

Table 5.5.25 STIND Production Data

Plant	Machine	Unit	Today			Cumulative Sum		
			Plan	Actual	A/P %	Plan	Actual	A/P %
#1	#4	1,000 pcs	67.7	61.2	90.4	526.5	517.7	98.3
#2	#3	1,000 pcs	37.8	40.9	108.2	295.7	295.9	100.1
#2	#4	1,000 pcs	33.0	24.7	74.8	280.9	292.7	104.2
#2	Total	1,000 pcs	70.8	65.6	92.7	578.6	588.6	101.7

Table 5.5.26 #2 Plant Production Yield

Machine	Name	Speed		Output Yield	
		pcs/min	1,000 pcs/d	1,000 pcs/d	%
#3	UZO	34.0	49.0	40.9	83.5
#4	SCHWEPS	29.5	42.5	24.7	58.1
Total			91.4	65.6	71.7

(2) 徐冷炉 (Annealing Lehr)

3号機の製びん機出口、及びレヤー入口のびん温度を測定した結果、それぞれ平均値で590℃、505℃であった。

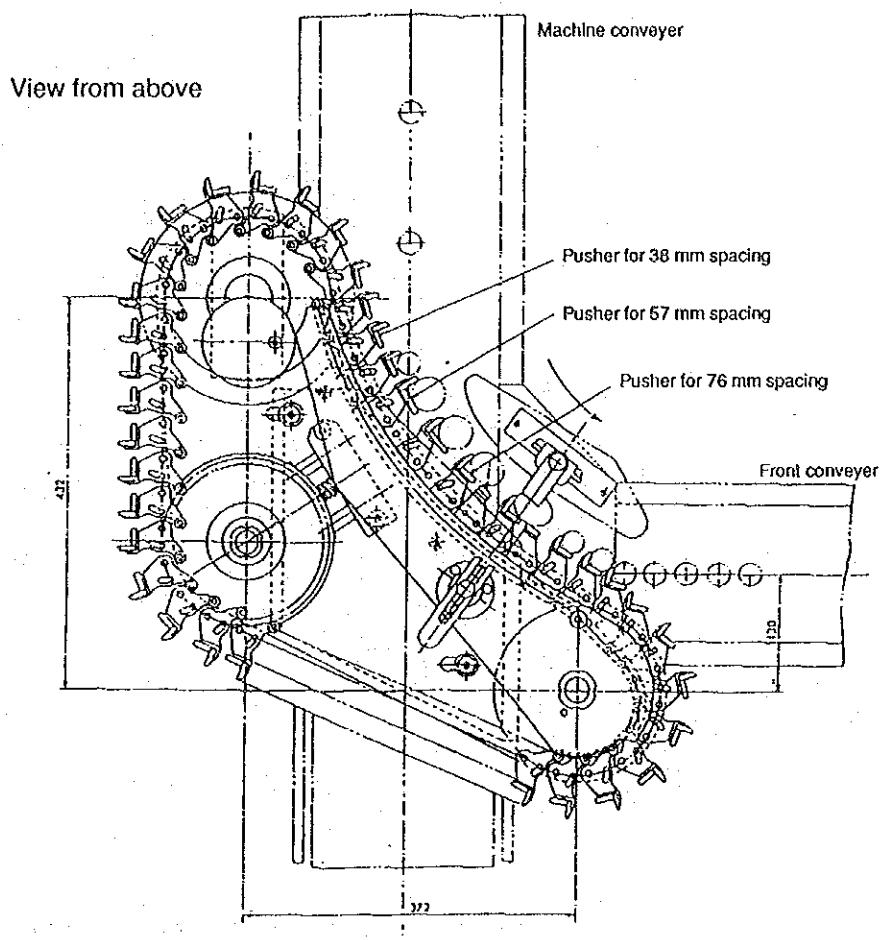
また、この徐冷炉のヒーター電力は平均値で59 kWであったので、エネルギー原単位は次のようになる。

$$59 \text{ kWh/h} \times 860 \text{ kcal/kWh} \div 1,020 \text{ kg/h} = 49.7 \text{ kcal/kg-glass}$$

この値は最近の日本での平均的な値である40 kcal/kg-glassと比較しても遜色がない。コンベヤー上での放熱を防ぎ、レヤー入口での製品温度を上昇させれば電力をさらに節減することができる。

レヤー入口には Ware Transfer が設置されてなく、レヤーに入る際びんとびんが接触していた。これがスタッカーでの倒びんの原因ともなっており、また品質低下の原因ともなっている。予め設定した間隔でびんをお互いに接触させることなく移送できる Ware Transfer の設置を推奨する。Ware Transfer の一例を Figure 5.5.12 に示す。

Figure 5.5.12 A Kind of Ware Transfer



(3) 製品化学組成・計算物理特性

当工場のガラス組成は Table 5.5.27 に示すように、日本の代表的なびん工場（A、B、C、D）の Flint びんに比較して、 Fe_2O_3 、 R_2O (Na_2O) が多く、 RO (CaO 、 MgO) が少ない。また、溶解温度 (Log 2) は $30^\circ C$ も高い。高温での粘性低下に寄与する CaO 成分が少ないので、 Na_2O が多い割には溶解性が良くない。

溶解性を改善する調合比の案を Table 5.5.27 の右端および Table 5.5.28 に示した。この案ではわずかながら MgO が増加するが、現在も MgO が高めでフレークスの危険があるので、注意する必要がある。

この調合案を実施すれば原料コストの低下も期待できる。日本における実績では、溶解温度を $10^\circ C$ 下げることにより、 $2.7 \text{ kcal} \times 10^4 / \text{t-Glass}$ の原単位の向上がみられた。調合変更により溶解温度を $14^\circ C$ 下げることにより $3.8 \times 10^4 \text{ kcal} / \text{t-Glass}$ の原単位の向上が期待できる。

調合変更は一度に行わず、10回位に分け、かつ4日以上の間隔をあけて徐々に変更するようになる。

Table 5.5.27 Properties of Products

Item	Unit	STIND	A	B	C	D	Proposal
SiO ₂	%	73.20	72.60	72.20	72.30	72.40	72.19
Al ₂ O ₃	%	1.81	1.72	1.96	1.62	2.04	2.06
Fe ₂ O ₃	%	0.104	0.034	0.041	0.040	0.047	0.115
CaO	%	7.02	11.22	11.26	11.11	10.98	7.53
MgO	%	3.71	0.11	0.23	0.23	0.20	4.00
Na ₂ O	%	14.15	13.10	12.50	13.20	12.50	14.10
K ₂ O	%		0.67	1.22	1.01	1.26	
Total	%	100.00	99.45	99.41	99.51	99.43	100.00
Log 2	°C	1,493.6	1,451.9	1,458.4	1,444.4	1,464.8	1,479.8
Log 3		1,215.8	1,191.9	1,197.5	1,186.0	1,201.6	1,209.9
Liquidus	°C	966.2	1,031.6	1,044.2	1,023.4	1,038.7	985.1
Softening P.	°C	727.3	733.4	737.1	730.0	732.2	729.0
Coeff. of Expansion	10 ⁻⁷	84.9	87.4	87.1	88.7	86.8	85.6
Cooling Time		107.6	98.3	97.5	99.0	98.1	104.3
Sp.Gravity	g/cm ³	2.481	2.499	2.497	2.499	2.495	2.488

Note: A~D Example of Japanese glass bottle manufacturing factories

Table 5.5.28 Recommendable Batch Composition

Material	Unit	Sand	Feldspar	Dolomite	Soda Ash	Ca-phosphate
Present	kg	456	76	134	160	9
Proposal	kg	440	90	145	158	9

(4) エコノマイザ

ガラス溶解窯の排熱を利用して冬季の暖房用温水をつくる目的でエコノマイザが設置された。しかし、これにガスを通すため誘引通風機を運転すると、溶解窯の炉圧が変動して窯の運転が困難になるため、使用されないまま今日に至っている。現在、熱供給会社から供給を受けているスチームや温水については供給に不安があり、エネルギー有効利用の点からも工場はこの設備の活用を望んでいる。

a. 設備能力の検討

1) エコノマイザ設計仕様

設計仕様を Table 5.5.29 に示す。

Table 5.5.29 Specification of Economizer

Item	Unit	Specification			
Heat Transfer Area	m ²	90			
Gas Temperature	℃	Inlet	450	Outlet	250
Gas Flow	m ³ /s	5.55			
Water Temperature	℃	Inlet	80	Outlet	140
Water Pressure	MPa	0.7			
Water Flow	kg/s	Normal	4.16	Maximum	5.2
Sectional Area of Water Path	m ²	0.01			
Sectional Area of Gas Path	m ²	1.2			
Power Demand	kw	25			

2) 熱需要

最近の冬期4ヶ月(1~4月)の暖房需要は次の通りであった。

スチーム	1,474,697 Mcal
温水	1,478,132 Mcal
計	2,952,829 Mcal

1時間当たり需要 $2,952,829 / (120 \times 24) = 1,025 \text{Mcal/h}$

3) 熱バランス

ガスが与える熱

$$\text{ガス流量} : 5.55 \text{m}^3/\text{s} \times 3.600 \text{s/h} = 19,980 \text{m}^3/\text{h}$$

$$19,980 \text{m}^3/\text{h} \times 273 / (273 + 450) = 7,544 \text{Nm}^3/\text{h}$$

$$\text{比熱} : 0.33 \text{kcal}/(\text{Nm}^3 \cdot \text{℃})$$

熱量 : $7,544\text{Nm}^3/\text{h} \times 0.33\text{kcal}/(\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C}) \times (450 - 250) = 498\text{Mcal}/\text{h}$

水が得る熱

水流量 : $4.16\text{kg}/\text{s} \times 3,600\text{s}/\text{h} = 14,976\text{kg}/\text{h}$

熱量 : $14,976\text{kg}/\text{h} \times (140 - 80)\text{kcal}/\text{kg} = 899\text{Mcal}/\text{h}$

設計仕様ではガス側の熱が足りないことが分かる。

4) ガス流量

管群ガス通路断面積 : $1.614 \times (0.914 - 0.006 \times 2 - 0.32 \times 11) = 0.888\text{m}^2$

管群ガス温度 : 300°C

管群ガス流速 : $7.544\text{Nm}^3/\text{h} / 3,600 \times (273 + 300) / 273 / 0.888 = 5\text{m}/\text{s}$

この値は管群ガス流速の値として妥当な範囲にあり、ガス流量はこれ以上増やすことはできない。

5) 管外熱伝達率

熱伝達率をSchmidtの式(5.15)により求める。

$$h_o = 0.45 \times (\lambda / d_o) \times \text{Re}^{0.625} \times \text{Pr}^{0.33} \quad \dots \dots \dots (5.15)$$

ここに

h_o : 管外熱伝達率 $\text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$

λ : ガスの熱伝導率 $\text{kcal}/(\text{m} \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C})$

d_o : 管の外径 $d_o = 0.032\text{m}$

Re : レイノルズ数

$$\text{Re} = v \cdot d_o / \nu \quad \dots \dots \dots (5.16)$$

Pr : プラントル数

v : 管間ガス流速 $v = 5\text{m}/\text{s}$

ν : ガスの動粘性係数 m^2/s

管群ガス温度 (300°C) における燃焼排ガスの物性を Table 5.5.30 に示す。

ここに

C_p : ガスの比熱 $\text{kcal}/(\text{Nm}^3 \cdot ^\circ\text{C})$

γ_g : ガスの密度 kg/m^3

Table 5.5.30 Properties of Exhaust Gas

Composition	%	λ	$\nu \times 10^{-4}$	Pr	C_p	γ_s
CO ₂	6.68	0.0336	0.277	0.69	0.450	0.928
H ₂ O	11.20	0.0336	0.519	1.01	0.352	0.379
N ₂	72.77	0.0376	0.479	0.69	0.313	0.588
O ₂	9.35	0.0396	0.479	0.71	0.325	0.670
Total	100.00	0.0371	0.470	0.73	0.328	0.595

式(5.16)から

$$Re = v \cdot d_o / \nu = 5 \times 0.032 / (0.470 \times 10^{-4}) = 3,404$$

式(5.15)から

$$\begin{aligned} h_o &= 0.45 \times \lambda / d_o \times Re^{0.625} \times Pr^{0.33} \\ &= 0.45 \times (0.0371 / 0.032) \times 3,404^{0.625} \times 0.73^{0.33} \\ &= 75.7 \quad \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}) \end{aligned}$$

6) 熱貫流率

熱回収量は式(5.17)で求められる。

$$Q = K \cdot A \cdot \Delta T_m \quad \dots \dots (5.17)$$

ここに

- Q : 熱回収量 kcal/h
- K : 熱貫流率 kcal/(m²·h·C)
- A : 伝熱面積 A=90m²
- ΔT_m : 対数平均温度差 C

熱貫流率Kは式(5.18)から求められる。

$$\frac{1}{K} = \frac{1}{h_i} \times \frac{d_o}{d_i} + \frac{1}{h_f} + \frac{1}{h_o} \quad \dots \dots (5.18)$$

ここに

- h_i : 管内面熱伝達率 $h_i = 500 \text{ kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C})$
- d_i : 管内径 $d_i = 0.025 \text{ m}$
- $1/h_f$: 管外面汚れ係数 $1/h_f = 0.005(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C})/\text{kcal}$

$$\begin{aligned} \frac{1}{K} &= \frac{1}{500} \times \frac{32}{25} + 0.0051 + \frac{1}{75.3} \\ K &= 48.1 \quad \text{kcal}/(\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{C}) \end{aligned}$$

対数平均温度差は式(5.19)から求められる。

$$\Delta T_{lm} = \frac{(tg_1 - tw_2) - (tg_2 - tw_1)}{\ln \frac{(tg_1 - tw_2)}{(tg_2 - tw_1)}} \dots \dots \dots (5.19)$$

ここに

- tg₁ : ガス入口温度 tg₁ = 450 °C
- tg₂ : ガス出口温度 °C
- tw₁ : 水入口温度 tw₁ = 80 °C
- tw₂ : 水出口温度 °C

式(5.17)から求められる熱回収量とガス・水の熱バランスが一致するような tg₂、tw₂ を求めると次のようになる。

tg₂ = 155 °C

tw₂ = 129 °C

Q = 734Mcal/h

エコノマイザ 1基で、熱需要の72%程度を供給できることになる。

また、調査当日の排ガス量は12,100Nm³/hであったから、その62%程度をエコノマイザに通すことになる。

7) ガス側の圧力損失

ガス側の圧力損失を Briggs の式(5.20)で求める。

$$\Delta P_1 = n \cdot f \cdot \frac{G_s^2}{2 \cdot g \cdot \gamma_s} \dots \dots \dots (5.20)$$

ここに

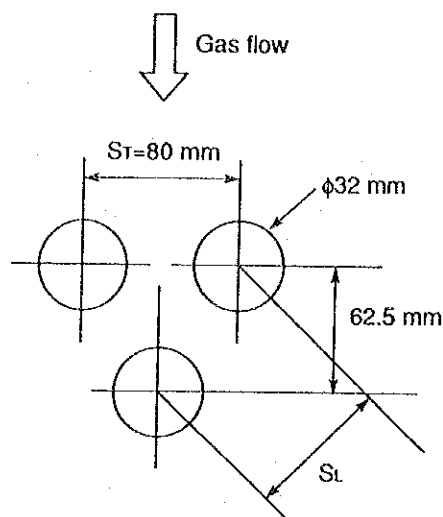
- n : 管列数 n = 28 × 4 = 112
- f : 抵抗係数
- G_s : ガス重量速度 kg/(m²·s)
- g : 重力加速度 g = 9.8m/s²

また、抵抗係数 f は式(5.21)で示される。

$$f = 37.86 \times Re^{-0.316} \times (S_T/d_o)^{-0.827} \times (S_T/S_L)^{0.515} \dots \dots (5.21)$$

ここに S_T、S_L は管のピッチ(m)である。伝熱管の配列は Figure 5.5.13 の通りであるから、S_T、S_L は次のようになる。

Figure 5.5.13 Heat Transfer Tube of Economizer



$$S_T = 0.080 \text{ m}$$

$$S_L = (40^2 + 62.5^2)^{1/2} = 74.2 \text{ mm} = 0.0742 \text{ m}$$

また

$$G_s = v \times \gamma_s = 5 \text{ m/s} \times 0.595 \text{ kg/m}^3 = 2.975 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{s)}$$

したがって式(5.21)から

$$f = 37.86 \times 3,404^{-0.316} \times (80/32)^{-0.927} \times (80/74.2)^{0.515} \\ = 1.29$$

式(5.20)から

$$\Delta P_1 = 112 \times 1.29 \frac{2.975^2}{2 \times 9.8 \times 0.595} \\ = 109 \text{ kg/m}^2$$

ガス通路の直角曲がりによる圧力損失は式(5.22)により求められる。

$$\Delta P_2 = K_b \cdot (v^2/2g) \cdot N \quad \dots \dots \dots (5.22)$$

ここに

$$K_b : \text{常数} \quad K_b = 1.2$$

$$N : 90^\circ \text{ 曲がりの数} \quad N = 2 \times 3 + 1 = 7$$

したがって

$$\Delta P_2 = 1.2 \times (5^2/2 \times 9.8) \times 7 \\ = 8 \text{ kg/m}^2$$

その他煙道やダンパにおける圧力損失を 43 kg/m^2 とすると、
全体の圧力損失は $160 \text{ kg/m}^2 = 160 \text{ mmAq}$ となる。

8) 誘引通風機

既設の誘引通風機の仕様は Table 5.5.31 のようになっている。

Table 5.5.31 Specification of Induced Draft Fan

Item	Unit	Specification
Flow(Q)	m ³ /h	52,000
	m ³ /min.	867
Total Head (P _r)	mmAq	320
Efficiency (η)	%	80
Motor	kw	75
Rotation Number	rpm	1,470

エコマイザを通過するガスと通過しないガスを併せて吸引する 경우가多いが、当工場の場合はエコマイザを通過するガスのみを吸引するダクト配置になっている。

通風機の余裕率を1.1、ガス温度を200℃にとると、ガス量は次のようになる。

$$Q' = 1.1 \times 7,544 \times (273 + 200) / 273$$

$$= 14,400 \text{ m}^3/\text{h} = 240 \text{ m}^3/\text{min.}$$

したがって、通風機としては流量250m³/min.、全圧230mmAq程度のものを選定するとよい。

効率を70%、余裕率を1.2とすると、モーター出力は次式のようになる。

$$P = 1.2 \times \frac{250 \times 230}{6,120 \times 0.7}$$

$$= 16 \text{ (kW)}$$

既設の通風機は過大であり、小型化することにより電力節減が図れる。

なお、通風機吐出ガスが主ダクトに逆流しないように、煙突内の主ダクト接合部より上部で上向きに排出するようにする必要がある。

9) 制御

エコマイザを設置し、一部のガスはそのまま煙突に流し、一部はエコマイザに流す場合、誘引通風機運転開始時の圧力変動、熱回収量が変化した時の排ガス温度の変動に伴う煙突ドラフトの変化などの外乱が入る。

しかし、排熱回収に当たっては、本体設備の運転に変動を与えない事を最優先に考えなければならない。

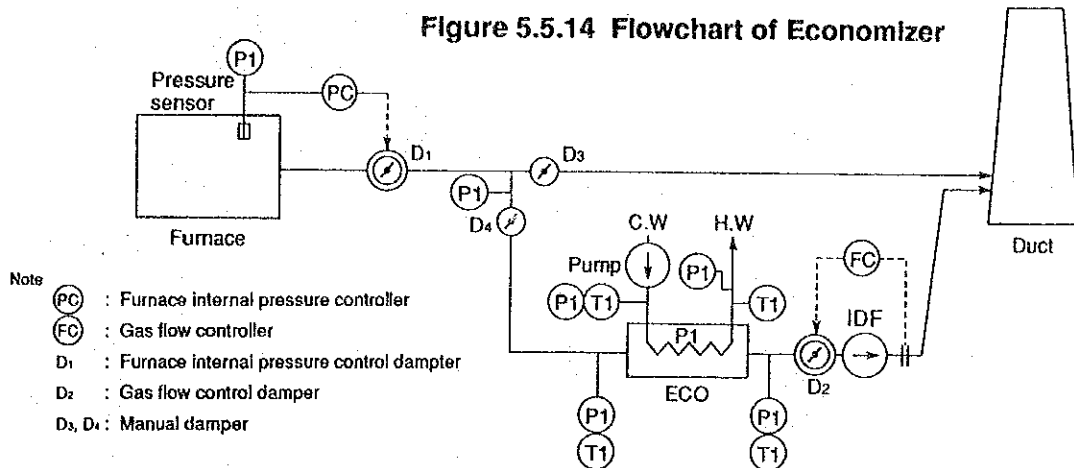
したがって、ガラス溶解窯の圧力を検出し、自動制御装置の出力信号により炉圧を一定にするよう作動するダンパを設置する事が不可欠である。

また、熱需要の変動に対しては温水温度を変化させる方法と、温水流量を変化させる方

法がある。しかし、当工場の場合、排熱のみでは熱需要を賄いきれないので、熱需要の変動に対してはエコマイザの系外で温水をスチーム加熱して調節することとし、ガス量も一定流量を流す事にして、エコマイザ操業条件の安定化を図る。

水量低下による設備破損を防ぐため、水温と水圧の指示警報装置も必要である。

Figure 5.5.14 にガス流れ系統を示す。



手動ダンパD₃、D₄を全開にしてから、誘引通風機を起動し、徐々に炉圧の状況を見ながら徐々に風量を増加して行く。

10) 設備の整備

現設備は長期間放置され、錆も発生しているので、内面は酸洗し、外面はエアブラッシングしてから耐圧、気密試験を行う。ケーシングもガス漏れのないことを確認し、保温を行う。

改造点としては、ガスがUターンする個所には整流板を入れ、圧力損失の低下を図ること、運転中にチューブ汚れを除去できるように圧縮空気またはスチーム吹き付け装置を取り付けること、休止時の凍結防止用に液抜きを設置する事などがある。

(5) 受配電設備、電気設備

a. 受配電設備の概要

単線結線図を Figure 5.5.5 に示す。電圧 20KV の 4 系統からの受電が可能であるが、常時は 1 回線で受電している。工場には 1,000KVA 変圧器 (20KV/380V) が 7 台あり、第 1 工場へは受電変電所の No. 2 および No. 3 変圧器により、第 3 工場へは受電変電所の No. 4、No. 5、No. 6 変圧器により 380V に降圧して供給している。第 2 工場へは 20KV で送電し、第 2 工場の受電所の No. 8 及び No. 9 変圧器で 380V に降圧して、機器に供給している。なお、No. 1 及び No. 7 変圧

器は廃止されている。工場の主な負荷はブロワ、真空ポンプ、コンプレッサ等の電動機、鑿成型後の Annealing 用電熱器である。

b. 測定結果

今回電気関係の測定を行ったのは次の 8 箇所である。

- ① 工場受電電力
- ② 第 1 工場、第 1 系列 Annealing 炉用ヒータファン電力
- ③ 第 2 工場、第 2 系列第 3 Annealing 炉用ヒータ電力
- ④ 第 1 工場真空ポンプ
- ⑤ 第 2 工場真空ポンプ
- ⑥ 第 2 工場、第 3 成型機冷却ブロワ
- ⑦ コンプレッサ (井 5 & 井 6、井 5 & 井 4)

測定結果を Table 5.5.32 に示す。

Table 5.5.32 Measurement Result of Power Consumption

Measurement items	Maximum power (kW)	Average power (kW)	Minimum power (kW)	Average power factor (%)	Time of measurement
Received power	1,750	1,500	1,280	91.1	6/10 12:00 - 6/11 9:00
#1 Plant					
Lehr Heater & Fan	170.1	116.9	29.9	99.6	6/10 12:14 - 15:28
Vacuum Pump	54.3	51.9	47.8	76.2	6/10 14:00 - 14:30
#2 Plant					
#3 Lehr Heater	69.4	59.0	42.6	100.0	6/8 12:13 - 15:02
Vacuum Pump	52.3	52.2	52.1	77.9	6/10 13:20 - 15:50
Machine Blower	35.7	35.4	35.1	86.2	6/10 15:30 - 15:40
Compressor #5	123.1	122.4	121.7	98.0	6/9 15:15 - 16:20
Compressor #6	111.5	110.4	110.1	95.1	6/9 15:15 - 16:20
Sub Total	234.5	232.8	231.8	96.6	6/9 15:15 - 16:20
Compressor #4	132.2	130.9	129.7	97.6	6/10 10:10 - 13:00
Compressor #5	131.3	130.1	129.0	97.8	6/10 10:10 - 13:00
Sub Total	263.1	261.0	258.7	97.7	6/10 10:10 - 13:00
		Flow	Pressure	Motor output	
Vacuum Pump		1,750 m ³ /h	730 mmHg	55 kW	
For Machine Cooling Blower		50,000 m ³ /h	440 mmHg	55 kW	
Compressor #4, #5, #6		30 m ³ /min	8 kg/cm ²	159 kW	

Motor: voltage 380 V, Current 365 A, Output 200 kW

c. 測定結果についての考察

① 工場受電電力

測定期間中の受電電力の変動は1.3MW~1.8MWで、平均電力1.5MWであった。力率調整は工場コンプレッサの同期電動機で行われ、受電力率は平均で91.1%であった。電力会社との協定力率は92%であり、ほぼこれに近い値を示している。

受電電力最大1.8MWに対して、稼動中の7台の変圧器容量が合計7,000KVAとなっており、変圧器の利用率が低い。今回は各変圧器の負荷測定は出来なかったが、今後各変圧器負荷の経時変化を把握し、変圧器の効率的な台数運転を行うべきである。

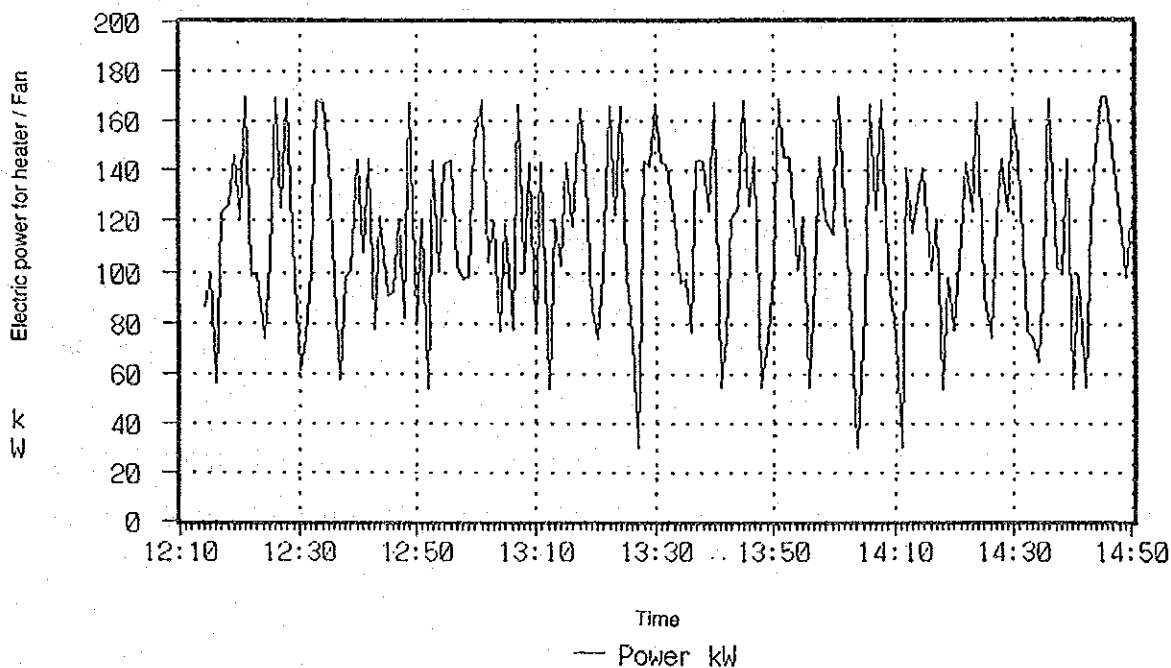
受電変電所には積算計器はあるが指示計器がない。従って時々刻々変化する受電点の電力、力率、電圧、電流などを把握できない。指示計器を設置し、運転員には現状の運転が基準を外れていないかチェックさせ、異常があった時にはその対応が取れるよう訓練する必要がある。

② 第1工場、第1系列 Annealing 用ヒータ・ファン電力 (Figure 5.5.15)

温度制御をON-OFFで行っているため、電力は170KW~30KWの間で変動しているが、電圧変動、電圧の相間アンバランスはそれほど大きくない。

(電圧変動幅 7.2V(1.8%)、相間アンバランス幅 2.0V(0.5%))

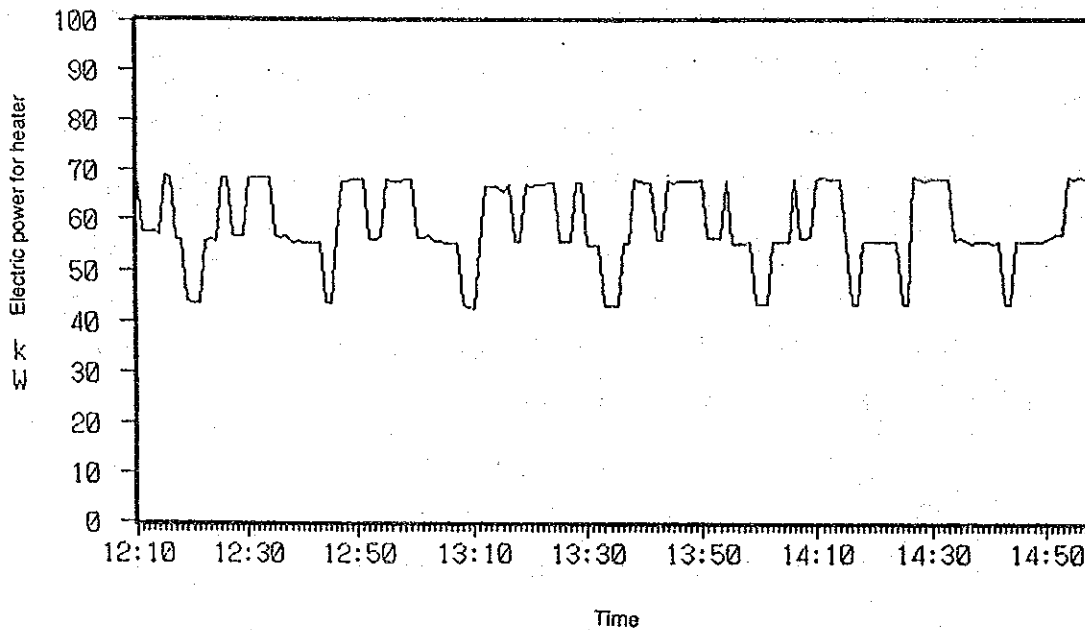
Figure 5.5.15 Power of Heater & Fan of #1 Annealing Lehr



③ 第2工場、第2系列#3 Annealing ヒータ電力 (Figure 5.5.16)

第2工場では系列片側のヒータ電力を測定した。電力は43kW~69kWの間で変動し、相間アンバランスが電圧26V(6.6%)、電流42A(48%)といずれも大きい。単相ヒータの組合せで三相を構成しているが、ヒータの温度調整は各ゾーン毎に単相ヒータのON-OFFで行われているためである。

Figure 5.5.16 Power of Heater of #3 Annealing Lehr



三相電源で各相から単相負荷を取る場合、各相の負荷が均一でないと、配電設備、受変電設備の利用率が悪くなり、重負荷相で電力損失が増大する。また各相間の電圧も不平衡を生じ、不平衡が僅かであっても電動機などに逆回転方向のトルクを発生させ、全体のトルクの減少等の悪影響を及ぼすので注意を要する。

しかし、他の箇所の測定結果を見る限り、このアンバランスの影響は狭い範囲に限定されていると思われる。(例えば、コンプレッサでは電圧アンバランスは 2.0V(0.5%)と小さい。)

④ 真空ポンプ

第1工場、第2工場ともに平均電力52KWで、電動機定格出力55KWに対しほぼ全負荷運転状態にある。

⑤ 第2工場、第3成型機冷却ブロワ

ブロワの定格出力は55KWであるが、測定期間中の電力変動は35～36KW、平均電力35KWで、64%の一定負荷運転であった。冷却ブロワの性格上、夏期は冷却能力を増加させ、冬期は冷却能力は減少させる。現在は入口ダンパを絞って風量調整を行っているが、夏期の必要冷却能力から最適出力の電動機を選定し、回転数制御の採用等を検討する必要がある。なお、定格出力時にダンパ全開で風量が100%になるとすると、64%出力の時の風量は約60%であったと想定され、ダンパ制御によらず回転数低下により制御を行った場合の電動機出力は14KW程度になると推定され、60%減少する。

⑥ コンプレッサ

コンプレッサはTable 5.5.33のように2種類、合計8台が設備されている。

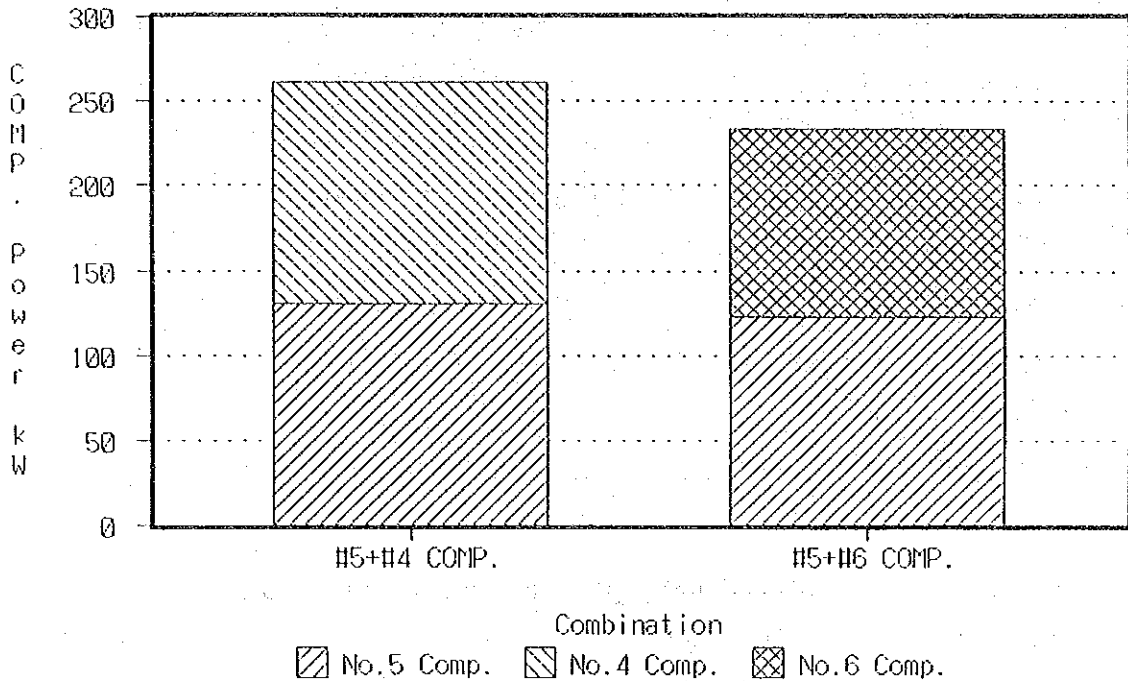
Table 5.5.33 Specification of Compressors

No.		Motor Rating (KW)	Pressure Flow	
			kg/cm ²	m ³ /min
No. 1～No. 6	6	200KW	8	30
No. 7～No. 8	2	160KW	9	24

測定時は200KW機2台運転であった。コンプレッサから各工場への送気圧力は3.5～4kg/cm²であるが、実際には殆ど制御していないとの事であった。

測定はNo. 5、No. 6機運転時とNo. 4、No. 5機運転時との2ケースについて行った。平均電力はFigure 5.5.17のように前者で233KW、後者で261KWであった。ここで注目されるのは、ほぼ同一操業条件下でのコンプレッサ運転で、前者の出力が28KW下回っていることである。コンプレッサ6台の内、効率の良い機械を選んで組合せることにより、電力節減を達成することができる。

Figure 5.5.17 Power of Compressor



例えば6台のコンプレッサのうち効率のよいコンプレッサ（この場合ではNo.6機）が1台ある場合、これらを均等に2台ずつ運転する代わりに、効率のよいコンプレッサを重点的に稼働させることを考えると、年間の節減電力量は年間運転時間を8,000 hとして次のようになる。

$$8,000 \times (1 - 1/3) \times 28 = 149,000 \text{ kWh/y}$$

実施に当たっては各機の効率測定を続け、効率の経時変化を考慮してコンプレッサの組合せを考える。

また、第1工場成型機での圧縮空気使用圧力は約 2.6kg/cm²、第2工場では約 1.2kg/cm²であったので、現在の送気圧力を低下させることが可能と考えられる。操業条件に応じて、こまめに圧力調整を行う事により電力節減が達成できる。ガイドラインの記載例によると、コンプレッサの吐出圧力を 4kg/cm²から 3kg/cm²へと低下させた場合、10%の電力削減が期待できる。現在のコンプレッサ負荷は約250KWであるから、25KWの電力節減が期待でき、年間8,000時間運転と仮定すると節減量は次のようになる。

$$8,000 \times 25 = 200,000 \text{ kWh/y}$$

送気圧力を低下させることは、圧縮空気系統での漏気の低減効果もある。また第1工場、第2工場向けにそれぞれ系統を切り分けて、圧力に差をつけて運用することも検討する価値がある。

⑦ その他

圧力計の指示が各空気槽でまちまちであったり、指示が出ていなかったりしており、計器の補修が必要である。省エネルギーの基本はまず正確なデータを集めることにあり、必要な箇所に測定器を取り付けるとともに、その整備を怠らないようにしなければならない。

照明は全般的に不足気味であるが、機械工場のように昼光がかなり入っているにも関わらず、蛍光灯を点灯している箇所も見受けられた。

(6) 効果の合計

以上の改善方策のうち、実施した場合の効果を定量的に予測できるもののみを集計すると Table 5.5.34 のようになる。

Table 5.5.34 Summary

Item	Expected Saving						Investment payback year		
	Natural Gas m ³ /y	1000Lv/y	%	Power kwh/y	1000Lv/y	%	Total 1000Lv/y	1000Lv	y
Melting Furnace									
Insulation of Crown etc.	1493646	3047.0	6.6				3047.0	56.3	0.02
Air Ratio Improvement	81224	165.7	0.4				165.7	0	0.0
Closing Hole	28682	58.5	0.1				58.5	100.0	1.7
Change of Burner	290125	591.9	1.3				591.9	600.0	1.0
Change of Checker Brick	48734	99.4	0.2				99.4	0	0.0
Increase of Cullet	126709	258.5	0.6				258.5	0	0.0
Change of Batch Composition	61730	125.9	0.3				125.9	0	0.0
Compressor									
Selection of Compressor				149000	104.3	0.9	104.3	0	0.0
Pressure Decrease				200000	140.0	1.2	140.0	0	0.0
Total	2130850	4346.9	9.4	349000	244.3	2.1	4591.2	756.3	0.2

6. 添付資料

(団員構成、カウンターパート、
現地日程、S/W、計測器)

調査団員構成

添付資料 1

No	氏名	担当	業務内容
1	井口 光雄	団長・総括	総括管理 エネルギー管理、省エネルギー施策
2	中川 暉雄	副団長	熱管理技術、計測技術 渉外調整
3	三宅 正志	プロセス管理	合成洗剤プロセスおよび熱管理技術調査
4	遠藤 正史	プロセス管理	食用油プロセスおよび熱管理技術調査
5	小泉 陽	プロセス管理	紙パルププロセスおよび熱管理技術調査
6	中井 昌次	プロセス管理	ガラスプロセスおよび熱管理技術調査
7	谷口 隆重	プロセス管理	繊維プロセスおよび熱管理技術調査
8	野崎 幸雄	エネルギー管理技術	熱管理技術調査
9	大嶋 哲夫	エネルギー管理技術	熱管理技術調査
10	田中 頼彦	電気管理技術	合成洗剤・植物油工場の受配電・電気設備調査
11	白井 千雄	電気管理技術	紙パルプ・ガラス・繊維工場の受配電 ・電気設備調査
12	樂本 博修	エネルギー施策	エネルギー事情、エネルギー施策調査
13	塩見 隆夫	エネルギー管理技術	熱管理技術全般 国内作業担当
14	森田 昌好	エネルギー管理技術	熱管理技術全般 国内作業担当
15	小西 二郎	エネルギー管理技術	熱管理技術全般 国内作業担当
16	佐藤 文子	エネルギー管理技術	熱管理技術全般 国内作業担当
17	堀 元雄	エネルギー施策 省エネルギー普及	エネルギー施策・省エネルギー普及状況 国内作業担当
18	川口友紀枝	エネルギー施策 省エネルギー普及	エネルギー施策・省エネルギー普及状況 国内作業担当

Members of Ministry of Industry

No	Name	Assignment
1	Mr. Dobrin Oreshkov	Team Leader and Electric Expert
2	Mr. Valentin Stankov	Heat Expert
3	Mr. Mitko Dimitrov	Heat Expert
4	Mr. Nestor Nestorov	Heat Expert

現地調査日程

添付資料 3

1) 第1次現地調査

チーム構成 ①井口光雄 団長
 ②中川暉雄 副団長
 ③築本博修 エネルギー施策

NO	年 月 日	曜	日 程
1	1992年 6月15日	月	東京出発
2	6月16日	火	Sofia 到着、日本大使館表敬
3	6月17日	水	産業省表敬、日本大使館説明
4	6月18日	木	INCEPTION REPORT 説明
5	6月19日	金	調査方法説明
6	6月20日	土	調査 (Ecotech Product)
7	6月21日	日	調査準備
8	6月22日	月	調査 (産業省、エネルギー委員会)
9	6月23日	火	調査 (大蔵省、環境省、統計研究所)
10	6月24日	水	合成洗剤工場、紙パルプ工場調査
11	6月25日	木	繊維工場調査、Sofia から Veliko Tarnovo 移動
12	6月26日	金	ガラス工場、食用油工場調査、 Polski Trambesh から Sofia へ移動
13	6月27日	土	調査準備
14	6月28日	日	調査準備
15	6月29日	月	調査 (標準計測委員会、ブルガリア商工会議所)
16	6月30日	火	調査 (科学技術同盟、Industry Energetics)
17	7月1日	水	調査 (国立電力会社、Electrimportex、Bulgargas)
18	7月2日	木	調査 (エネルギー委員会、産業省、建設省)
19	7月3日	金	調査 (産業省、Petrol、統計研究所)
20	7月4日	土	調査準備
21	7月5日	日	調査準備
22	7月6日	月	調査 (産業省)、プログレスレポート作成
23	7月7日	火	プログレスレポート署名、日本大使館報告
24	7月8日	水	産業省、日本大使館表敬、Sofia 出発
25	7月9日	木	移動中
26	7月10日	金	東京到着

2) 中間報告書現地説明

チーム構成 ①井口光雄 団長
 ②中川暉雄 副団長
 ③築本博修 エネルギー施策

NO	年 月 日	曜	日 程
1	1992年10月20日	火	東京出発
2	10月21日	水	Sofia 到着
3	10月22日	木	日本大使館表敬、産業省説明、打合せ
4	10月23日	金	セミナー開催
5	10月24日	土	資料整理
6	10月25日	日	資料整理
7	10月26日	月	中間報告書説明
8	10月27日	火	産業省打合せ、議事録作成、署名
9	10月28日	水	産業省、日本大使館へ報告、Sofia から Vienna 移動
10	10月29日	木	JICA Austria 事務所へ報告、Vienna 出発
11	10月30日	金	東京到着

3) 第2次現地調査

A. 第1チーム

チーム構成 ①井口光雄 団長
 ②中川暉雄 副団長
 ③野崎幸雄 熱管理技術

NO	年 月 日	曜	日 程
1	1993年 2月15日	月	東京出発
2	2月16日	火	Sofia 到着、日本大使館表敬
3	2月17日	水	産業省説明
4	2月18日	木	調査 (エネルギー効率局)、調査機材の輸出梱包開梱
5	2月19日	金	調査 (統計研究所)、調査機材の輸出梱包開梱
6	2月20日	土	調査準備
7	2月21日	日	調査準備
8	2月22日	月	調査 (EC エネルギーセンター)、調査機材の動作確認・指示較正
9	2月23日	火	調査 (エネルギー委員会)、調査機材の動作確認・指示較正
10	2月24日	水	調査 (建設省)、調査機材の動作確認・指示較正
11	2月25日	木	調査 (産業省)、調査機材の動作確認・指示較正
12	2月26日	金	調査 (科学技術者同盟)、調査機材の動作確認・指示較正
13	2月27日	土	調査準備、第2チームと合流

B. 第2チーム

- チーム構成
- ①井口光雄 団長（第1チームから合流）
 - ②中川暉雄 副団長（第1チームから合流）
 - ③三宅正志 合成洗剤プロセス
 - ④遠藤正史 食用油プロセス
 - ⑤野崎幸雄 熱管理技術（第1チームから合流）
 - ⑥田中頼彦 電気管理技術

NO	年 月 日	曜	日 程
1	1993年2月26日	金	東京出発
2	2月27日	土	Sofia 到着、第1チームと合流
3	2月28日	日	調査準備
4	3月1日	月	合成洗剤工場調査打合せ
5	3月2日	火	食用油工場調査打合せ、田中団員東京出発
6	3月3日	水	産業省打合せ、田中団員 Sofia 到着
7	3月4日	木	産業省打合せ
8	3月5日	金	産業省打合せ
9	3月6日	土	調査準備
10	3月7日	日	調査準備
11	3月8日	月	合成洗剤工場調査
12	3月9日	火	合成洗剤工場調査
13	3月10日	水	合成洗剤工場調査
14	3月11日	木	合成洗剤工場調査
15	3月12日	金	合成洗剤工場調査
16	3月13日	土	調査準備
17	3月14日	日	調査準備、Sofia から Veliko Tarnovo へ移動
18	3月15日	月	食用油工場調査
19	3月16日	火	食用油工場調査
20	3月17日	水	食用油工場調査

NO	年 月 日	曜	日 程
21	3月18日	木	食用油工場調査
22	3月19日	金	食用油工場調査、Veliko Tarnovo から Sofia へ移動
23	3月20日	土	三宅、遠藤、野崎、田中団員 Sofia 出発
24	3月21日	日	資料整理
25	3月22日	月	産業省打合せ、三宅、遠藤、野崎、田中団員東京到着
26	3月23日	火	プログレスレポート作成
27	3月24日	水	プログレスレポート作成・署名
28	3月25日	木	大使館報告、Sofia から Vienna へ移動
29	3月26日	金	JICA Austria 事務所報告
30	3月27日	土	Vienna 出発
31	3月28日	日	東京到着

4) 第3次現地調査

チーム構成

①井口光雄	団長
②中川暉雄	副団長
③小泉 陽	紙パルププロセス
④谷口隆重	繊維プロセス
⑤中井昌次	ガラスプロセス
⑥大嶋哲夫	熱管理技術
⑦臼井千雄	電気管理技術

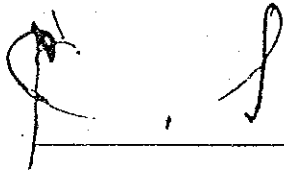
NO	年 月 日	曜	日 程
1	1993年 5月29日	土	東京出発
2	5月30日	日	Sofia 到着
3	5月31日	月	調査準備
4	6月1日	火	紙パルプ工場調査打合せ、国際会議発表打合せ
5	6月2日	水	ガラス工場調査調査打合せ
6	6月3日	木	繊維工場調査調査打合せ
7	6月4日	金	診断機材整備
8	6月5日	土	調査準備
9	6月6日	日	調査準備
10	6月7日	月	ガラス工場調査
11	6月8日	火	ガラス工場調査
12	6月9日	水	ガラス工場調査
13	6月10日	木	ガラス工場調査
14	6月11日	金	ガラス工場調査
15	6月12日	土	調査準備
16	6月13日	日	Sofia から Plovdiv へ移動
17	6月14日	月	紙パルプ工場調査
18	6月15日	火	紙パルプ工場調査
19	6月16日	水	紙パルプ工場調査
20	6月17日	木	紙パルプ工場調査

NO	年 月 日	曜	日 程
21	6月18日	金	紙パルプ工場調査、Plovdiv からSofia へ移動
22	6月19日	土	調査準備
23	6月20日	日	調査準備
24	6月21日	月	Sofia からVarna へ移動
25	6月22日	火	国際会議参加、発表
26	6月23日	水	国際会議参加、発表
27	6月24日	木	国際会議参加、発表
28	6月25日	金	Varna からSofia へ移動
29	6月26日	土	調査準備
30	6月27日	日	調査準備
31	6月28日	月	繊維工場調査
32	6月29日	火	繊維工場調査
33	6月30日	水	繊維工場調査
34	7月1日	木	繊維工場調査
35	7月2日	金	繊維工場調査
36	7月3日	土	小泉、谷口、中井、大嶋、白井団員Sofia 出発
37	7月4日	日	資料整理
38	7月5日	月	プログレスレポート作成 小泉、谷口、中井、大嶋、白井団員東京到着
39	7月6日	火	プログレスレポート作成、機材整備
40	7月7日	水	プログレスレポート署名
41	7月8日	木	大使館報告、Sofia から Vienna へ移動
42	7月9日	金	JICA Austria 事務所報告、Vienna 出発
43	7月10日	土	東京到着

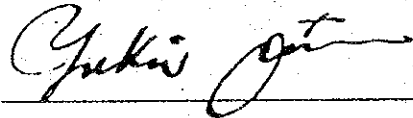
SCOPE OF WORK
FOR
THE STUDY ON THE RATIONAL USE OF ENERGY
IN
THE REPUBLIC OF BULGARIA

AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

Sofia, February 28th, 1992



MR. SPAS SPASSOV
DEPUTY MINISTER
MINISTRY OF INDUSTRY
AND TRADE



MR. YUKIO OTSU
LEADER OF THE PREPARATORY
STUDY TEAM
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Bulgaria (hereinafter referred to as "the Government of Bulgaria"), the Government of Japan decided to conduct a study on the rational use of energy in industry in the Republic of Bulgaria (hereinafter referred to as "the Study") in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan.

Accordingly, Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA"), the official agency responsible for the implementation of the technical cooperation programs of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of the Government of Bulgaria.

The present document sets forth the scope of work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to contribute to the promotion and strengthening of rational use of energy in the field of industries in the Republic of Bulgaria (hereinafter referred to as "Bulgaria") by studying the technical and managerial applicability of rational use of energy and formulating the report for the promotion of rational use of energy in the representative industries stated below:

1. Chemical Industry
2. Paper and Pulp Industry
3. Textile Industry
4. Glass Industry
5. Food Industry

III. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the above objective, the Study shall cover the following items.

1. Study on the energy situation in Bulgaria
 - 1.1 Government policy of the energy
 - 1.2 Present energy situation in Bulgaria
 - 1.3 Situation of energy use in the field of whole industries in Bulgaria

2. Study on the promotion of rational use of energy in the industry
 - 2.1 Related laws and regulations
 - 2.2 Current program for rational use of energy
 - 2.3 To study and evaluate the activities of the authorities concerned
 - (1) Current activities for promotion of rational use of energy
 - (2) Achievements of past activities
 - (3) Future plan/program for promotion of rational use of energy
3. Study on the situation of energy use in the factory of each industry
 - 3.1 Situation of energy use in each factory
 - (1) Outline of the factory
 - (2) Situation of energy management
 - (3) Energy flow chart
 - (4) Situation of major energy consuming equipment
 - (5) Problems in each factory and countermeasures without changing the existing production process
 - (6) Estimated effects of the countermeasures
4. Recommendation for the promotion of the rational use of energy in Bulgaria
 - 4.1 New organization to promote rational use of energy
 - 4.2 Activities of the above organization
 - 4.3 Measures to promote rational use of energy in the field of industries
 - 4.4 Countermeasures without changing the existing production process and to estimate their effects
5. Preparation for the reference of the technical guideline for the promotion of rational use of energy in industries

IV. SCHEDULE OF THE STUDY

The Study shall be carried out in accordance with the tentative schedule of the Study as shown in the Appendix.

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Bulgaria in particular stages of the Study as shown in the Appendix

Twenty (20) copies of the Inception Report

Twenty (20) copies of the Progress Report

Twenty (20) copies of the Interim Report

Thirty (30) copies of the Draft Final Report and its summary

Thirty (30) copies of the Final Report and its summary

VI. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF BULGARIA

1. To facilitate smooth conduct of the Study, the Government of Bulgaria shall take the necessary measures:

1.1 To secure the safety of the Japanese Study Team (hereinafter referred to as "the Team")

1.2 To permit the members of the Team to enter, leave and stay in Bulgaria for the duration of their assignment therein, and exempt them from foreign registration requirements and consular fees

1.3 To exempt the members of the Team from taxes, duties and other charges on equipment, machinery and other materials brought into, and out of, Bulgaria for the conduct of the Study

1.4 To exempt the members of the Team from income tax and charges of any kind imposed on, or in connection with, any emoluments or allowances paid to them for their services in connection with the implementation of the Study

1.5 To provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Bulgaria from Japan in connection with the implementation of the Study

1.6 To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study

1.7 To secure permission for the Team to take all data and documents (including photographs) related to the Study out of Bulgaria to Japan

1.8 To provide medical service as needed. Its expenses will be

chargeable to the members of the Team.

2. The Government of Bulgaria shall bear claims, if any arises against the members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Study, except when such claims arise from gross negligence or wilful misconduct on the part of the members of the Team.
3. Ministry of Industry and Trade (hereinafter referred to as "MIT") shall act as the counterpart agency to the Team and also the co-ordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.
4. MIT shall provide the Team with the following, at their own expense, in cooperation with other organizations concerned:
 - 4.1 Available data and information related to the Study
 - 4.2 Counterpart personnel
 - 4.3 Suitable office space with necessary equipment in Sofia
 - 4.4 Credentials or identification cards
 - 4.5 Driver of Vehicle (mini-bus)

VII. UNDERTAKINGS OF JICA

For the implementation of the Study, JICA shall take the following measures:

1. To dispatch, at its own expense, study team to the Republic of Bulgaria
2. To pursue technology transfer to the Bulgarian counterpart personnel in the course of the Study

VIII. OTHERS

JICA and, MIT shall consult with each other in respect of any matter that may arise from, or in connection with, the Study.

TENTATIVE SCHEDULE OF THE STUDY

Year	1992												1993											
	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
JICA Study team Work in Japan	<input type="checkbox"/>																							
-----PROCUREMENT OF EQUIPMENT-----																								
JICA Study team Work in Bulgaria	<input type="checkbox"/>																							
JICA Study team Report Output	△	△																		△	△			
	IC/R	P/R																		DF/R	F/R			

Abbreviations: IC/R: Inception Report
P/R: Progress Report
IT/E: Interim Report
DF/E: Draft Final Report
F/R: Final Report

Handwritten mark

MINUTES OF MEETING
ON
THE STUDY ON THE RATIONAL USE OF ENERGY
IN
THE REPUBLIC OF BULGARIA
AGREED UPON BETWEEN
MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE
AND
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

1. The Preparatory Study Team organized by the Japan International Cooperation Agency visited the Republic of Bulgaria from February 25 to February 29, 1992 for the purpose of discussing the Scope of Work regarding the Study on The Rational Use of Energy in the Republic of Bulgaria with the Ministry of Industry and Trade of the Government of the Republic of Bulgaria.
2. In connection with the above, a series of meetings were held between the Bulgarian side represented by Mr. Bojidar Fotev, General Director, Ministry of Industry and Trade and the Japanese side headed by Mr. Yukio Otsu, Leader of the JICA Preparatory Study Team. (The attendance list is found in the Appendix)
3. These records should be read in conjunction with the "Scope of Work" agreed upon between the Ministry of Industry and Trade and JICA dated Feb. 28, 1992.
4. SPECIAL ISSUES HIGHLIGHTED
 - 4.1 Regarding Item 3 of Article III.SCOPE OF THE STUDY, selected five(5) factories shall be as follows:
 - (1)VERILA Ltd. - Sofia (Chemical Industry)
 - (2)RULON ISKAR Ltd. - Sofia (Paper & Pulp Industry)
 - (3)NITEX-50 Ltd. - Sofia (Textile Industry)
 - (4)INTERIOR Ltd. - Elena (Glass Industry)
 - (5)PRIMA M Ltd. - Polski Trambesh (Food Industry)

4.2 The Bulgarian side requested the Japanese side to provide the equipment, measuring equipment and equipment carrying vehicle, upon the completion of the said study, and the Japanese side agreed to it.

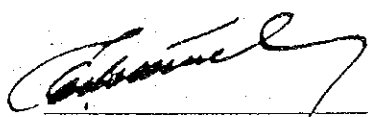
4.3 The consignee of the above equipment shall be as follows:

Mr. Dobrin Oreshkov
Expert,
Ministry of Industry and Trade
8, Slavyanska Str.
Sofia 1046
BULGARIA

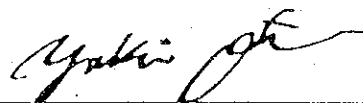
4.4 Both sides agreed on that Bulgarian side assigns counterpart engineers for the Japanese study team while their field survey in Bulgaria for technology transfer, and numbers of Bulgarian counterparts shall be as follows:

- (1) 4(four)engineers; 3(three) heat engineers and 1(one) electric engineer, from Ministry of Industry and Trade, who shall be assigned for the the whole field survey at the factories.
- (2) 4(four)engineers; 3(three) heat engineers and 1(one) electric engineer, from each factory, who shall be assigned for nearly one week only when the Japanese study team makes field survey at the factory.

Done in Sofia
February 28, 1992



MR. BOJIDAR FOTEV
GENERAL DIRECTOR,
INDUSTRIAL SCIENCE AND
INFORMATICS DEPT.,
MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE



MR. YUKIO OTSU
LEADER,
PREPARATORY STUDY TEAM,
JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

LIST OF ATTENDANCES

Bulgarian Side

Ministry of Industry and Trade

Mr. Bojidar Fotev	General Director, Industrial Science and Informatics Dept.
Ms. Margarita Kanbosseva	Senior expert, Industrial Science and Informatics Dept.
Mr. Dobrin Oreshkov	Senior expert, Energy strategy
Mr. Tzveti Lazarov	Expert, International economic relationship

Japanese Side

JICA Preparatory Study Team

Mr. Yukio Otsu	Leader
Mr. Takao Kaibara	Member
Mr. Akio Kimura	do.
Mr. Teruo Nakagawa	do.
Mr. Toshinori Isogai	do.

Embassy of Japan

Mr. Kazumasa Sibuta	Attache
---------------------	---------

計測器一覧表

添付資料 5

No.	品名	数量
1	計測器積載車輛	1
2	超音波流量計	2
3	高温用熱線風速計	6
4	スチームコンデンセート流温計	1
5	ピトー管式流速計	1
6	渦流量計	1
7	排ガス酸素濃度計	2
8	CO、CO ₂ 濃度計	1
9	排ガス前処理装置	1
10	排ガスサンプリングチューブ	10
11	表面温度計	2
12	排ガス温度測定用シース熱電対	40
13	サクションパイロメーター	1
14	放射温度計 (低温用)	1
15	放射温度計 (高温用)	1
16	ガラス棒状温度計	5
17	温湿度計	10
18	赤外線熱画像装置	1
19	20点記録計	3
20	デスクトップパーソナルコンピュータ	1
21	ブックタイプパーソナルコンピュータ	2
22	導電率計	1
23	水質 pH 計	1
24	電子天秤	1
25	炉内圧力計	1
26	蒸気圧力発信器	1
27	スチームトラップチェッカー	1
28	電力、力率、電力積算計	5
29	クリップオン AC パワーメーター	1
30	回転計	1
31	照度計	1
32	テスター	1
33	低圧用検電器	5
34	耐熱手袋	5
35	コバルトガラス	5
36	カメラ	1
37	電器絶縁手袋	5
38	電源コード等	3
39	ストップウォッチ	2
40	移動用台車	4
41	温度および電力測定実習装置	1
42	液体流量および電力測定実習装置	1
43	ガス流量、圧力および電力測定実習装置	1
44	トランスデューサー (電力)	6
45	トランスデューサー (電流)	2
46	トランスデューサー (電圧)	2

JICA