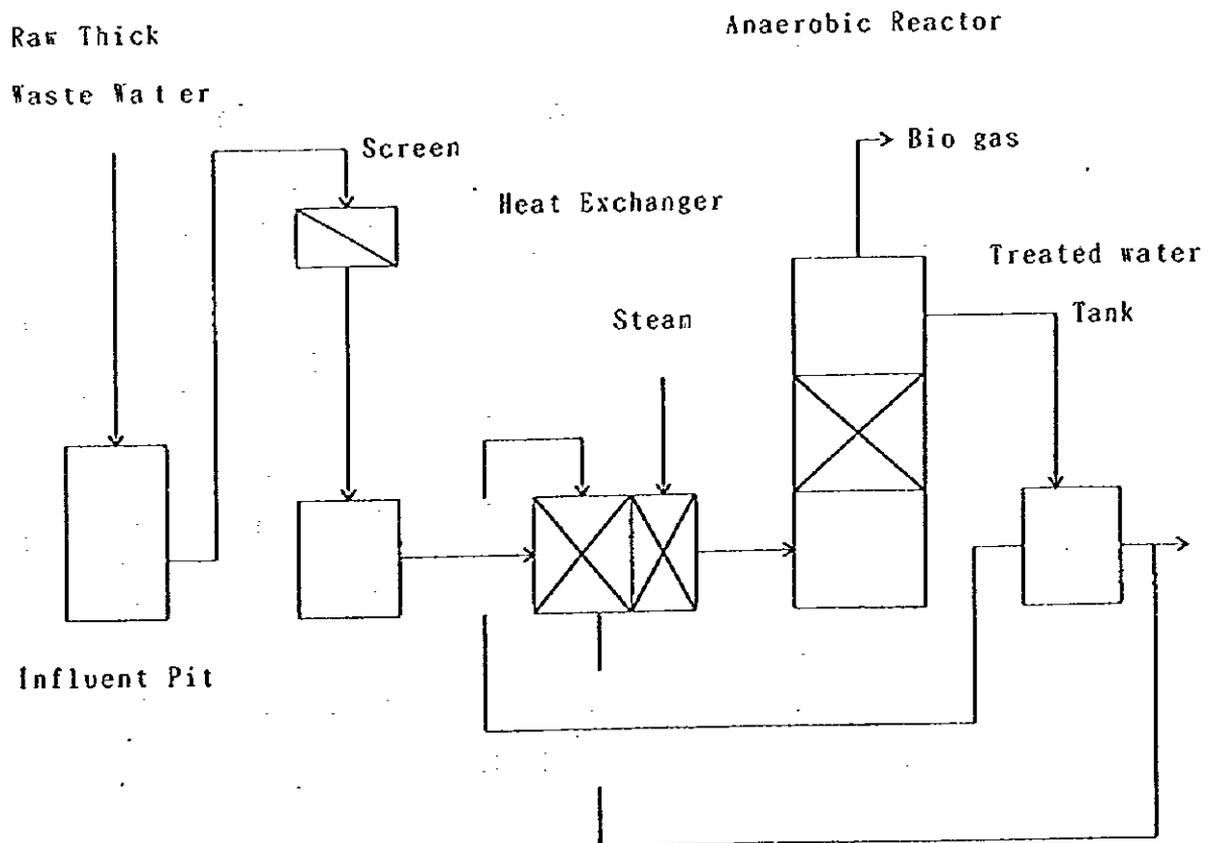


Table 5.5.6 廃水および処理水の水質ならびに汚濁負荷量

Kind of wastewater	Quantity m ³ /d	CODcr mg/L (kg/d)	BOD mg/L (kg/d)	pH ()	SS mg/L (l/m)	t-Fat mg/L (kg/d)	t-P mg/L (kg/d)
Wastewater outlet 4a	200	660 (132)	300 (60)	9.8	130 (26)		0.6
outlet 5	100	2,400 (240)	1,400 (140)	6.7	310 (31)	900 (90)	6.3
*1 Total (4a + 5)	300	1,240 (372)	670 (200)	9	190 (57)	300 (90)	2.5
*2 Case-1 Anaerobic treated	300	370 (110)	200 (60)	8	190 (57)	< 100	< 2

注) *1: 化粧品排水の水質

*2 CASE-1 : 化粧品排水を予備処理(嫌気性生物処理)した場合

Table 5.5.7 予備処理装置の設備費と処理費

	Equipment cost SIT	Depreciation & Interest SIT/m ³	Running Cost SIT/m ³	Total treatment cost SIT/m ³
CASE-1	39,300,000	36	81	117

Table 5.5.7 の処理コスト 117 SIT/m³ は、水量 300m³ に対する値である。
総排水量 700m³ に対する値に換算すると、50 SIT/m³ になる。

5.6 A-6 SWATY Tovarna umetnih brusov

5.6.1 工場概要

1) 概要

SWATYは、工業用回転砥石の専門メーカーである。国内に有力な競合メーカーがある。品種数が40,000、製品の80%以上が受注生産、生産量の80%を欧州・米国に輸出し、年商25M-DM(約20億円)を挙げて、比較的順調である。

資本金:	2,124,000 千 SIT
工場敷地面積:	39,779 m ²
従業員数:	451人
操業条件:	8 hr/日(一部2シフト), 260日/年
生産品目:	回転砥石(ダイヤモンド、セラミック、強化レジン、レジン)
年間生産量:	44,000カート、667t、1,072t、465t
年間売上高:	25 百万 DM

製造プロセスは、ダイヤモンド、セラミック、レジンの素材別に構成されているが、製造方法はいずれも基本的には同じで、次のようになっている。

原料受入 → 計量混合 → プレス成形 → 焼成 → 仕上整形 → 倉庫出荷

2) 水源・用途別の水使用量

Table 5.6.1、Table 5.6.2 および Fig. 5.6.1に示す。

Table 5.6.1 Quantity of Consumed Water Classified by Source and Use

Source	Well Water	City Water	River Water
Use	m ³ /day	m ³ /day	m ³ /day
Boiler Feed		1	
Washing		3	
Cooling		120	
Domestic		25	
Total		149	

用水は全量市水を使用している。4系統の受水管があり、月次の水量が継続的に記録・管理されている。年間水量は1995年 38.905t、1994年 38.185tである。

用途別の水量は充分には把握されていないが、1日平均 150t の水量について、冷却水が最も多いと見込まれる。生活排水は約 400人に対してせいぜい 40t 程度であろう。蒸気は大型砥石の乾燥時に水分補給に使うだけ、温水ボイラーは暖房用で循環使用しており大した水量ではない。接着用デキストリンの調合も水量は随くわずかである。砥石原料のミキサーの洗浄水は、2年に1回外部検査機関で水量調査と水質分析をしているが、1995年のデータによれば使用水量が1日 3m³程度である。今回の調査でも 5 m³程度であることが確認された。

3) 水供給および廃水排出のフローダイヤグラム

Fig. 3.6.2 に示す。更に工場レイアウトに排水経路を示した図を Fig. 3.6.3 に示す。

4) 補給水および排水の水質

補給水は全量市水を使用しているため、補給水の水質は省略する。排水については、下水放流口が6ヶ所あるが、工場排水として主要な放流口は1ヶ所である。その主要な排水口と原料のミキサー洗浄水に関して、サンプルを採取し分析した。排水量の殆どが冷却水であり、ミキサー洗浄水以外は水質上全く問題にならない。ミキサー洗浄水の水量は 5 m³程度で、単独の水質も放流基準を満足している。結果を Table 3.6.3 から Table 3.6.* に示す。

Table 5.6.2 Water Consumption

	Titova c60	Titova c62	Primorska	Jadranska	month total	year total	
1994. 1	109	66	1	1	2,003	2,179	
. 2	130	87	2	2	3,042	3,261	
. 3	172	75	2	2	2,460	2,709	
. 4	135	88	2	2	2,354	2,579	
. 5	187	92	1	1	3,484	3,764	
. 6	153	90	2	2	3,436	3,681	
. 7	359	116	2	2	3,404	3,881	
. 8	102	91	2	2	3,306	3,501	
. 9	132	58	2	2	3,344	3,536	
. 10	127	53	2	2	3,327	3,509	
. 11	33	119	0	0	2,467	2,619	
. 12	21	56	1	1	2,899	2,977	38,196
1995. 1	8	56	2	2	2,987	3,053	
. 2	52	97	2	2	2,631	2,782	
. 3	103	90	1	1	3,269	3,463	
. 4	105	85	1	1	2,989	3,180	
. 5	50	95	1	1	2,041	2,187	
. 6	127	99	2	2	2,857	3,085	
. 7	157	148	2	2	3,396	3,703	
. 8	140	116	1	1	3,034	3,291	
. 9	59	98	1	1	3,186	3,344	
. 10	131	135	1	1	3,976	4,243	
. 11	59	89	1	1	3,196	3,345	
. 12	52	117	1	1	3,059	3,229	38,905
1996. 1	57	94	1	1	3,575	3,727	
. 2	89	96	1	1	3,447	3,633	
. 3	599	274	1	1	3,438	4,312	
. 4	120	122	1	1	3,047	3,290	
. 5	106	180	1	1	4,622	4,909	
. 6	130	167	1	1	3,726	4,024	*23,895
. 7	254	278	1	1	4,415	4,948	
. 8							
. 9							

Fig. 5.6.1 Water Consumption

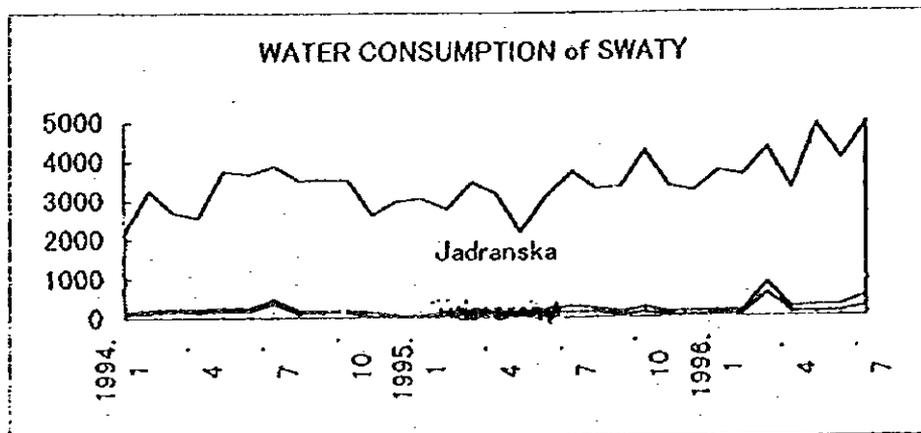
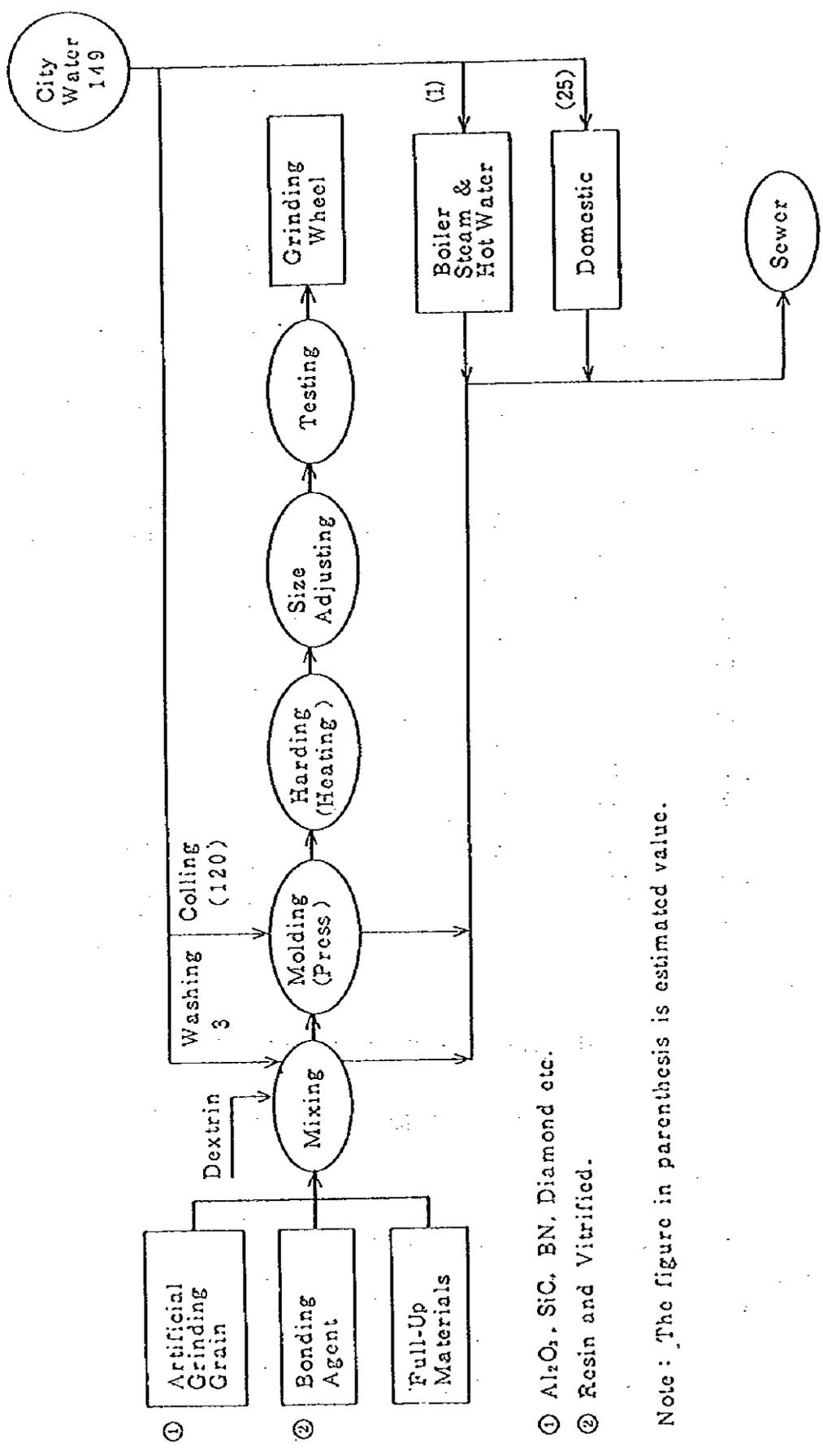


Fig. 5.6.2 Process Diagram and Water Balance Diagram (m³/day)



- ① Al₂O₃, SiC, BN, Diamond etc.
- ② Resin and Vitrified.

Note: The figure in parenthesis is estimated value.

Fig. 5.6.3 Factory Layout and Sewage Pipe Location

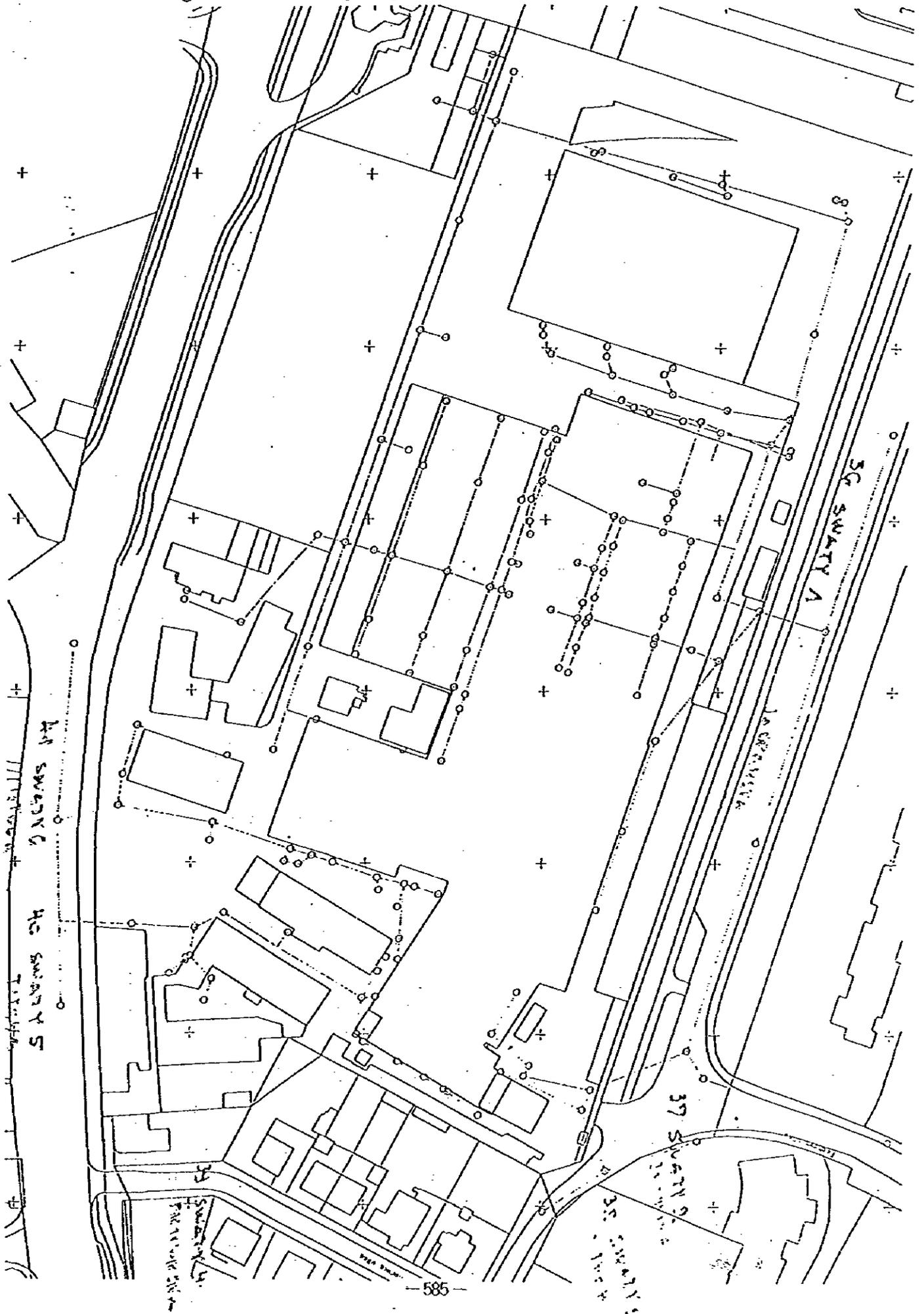


Table 5.6.3 Quality of Waste Water

Characterization of the sample			Final outlet from the factory	Washing water of mixers
Type of the sample			time - prop	flow - prop.
Date of sampling			03.12.1996	03.12.1996
Time of sampling			6:00 - 15:00	6:00 - 14:15
Lab. No.			12362	12361
Parameter	expr. as	Unit		
pH			8.7	9.5
Suspended solids		mg/l	47	850
Total nitrogen:	N	mg/l	10.5	
- ammonium nitrogen	N	mg/l	2.4	
- Kjeldahl nitrogen	N	mg/l	2.5	
- nitrite nitrogen	N	mg/l	0.5	
- nitrate nitrogen	N	mg/l	7.5	
Total phosphorus	P	mg/l	0.8	
COD _{Cr}	O	mg/l	130	300
COD _{Mn}	O	mg/l	32	100
BOD ₅	O	mg/l	50	60
Total fat		mg/l	7	40
Phenol		mg/l	0.05	3.6

Fig. 5.6.4 Flow of Main Process Waste Water

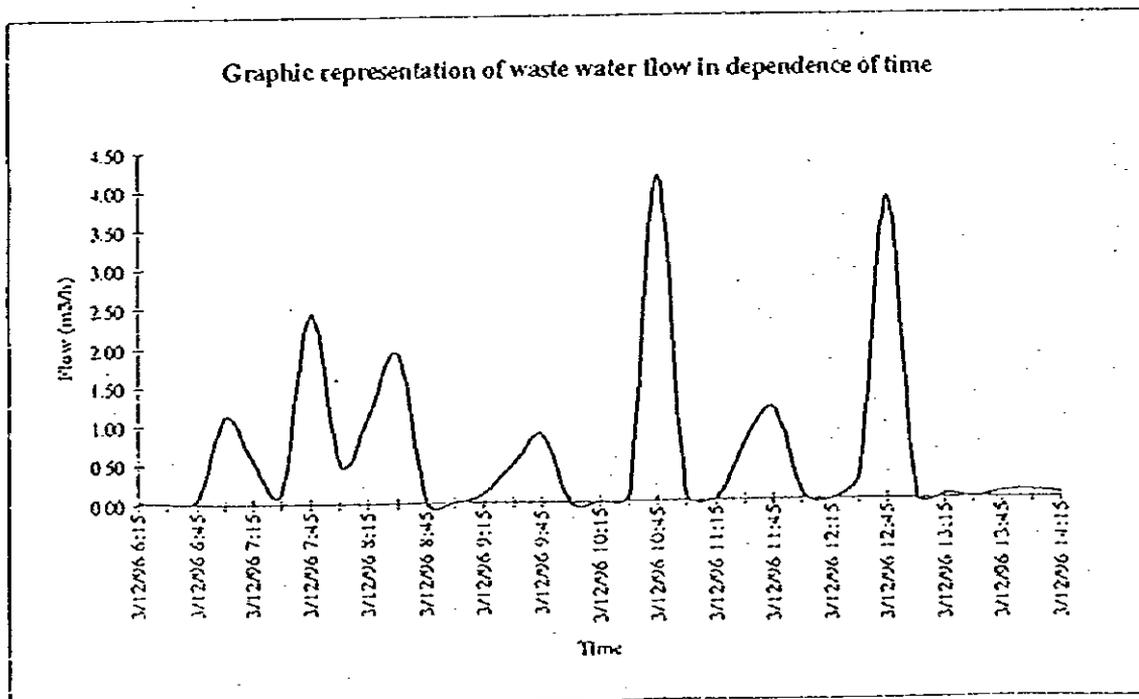


Table 5.6.4 Quality of Wastewater

(Dec. 1995)

Parameter	Izražen kot	Enota	Metoda	Vzorec f Lab.št. 8378	Mejne vrednosti za iztok v kanalizacijo
Splachni parametri					
Opis				notna z usedlino, vonj	
pH-vrednost			DIN 38404-C5	7,7	6,5-9,0
Elektroprevodnost		µS/cm	DIN 38404-C3	590	-
Raztopljene snovi		mg/l	DIN 38409-H1-2	450	-
Raztopljene anorganske snovi		mg/l	DIN 38409-H1-3	300	-
Neraztopljene snovi		mg/l	DIN 38409-H2-2	1600	-
Usedljive snovi		ml/l	DIN 38409-H9	10	-
Organski parametri					
KPK	O ₂	mg/l	DIN 38409-H41	140	-
BPK ₅	O ₂	mg/l	DIN 38409-H51	50	-
Ekstrakt (mase, olja)		mg/l	DIN 38409-H17	9	-
Fenolni indeks	fenol	mg/l	DIN 38409-H16-1	0,035	2,0
Formaldehid		mg/l	-	0,5	5,0
Skupni ogljikovodiki		mg/l	DIN 38409-H18 mod	1,6	20
Biološki parametri					
Test strupenosti - Offhaus		%	DEVL 2 mod	< 10%	neg.

5. 6. 2 水使用合理化

(1) 水使用の特徴

- ① この事業所は化学工業に属しているが、反応操作はほとんどなく、生産工程は混合・圧縮・加熱等の物理化学的操作から成り立っている。従って、機械工業と同じ様な非用水型産業であり、用水量は少ない(149 m³/日)。
- ② 水源は水道水のみである。水の用途はプレス機の冷却用水が80%以上を占めているものと推定される。残りは生活用水であり、その外の用途は僅少である。

(2) 合理化の現状

水源が水道水であるので用水量は測定されているが、回収使用は全く行われていない。

(3) 技術的考察

① プレス機の冷却水の循環使用

大型プレス機6台がほぼ同一場所に配置されていること及びあまり低温の冷却用水が必要とされないことから、冷却塔使用による循環使用の実施は容易である。ただ、小型のプレス機も多数あることから、全ての機械についての循環使用は困難である。

② 節水可能な水量

冷却塔使用による節水率は通常90%以上が期待できるが、全機械についての実施が困難であることと夏期の気温の上昇を考慮して、ここでは冷却用水(推定120 m³/日)の60%程度と考える。従って、節水可能な水量は約70 m³/日となる。

(4) 経済的考察

冷却塔使用による冷却水の循環使用に要する費用は、モデル工場及び第二次工場群における検討結果では概ね30-40 SIT/m³となっている。従って、現在の用排水の費用(200 SIT/m³以上)と比較すれば、十分経済的に成り立つものと考えられる。

5.6.3 予備処理

①排水量の殆どが冷却水であり、ミキサー洗浄水以外は水質上全く問題にならない。ミキサー洗浄水は量が5 m³程度しかなく、単独の水質としても放流基準満足している。全体としては約50倍に希釈されるので、前処理の必要はない。

②レジン系砥石の製造に際して、有機系の排ガスが放出されるが、現状では特に処置をしていない。将来排ガスの規制がなされる場合には、アフターバーナによる無害化か、スクラバーによる水洗が適用されるものと思われる。水洗を適用する場合には、有機系の汚濁成分を検討する必要があるだろう。

JICA