

スロヴァキア共和国 熱供給システム近代化計画 予備調査

スロヴァキア共和国 熱供給システム近代化計画 予備調査

国際協力事業団

鉦調工

JR

94-143

49
43
P1

スロヴァキア共和国
熱供給システム近代化計画
予備調査

JICA LIBRARY



1120990(51)

28022

国際協力事業団

国際協力事業団

28022

目 次 案

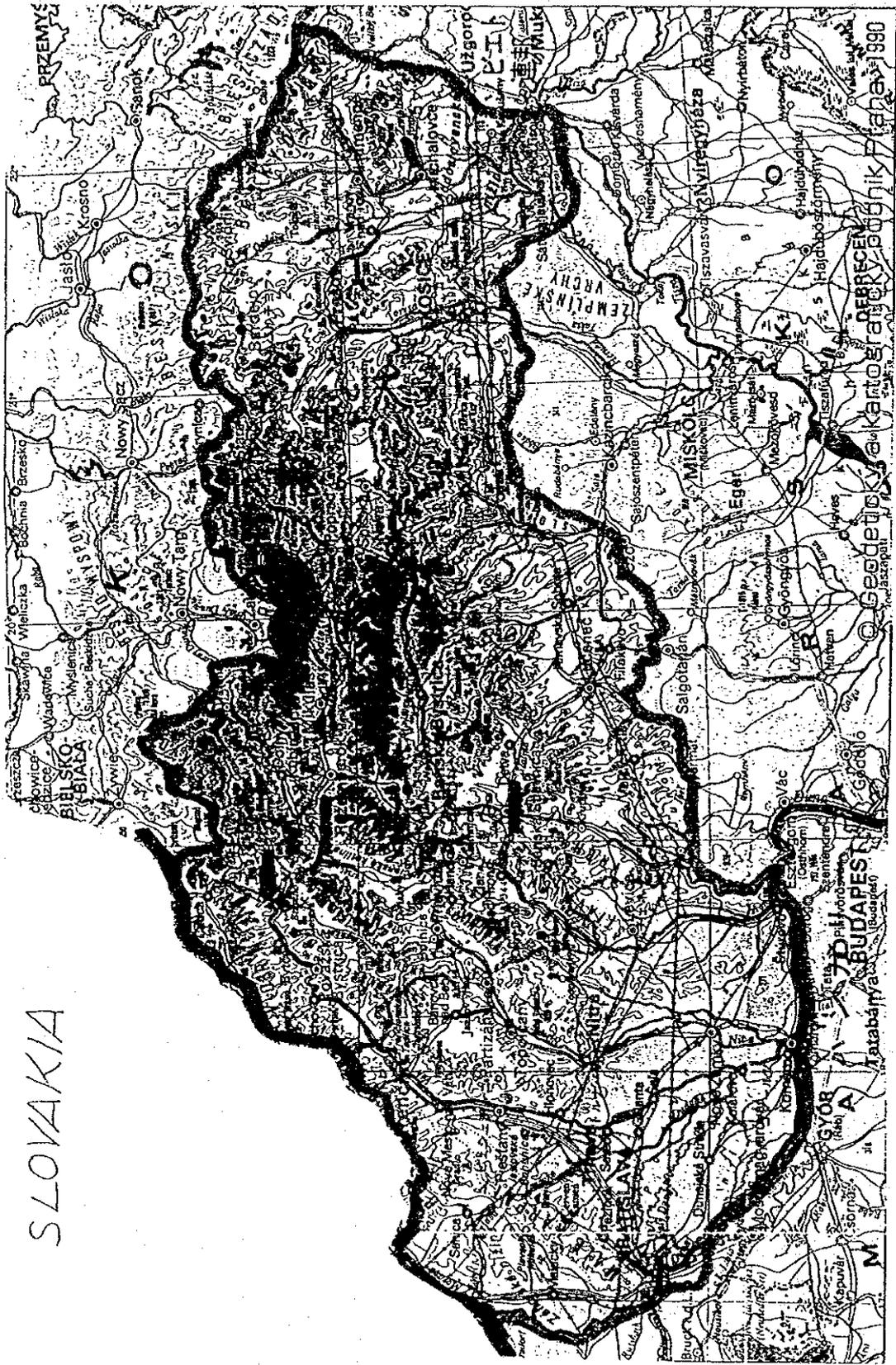
I. 調査の概要	1
II. スロヴァキアのエネルギー政策	6
1. エネルギーの需給と価格	6
1-1. エネルギー供給の現状	6
1-2. エネルギー需給率	6
1-3. エネルギー価格	8
2. エネルギーの将来展望	8
3. 将来展望の問題点	10
III. スロヴァキアの熱供給政策	11
1. 熱供給システムの現状	11
1-1. 概 要	11
1-2. 熱電気供給の組織	11
2. 熱供給の将来展望	12
2-1. 環 境 問 題	12
2-2. 近 代 化	12
2-3. 電力自己発生問題	13
IV. 環 境 政 策	14
1. 環境防止対策の現況	14
1-1. 法 規	14
1-2. 行 政	14
1-3. 環 境 省	14
1-4. 大気汚染の現状	15
2. 国の環境基準、排出基準	16
2-1. 大気環境品質基準	16
2-2. 固 体 燃 料	16
2-3. 液 体 燃 料	16
3. 地域の環境基準、排出基準	16
3-1. 三市の環境汚染の状況	16
V. 熱供給プラントの現状	35
1. プラント全体概要	35

2. 熱電供給システム概要	37
3. 各熱供給プラントの現状	37
3-1. ジリナ工場	37
3-2. マーチン工場	40
3-3. スポレン工場	43
4. 既存設備改造計画	44
4-1. ボイラー	44
4-2. 脱硫装置	45
4-3. タービン改造	45
VI. 検討課題の技術的考察	46
1. より多くの発電 複水タービンによる発電量の増加	46
2. 環境との調和 脱硫装置の設置	46
2-1. 各工場設備の現況	47
2-2. 環境汚染の現状とそれに対するSSEの今後の方針	48
(1) 環境汚染の現状	48
(2) 環境汚染の現状認識と今後の方針	48
2-3. 調査団の見解	49
(1) Nox及びDust対策	49
(2) 脱硫問題	49
3. 効率(特に熱輸送)の改善	50
4. コージェネレーション・システムの検討	50
4-1. 適用条件の検討	51
4-2. 具体的適用対象の検討	51
4-3. 検討結果	52
VII. 総括	53
別添資料	
別紙 1. コージェネレーション・システムの概要	54
別紙 2. ジリナ工場 K-2 ボイラーにガスタービン・コージェネレーション・システム 適用の検討	66

LOCATION MAP OF EAST EUROPEAN COUNTRIES



SLOVAKIA



© Geodetický ústav Slovenskej republiky, Bratislava 1980

I. 調査の概要

1. 要請の背景・経緯

スロヴァキア国の都市には熱供給システムのプラントがあり、地域暖房、産業用の温水が供給されているが、これらのプラントの多くは老朽化が顕著であり、効率性、ばい煙等の環境対策において大きな問題を抱えている。また熱供給プラントの原料として利用されている天然ガスの供給は全面的にロシアに依存しており、同国のエネルギー政策においてはプラントの近代化、コージェネレーション化による効率性の向上、省エネルギー、環境対策および燃料源の多様化が急務となっている。

このような状況を踏まえ、スロヴァキア政府は1993年7月に、わが国に対し中央配電公社の運営するジリナ市、マーティン市、ズヴォレン市の熱供給プラントの近代化にかかる調査の実施を正式に要請した。

この要請を受け、事業団は要請内容の確認と関連情報の収集を行うために今回予備調査団を派遣したものである。

2. 調査目的

スロヴァキア共和国熱供給システム近代化計画にかかる先方の要請内容の詳細を確認すると共に、対象プラントの現状及び対象地域の環境に関する情報を収集することを目的とする。

3. 調査団派遣期間

平成6年3月14日(月)～3月27日(日) 14日間

4. 調査団構成

団長・総括	こばやし てつろう 小林 哲郎	JICA 鉱工業開発調査部計画課課長
技術協力行政	よしだ よしはる 吉田 良晴	通産省経済協力課開発輸入班長
調査企画	いずみ さちこ 泉 佐智子	JICA 鉱工業開発調査部工業開発調査課
熱供給システム	あずま まさひさ 東 正 久	日本エネルギーシステム(株)

5. 調査日程

3月14日(月)	成田→ウィーン(OS-556) JICAオーストリア事務所と打ち合わせ
3月15日(火)	ウィーン→ブラティスラバ スロヴァキア外務省表敬、経済省と協議
3月16日(水)	スロヴァキア中央配電公社(SSE)と協議
3月17日(木)	SSEジリナ、マーティンプラント調査
3月18日(金)	SSEズヴォレンプラント調査
3月19日(土)	資料整理
3月20日(日)	〃
3月21日(月)	経済省との協議
3月22日(火)	環境省、経済省と協議
3月23日(水)	M/M署名、ウィーン→ブラティスラバ
3月24日(木)	JICAオーストリア事務所報告
3月25日(金)	ウィーン→ブラハ 在チェコ日本大使館報告
3月26日(土)	[小林団長、泉団員]ブラハ→ワルシャワ(DL-058) [コンサルタント団員]ブラハ→コペンハーゲン→
3月27日	→成田着

6. 調査内容

- (1) 調査内容の確認
- (2) プラント概要調査
- (3) 関連情報の収集

7. 主要面談者

- (1) 外務省

Mr. Drahamir STOS

(2) 経済省

Mr. Pavol BILICKY Deputy director, Department of Fuels and Energy
Ms. Ivana RAPANTOVA Director, Programme Management Unit, PHARE-Energy
Mr. Peter LUBY Programme Management Unit, PHARE-Energy

(3) 環境省

Mr. Ivan MOJIK Head of Emissions and Immissions Group,
Department of Air Protection
Mr. Lubomir ZIAK Department of Air Protection

(4) スロヴァキア中央配電公社

Mr. Vladimir MOSAT President, SSE
Mr. Jan PODHORSKY Vice President, SSE
Mr. Peter MACKO Development Division
Mr. Vladimir STEFANIK Marketing Division
Mr. Ivan ANTONY Director, Heating plant in Zilina
Mr. Jozef BEDNAR Director, Heating plant in Martin
Mr. Pavel KMINIAK Director, Heating plant in Zvolen

(5) 在チェコ日本大使館

櫻井 寛 参事官

(6) J I C A オーストリア事務所

佐藤 幹治 所長
杉本 充邦 所員
高橋 正義 東欧支援企画調査員

8. 調査結果

調査団はスロヴァキア側関係機関との協議及びジリナ、マーティン、ズヴォレンの各熱供給プラントの概要調査を行い、日本側小林調査団長、スロヴァキア側シュターシ経済省副大臣との間にてM/Mの署名を行った。

(1) S S E 社の認識する問題点と今後の基本的方針は、以下の三点である。

① より多くの発電

ベースロードとして利用されているボイラーに付属している発電装置が、夏の熱需要が低下する時期に十分発電できない。

②環境との調和

1998年からの環境規制強化に対応するため、脱硫装置の設置が必要である。

③効率（特に熱輸送）の改善

夏場におけるエネルギーロスが30%に達しており、改善が必要であるとの説明が経済省での協議の際になされたが、ジリナでの協議では現行の熱輸送のロスは標準的なものでありそれほど問題はないとの説明があった。

(2) 各プラントは旧式のボイラーを順次新型へ切替を計画及び実施中である。マーティン及びズヴォレンのプラントについては今後の計画にはほとんど問題がないと考えられる。ジリナについては設備が古くなってきており、手当てが必要であろうが、西欧のメーカーからの提案がいくつも出てきているという状況である。

(3) JICAに対しては、1)使用する燃料は何でも構わない（天然ガスも使用可能）
2)現状をベースに、上記の三つのコンセプトに添った形で検討することを前提に改善案を提案してもらいたいとの要望である。また、改修資金の手当てができないために改修が進まないの、資金調達の方法についても提案してもらいたいとのことである。人材育成、熟料金等ソフト面でSSEからの具体的な協力要請はない。

(4) 調査団としては、ジリナのプラントについて追加情報を4月中に提供してもらうこととし、それらの情報に基づいて具体的な調査に入れるかどうか検討してスロヴァキア側に回答することとした（M/Mに記載）。

今後の具体的な調査のイメージとしては、

a)規制強化に対応した脱硫装置の設置（及び旧式ボイラーの近代化）について提案する。（更に配管ロスについての現状調査を実施する。）ただし脱硫装置については、西欧の民間企業から種々の提案が出されている。

b)規制強化を踏まえて天然ガスへ燃料を転換し、コジェネレーションシステムを本格的に導入する案を提案する。

が考えられるが、b)案が電気料金等により成立しにくいと考えられる場合には、

c)現行SSEの方針を追認し、本格調査に着手しない。

ということも考えられる。

9. 団長所感

- (1) スロヴァキア中央配電公社（SSE）は70年の歴史を誇り、将来を見据えて計画的に設備の更新、メンテナンスを実施しており、資金の制約から比較的新しい設備でも制御系がやや旧式である点を除けば、十分西欧レベルの技術力を有していると判断される。
- (2) 今次要請については、スロヴァキア経済省としては日本のODAに関する知識を十分に把握した上で提出されたようであるが（チェコのメルニーク発電所の環境対策等）、SSE社に対しては必ずしも十分に情報が知らされていなかったように感じられる。
- (3) また、経済省としても「設備の改善の際は2つ以上の提案を比較した上で決定することが必要である。」等、日本の協力と民間企業の提案とが必ずしも明確に区分されていないのではと感じさせる発言も見受けられた。
- (4) プラントの現状は（コシチェ、プレショフ両市で日本が提案したものと比較した時）、すでに「今後も褐炭を中心に使い、規制に応じて環境対策を施していく」という方針で改修等に着手しているの見受けられ、日本が異なる提案をするにはやや時機を失しているのではないかと考えられる。
- (5) 更にSSEは、資金のめどがつかないため工事に着手できない現状であると述べ、経済省も資金調達の方法について提案してほしいと要請する等、問題は改善資金の調達にあるとの印象も感じられた。
- (6) しかしスロヴァキア側の対応は真剣であり、日本からの提案を正しく受け止めようとする態度を十分に感じ取ることができた。
- (7) 3)～5)のような問題点はあるが、合意議事録にあるように今次調査で得られた資料を持ち帰り、具体的調査のスコープを組み立てられるかどうか、資金協力の可能性の有無も含めて検討することが必要である。

II. スロバキヤのエネルギー政策

1. エネルギーの需給と価格

1-1. エネルギー供給の現状

(1) 電力

400 KV, 220 KV の電力幹線網が国内のみならず、チェコ、ハンガリー、ウクライナとも接続しており相互に必要なに応じ供給または受電している。

電力使用量 1992年

産業用	13.5 TWh	52.3 %	
一般用	5.6 TWh	21.7 %	
その他	3.2 TWh	12.4 %	
輸入	3.5 TWh	13.6 %	(輸入 6.0 TWh, 輸出 2.5 TWh)
計	25.8		

発生電力 内訳 1992年

	発電能力		発電量	
	GW	%	TWh	%
原子力	1.8	27.7	11.0	49.3
水力	1.6	24.6	2.3	10.3
火力	2.2	33.9	6.6	29.6
その他	0.9	13.8	2.4	10.8
計	6.5		22.3	

現在 Mochovce に建設中の 4×440 MW の原子力発電所が完成すると、スロバキヤに於ける原子力発電の占める割合は更に大きくなると同時に供給能力も増え需給も改善される。

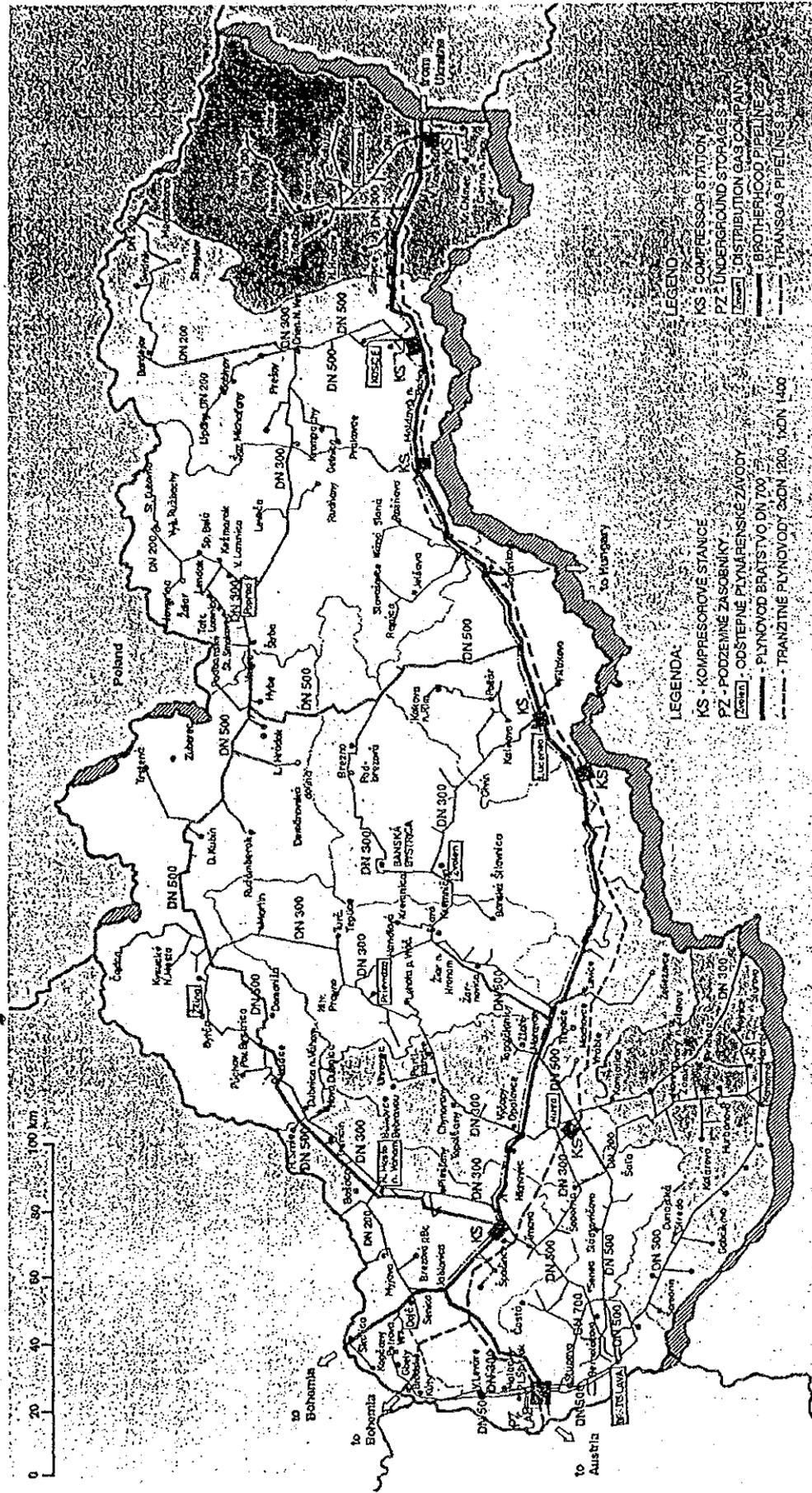
(2) 天然ガス

旧ソ連と欧州を結ぶ BROTHERHOOD, TRANSGAS の2大ガス幹線が、スロバキヤ南部を通過している。この幹線より分岐した天然ガス供給ラインが、ほぼスロバキヤ全土を網羅しており供給には殆ど問題は無いようである。(添付図 GAS PIPELINES IN SLOVAKIA を参照されたい)

1-2. エネルギー需給率

石炭	国産率 24 %	輸入率 76 %	全てチェコより輸入
天然ガス	” 4 %	” 96 %	ロシア、ウクライナより輸入
原油	” 1 %	” 99 %	”
電力	” 87 %	” 13 %	殆どチェコより輸入

GAS PIPELINES IN SLOVAKIA



PRINTED BY BRATISLAVA, SLOVAKIA

1-3. エネルギー価格

天然ガス

Fig 7-Fuel Type, Quality and Costs 参照されたい

褐炭

同上

電気

一般小口使用者	1.64 SK/kWh+基本料金	5 KS/Month
” 4,000 kWh/y 以下の使用者	0.87 ” + ”	34 ”
” 深夜料金組合せ	0.37 ” + ”	25.5 ”
” 家屋電気暖房使用者	1.64 ” + ”	189 ”

熱

平均 180 SK/GJ

(注) 1 \$ = 32 KS, 1\$ = 105 ¥ として 1 KS = 3.28 ¥

社会主義国家の通例として、スロバキヤもエネルギー価格が低く押さえられていた。このためECに比較して電気、ガス料金がかなり安くなっている。前内閣は35%前後の値上げを検討していたが、決定に至る前に内閣交替となり本件は保留となっている。

天然ガスは殆どをロシア、ウクライナより輸入している。ロシア、ウクライナ共に供給については確約はしているが、今後の価格については流動的と考えるべきであろう。

2. エネルギーの将来展望

スロバキヤのGDPは過去三年間減り続けてきた。これは世界的不況、ソ連を初めとする東欧圏の政治経済体制の変革、更にスロバキヤの1993年1月のチェコからの分離独立による混乱など、数多くのことが同時発生し、経済成長が低下したことによるものである。エネルギー需給の要を占める電力消費量も、過去三年間、GDPとともに比例してして減り続けてきた。(下表を参照されたい)

	1990	1991	1992	1993
GDP 百万SK	243.6 (100)	218.3 (89.6)	203.0(83.3)	193.8(79.6)
電力消費量 TWh	31.02(100)	27.04(87.2)	25.8(83.2)	24.5(79.0)

スロバキヤ経済省は、1994年は景気も底をついた形となり、1993年とほぼ同様に推移すると予想している。1995年からは、GDPは上向きに転じるのではないかと予想している、

Fig.7 - Fuel Type, Quality and Costs

Fuel	Costs	Low heating value MJ/kg	S wt%	Ash %	Supplier
Coal					
North Bohemian lignite	600 Sk/t	12,30	1,25	13,69	Doly Nástup Tušimice
Heating oil	Not used at the Thermal Heating Plant				
Casing-head gas	3,35 Sk/m ³	33 GJ/1000 m ³			SPP Bratislava, subsid. Žilina
Note *					

* Heavy metal analyses results in ashes and in dry matter are provided in the enclosure of this Figure.

Žilina, April 14, 1974
 Compiled by: Puškár Jozef

従って電力使用予想量も1995年頃から増加するのではないかと予想している。

3. 将来展望の問題点

スロバキヤは環境改善を図るため、本年6月にEMEP (European Monitoring and Evaluation Programme) に正式調印する予定である。現時点では、EC並みの環境基準、排出基準は既に決定され、新基準の具体的実行スケジュールをいかにするかを、検討中の段階にある。

スロバキヤ政府が真剣に本問題に取り組もうとしていることは、今回の調査でもよく理解された。このためには設備の近代化と同時に、エネルギー転換も、今後の重要課題である。

環境改善のために、燃料をクリーン・エネルギーである天然ガスに切り替えることは、有力な方法である。しかしながら、天然ガスは高価で、且つほぼ全量を輸入しなければならない燃料であり、更に旧ソ連圏のみに供給を依存している。供給と価格の両方の面で不安がある。このためスロバキヤ政府は供給先の分散化を図り、アルジェリヤ、北海からも、輸入すべく検討中である。

スロヴァキヤ国内の天然ガス幹線の施設工事はスロヴァキヤ政府によって実施された。この工事代金と幹線土地使用料、ガス通過料等が国内使用天然ガス代金と相殺される。

このため、スロヴァキヤ政府は、当面は、天然ガス代金を支払わなくてもよいとのことである。

以上のごとき状況であるので、現時点では、スロバキヤ政府は、天然ガスの使用に当たっては、特に、政策的規制指導は行わず、経済的に有利であれば天然ガスの使用を認めている。

しかしながら、唯一の国産燃料資源である石炭を、最大限に使用することがスロヴァキヤとしては、最も望ましいことと推定する。環境問題に対処しながら、いかに石炭を活用して行くかが、今後の最大の課題であろう。

Ⅲ. スロバキヤの熱供給政策

1. 熱供給システムの現状

1-1. 概要

熱電供給公社の母体は、70年前に出発した電力会社である。約40年前、熱供給プラントを併設し、その後数次の拡張工事を経て今日に至った。熱と電力を同時に供給する公社である。

気候の関係で、地域暖房が早くより発達したため、熱発生プラントを、主要需要地域の中心に設け、熱を発生・供給すると同時に、一部で発電を行い、その電力を自己の持つ地域配電網に供給し、配電事業にも何がしかの寄与を行ってきた。

熱プラントは熱供給が主目的で、産業、民生用の電力を供給する発電設備能力はない。発電と高圧送電を主体とした公社(SEP)が、発電所と全国に巡らされた高圧配電幹線を所有し電力の供給を行っている。

各地域の熱電供給公社は、SEPの変電所以降の配電設備と熱供給設備一式を所有し、これを用いて各需要者への電気供給及び熱供給を行っている。

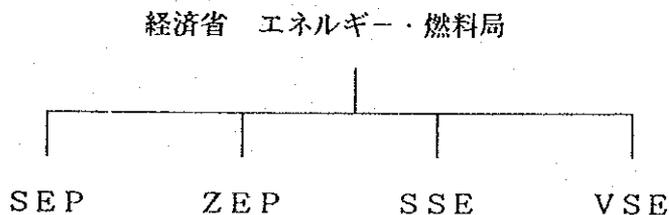
1-2. 熱・電気供給の組織

スロバキヤでは、全国を西スロバキヤ、中央スロバキヤ、東スロバキヤの3つの地域に分割し、各地区に地域を担当する熱電供給公社がある。この各公社を経済省が監督している。

各公社は、全て国営である。将来は、民営化されるであろうが、現在のところ、未だ具体的動きは起きていない。各独立した公社として運営されている。

(添付 TERRITORY DIVIDING OF THE PLANTS を参照されたい)

全体組織については、色々変動があったが、現在は下記の体制になっている。



SEP; 発電所と主要幹線を所有している。1992年実績では、SEP総供給量 25.8 TWhのうち 18.9 TWh(72.1%) がZEP, SSP, VSEの三熱電供給公社に供給されている。

本社はブラチスラバにある。

ZEP ; 西スロヴァキヤ地方の熱電供給公社、電気・熱供給網を持ち、自身で熱プラントを有している。電気の大部分はSEPより購入している。
本社はブラチスラバにある。

SSE ; 中央スロヴァキヤ地方の電気・熱供給会社、電気熱供給網を持ち、自身で熱プラントを有している。電気の大部分はSEPより購入している。
本社はジリナにある。
今回の調査対象のジリナ、マーチン、ズボレンの3熱プラントは全てSSEに所属している。

VSE ; 東スロヴァキヤ地方の熱電供給会社、電気・熱供給網を持つが、旧VSE傘下にあったコスチェの熱プラントは、ある事情でSEPの傘下に入ったために、この会社だけは、自身で熱プラントを有していない。全ての熱、電気をSEPより購入している。
本社はコスチェにある。

2. 熱供給の将来展望

2-1. 環境問題

当面の緊急課題は、環境改善のための排出基準の実施への対応である。1998年を目標に現在の排出及び環境基準の実行が計画されている。特に、古くなった既設熱プラントを、いかに改善するかが重要な課題である。

2-2. 近代化

打ち続く不況のため現時点では、需要 特に、産業用の需要が減少している。このため、熱供給プラントの現在の設備能力は十分余裕があり、当面需要充足のための設備の増設は必要無いと考えられる。

しかしながら、環境の改善、民営化を前提とした経営効率の向上、等の当面 考えなければならない課題は多い。

特に、近年関心が集まっている、地球環境の改善の一環として、環境汚染問題改善への取り組みが焦眉の急である。スロヴァキヤは地勢的に中央ヨーロッパの中心に位置し、このため周辺の国々からの汚染物質の流入もあって、自国の環境汚染問題だけで解決できない面もある。いずれにしても、先ずは、自らの環境問題を解決するのが先決であろう。

このためには、設備の近代化が必要であろう。

更に近い将来、景気の回復と共に、工業が発展し需要の増加が考えられる。また同時に、住民の都市への集中による都市人口の増加、及び生活程度向上による熱需要の増加も起こってくると予想される。

これに対処するには、熱供給システムのより広域化、効率化が要求される。
現在は熱供給は各地方の公社が主体になって実施している。しかし SEPに於いても原子力発電所の運転、大型火力発電所の稼働などで、廃熱利用による熱供給量が増え、1992年実績では11,000 TJ/y にも達している。
近い将来、現在建設中の原子力発電所が稼働開始すると、電力のみならず熱供給のさらなる増加も期待できる。この点も考慮した熱供給システムの広域化の検討も開始されている。特に中央スロバキヤ地方を中心に改革を進めて行きたい意向のようである

2-3. 電力自己発生問題

以上の熱供給のほかに、現在大部分を SEP から供給されている電力についても新しい動きが出てくると思われる。 民営化を待つことなく、市場を主体とする経済は、各企業体の独立採算体制の確立が強く要求されてくるようになる。
このことは、当然、製造・販売の一貫体制による利益の最大化を追及する動きが出て来ることになると思われる。

即ち、熱電供給公社の場合ならば、現在 SEP より大部分を購入している電力を、可能なかぎり自家発電をして、電力販売より得られる利益を最大にしようとするのである。調査団が接触した SSEに於いても、余力のある蒸気ボイラーを活用して可能なかぎり電力の自己発生を図り、利益の拡大を図りたいという強い意向が見られた。

これは、現在独占体制にある SEPによる電力供給体制と当然利害の相反するものである。現時点では、SSE の発電能力は SEP の発電能力に比し小さいので大きな問題とならないであろうが、将来各熱プラントの増設、近代化が進むにつれ、自己発電量が増加すれば、当然の結果として、問題となって来るであろう。

SEP と競合する発電者の存在は、活性のある競争市場形成という意味で、喜ばしいことである。しかし健全なる競争市場が形成されるよう、適切なるに規制・育成・指導が不可欠と考える。

IV 環境政策

IV-1 環境防止対策の現状

IV-1-1 スロバキア共和国の環境防止に関する法規は、旧チェコスロバキア連邦共和国時代に制定された Clean Air Act (Act No.309/1991)を原則的に承継したものである。
スロバキア共和国の1993年1月の独立と共に制定されたスロバキア共和国憲法に於いても環境保護重視の理念は次の様に定めている。

- (1) 政府は独占的に天然資源、地下及び地上水等に関する利用、保全に関する権利を有する。
- (2) スロバキア共和国の経済は環境、社会保護を踏まえた市場経済主義をとる。
- (3) 環境保護に関しては次のとおり。
 - ①すべての国民に対し満足の行く環境を欲する権利を認める。
 - ②すべての国民は環境保護の向上、及び文化遺産保護の義務がある。
 - ③すべての国民は環境状況に対する迅速で確実な情報を政府から要求する権利を有する。
 - ④すべて国民は環境汚染、天然資源の危機、文化遺産の破損をもたらすことは認められていない。
 - ⑤政府は省エネルギーに配慮し自然のバランスを守る義務を負う。

IV-1-2 環境保護に関する行政主体としては環境省が設置され大気等の品質と個々の汚染源の状況に対する迅速な対応と国民への情報提供を義務づける権能を与えている。

IV-1-3 環境省では具体的に次の行政業務を果たしている。

- (1) 環境に関する国民への情報提供、環境に関する基準等について年次情報の出版、特定大気汚染保護地域の指定や大気基準の測定モニター等により警告や規制権を行使する。
- (2) 大気汚染モニターネットワークの拡充と運用に努め、1990年から1991年迄に18のモニターステーション、1992年に6ヶ所、1993年に11ヶ所を増設し、1995年迄に68局のネットワークの構築を目指している。
- (3) 環境省は大気汚染防止対策として
 - ①スモッグの警告、規制
 - ②大気基準の制定やこれに伴う規制取締り
 - ③環境技術、試験、研究組織としてHidro-Meteorological Instituteの設置と維持運営
 - ④大気汚染未達成地域の公表
(大気汚染で年平均、大気基準を越える地域、または短期平均で2種の汚染物質-SO₂ NO_x SPM CO-の計が5%以上基準値を越えた地域、或いはオゾンが公害のNuisanceとなる範囲50kmの地域が公表される。)
- (4) 1993年の未達成地域は国土の5.7%にあたる2798平方kmでその地域内の国民は127万人となっている。

IV-1-4 大気汚染の現状

スロバキア共和国全体としての環境汚染状況を1992年の月別に見るとFig. 1 にみるとうり冬期にはSO₂が多く、夏期にはNO_xの排出が多い。

大気汚染の業種分野別の比較でみるとFig. 2 で見るように暖房、発電等のエネルギー分野が圧倒的に占めており、ついで鉄鋼、非鉄金属、石油精製の順となっている。(Table 1 参照)

スロバキア国内各地の大気汚染状況は1992年値で Table 2 のとうりとなっている。

これを汚染物質別にスロバキアの地図上に分布図として示したのがFig. 3, 4, 5, 6 である。

以上のことからスロバキア共和国の当面の環境対策としては、熱供給施設や発電分野の大気汚染防止対策や、燃料分野の石炭からの天然ガス等への燃料転換、脱硫、脱硝設備の設置等が必要と思慮される。

IV-2 国の環境基準、排出基準

IV-2-1 スロバキア共和国の大気環境品質基準はTable 3 に示すとうりである。これは1991年10月にチェコスロバキア連邦共和国として制定されたものを継承したものである。

排出基準についてもTable 4 に示すとうりである。

これは燃料源毎に、燃焼炉の容量毎に定められ、容量が大きく成るほどに規制値が厳しいものとなっている。

スロバキアのこの環境基準はECの環境基準との整合性を保つため、必要に応じより厳しい方に改正される方向にあることである。

それによると、まず、従来の規制値が個々の燃焼炉毎であったものが全燃焼設備を合計した全容量に対し一元的に規制する方向にある。

IV-2-2 固体燃料に関する基準の変更

固体燃料に関する基準の変更は Fig. 7 に示すとうりである。

規制値については、ECとの関係においてSO₂のみが従来50MW-300MWの熱出力に対し、排出基準1700mg/Nm³であったものが、50-140MWまでが従来値、140MW-400MWまでは容量の増加に比例して排出基準が下がり、400MW以上では在来値である500mg/Nm³に対し400mg/Nm³となることになる。

IV-2-3 液体燃料に関する基準の変更

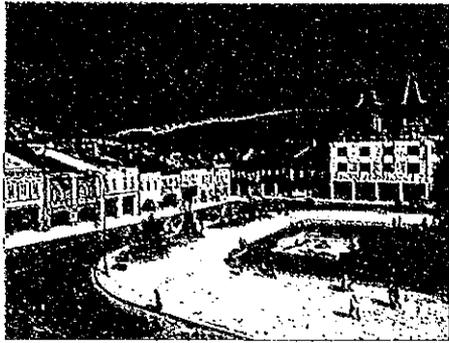
液体燃料に関する基準の変更は Fig. 8 に示すとうりである。

従来の排出基準は熱出力300MWまでは1700mg/Nm³であったが240MW-400MWまでは容量に比例して規制値が厳しくなり、400MW以上では400mg/Nm³という基準が課される事になる。

IV-3 地域の環境基準、排出基準

IV-3-1 Zilina Martin Zvolen 3市の環境汚染の状況

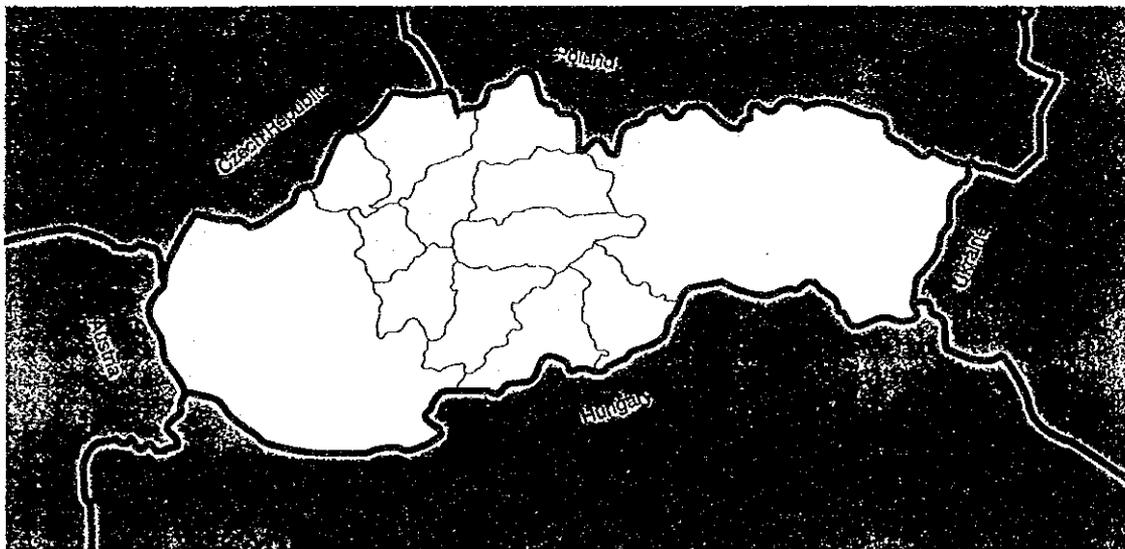
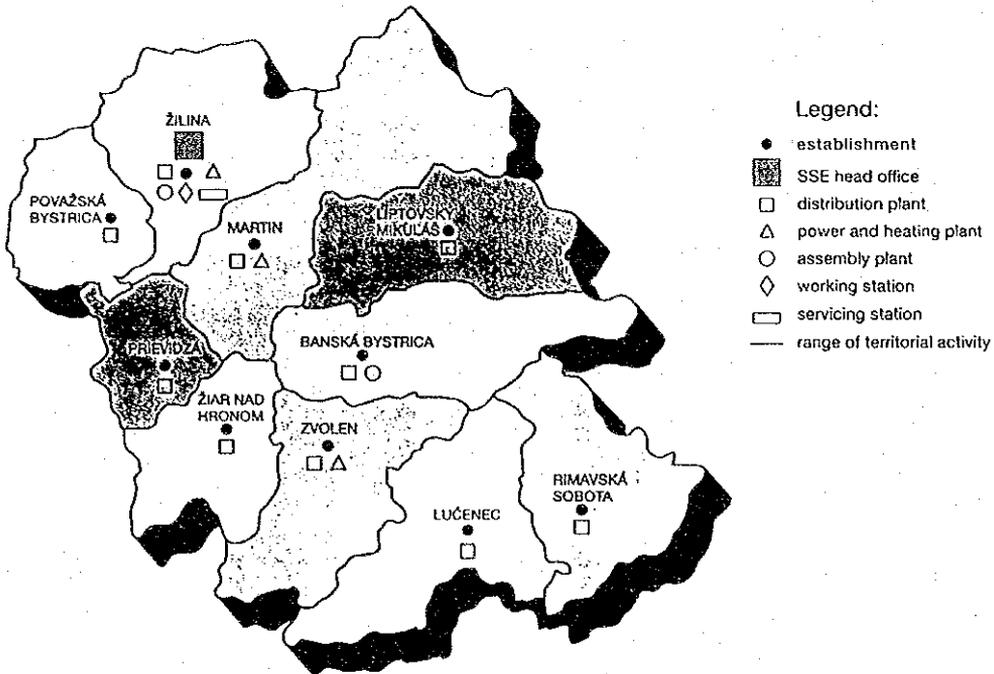
今回の調査では上記の3市が調査地域とした。環境省が発表した環境年次報告(1992年)によると、3市の年間の固定発生源からの排出量はTable 5, Fig. 9, 10 に示すとうりであり、Zilina市の環境汚染が一番大きい。



2

ORGANIZATIONAL DIVIDING OF THE STATE ENTERPRISE

TERRITORY DIVIDING OF THE PLANTS



月別大気汚染変化

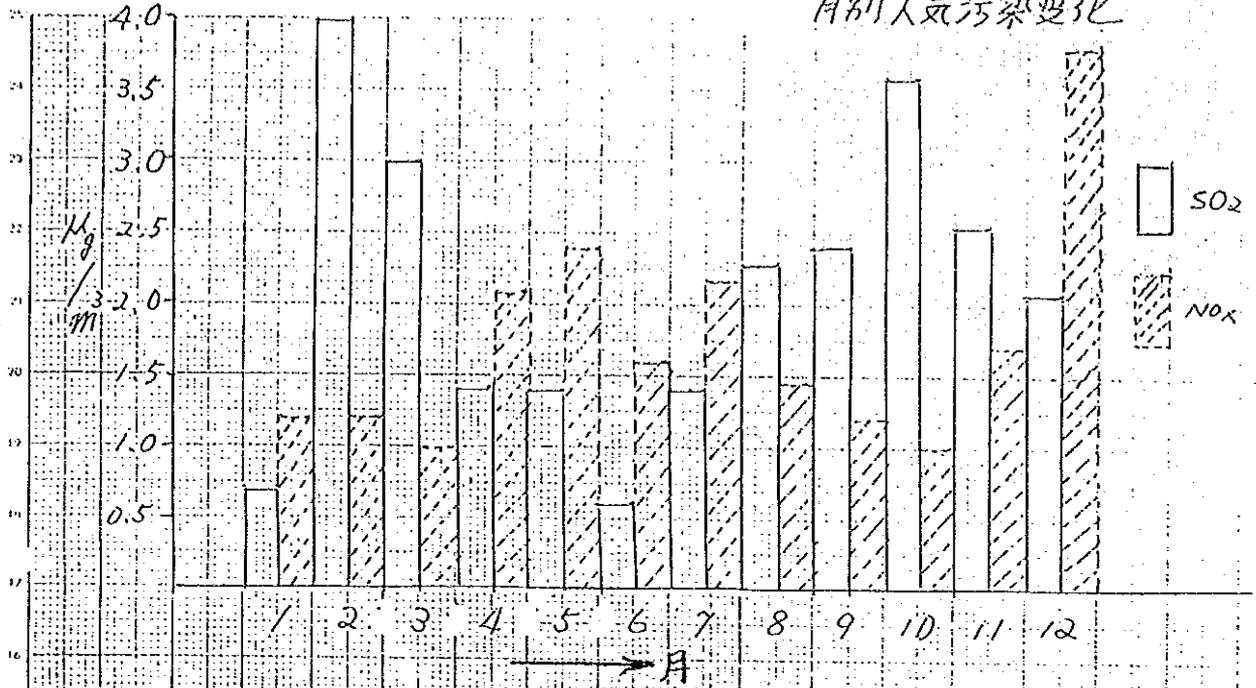


Fig. 1

業種別大気汚染比較 (1992)

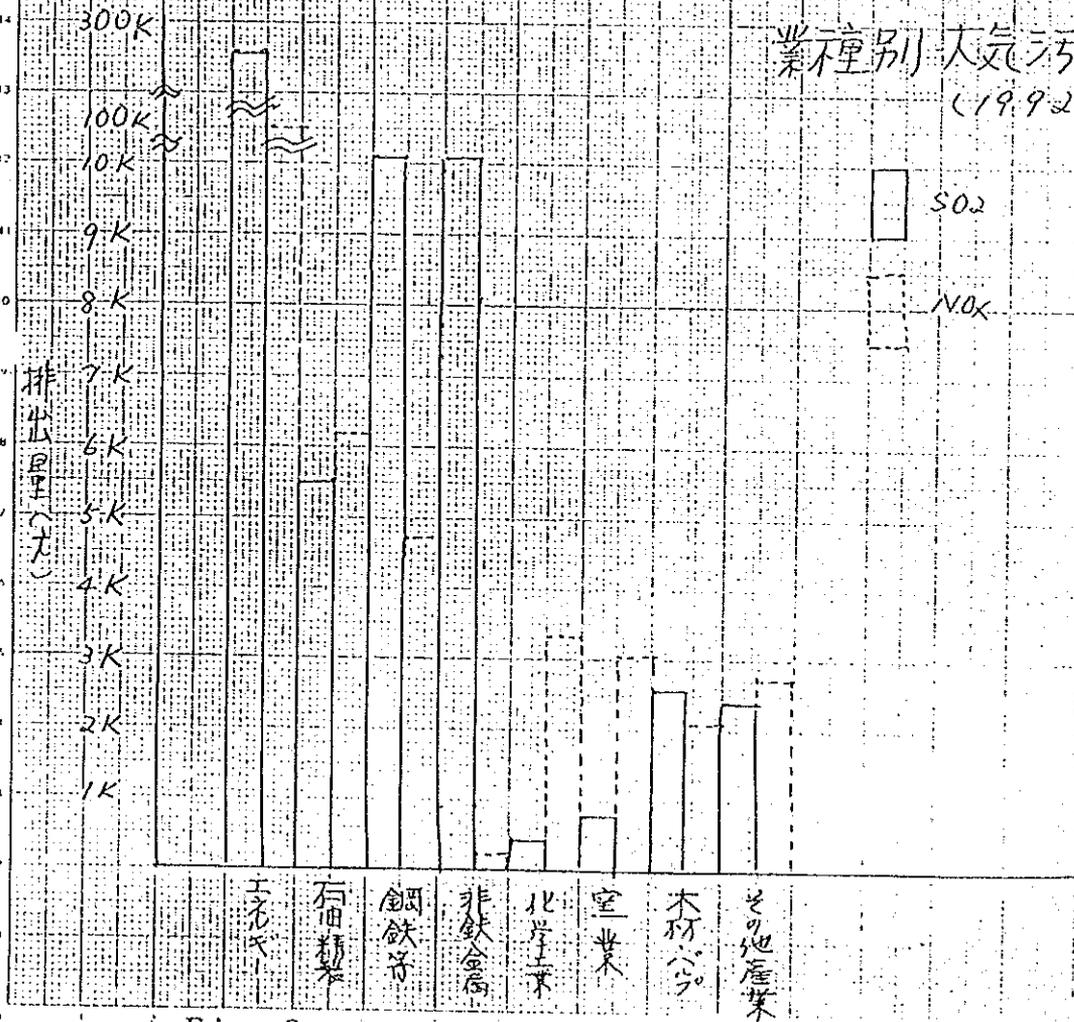


Fig. 2

AIR POLLUTION - EAPSI
emissions quantity according to sort
of production in 1992 (t)

Table. 1

Sort of production	Particulate matter	SO ₂	NO _x	CO
Energetics	91930	263077	105123	10594
Crude oil refineries	-----	5561	6264	310
Metallurgy-ferrous metals	7118	10743	4725	16341
Metallurgy-nonferrous metals	994	10494	228	4861
Chemical industry	1177	431	3301	3889
Cement works and limekilns	6038	779	3002	5800
Wood processing, pulp-paper industries	1285	2542	2056	323
Other industries and arrangements	2003	2408	2756	2263
Slovakia	110545	296034	127454	44382

Quantity of emissions from stationary sources
in the year 1992 (t) upon territorial division
into districts

Table. 2

Order	District	Emissions (t.year ⁻¹)				Specific terr.emmissions (t.year ⁻¹ .km ⁻²)			
		Particulate matter	SO ₂	NO _x	CO	Particulate matter	SO ₂	NO _x	CO
1.	Bratislava	3033	26503	6258	2818	8.251	72.097	17.024	7.666
2.	Bratislava-vidiek	1722	2928	650	2505	1.389	2.361	0.524	2.020
3.	Dunajská Streda	2030	4355	652	4173	1.888	4.051	0.607	3.882
4.	Galanta	7219	13756	6205	9887	7.322	13.951	6.293	10.027
5.	Komárno	2332	2829	652	3008	2.120	2.572	0.593	2.735
6.	Levice	2219	5442	841	2635	1.431	3.509	0.542	1.699
7.	Nitra	4061	6025	1628	4788	2.816	4.178	1.129	3.320
8.	Nové Zámky	3576	13138	3026	4009	2.656	9.756	2.247	2.977
9.	Senica	2592	3645	2353	2212	1.533	2.156	1.392	1.308
10.	Topoľčany	4397	7509	1408	4165	3.232	5.520	1.035	3.062
11.	Trenčín	2994	3738	2273	7479	2.285	2.853	1.735	5.709
12.	Trnava	3117	6450	1836	4108	2.243	4.641	1.321	2.956
13.	Banská Bystrica	6471	7987	2708	3868	3.119	3.849	1.305	1.864
14.	Čadca	3562	5623	648	5372	3.810	6.014	0.693	5.745
15.	Dolný Kubín	4731	6424	870	5980	2.848	3.867	0.524	3.599
16.	Liptovský Mikuláš	9911	7971	4086	2310	5.035	4.050	2.076	1.174
17.	Lučenec	2397	2132	567	3762	1.838	1.635	0.435	2.885
18.	Martin	3645	9134	2194	2208	3.232	8.099	1.945	1.958
19.	Považská Bystrica	4982	8532	1537	4626	4.162	7.128	1.284	3.865
20.	Prievidza	7851	58021	15822	4633	8.183	60.476	16.492	4.829
21.	Rimavská Sobota	7106	6400	1302	3412	3.898	3.511	0.714	1.872
22.	Veľký Krtíš	1080	1550	6354	2052	1.272	1.826	7.484	2.417
23.	Zvolen	2909	3838	946	2238	1.690	2.230	0.550	1.300
24.	Žiar nad Hronom	3582	7673	2015	3172	2.832	6.067	1.593	2.508
25.	Žilina	4236	11945	3305	4315	3.861	10.889	3.013	3.933
26.	Bardejov	1160	1056	198	1009	1.145	1.042	0.195	0.996
27.	Humenné	14328	7359	2184	1383	7.506	3.855	1.144	0.724
28.	Košice-mesto	18419	35392	32998	17426	75.798	145.646	135.794	71.712
29.	Košice-vidiek	2601	2605	587	2367	1.697	1.699	0.383	1.544
30.	Michalovce	2320	6364	2681	3713	1.771	4.858	2.047	2.834
31.	Poprad	1821	2541	751	2619	0.928	1.295	0.383	1.334
32.	Prešov	3099	3351	735	2822	2.187	2.365	0.519	1.992
33.	Rožňava	3177	5386	1966	2744	1.960	3.323	1.213	1.693
34.	Spišská Nová Ves	3346	14831	641	5037	2.189	9.701	0.419	3.295
35.	Stará Ľubovňa	910	1147	138	1186	1.458	1.838	0.221	1.901
36.	Svidník	527	616	94	659	0.611	0.715	0.109	0.765
37.	Trebišov	18643	53809	22572	3738	14.100	40.697	17.072	2.827
38.	Vranov nad Topľou	1097	5320	2033	2072	1.294	6.275	2.398	2.444

SPECIFIC TERRITORIAL EMISSIONS - 1992 SO₂ [t/km²]

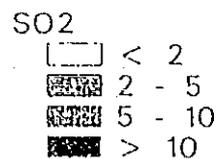
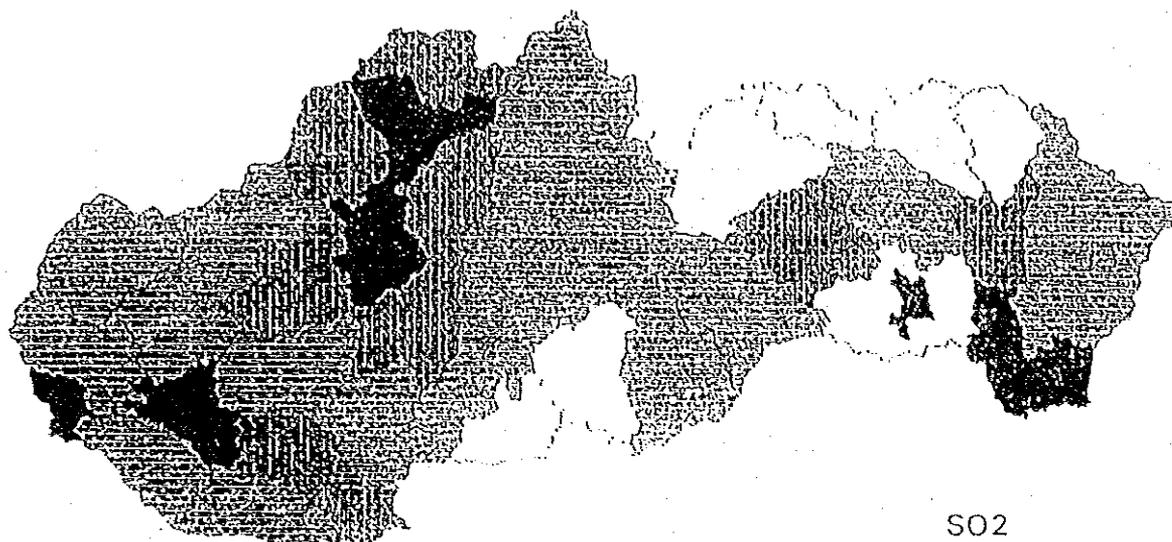


Fig. 3

SPECIFIC TERRITORIAL EMISSIONS - 1992 PARTICULATE MATTER [t/km²]

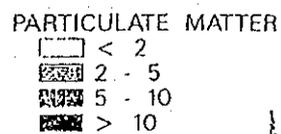
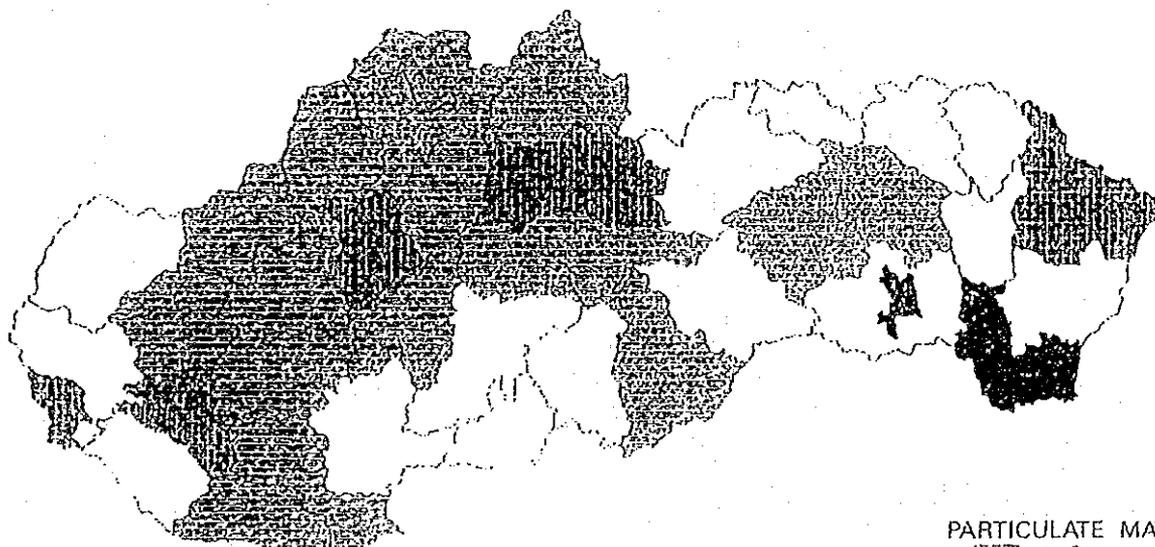


Fig. 4

SPECIFIC TERRITORIAL EMISSIONS - 1992
NO_x [t/km²]

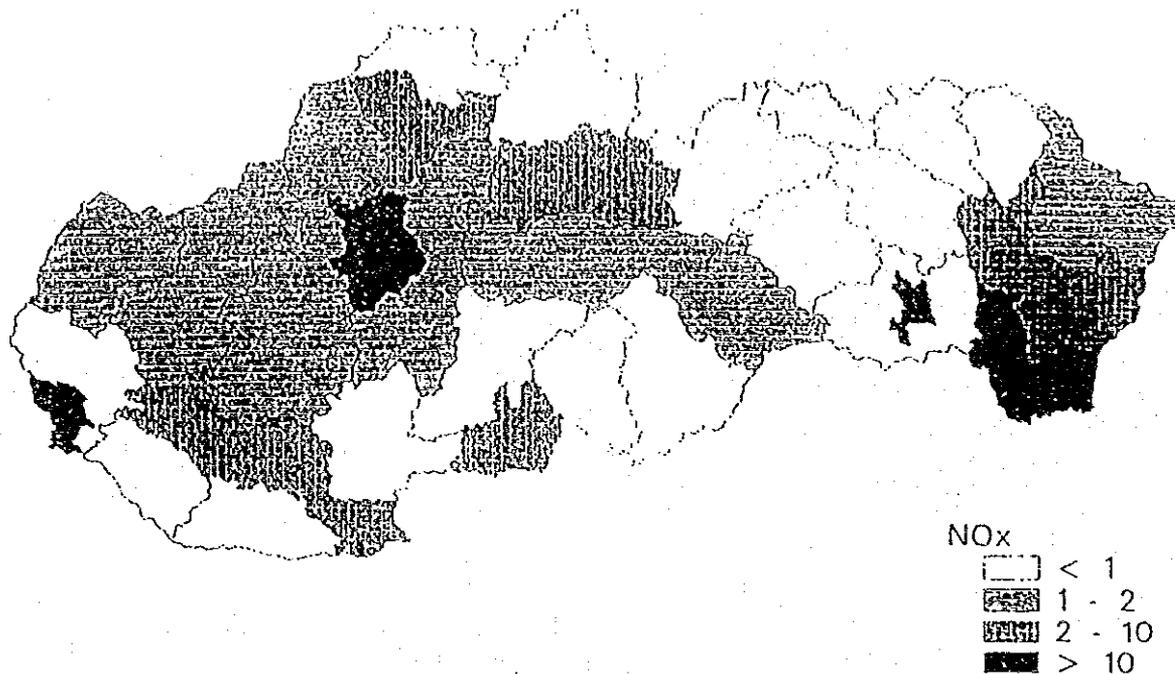


Fig. 5

SPECIFIC TERRITORIAL EMISSIONS - 1992
CO [t/km²]

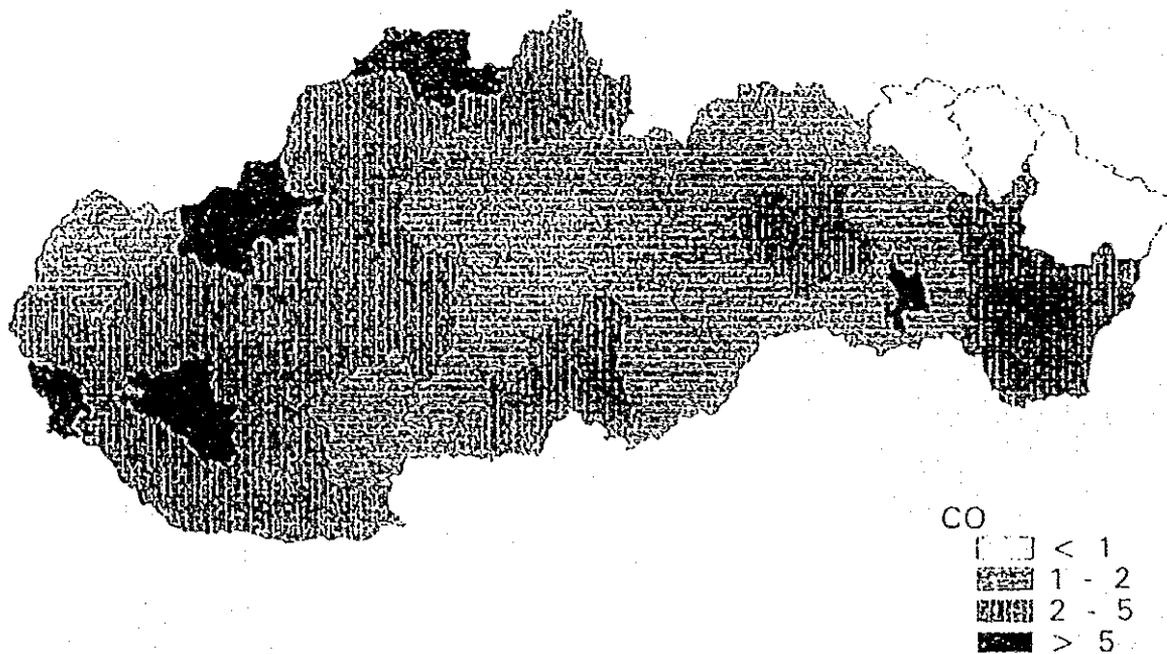


Fig. 6

AIR QUALITY STANDARD IN SLOVAKIA

Pollutant	expressed as	Air Quality Standard ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		I Hr	I Hd	I H ₈ h	I HK
Fly Dust		60	150	—	500
Sulphur Dioxide	SO ₂	60	150	—	500
SO ₂ + Fly Dust		—	250	—	—
NO _x	NO ₂	80	100	—	200
Carbon Monoxide	CO		5000	—	10000
Ozone	O ₃	—	—	160	—

I Hr : Annual average concentration

I Hd : Daily average concentration

I H₈h : 8 hours average concentration

I HK : Average half hour concentration

Table. 3

Stationary sources

Emission standards are stipulated for new sources.

Existing sources must fulfill these emission standards before 1 January 1999.

Emission standards for combustion systems

Fuel	Capacity (output) [MW _{th}]	Standards [mg.m ⁻³]				at % O ₂
		part.	SO ₂	NO _x	CO	
Solid	> 300	100	500	550	250	6
	50 - 300	100	1700	550	250	6
	5 - 50	150	2500	650	250	6
	0.2 - 5	150		650 1100 ¹⁾	850	6 6
Liquid	> 300	50	500	450	175	3
	50 - 300	50	1700	450	175	3
	5 - 50	100	1700	450	175	3
	0.2 - 5	100		500	175	3
Gas	> 0.2	10	35	200	100	3
FBC ²⁾	> 2	50	400	400		
Gas turbine	flue gas: > 60,000 m ³	2°Bach.	1700	300	100	15
	< 60,000 m ³	4°Bach.	1700	350	100	15

1) WBB - wet bottom boiler

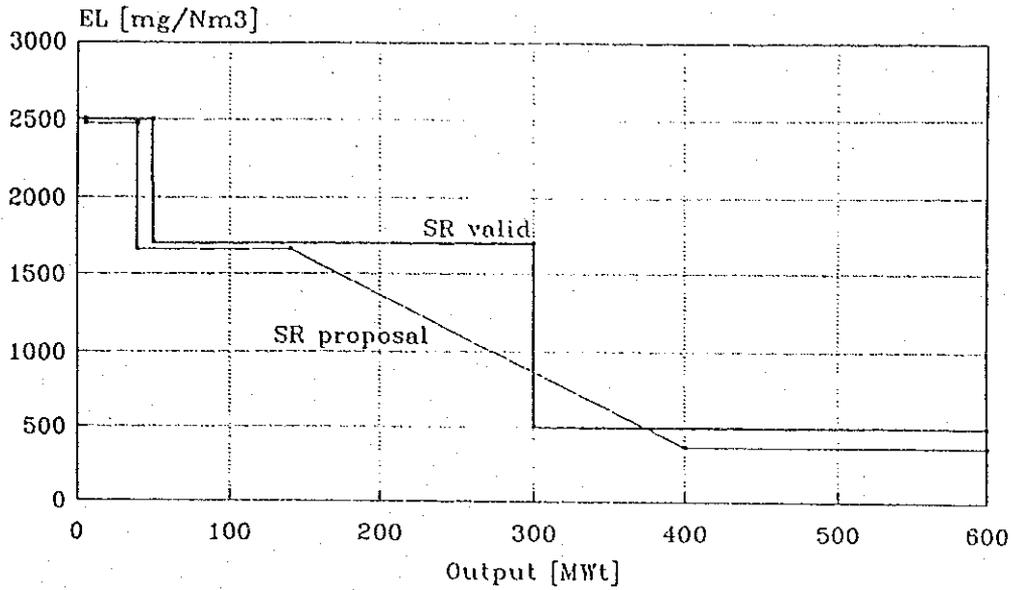
2) FBC - fluidized bed combustion

Table. 4

Emission limits SR

Comparison

SOLID FUEL



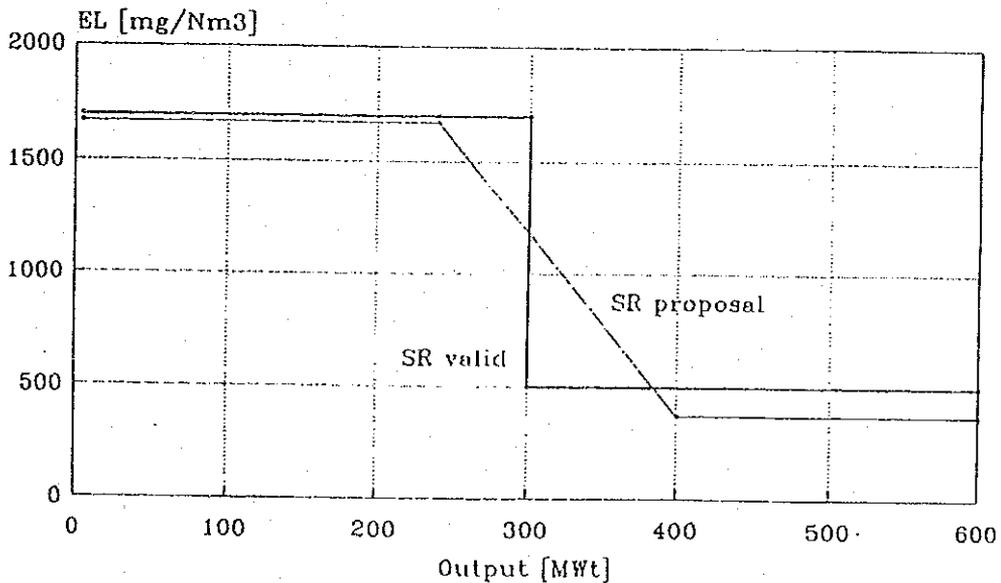
Boiler effectiveness is supposed 80 %

Fig. 7

Emission limits SR

Comparison

LIQUID FUEL



Boiler effectiveness is supposed 80 %

Fig. 8

ZILINA, MARTIN, ZVOLENの固定発生源の公害

市名	排出量 (T/Y)			
	SPM	SO ₂	NOX	CO
ZILINA	4236	11945	3305	4315
MARTIN	3645	9134	2194	2208
ZVOLEN	2909	3838	946	2238

市名	面積当り年間排出量 (T/Y/Km ²)			
	SPM	SO ₂	NOX	CO
ZILINA	3861	10889	3013	3933
MARTIN	3232	8099	1945	1958
ZVOLEN	1690	2230	550	1300

Table. 5

ZILINA, MARTIN, ZVOLENの固定発生源公害

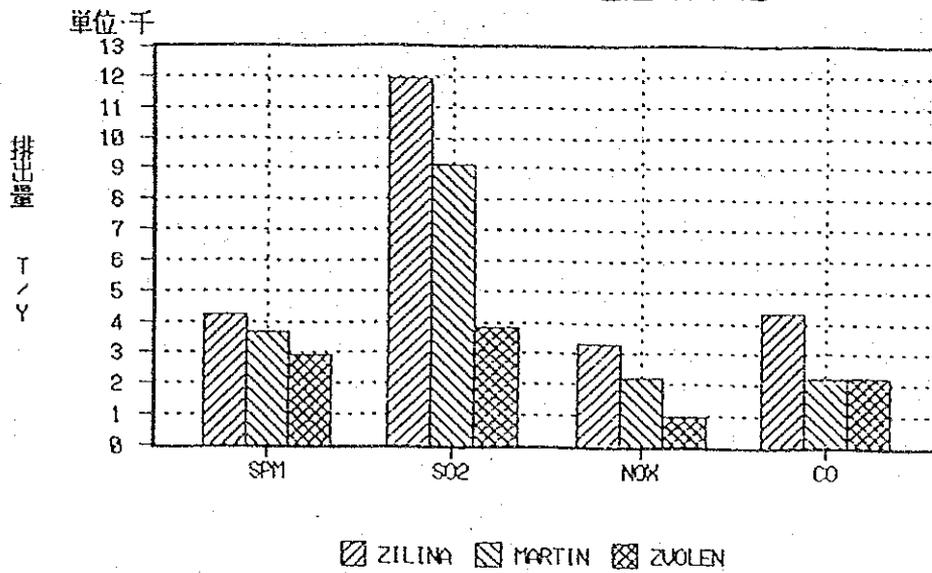


Fig. 9

面積当り排出量 (T/Y/Km²)

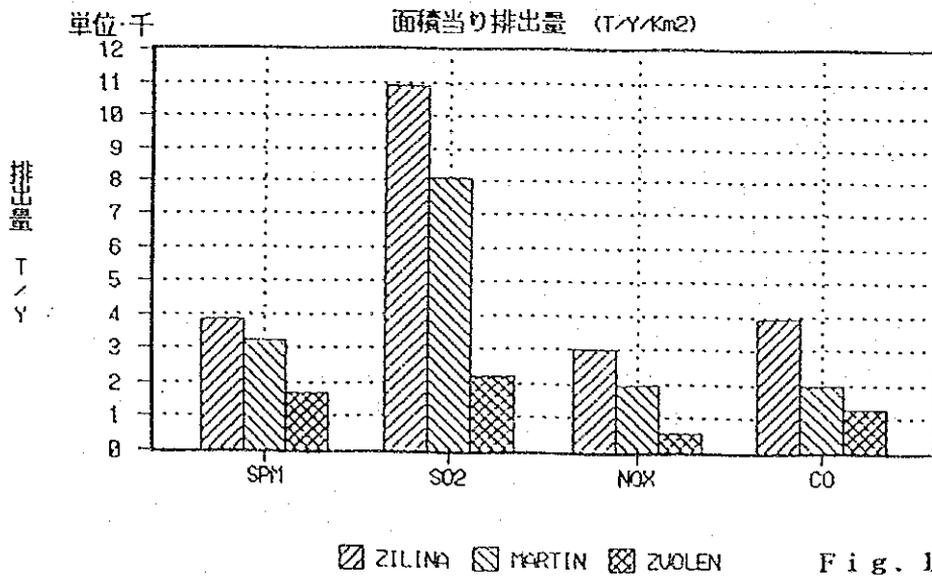


Fig. 10

IV-3-2 Zilina Martin Zvolen 3市の環境条件の相互影響

3市の環境問題は都市毎に相違している。また、その発生源はその都市及び当該都市から離れた周辺地域にある公害発生設備からの影響も充分考慮されるので、それらの相互影響おも加味して検討しないと当該工場がその公害のすべてとして対処しても、当該都市の環境問題の解決につながらない。

ちなみに、Fig. // はNOxに関する状況を図示したものであるが、Zilinaがレベル10-2と最も大きく、ついでMartinがレベル2-1となっており、Zvolenでは問題がないという結果が示されている。しかし、この影響を及ぼすと思われる発生源が両市内だけでなく、その周辺にも多数ある熱、エネルギー生産設備や冶金工場、化学工場やパルプ工場等からの相互作用もFig. /2 にCOに関する3市の状況と周辺地域の発生源との相関図を、Fig /3 にはSO2の地域別相関を図示している。

いずれも、周辺地域にある設備と各都市内にある設備との相互作用の結果としてこの様な環境問題を誘起している訳である。

結果的に、Fig. /4に見るように3市内、Zilinaが国の環境基準未達成地域とされており、個別対策であれ、総合対策であれZilina市が優先的に対処する必要があるかと推察される。

こうした、相互影響を加味して各都市の環境評価を行うには下記の様なデータを求める必要がある。

3市の対象地域の環境データとして下記の内容のもの

A. 大気汚染物質排出状況データの把握

大気汚染物質排出物質の種類 (SOx NOx 粉塵) 調査データ

B. 大気汚染物質排出工場所在図 工場レイアウトの詳細

C. 年間の気象条件調査

年間 (又は季節間) に於ける同一気象条件 (風向 風速 大気安定度の組合せ) 毎の出現時間の調整

但し 無風 1.0 m/s 未満

有風 1.0-1.9 (1.5)

2.0-2.9 (2.5)

3.0-3.9 (3.5)

4.0-4.9 (5.0)

6.0 m/s

大気安定度はPasquillの安定度分類による

D. 環境測定データ

環境測定点の測定データ (NOx SOx 粉塵 Pb等)

年間平均値 月間平均値 日間平均値 1時間値の最高/最低

データ測定時における気象データ (風向 風速 大気安定度)

測定点の所在位置図

E. 環境規制基準（国 各3市の詳細）

排出基準
環境基準

F. 環境改善計画の内容（国 各3市）

大気汚染環境改善に関する計画

G. 環境影響に関する調査資料等（国 各3市）

大気汚染環境問題に関する影響の調査資料 あるいは住民よりの訴えなどに関する資料など。

H. 疫学資料として次の事項の確認

気管支喘息 癌 その他の疾病について3市の住民と国の他地域との疫学統計比較の資料

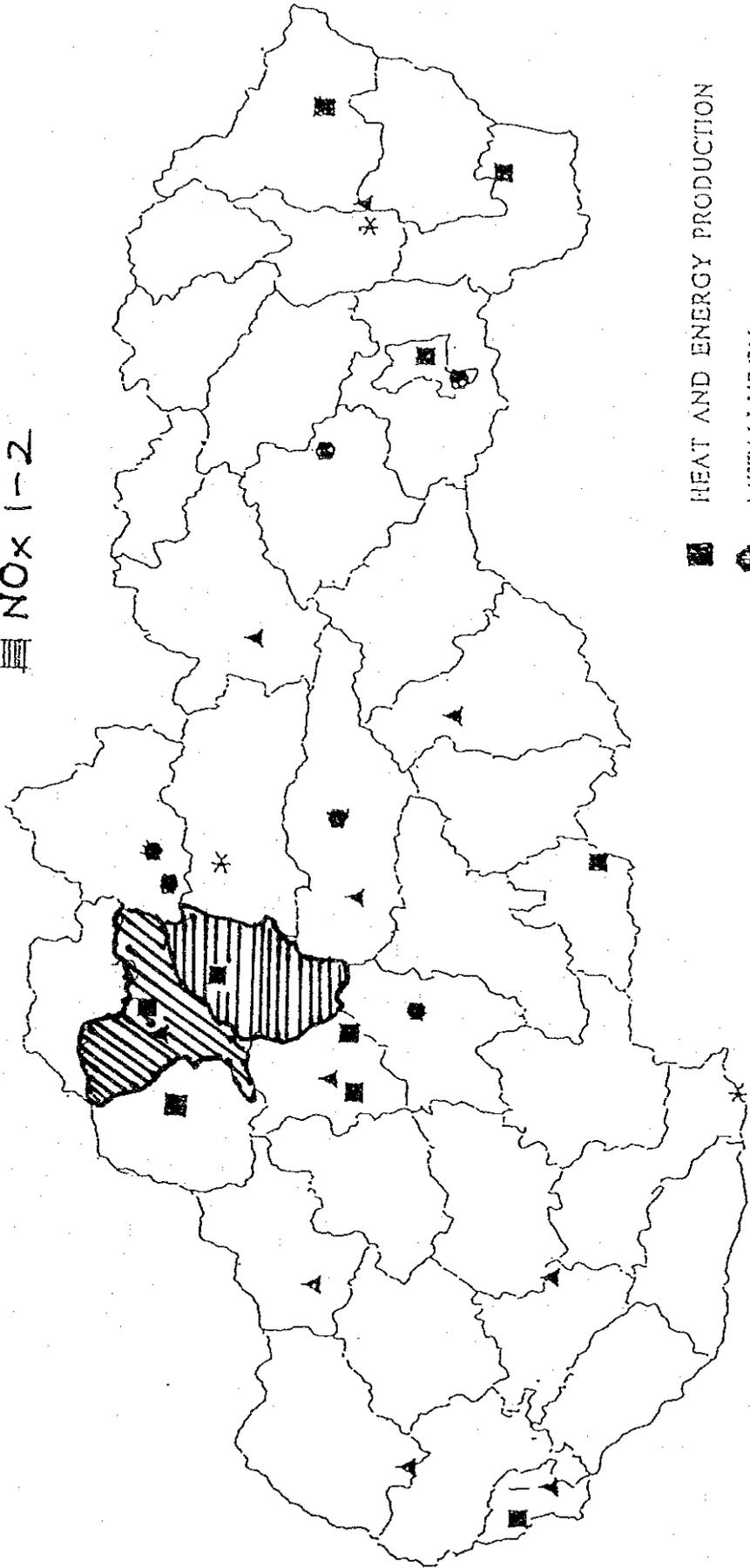
IV-3-3 環境観測設備の整備の必要性

上記に述べた環境データ-1を取得するには、3市、特にZilina市に整備を先行させることが必要であるが、われわれの調査時点ではまだ未整備でありこの面の環境評価はできなかった。

IV-3-4 3都市に於ける発生源規制の状況把握

3市の発生源規制値について、訪問先で情報入手を求めたが説明が不明確で正確に資料としても得られなかった。やむなく調査団帰国後に最小限度の追加質問に回答するよう約束して、帰国したがその後送付された資料も当方の検討に役立つものでなかった。

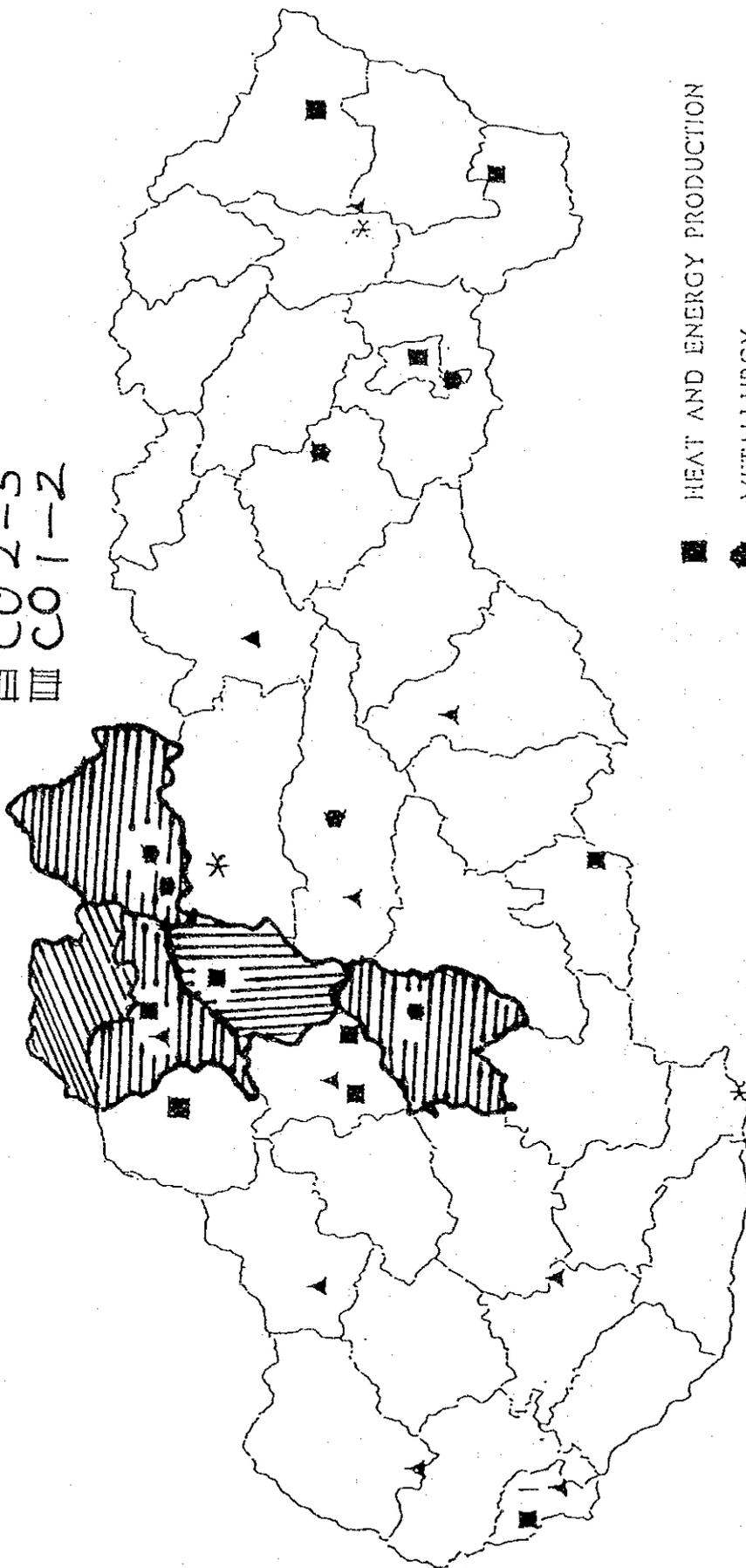
 NOx 2-10
 NOx 1-2



-  HEAT AND ENERGY PRODUCTION
-  METALLURGY
-  CHEMICAL AND OTHER INDUSTRY
-  PULP AND PAPER INDUSTRY

Fig. 11

 CO 5
 CO 2-5
 CO 1-2



 HEAT AND ENERGY PRODUCTION
 METALLURGY
 CHEMICAL AND OTHER INDUSTRY
 PULP AND PAPER INDUSTRY

Fig. 12

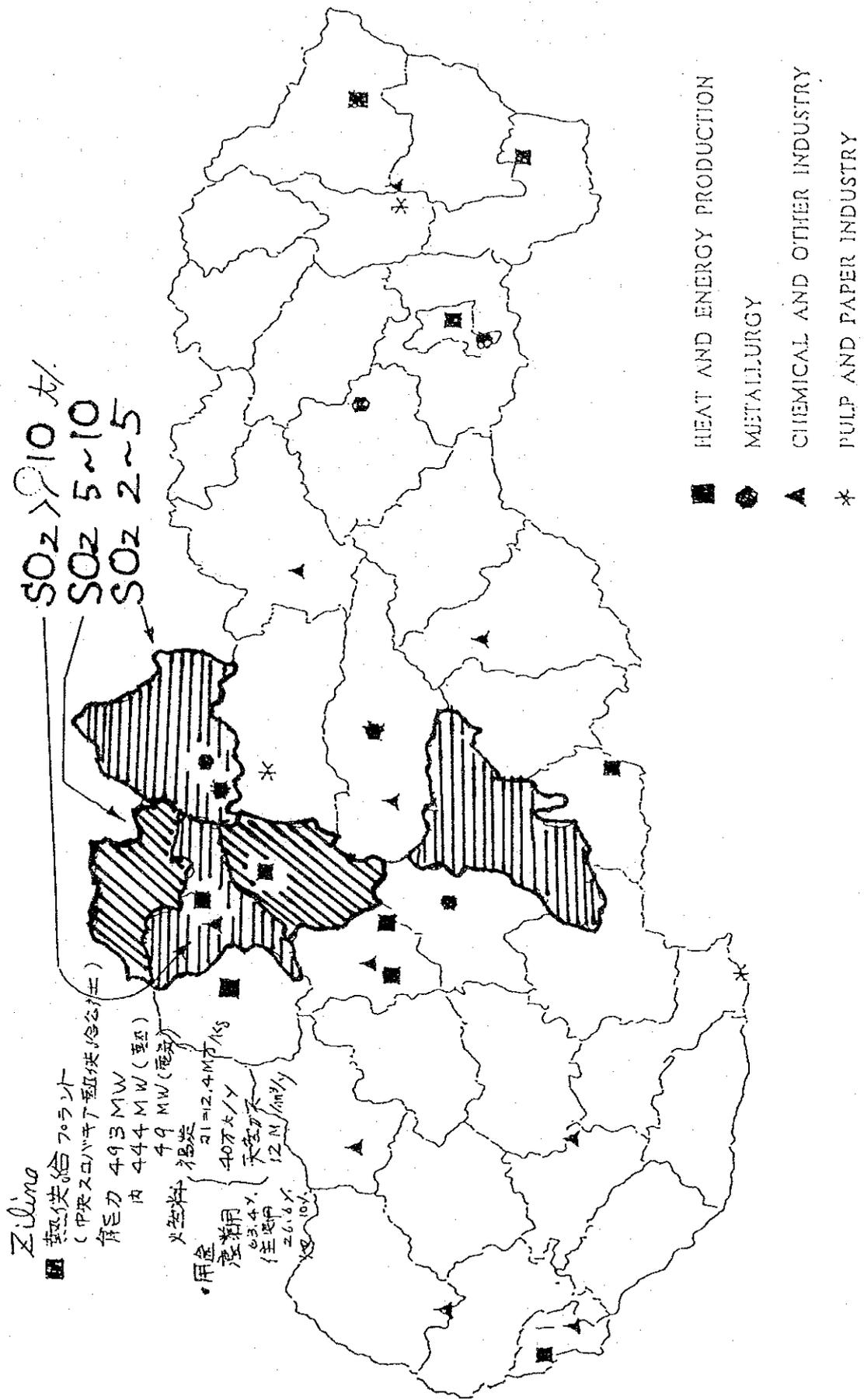
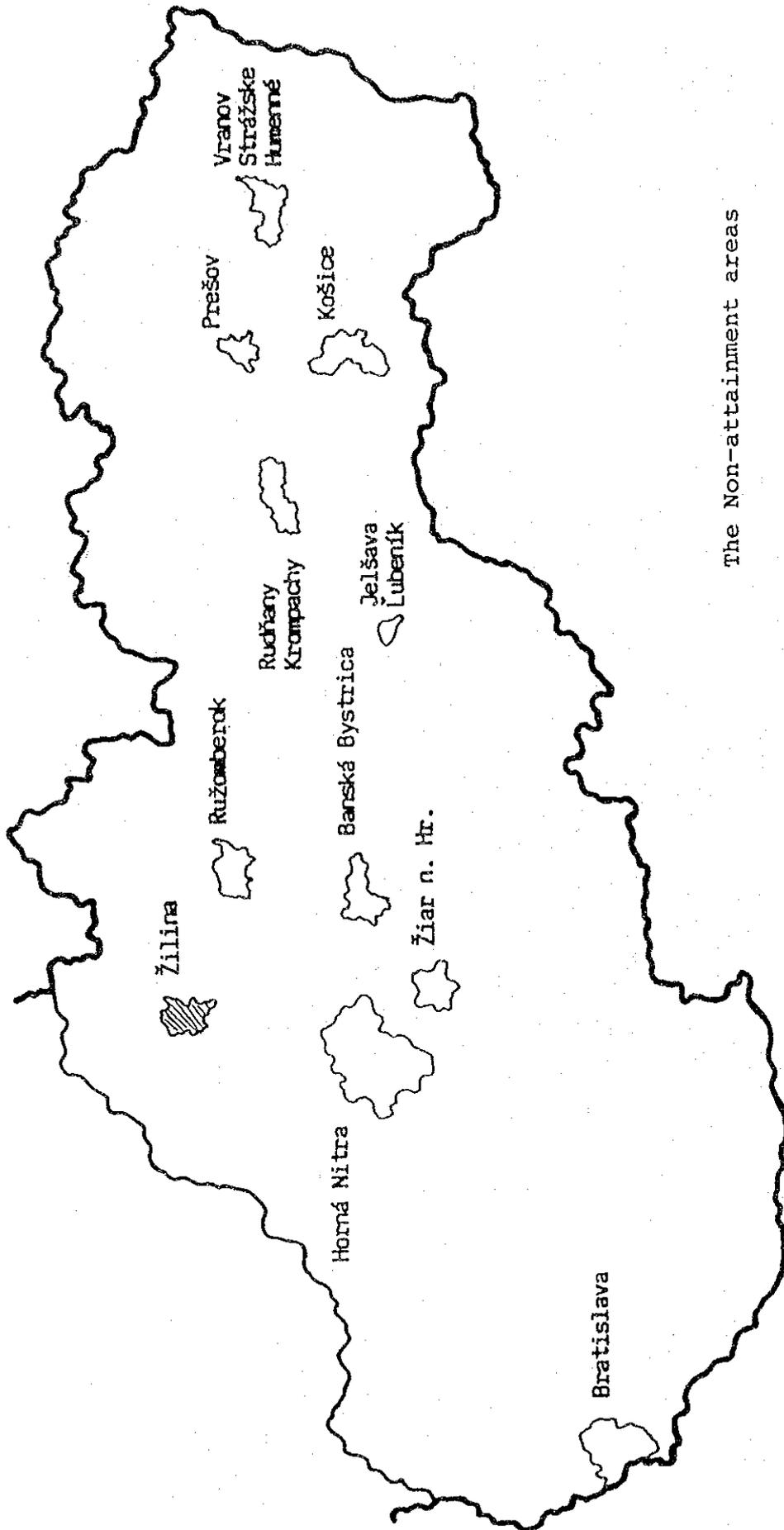


Fig. 13



The Non-attainment areas

Fig. 14

IV-4 環境保護関連組織の概要

本件に関する組織としては、Fig 15 のとおりである。

STATE ADMINISTRATION OF THE AIR PROTECTION

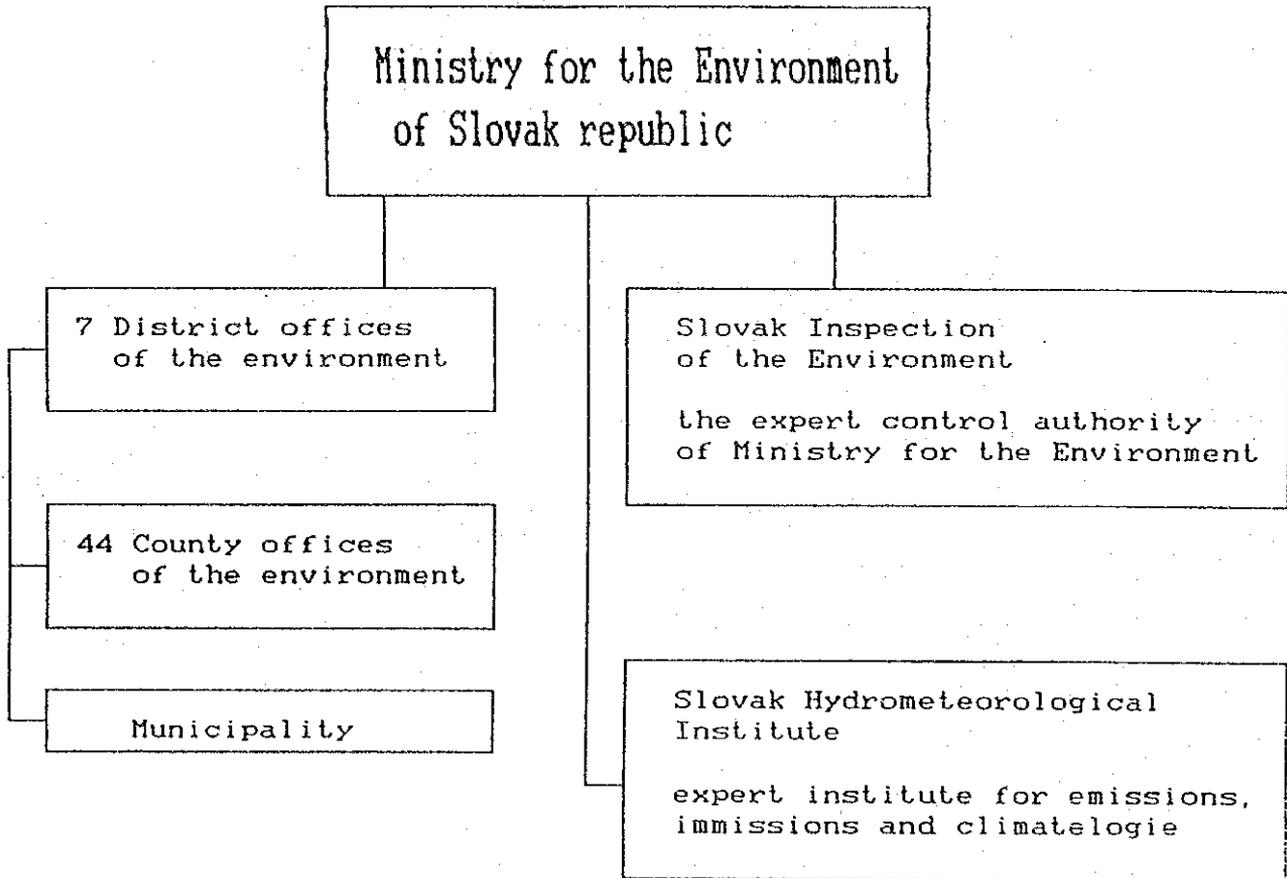


Fig. 15

V. 熱供給プラントの現状

1. プラント全体概要

本調査団の調査対象である SSE（中央スロヴァキヤ熱電供給公社）の熱供給プラントにつき報告する。

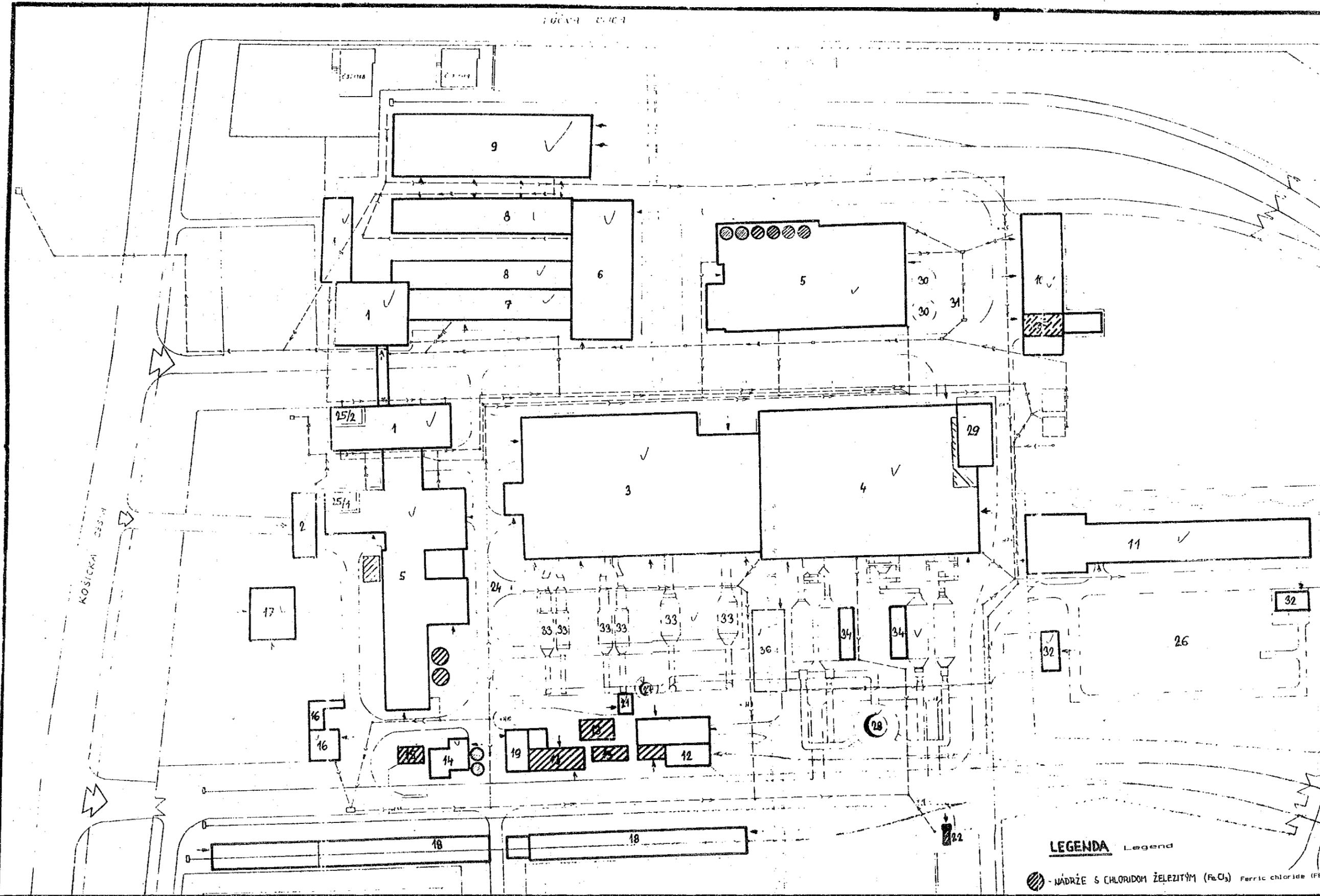
SSE は、中央スロバキヤ地方を対象として熱・電気を供給するための熱電供給公社である。本社は中央スロバキヤ北部のジリナ市にある。

SSE は、3つの熱プラント、10の配電所、2つの鉄構加工建設工場、1つのサービス工場を所有する。熱供給事業は、ジリナ、マーチン、ズボレンの3つの熱プラントで、熱を発生させ、SSE 所有の熱供給網を通じて使用者に供給している。

電力は SSE 所有の配電網を通じ供給される。熱プラントで発生する電力は、少量なので、大部分の電力は SEP より購入する。SSE は配電小売業者の働きをしている。

1992 年度の事業概要は下記の通りである。

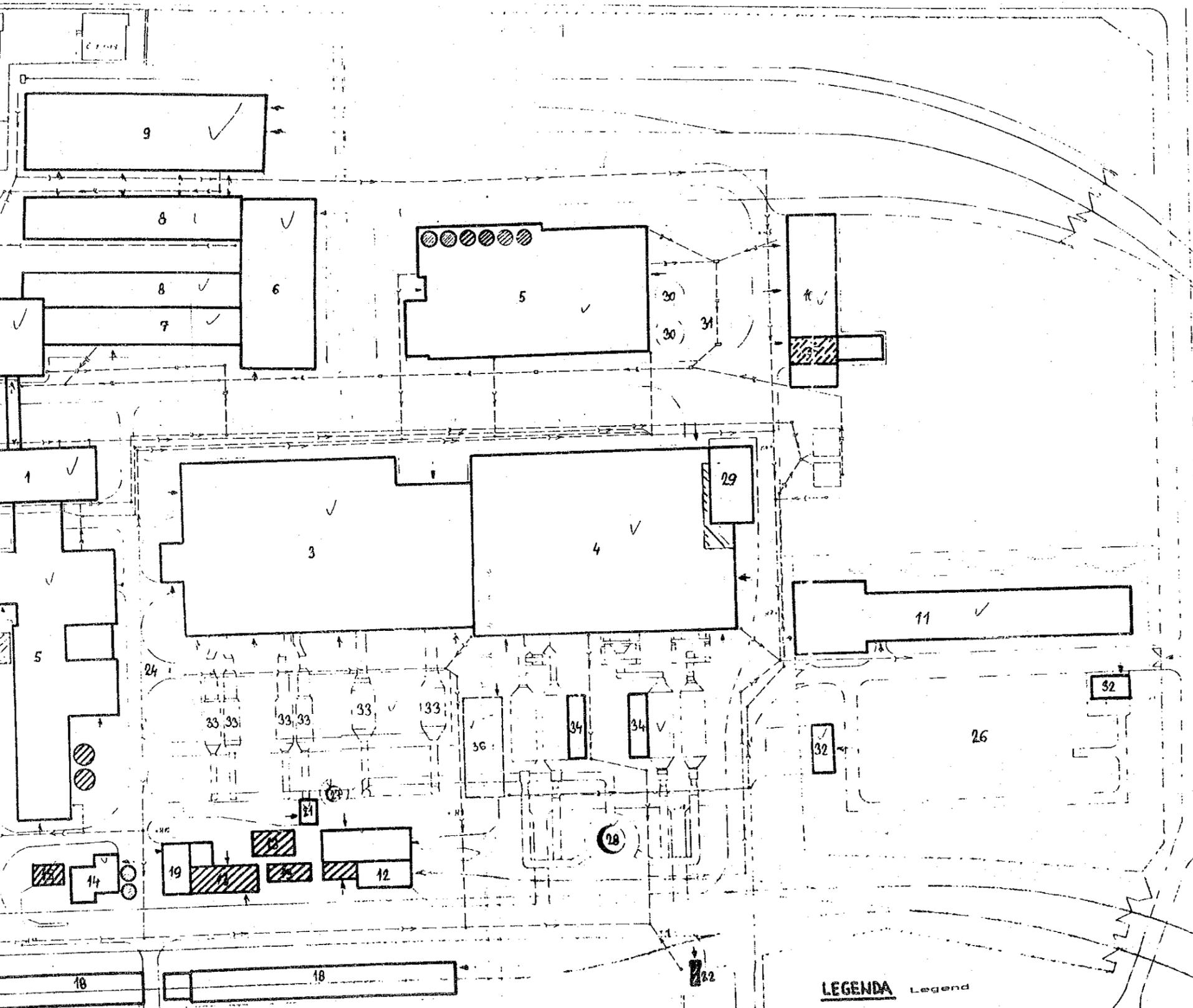
		ジリナ	マーチン	ズボレン	総 計
熱発生設備容量	MW	456	456	282	1,194
熱発生量	TJ/y	4,546	3,475	1,419	9,440
熱供給量	TJ/y	3,740	2,935	1,417	8,092
住民用熱供給量	TJ/y	1,406	948	365	2,719
産業用熱供給量	TJ/y	2,334	1,987	1,052	5,373
熱供給住民数		64,500	42,600	27,200	134,300
地域需要に対する供給率					
住民用	%	63.4	88.6	42.3	
産業用	%	74.6	82.3	53.0	
蒸気供給配管長さ	km	27.40	10.56	6.30	44.26
温水供給配管長さ	km	25.50	28.80	12.78	67.08
電力設備容量	MW	49.0	47.5	34.8	131.3
発電量	GWh	161	83	28	272
電力購入量	GWh				7,491
電力供給量	GWh				7,208
住民用電力供給量	GWh				1,060
産業用電力供給量	GWh				6,148
高圧電線長さ	km				7,466
低圧電線長さ	km				15,320
従業員数		335	350	315	3,557
売上高					2,836 M KS



LEGENDA Legend

☉ - NÁDRŽE S CHLORIDOM ŽELEZITÝM (FeCl₃) Ferric chloride (FEC)

10000 0000

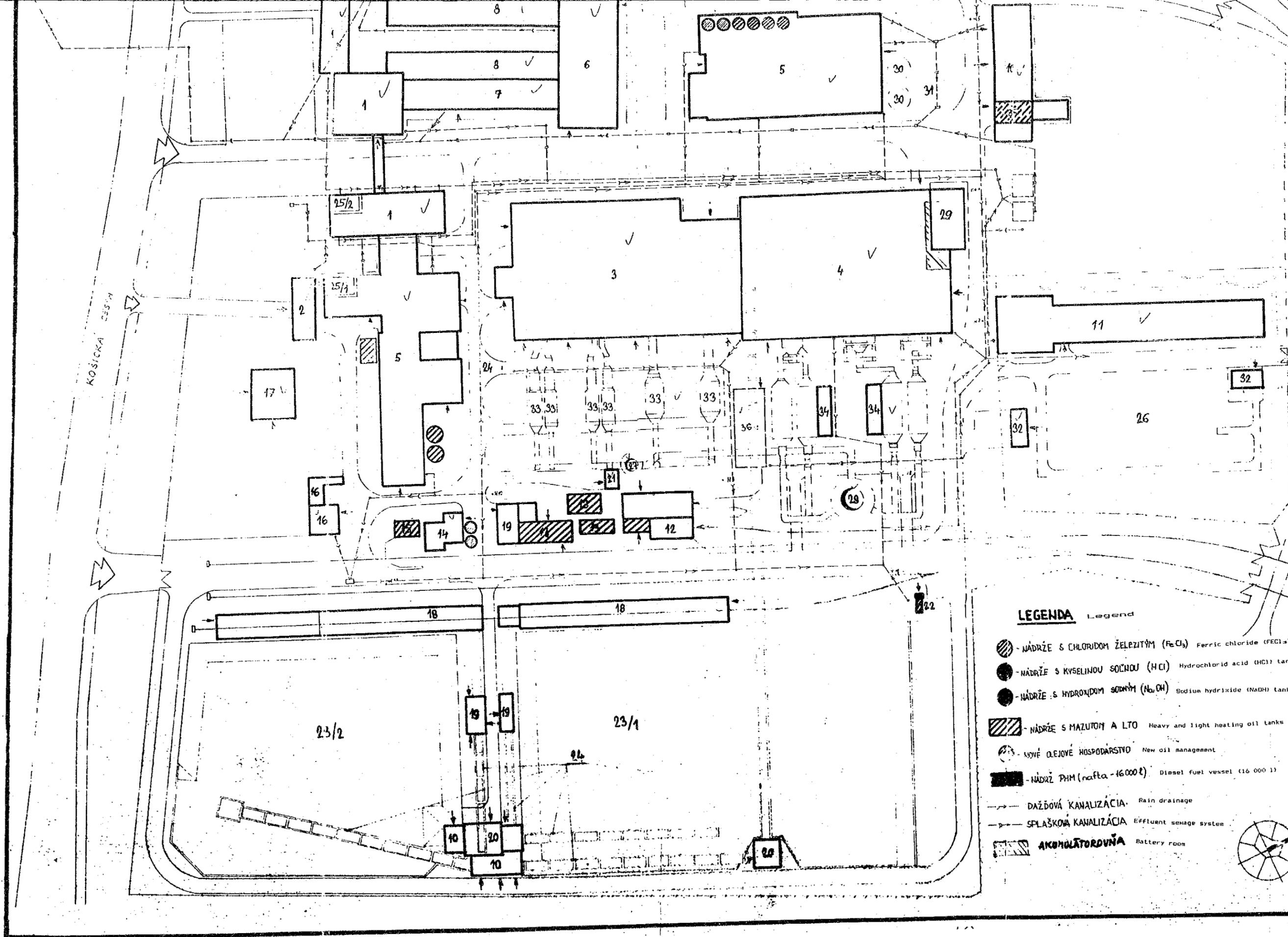


Bldg. No.	Description	No.
1.	Office buildings	15
2.	Social building, dormitory	19
3.	Phase I.+II. production block	1,3
4.	Phase III. production block	2,4
5.	Phase I.,II.,III. chemical water treatment	6
6.	Mechanical maintenance workshop	16
7.	Electrical, instrumentation and control maintenance workshop	16
8.	Storerooms	17
9.	Defrosting tunnel	11.4
10.	Garages	23.4
11.	22/110 KV switching station	5
12.	Engine shed	11.2
13.	Heating oil management	7
14.	Line slaking	25
15.	Acid container	25.3
16.	Locker room of the irrigators	24
17.	Gas regulation station	21
18.	Deep bunker	11.1
19.	Weighing buildings and irrigation control room	10.3
20.	Transfer towers	10.1
21.	Fire station	14
22.	Diesel fuel storage	13.2
23.	Fuel storage sites	10
24.	Coal handling plant	10.2
25.	Civil defence shelter	20

ČÍSLO OBJEKTU	NÁZOV	ČÍSLO KATEGÓRIE
1	ADMINISTRATÍVNE BUDOVY	15
2	SOCIÁLNA BUDOVA UBYTOVNA	19
3	VÝROBNÝ BLOK I.+II. ETAPA	1,3
4	VÝROBNÝ BLOK III. ETAPA	2,4
5	CHEMICKÁ ÚPRAVA VODY I.,II.,III. ETAPA	6
6	DIELŇA STROJNEJ ÚDRŽBY	16
7	DIELŇA ELEKTROÚDRŽBY A MÉR	16
8	SKLADY	17
9	ROZMRAZOVACÍ TUNEL	11.4
10	GABARŽE	23.4
11	ROZVODŇA 22/110 KV	5
12	REMÍZA LOKOMOTÍV	11.2
13	NAZUVOVÉ HOSPODÁRSTVO	7
14	HAZENKA VÁPNA	25
15	KYSELINOVÁ NÁDRŽ	25.3
16	SAITNE ZAHŤOVACOV	24
17	REGULAČNÁ STANICA PLYNU	21
18	HĽBINNÝ ZÁSOBNÍK	11.1
19	BUDOVY VÁH A ZAHŤOVACÍ VEŤN	10.3
20	PRESYPNÉ VEĚE	10.1
21	POŽIARNA ZÁROVNICA	14
22	SKLAD PHM	13.2
23	SKLADY PALIVA	10
24	ZAHŤOVACIE MOSTY	10.2
25	KRYTY ČR	20
26	VONKÁJŠIA ROZVODŇA MOKV	56
27	KOMÍN	1.13
28	KOMÍN 194	202
29	VEĤN III. ETAPA	4.6
30	NÁDRŽE UPRAVENEJ VODY	6.3
31	NÁDRŽE UPRAVENÉHO KONCENTRÁTU	6.3
32	KOMPRESOROVÁ STANICA	9
33	ROZVODNICOVÉ	28, 1-10
34	TRANSFORMÁTORY	26
35	UNE OLEJNÉ HOSPODÁRSTVO	

LEGENDA Legend

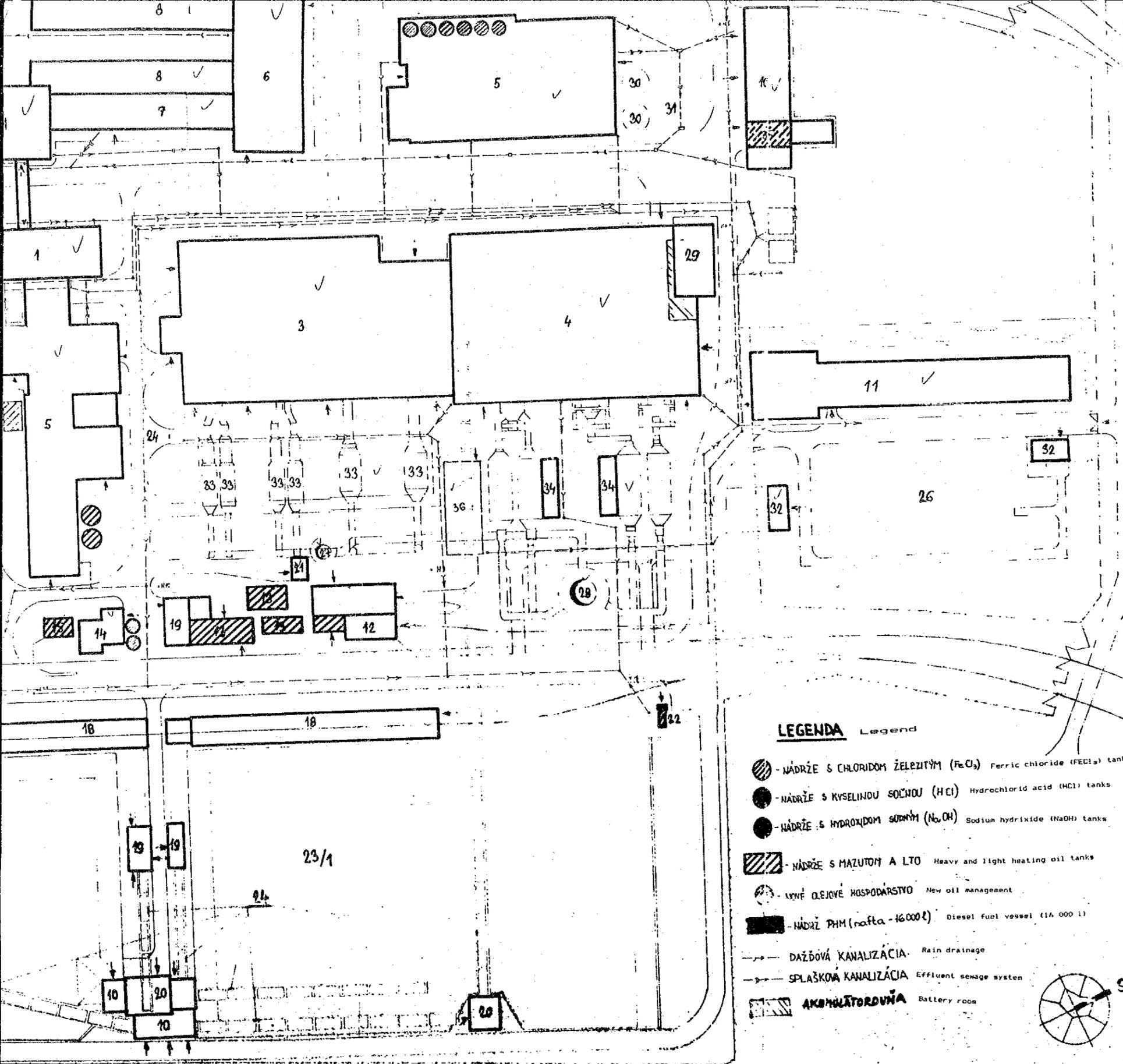
⊗ - NÁDRŽE S CHLORIDOM ŽELEZITÝM (FeCl₃) Ferric chloride (FeCl₃) tanks



LEGENDA Legend

-  - NÁDRŽE S CHLORIDOM ŽELEZITÝM ($FeCl_3$) Ferric chloride ($FeCl_3$) tanks
-  - NÁDRŽE S KYSELINOU SOUČNOU (HCl) Hydrochloric acid (HCl) tanks
-  - NÁDRŽE S HYDROXIDOM SODNÝM ($NaOH$) Sodium hydroxide ($NaOH$) tanks
-  - NÁDRŽE S MAZUTOM A LTO Heavy and light heating oil tanks
-  - NOVÉ OLEJOVÉ HOSPODÁRSTVO New oil management
-  - NÁDRŽ PHM (nafta - 16 000 l) Diesel fuel vessel (16 000 l)
-  - DAŽĎOVÁ KANALIZÁCIA Rain drainage
-  - SPLAŠKOVÁ KANALIZÁCIA Effluent sewage system
-  - AKUMULÁTOROVŇA Battery room





10.	Garages	5
11.	22/110 kV switching station	11.2
12.	Engine shed	7
13.	Heating oil management	25
14.	Lime slaking	25.3
15.	Acid container	24
16.	Locker room of the irrigators	21
17.	Gas regulation station	11.1
18.	Deep bunker	10.3
19.	Weighing buildings and irrigation control room	10.1
20.	Transfer towers	14
21.	Fire station	13.2
22.	Diesel fuel storage	10
23.	Fuel storage sites	10.2
24.	Coal handling plant	20
25.	Civil defence shelter	

ČÍSLO OBJEKTU	NÁZOV	ČÍSLO SKLADISKÁ
1	ADMINISTRATÍVNE BUDOVY	15
2	SOCIÁLNA BUDOVA UBYTOVNÁ	19
3	VÝROBNÝ BLOK I+II ETAPA	1.13
4	VÝROBNÝ BLOK III ETAPA	2.12
5	CHEMICKÁ ÚPRAVA VODY I, II, III ETAPA	6
6	DIELŇA STROJNEJ ÚDRŽBY	16
7	DIELŇA ELEKTROÚDRŽBY A MAZ	14
8	SKLADY	16
9	ROZHRABOVACÍ TUNEL	11.1
10	GADÁŽE	23.4
11	ROZVODNÁ 22/110 KV	23.4
12	REMÍZA LOKOMOTÍV	5
13	HAZUJOVÉ HOSPODÁRSTVO	11.2
14	HAZENKA VÁPNA	7
15	KYSELINOVÁ NÁKONĚ	25
16	SÍTNE ZAHŤOVACÍ	25.3
17	REGULAČNÁ STANICA PLYNU	24
18	HĽBINNÝ ZÁSOBNÍK	21
19	BUDOVY VÁH A ZAHŤOVACÍ VEĽN	11.1
20	PRESYPNÉ VEĽE	10.3
21	POŽIARNA ZBEROVNICA	10.1
22	SKLAD PHM	14
23	SKLADY PALIVA	15.2
24	ZAHŤOVACIE HČBTY	10
25	KRYTY ČR	10.2
26	VONKÁJŠIA ROZVODNÁ MOKV	20
27	KOHŤN	5.6
28	KOHŤN 194	1.13
29	VEĽN III ETAPA	2.12
30	NÁDRŽE ÚPRAVENEJ VODY	4.6
31	NÁDRŽE ÚPRAVENEHO KONDEZÁTU	6.3
32	KOMPRESOROVÁ STANICA	6.3
33	ELEKTROMAGNETICKE SEPARÁTORY	9
34	TRANSFORMÁTORY	28, 1.10
35	NOVÉ OLEJOVÉ HOSPODÁRSTVO	26

LEGENDA Legend

- - NÁDRŽE S CHLORIDOM ŽELEZITÝM (FeCl₃) Ferric chloride (FeCl₃) tanks
- - NÁDRŽE S KYSELINOU SOUČNÚ (HCl) Hydrochloric acid (HCl) tanks
- - NÁDRŽE S HYDROXIDOM SODNÝM (NaOH) Sodium hydroxide (NaOH) tanks
- ▨ - NÁDRŽE S MAZUTOM A LTO Heavy and light heating oil tanks
- ⊙ - NOVÉ OLEJOVÉ HOSPODÁRSTVO New oil management
- - NÁDRŽ PHM (nafta - 16 000 l) Diesel fuel vessel (16 000 l)
- - DAŽĎOVÁ KANALIZÁCIA Rain drainage
- - SPLAŠKOVÁ KANALIZÁCIA Effluent sewage system
- ▨ - AKUMULÁTOROVNÁ Battery room

26.	External 110 kV switching station	5.6
27.	Smokestack	1.13
28.	Smokestack 194	2.12
29.	Phase III. control room	4.6
30.	Treated water tanks	6.3
31.	Treated condensate tanks	6.3
32.	Compressor station	9
33.	Electromagnetic separators	28, 1.10
34.	Transformers	26
35.	New oil management	

M 1:2000 TEPLÁREŇ ŽILINA - SITUÁCIA

2. 熱・電気供給システム概要

配電 400 KV, 220 KV 迄の電力供給を SEPが担当し、110 KV それ以下の電力は、変電を含め SSE が担当する。

添付 SCHEME OF VERY HIGH TRANSMISSION LINES SSE, s. e. ZILINA 参照されたい

熱供給 熱は蒸気 (0.8 MPa, 260°C) と温水 (送出し180 °C戻り 80 °C) の2種類で供給される。各消費点で熱交換した後、再びプラントに戻り再加熱循環使用される。プラント全体概要でみるごとく熱供給住民数 約 140,000人、蒸気、温水総配管長さ約 110 Km の大規模なものである。

配管の一例としてジリナ工場の熱供給システム配管図を添付した。参照されたい。

この配管システムの熱損失について、検討方要望があった。即ち、温水で約 7 %、の熱損失、蒸気で約 15 ~20 % 夏期では 30 % の熱損失に達することもある。ただしこの蒸気ラインの損失については、別の意見もあり確定したものではない。今後の検討のため、保温の詳細資料、熱損失の定義、計算方法等々必要な資料を後日、日本へ送付し、それに基づき検討することとした。

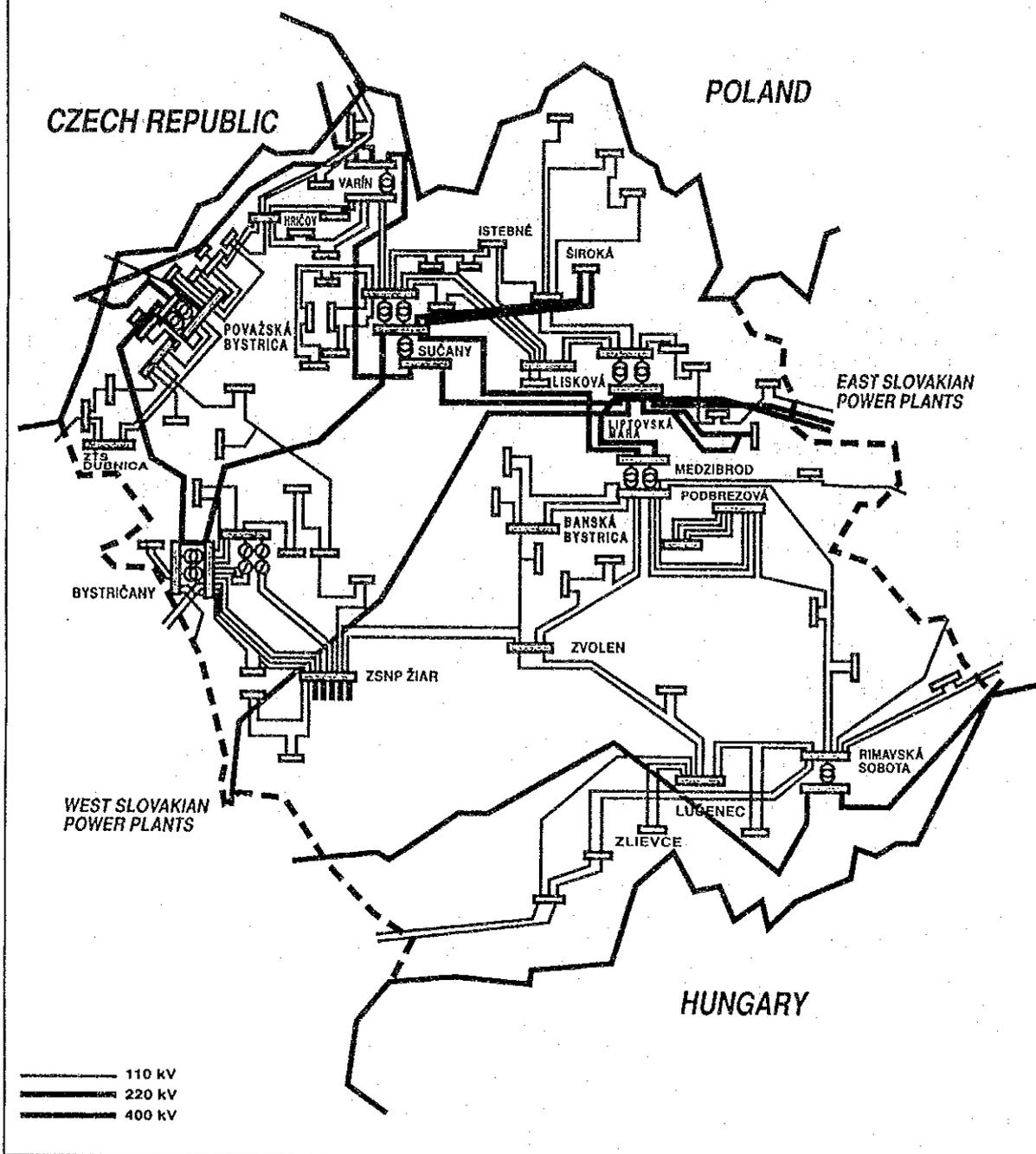
3. 各熱供給プラントの現状

3-1. ジリナ工場

番号	製作	容量	HW	MPa,	°C	燃料	備考
K-1	1993	75T/H	58.25	9.6	540	石炭100%, ガス100%	1967年製を廃棄新製
K-2	1968	〃	〃	〃	〃	〃	〃
K-3	1975	〃	〃	〃	〃	〃	〃
K-4	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
K-5	1985	150	117	9.42	540	石炭100%, ガス30%	安定化用
K-6	〃	75T/H	53	9.32	〃	〃	〃
K-7	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
TG-1	1967		12	9.0	535		
TG-2	1975		〃	〃	〃		
TG-3	1985		25	〃	〃		

添付 ジリナ工場 フロー・シート、プロット・プラン参照されたい。

**SCHEME OF VERY HIGH TRANSMISSION LINES SSE, s. e. ŽILINA
(state to 1. 1. 1993)**



Zilina District Heating Plant

Lay-out of a primary distribution of central district heating

Total supplied capacity : 317 MW

Thereof steam : 251 MW

hot water : 66 MW

(Data derived from 1993 contract)

TP ŽILINA

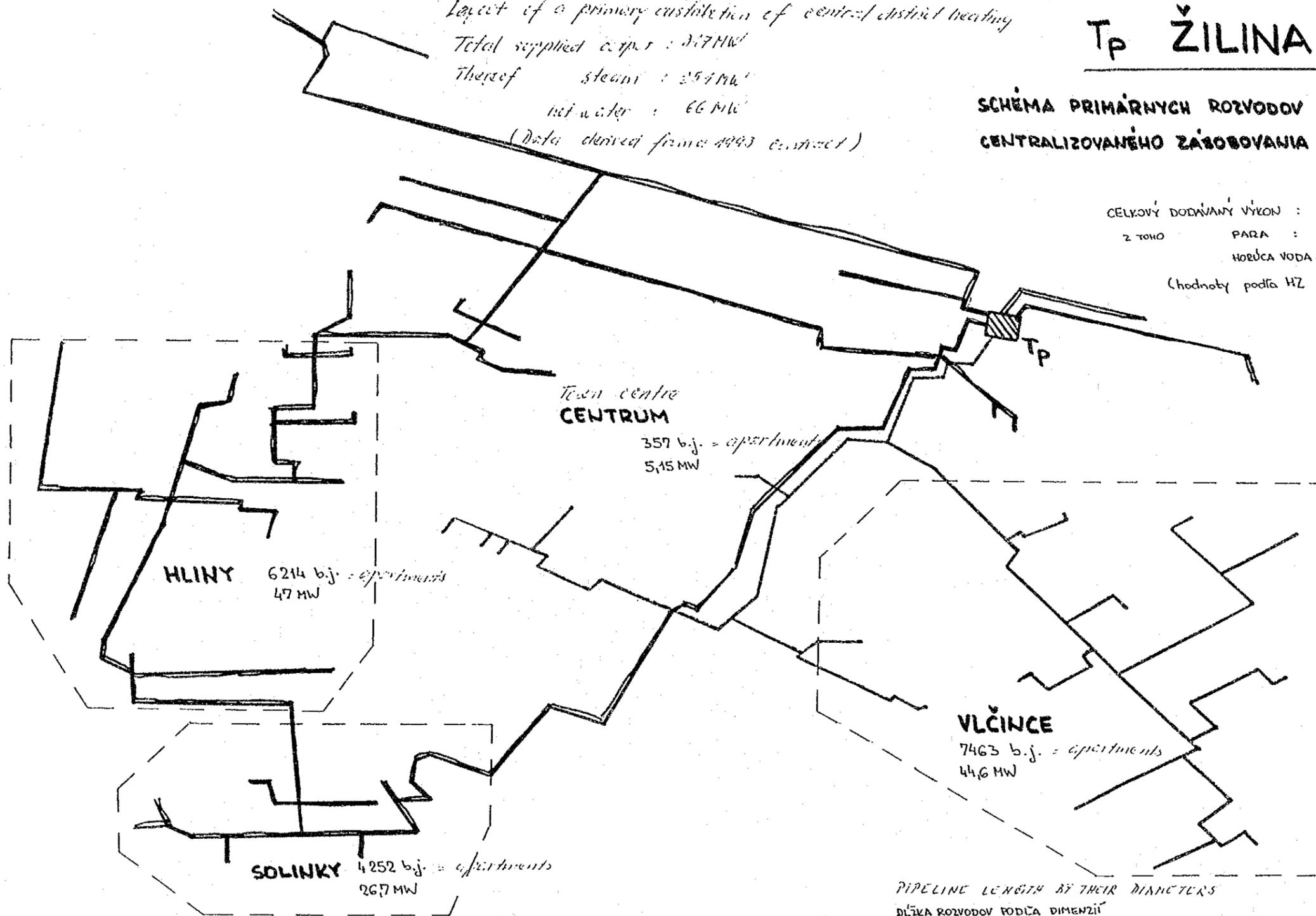
SCHÉMA PRIMÁRNÝCH ROZVODOV SÚSTAVY
CENTRALIZOVANÉHO ZÁSOBOVANIA TEPLOM

CELKOVÝ DODÁVANÝ VÝKON : 317 MW

Z TOHO PARA : 251 MW

HORÚCA VODA : 66 MW

(hodnoty podľa HZ z r. 1993)



Town centre
CENTRUM

357 b.j. = apartments
5,15 MW

HLINY 6214 b.j. = apartments
47 MW

VLČINCE

7463 b.j. = apartments
44,6 MW

SOLINKY 4252 b.j. = apartments
26,7 MW

PIPELINE LENGTH BY THEIR DIAMETERS
Dĺžka rozvodov podľa dimenzií

-  PARA = STEAM
-  HORÚCA VODA = HOT WATER
-  TEPLÁREŇ ŽILINA = ŽILINA DISTRICT HEATING PLANT

TOTAL PIPELINE LENGTH
CELKOVÁ DĺžKA ROZVODOV CZT : 30039 m

THE REST Z TOHO :
STEAM PARA : 15082 m
HOT WATER HORÚCA VODA : 14957 m

PAROVODY = STEAM LINES		HORUVODY = HOT WATER LINES	
φ 500	4142 m	φ 200	2x 1795 m
φ 400	5366 m	φ 150	1x 129 m
φ 350	1768 m	φ 100	2x 1439 m
φ 250	2437 m	φ 300	2x 778 m
φ 300	1492 m	< φ 100	1992 m

運転

K-5, TG-3を主力機器として運転している。6,800 ～7,000 Hr/y

K-6, K-7 は冬季に熱需要ピーク処理用に運転する。

夏期の熱需要減退期に電力発生が著しく低下する。対策を検討している。

供給問題

需要に対しては現在まったく問題ない。新設の必要もなく、計画もない。

環境汚染状況

K-1, K-5, K-6, K-7 は電気集塵器が設置されている。新製した K-1 でのDust排出の実績は 50 mg/M3 であった。これは今後要求される排出基準値に対しても十分満足するものである。K-2, K-3, K-4 は現在はプライマリイ・コレクターが付いているが、これも将来 K-1 同様に 取り替えればよい。従って防塵問題は見通しがついたと考えている。

NOx も防塵同様解決したと考えている。

脱硫装置は現在まったく設置されていない。1998年から排出規制が厳しくなることから、今後の最重要課題として設置を検討している。

業者からの案を既に入手して検討中である。各ボイラーに付けるのではなく一括して付けることを検討している。 運転負荷の変動が非常に大きいので苦慮している。

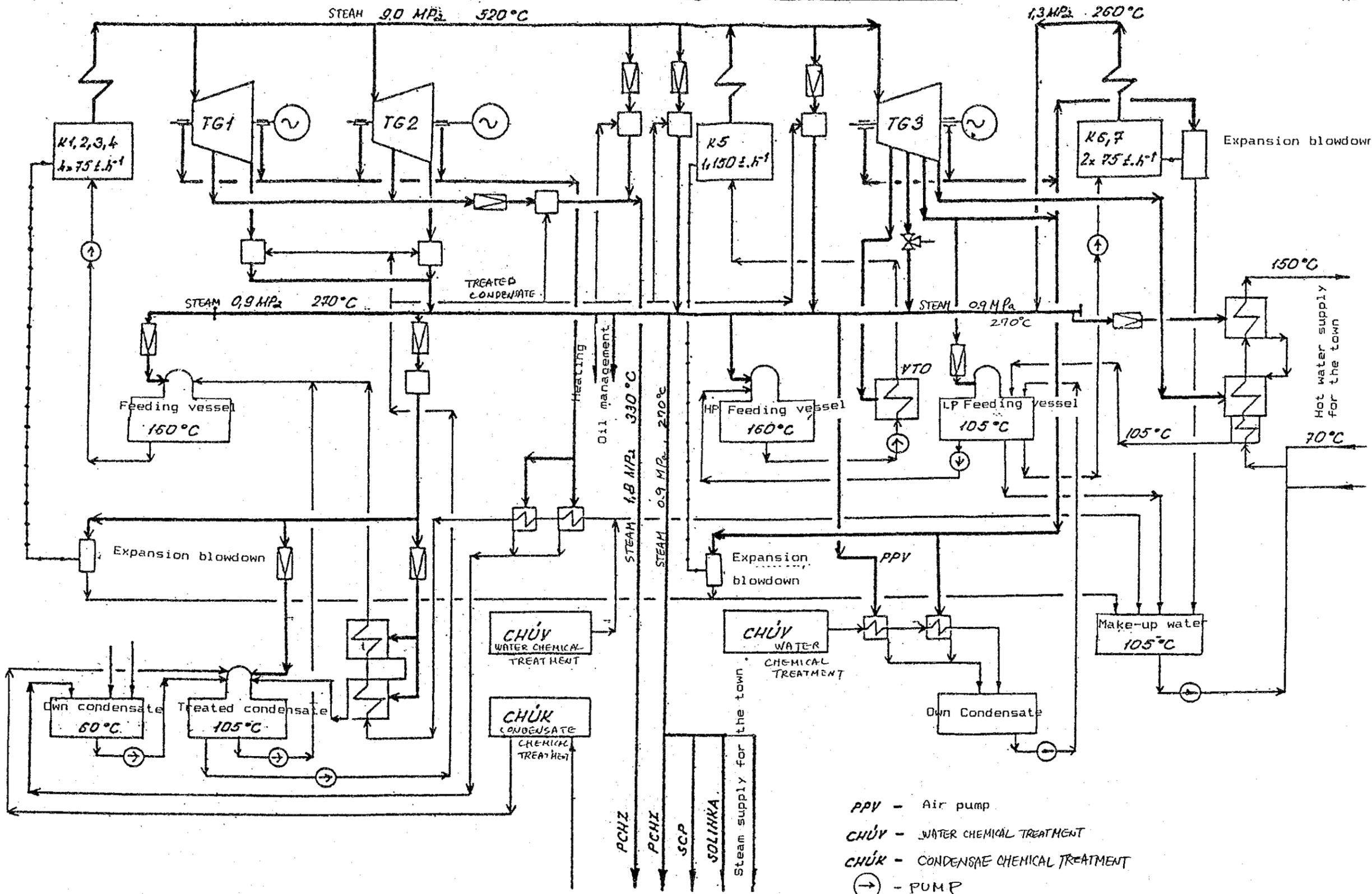
規制値を緩やかにするために、ピーク処理用の K-6, -7 を100%ガス焚とすることも考えている。

3-2. マーチン工場

番号	製作	容量	MW,	MPa	℃	燃料	備考
K-1	1954	40T/H	32	5.9	450	black coal100%	老朽使用停止
K-2	"	"	"	"	"	"	"
K-3	"	"	"	"	"	"	"
K-4	1962	75	60	"	"	褐炭 100% 重油 10% 安定化	
K-5	1994	"	"	"	"	褐炭 100%, ガス 100% DeNOx boiler	
K-6	1992	160	110	9.8	540	褐炭 100% 重油, ガス 30% 安定化、始動時のみ	
K-7	"	"	"	"	"	" " " "	
HK-1	1979		58	180/80		ガス100%、重油100%	温水ボイラー
HK-2	"		"	"		" "	"
TG-1	1954		5.5	5.7	435	抽気制御	
TG-2	1962		10	5.6	435	"	
TG-3	1992		32	9.0	535	"	

ZILINA District Heating Plant

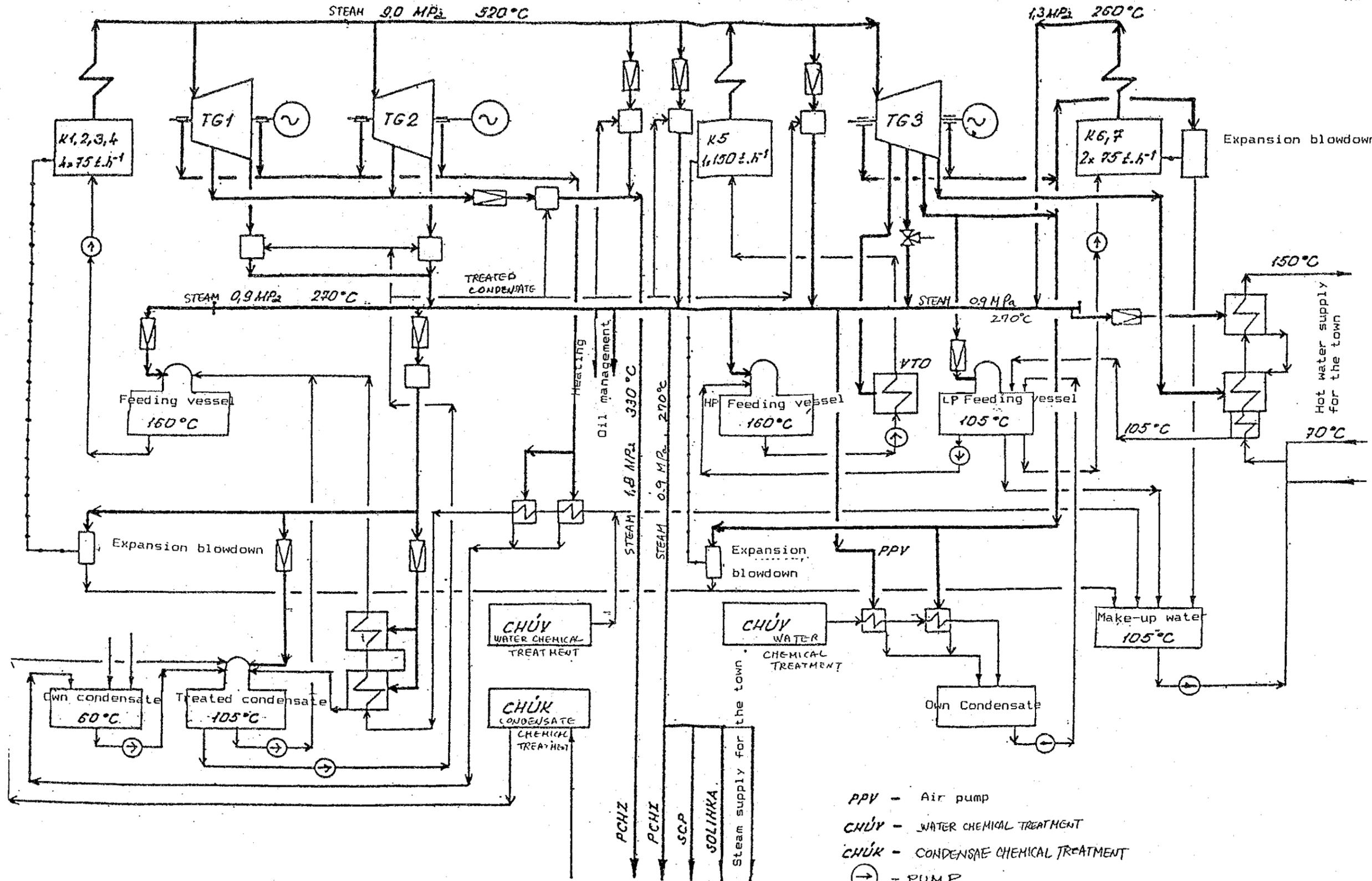
1b-6-2
AZUH



- PPV - Air pump
- CHUV - WATER CHEMICAL TREATMENT
- CHUK - CONDENSATE CHEMICAL TREATMENT
- ⊙ - PUMP
- - PRESSURE REDUCER

ZILINA District Heating Plant

70-6-4
A2041



- PPV - Air pump
- CHÚV - WATER CHEMICAL TREATMENT
- CHÚK - CONDENSATE CHEMICAL TREATMENT
- ⊕ - PUMP
- ▭ - PRESSURE REDUCER

運転

K-6, K-7, TG-3が主力機器である。HK-1, HK-2 は冬季、ピーク処理用として運転する。
夏期の熱需要減退期にTG-3の発電出力が著しく低下する。対策を検討している。

供給問題

全く問題無し。

環境汚染問題

K-4 ~7 全てのボイラーに電気集塵器が設置されており、煙突でDust 50 mg/H3 (6% O2) である。防塵問題は解決している。

NOx はK-6, K-7 では解決済み、K-5 も新製工事終了後は解決する。

SO2 は3,500 ~4,200 mg/H3 で規制値 1,700 mg/H3 をクリアしていない。

このため脱硫装置の設置を計画した。本件、既に、メーカーよりの見積りを入手し、技術検討を終り案は決定した。脱硫装置は各ボイラーごととせず、工場単位とし、運転変動に対応できるよう、仕様決定にいろいろ考慮を払った。現在、予算決定を待っている、状況である。

3-3. ズボレン工場

番号	製作	容量	MH	MPa	℃	燃料	備考
K-1	1956	35T/H	27.4	3.82	400	褐炭 100%	老朽使用停止
K-2	"	"	"	"	"	"	"
K-3	"	"	"	"	"	"	"
K-4	1972	50	38.5	3.82	400	重油100%, ガス100%	
K-5	"	"	"	"	"	"	
K-01	1992	160	102.5	13.6	540	褐炭 100%, ガス % 安定化	
K-02	"	"	"	"	"	" "	
TG-2	1975		5.8	3.8	400	背圧0.24Mpa, 抽気圧0.9Pa	
TG-4	1981		4.0	13.6	545		
TG-0	1992		25	13.0	535		

運転及び需要

従来より、ズボレンでは装置能力に対し需要が大きかった。これが不況のため産業用需要が大きく減り、住民用比率が大きくなったため夏と冬に変動が極端に大きくなり、問題を更に深刻にしている。

熱供給能力 4,000 TJ/y に対し需要量は 1,300 TJ/y である。

電力の需要変動もまた非常に大きい。冬 140 ～50 MW、夏 45 ～25 MW である。電力の需要と供給可能量との間にも、需要量 300 GWH/y に対し、供給可能量は、40GWH/y で非常に大きな差がある。

発電量を、可能な限り大きくすべく、IG-01 タービンの後に、複水タービンの設置を、検討している。

環境汚染問題

地方政府と話し合いで一時的に認められた仮規制値を辛うじて守っている状態である。

政府の新規制値が決定してから、本格的に検討する予定である。

4. 既存設備改造計画

4-1. ボイラー

スロヴァキヤでは、契約により、規定年数を過ぎたボイラーは、メーカーが修理に応じないという慣行がある。

このため設置後長年月を過ぎたボイラーは、廃却される。基礎は再使用されるが、機器類は廃棄される。新製の際には、必ずしも以前のボイラーと同一のメーカーが選ばれるとは限らない。

新製の際には、今後実施される排出規制、環境基準を満足するため、DeNOx ボイラーとし、最新型コントロール、電気集塵器も設置する。

昨年新製されたジリナ工場のボイラー K-1、現在工事中のマーチン工場のボイラー K-5 はいずれも、この慣行に従って、廃棄、新製されたものである。今後、この方針で廃棄、新製される計画のボイラーは下記の通りである。またこれらのボイラーの新製作案は既に決定済みとのことである。

プラント	機器番号	容 量	製年	今後の方針
ジリナ	K-1	75 t/h	1967	1993年 新製完了、既に運転中
	K-2	〃	1968	1995年より新製工事着手予定
	K-3,4	〃	1975	5～6年後に同様、新製工事着手予定
	K-5	150 t/h	1985	〃 〃
マーチン	K-1,2,3	40 t/h	1954	廃却
	K-5	75 t/h	1962	1994年末に新製工事完了予定
	K-4	〃	〃	1995年より新製工事着手予定
ズボレン	K-1,2,3	35 t/h	1956	廃却

4-2. 脱硫装置

大部分のボイラー・バーナーは、既に天然ガス 100% 燃焼出来るように、改造済みであるにも拘らず、SSE は今後も褐炭を中心に使い、規制に応じて環境対策を施して行くという方針で進もうとしている様に、見受けられる。

NOx, Dust 問題は 1992 年以降設置の新ボイラーは既に対応済みであり、その他のものは今後の廃棄、新製時に対応すると考えている。

従って、脱硫規制に、いかに対応するかが残された問題である。

現在の SSE 3プラントには、いずれも脱硫装置が設置されていない。そのため、SSE は、近く発効する排出規制に対応出来るよう脱硫装置の設置を考えている。

脱硫装置の設置に当たっては、基本方針として、各ボイラー毎に設置するのではなく、工場全体を対象とした装置を設置することで検討して行く。

熱プラントの性質上、運転負荷の季節的変動、時間的変動が激しいので、これに対応できるように装置仕様の選定をする。

ピーク処理の為に短時間運転の場合は、天然ガス燃料を、一時的に使用し、脱硫装置に負荷を掛けないようにすることも考えている。

各工場の脱硫装置に対する進行状況は下記の通りである。

ジリナ ; 技術検討を開始したばかりの段階である。

マーチン ; 全ての技術検討が終わり、メーカーの見積りも入手済み、予算決定待ちの状態である。

ズボレン ; 政府の排出規制が正式に決定してから、技術検討に入る予定である。

4-3. タービン改造

ジリナ	TG-3	25 MW	タービン、
マーチン	TG-3	32 MW	タービン、
ズボレン	TGO-1	25 MW	タービン

上記の蒸気タービンは各プラントのベース・ロード機器として運転されているボイラーの付属発電機の駆動に使用されている。夏期の熱需要減退期に電力発生が甚だしく低下する。夏期にも、ある程度電力発生を維持出来るよう、タービンの改造、複水タービンの追加設置等を検討中である。

VI. 検討課題の技術的考察

熱供給プラントの現状調査 及び 近代化への改善目標の討議を通じて、下記4項目が今後留意されるべき検討課題として取り上げられた。

- | | |
|-----------------|--------------------|
| 1. より多くの発電 | 復水タービン設置による発電量の増加 |
| 2. 環境との調和 | 脱硫装置の設置 |
| 3. 効率（特に熱輸送）の改善 | 蒸気供給ラインの熱損失の減少を計る。 |
| 4. 総合新対策 | コージェネレーション・システムの適用 |

以下この4項目にたいし、現地調査結果、今後の SSEの方針、追加送付資料の調査、帰国後の調査、等を総合して技術的見解を述べる。

1. より多くの発電 復水タービン設置による発電量の増加

熱供給プラントの特性として、夏期と冬季の需要変動が非常に大きい。夏期に於いては冬季ピーク時の 1/6 近くに減少する。

これに対し、1992年頃に設置され現在主力機器として使用されている新鋭ボイラー及びタービンの仕様容量が大きすぎる。その為に夏期に効率的運転が困難となる。機器仕様選定上に問題があったと推定する。

ボイラーの仕様が決定的なものが 10 年以上前とのことで、その当時の事情では、大型ボイラーを選定したことは、やむを得ないことであったかもしれない。

現時点では復水タービン方式に転換し可能な限り電力発生を増やすしかないと考える。

これは主にタービン・メーカーの協力により解決できるもので技術的な難しい問題は特に無い。また、SSE は既にマーチン、ズボレンで、この種工事を実施している。

従って特に技術的コメントの必要はないと判断する。

2. 環境との調和 脱硫装置の設置

出発前、環境汚染が一つの重要検討項目であることは理解していた。しかしながら、環境規制の状況特に、排出基準値等がいかなる状態にあるのか、情報不足で皆目不明であった。

現地調査の結果、排出基準も、その実施時期も決まりつつあり、詳細、具体的実施要領を検討中の段階にあることが分かった。

更に、各工場では、既に環境改善のための種々の対策が、我々が予想していた以上に進められていることも判明した。

その状況は下記の通りである。

2-1. 各工場設備の現況

ジリナ工場

機番	容量 T/H	バーナー	電気集塵器	備考
K-1	75	褐炭100%。ガス100%	設置済み	1994年新製 DeNOx 型 コントロールシステム付き
K-2	〃	〃 〃	次回改造時設置予定	1995年新製 予定
K-3	〃	〃 〃	〃	5 年以内に新製予定
K-4	〃	〃 〃	〃	〃 〃
K-5	150	褐炭100%、ガス30%	設置済み	
K-6	75	〃 〃	設置済み	
K-7	〃	〃 〃	設置済み	

マーチン工場

機番	容量 T/H	バーナー	電気集塵器	備考
K-4	75	褐炭100%、重油10%	設置済み	1995年 新製予定
K-5	〃	褐炭100%。ガス100%	設置済み	新設中 1994年末 完成予定 DeNOx 型 コントロールシステム付き
K-6	160	褐炭100%、重油30%	設置済み	DeNOx 型
K-7	〃	〃 〃	設置済み	DeNOx 型
HK-1	58 MH	褐炭100%、重油100%		温水ボイラー
HK-2	〃 〃	〃 〃		〃

ズボレン工場

機番	容量 T/H	バーナー	電気集塵器	備考
K-4	50	重油100%、ガス100%	なし	
K-5	〃	〃 〃	なし	
K-01	160	褐炭100%。ガス100%	設置済み	
K-02	〃	〃 〃	設置済み	

2-2. 環境汚染の現状とそれに対する SSE の今後の方針

(1) 環境汚染の現状

規制値（最終決定に至っていないが）と各工場の現状値の関係は、大体下記の通りである。

規制値 mg/H3	ジリナ	マーチン	ズボレン	
	現状値	現状値	仮規制値	現状値
SO2 1,700	4~5,000	3,500~4,200	6,400	3~4,000
NOx 550	解決可能	K-5完成後 解決	700	仮規制値以内
CO 250	—	—	250	仮規制値以内
Dust 100	対策済み	50 煙突で	150	仮規制値以内

(2) 環境問題の現状認識と今後の方針

以上に対して、SSE は現状を下記の如く認識し、また今後の環境対策に付いて次のように考えている。

(a) NOx 及び Dust 対策

- マーチン 対策済み、K-5 が完成すれば問題は全て解決する。
- ジリナ 対策案決定済み 新設 K-1の運転結果で性能を確認した。
K-2, -3, -4 を計画通り新設して行けば問題は解決する。
- ズボレン 未対策 排出規制の詳細が決定を見た上で、具体的対策検討に入る。

(b) 脱硫問題

- マーチン メーカーよりの見積りを取り寄せ技術検討も終り方針は決定した、予算措置のみが残されている。
その詳細は報告されなかったが、脱硫装置は各ボイラー毎とはせず工場全体を対象とする。運転変動が非常に大きいので、各種ケースに付き検討し最も合理的、経済的な仕様を選定した。
- ジリナ マーチンと同じ要領で、これから検討を開始するべくメーカー見積り要求の準備中である。
- ズボレン 未対策 排出規制の詳細が決定を見た上で、具体的対策検討に入る。

以上のごとく、SSE は NOx、Dust、脱硫問題とも解決の方策は立った、現在の方針の下に実行して行けば、問題は解決できると考えている。

2-3. 調査団の見解

環境汚染問題の解決案として、天然ガスへの燃料転換も一つの案として考えられるが、上記 SSE の方針より見ると燃料は褐炭を主体と考えているようである。

多くのボイラーを、褐炭-天然ガス混焼バーナーに変換していながら、褐炭の使用を考えるのは矛盾しているようにも見える。しかしながら、天然ガスの使用には、長期的安定供給に問題がないのか、ガス購入用の外貨手配に問題が生ずることがないか、購入価格は安定したものか 等々考えねばならない問題が多い。

これにたいし、褐炭は国産燃料であり、スロヴァキヤとしては環境汚染対策に若干の問題があっても大いに使用したいのは十分理解出来る。ガス使用はピーク処理用、特殊事態用と考えているようである。

以上の環境問題に対する SSEの基本方針は理解できるものである。

具体的各項目について、当方の今後の対応として次のごとく考える。

(1) NOx 及び Dust 対策

当方よりこれ以上の特別の検討、アドバイスの必要はないと判断する。現在の SSE の方針に従って進めて行けば良いと考える。

(2) 脱硫対策

上記報告に見られるごとく、計画が既にかなり具体的に進んでいる。これについての対応として考えられるのは次ぎの2点であろう。

- a) 現在進められている具体案を検討しコメントをする
- b) 新しい脱硫装置の計画をこれから作り提案する。

a) にたいしては、出来上がっている計画を審査するという業務は、JICAの開発調査の対象外である。即ち、JICAの開発調査は、将来の計画として、投資可能性を判断するための調査に限定されている。

b) にたいしては、計画実施時期の大幅遅れが生ずるであろう。

たとえ、計画遅れが生じて、イ) 技術的に優れた案が出せ、ロ) コスト的にも安い案が出せれば、それなりの意義があろう。しかし SSE プラントのメンテナンス状況、討議を通じての技術内容から見て、現在計画中のものが一応の実用技術レベルに達したものであろうということは十分に推定できる。また コストに付いても日本の常識と東欧の常識との落差が大きく、これを解決するのに時間も掛かることも予想される。

以上を総合して、a) は対象外業務、b) は現時点では、時間的に協力の時期を失していると考えられる。

なお、上記は、与えられた各工場毎の排出基準を守れば、環境汚染の問題（環境基準）は解決するという前提で、問題を検討してきた。

しかし、環境問題で本当に大事なのは、この基準が妥当なものであるかどうか、ということである。即ち、環境基準と排出基準の間に整合性があるかどうかということである。

この確認には、周囲条件（スロヴァキヤの場合には、自国以外からの汚染物質の流入も大きいと考える）、地域産業からの汚染物質発生状況、気候条件、工業以外の民生からの汚染の影響、季節的変動の影響、等々考えなければならない問題は非常に多い。

これらの各種影響要因の結果、発生した環境汚染状況を測定し、それをフィード・バックし、より良い排出基準、環境基準にして行くということが非常に重要な問題である。これは、技術的問題でもあるが、同時に国の環境汚染に対する政策決定上の問題でもある。

調査団としては、本件は重要な課題であると当初より認識していたが、現地に於ける調査を通じて、情報の不足、測定体制の遅れ、政策検討中の段階であること、等々からこの問題を取り上げるのは無理と判断し、各工場毎に排出基準を守るという範囲に問題を絞ることとした。

3. 効率（特に熱輸送）の改善

効率（特に熱輸送）の改善として、蒸気供給ラインの熱損失改善の検討が依頼された。

電気事業に於ける送配電ロスの改善、水道事業に於ける漏水率の改善による効果は、電源開発、水源開発にも匹敵する程大きいと言われている。

蒸気損失の改善も同様に全体システムの効率改善に大きく寄与すると思われる。従って、SSE が本件を改善目標の1つにあげたことは理解出来ることである。

現地に於ける討議の際に、熱損失の評価方法が全く不明であり、また損失の数字そのものにSSE 内部で意見の食い違いがあった。工場視察、担当者との協議の際、何度も確認を試みたが、熱損失の定義、評価の計算方法、具体的計算結果、配管保温方法の詳細、熱損失と季節変動の関係詳細、等々全ての項目が不明であった。

これらの資料を、帰国後に追加送付を受け、それに基づき検討をすることとした。

帰国後に、送付されてきた資料は、Isometric piping layout 図、配管サイズ及び配管総延長のみであった。我々が希望する資料は殆ど送付されてこなかった。

以上のごとく、情報が不足していて、且つ、SSE 内部で、問題点に対するコンセンサスが必ずしも得られていない状況では、検討不可能と結論せざるを得ない。

4. コージェネレーション・システムの検討

以上 1. ～3. の検討は、従来の設備を利用することを前提に改善を検討したものである。ここで現在の機器にとらわれずに全く新しいシステムの導入の可能性（今の場合は、

コージェネレーション・システム)を検討してみた。

このコージェネレーション・システムについては、SSE 内部で、基本方針に付き、未だ十分に議論されていないように見受けられたが、一つの参考として下記のごとき検討を行ってみた。

4-1. 適用条件の検討

SSE の要求している項目は

- イ. 電力の発生比率を出来るだけ高くしたい。
- ロ. 運転変動にたいし対応しやすいものであって欲しい。
- ハ. 熱効率が高いこと
- ニ. 環境に悪影響を及ぼす廃棄物を最少にしたい
- ホ. 燃料として天然ガスの使用は可能である

コージェネレーション・システムは、SSE の上記要求の全てを技術的に満足する。

コージェネレーション・システムには、色々な形式があるが、ここで適用を考えているコージェネレーション・システムとは、ガス・タービンを利用して発電を行った後、ガス・タービンからの排気ガスの排熱を排熱ボイラーで回収し蒸気を発生させ、熱供給に利用しようとするものである。

このコージェネレーション・システムの詳細については、別紙 1 を参照されたい。

4-2. 具体的適用対象の検討

このコージェネレーション・システムをどの SSEの工場に適用するかを検討してみる。

- イ. SSE 3工場とも、需要に対しては、十分な供給能力があり、能力増加を目的とした設備新增設の必要はない。
従って既設設備を廃棄し、新しくコージェネレーション・システムを設置するという方針で、考えねばならない。
- ロ. マーチン工場では、1994年末には、全ての蒸気ボイラーが1992年以降に設置された新設備となる。これらは対象外である。他に温水ボイラーがある。しかし、この温水ボイラーはピーク処理用で連続運転の対象でない。
従って、マーチン工場にはコージェネレーション・システムの適用対象はない。
- ハ. ズボレン工場では設備能力の2/3 以上を占める K-01, K-02 が1992年製の新設備でこれらは、適用対象外である。 K-4, K-5 廃棄申請の計画はまだ決まっていない。
従って、ズボレン工場にも現時点では、コージェネレーション・システムの適用対象はない。
- ニ. ジリナ工場では K-1 の新設が終了し、引き続き K-2, K-3, K-4 を順次廃棄新設する計画である。 よって、この K-2 にコージェネレーション・システムを、適用することを検討してみると
 - * K-2 の 75 T/H, 58.25 MW という容量は、ガス・タービン式コージェネレーション

システムとしては中規模クラスの容量で、ガス・タービン方式の選定が最も合理的である。

- * K-3, K-4と同一のものが引き続き設置されると仮定すると、新システムに切り替えても、保守点検上、問題が生じない。

以上より、ジリナ工場 K-2 に、ガス・タービン式コージェネレーションの適用を考えるのが妥当であると判断する。

4-3. 検討結果

コージェネレーション・システムが feasible であるかどうかの概略検討を行った。結果は、下記の通りである。

発生電力	44 MW
発生熱量	58.6 MW @ 0.8 MPa, 175 °C

見られる通り、発生電力量が現在のものに比し、非常に多く発生する。

従って、K-5 を主力機器としないで、このコージェネレーション・システムの連続運転を考えるべきである。

これをベースに、更に概略経済性検討を行った。結果は次の通りである。

年間運転費	1,670,500,000 ¥/y
年間売上金	2,914,000,000 ¥/y
年間粗利益金	1,243,500,000 ¥/y
設備費	5,720,000,000 ¥/y
単純回収年数	4.6 年

詳細については、別紙 2 を参照されたい。この経済性検討は下記の仮定の下で行った。

- イ. 業務用電力料金が不明なので、家庭用電力料金を使用した。
- ロ. 前述したごとく発生電力量が多いので、フル運転したほうが有利として 8,000 hr 運転/年の時間ベースで試算した。
- ハ. 設備費はガス・タービン・セット等の主要機器のみを日本製とし、他はスロヴァキヤ調達と想定して推定算出した。

この結果から、下記の通りに考える。

1. 従来の我々の経験では、単純回収年数 3～5 年以下であれば、経済性ありとして更に詳細検討を進めるのが通例である。
2. しかしながら、スロヴァキヤの設備投資資金の金利が、一般に言われているごとく 25 %前後であれば、この数字では経済的には成立しない。
3. 電力料金体系が変更になれば、採算性は若干向上するが 25 % の高金利をカバーするには至らないであろうと推定する。
4. 技術的には充分可能性があると考えられるので、経済性のあるものにするには、今後、どうすればよいかを全体的に検討すべきだと思う。

何よりも、まずコジェネレーション・システムに対する基本姿勢についての、十分な議論をすることが肝要であろう。

Ⅵ. 総括

以上の現状調査、検討問題の技術的考察等に基づき、調査団は下記のごとく総括する。

- (1) 前述の報告にみられる如く、全ての項目に付いて、現地調査時、期待していた情報が殆ど得られなかった。このために、調査団が何をしようとしているのか、その為にならざる内容の情報を欲しているのか、等々 説明し英訳その他問題があるようだったので、Questionnaire も整理し直し、最も必要と考えられるものに絞って情報を要求し、帰国した。
調査団としては、帰国後に送付を約束されている資料に期待していたが、結果として満足できるものではなかった。

かくのごとき状況では、情報の存在の有無の判断ができない。従って、今後の本件調査範囲の確定が不可能と判断せざるを得ない。

- (2) 環境改善問題については、排出基準を基に、各工場単位で検討すること以外に、排出基準と環境基準の間に整合性があるかどうかの検討も重要な課題である。
この問題も、情報の不足（測定手段整備の遅れによるのが、大きな原因と推定するが）政策決定の遅れなどから、取り上げ不可能と考える。
- (3) 熱供給プラントの排出基準に対応する問題については、既に「今後も褐炭を中心に使い、規制に応じて環境対策を施して行く」という方針で改修に着手している。
その進行状況は、当方が予想していた以上に進んでおり、かつその内容も、それなりのレベル（情報不足で確定的なことは言えないが）にあると推定される。

我々が今のこの時点で、新しい提案をするには、時期を失していると考える。

- (4) コジェネレーション・システムについては、基本方針の設定が先決問題と考える。当方の検討結果を基に、十分に検討をし、議論を尽くしていただきたい。

調査団の受けた印象では、スロヴァキヤ側の対応は、それなりに真剣であり、日本からの提案を正しく受け止めようとする態度も十分に感じとることができた。

しかし、上記に述べたごときことから、調査団としては、今後の具体的調査のスコープを組み立てることは出来ないと判断し、今回の予備調査をもって終了とすることを提案する。

以上

コージェネレーション・システムの概要

目 次

	頁
I. コージェネレーション・システムとは	1
1. 従来方式による発電システムとの違い	1
2. コージェネレーションをとりまく環境	2
3. コージェネレーション・システムの特長	3
II. システムの構成	4
1. エネルギーシステム	4
1.1 発電-冷暖房システム	4
(1) ガス・タービン CGS	4
(2) ガス・エンジン CGS	5
(3) ディーゼル・エンジン CGS	5
1.2 ヒート・ポンプ-冷暖房システム	6
1.3 回転機器駆動-プロセス熱源システム	6
2. 主要構成機器	8
2.1 原動機	8
2.2 発電機	9
2.3 排熱回収設備	9
2.4 環境対策設備	10

I. コージェネレーションシステムとは

コージェネレーション (Cogeneration・熱動力供給・熱電併給) とは、単一又は複数のエネルギー資源から同一のシステムを用いて、動力と熱、もしくは電力と熱を同時に生産する操作を云う。

(日本コージェネレーション研究会)

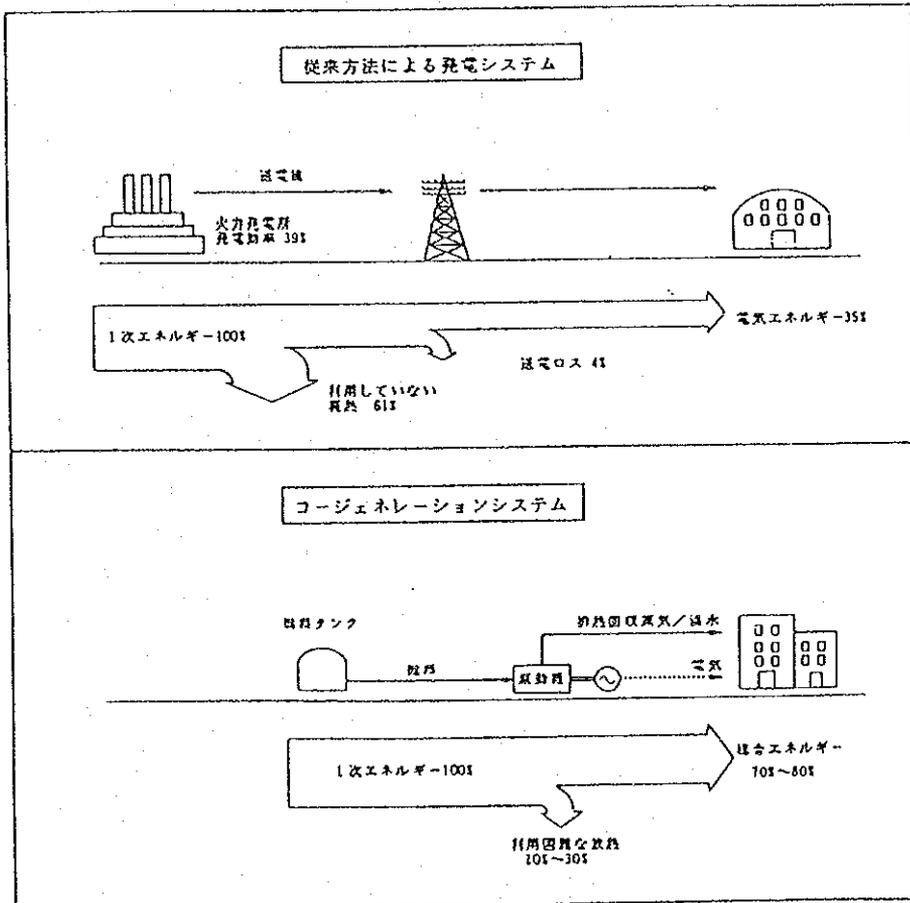
1 従来方式による発電システムとの違い

従来のシステムでは、電気は電力会社から供給を受け、熱はボイラや冷凍機を用いて供給しているが、コージェネレーションシステム (CGS) は、電気や熱の需要のある現地で発電を行い、同時に原動機から排出される排熱を有効に利用する。電力と熱の需要が適切に組合った場合には、システムの総合効率は70~80%になる。

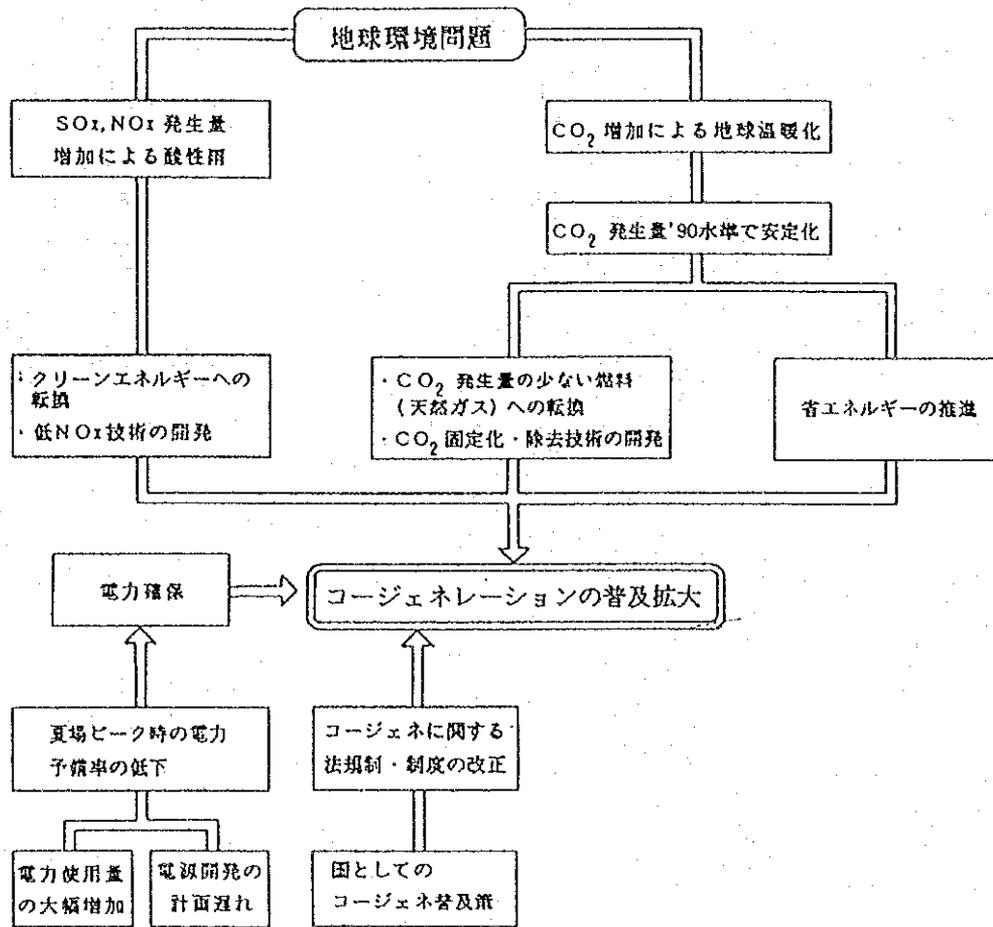
conventional power system (Boiler & condensing Turbine Generator B.T.G)

exhaust heat

従来方式による発電システムとコージェネレーションシステムの違い



2 コージェネレーションをとりまく環境



3 コージェネレーションシステムの特長

- (1) エネルギーコストの低減
大気に捨てられていたエンジンの排熱を回収することによって、熱を得るために使われていた燃料使用量を削減でき、発電単価を商用電力料金に比べて安くできる。
- (2) 電力の安定確保
電力源を自家発電、商用電力と複数化することにより、災害時の電力の安定確保を図ることができる。
- (3) 動力ピークの平準化
動力、照明、空調用等のエネルギー使用の合理化や、季節や時間による動力ピークの平準化ができる。
- (4) 燃料の多用化
エンジン用の燃料として、天然ガス、都市ガス、石油等幅広い選択ができる。
- (5) 電力引き込み負担金の回避
遠隔地にリゾートホテル、スキー場、レジャー設備等を新設する場合、もし全ての電力をコージェネレーションシステムでまかなえれば、長距離の送電線を引く設置負担金を回避できる。
- (6) 公害対策が容易
エンジンによって差はあるが、一般に低硫黄燃料が使われ、燃焼法も改良されて排気ガスはSO_x やNO_x などの有害物質が少なくクリーンである。

II システムの構成

prime mover

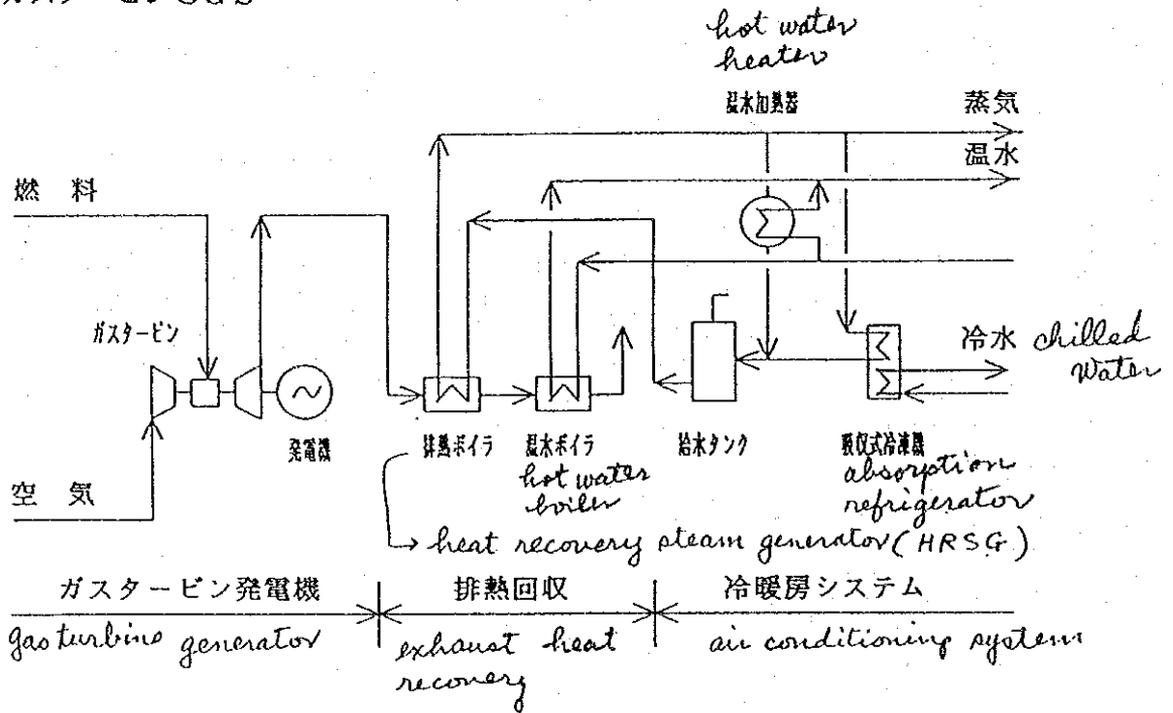
1 エネルギーシステム

shaft horse power

CGSは原動機の軸動力と排熱から、電気や動力、蒸気、温水、冷水など、種々のエネルギーを取出す多元的な熱利用システムである。動力と熱回収の個々の組合せによって需要に合ったシステムを構成することができる。(図 2・1 熱の多元的利用)

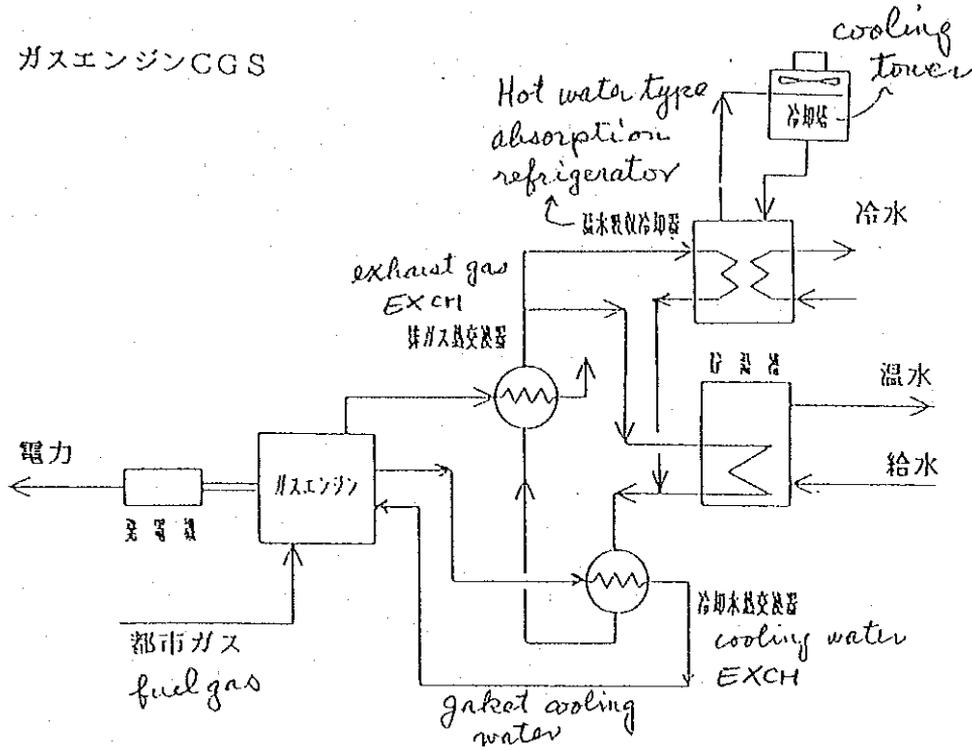
1.1 発電-冷暖房システム *power generation - air conditioning system*

(1) ガスタービンCGS

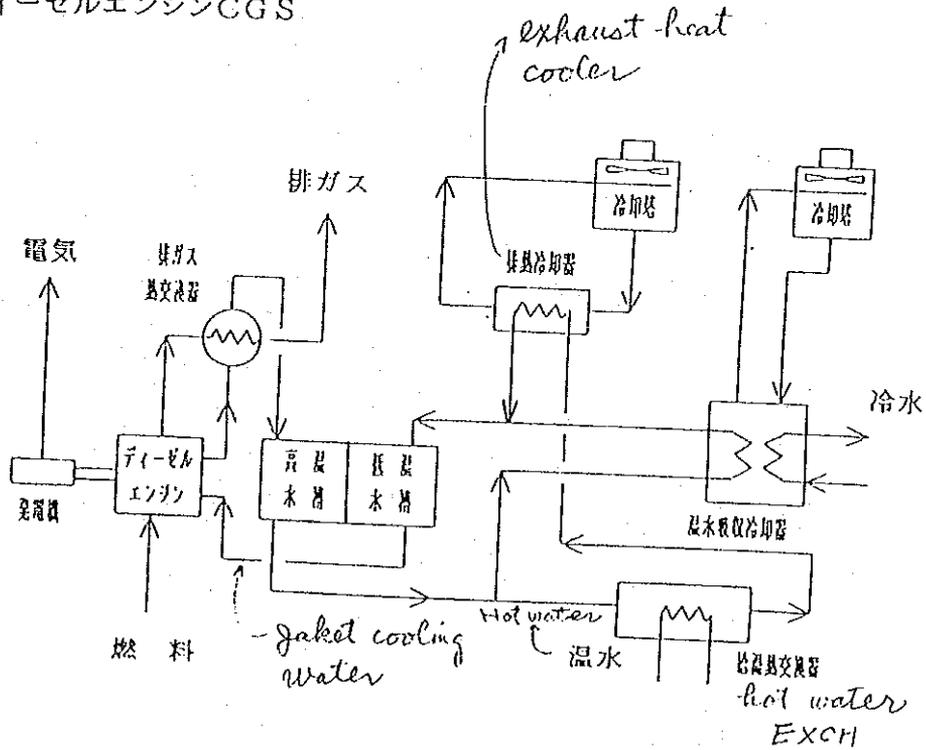


cf = EXCH
heat exchange

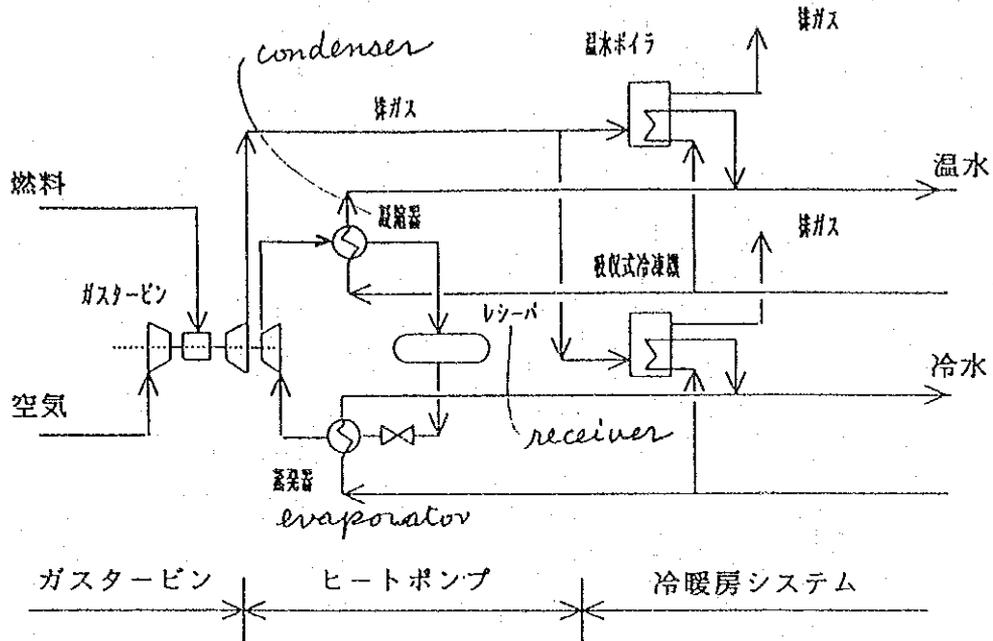
(2) ガスエンジンCGS



(3) ディーゼルエンジンCGS



1.2 ヒートポンプ-冷暖房システム
heat pump - air conditioning system



1.3 回転機器駆動-プロセス熱源システム
Rotary machine driver - Process heat supply system

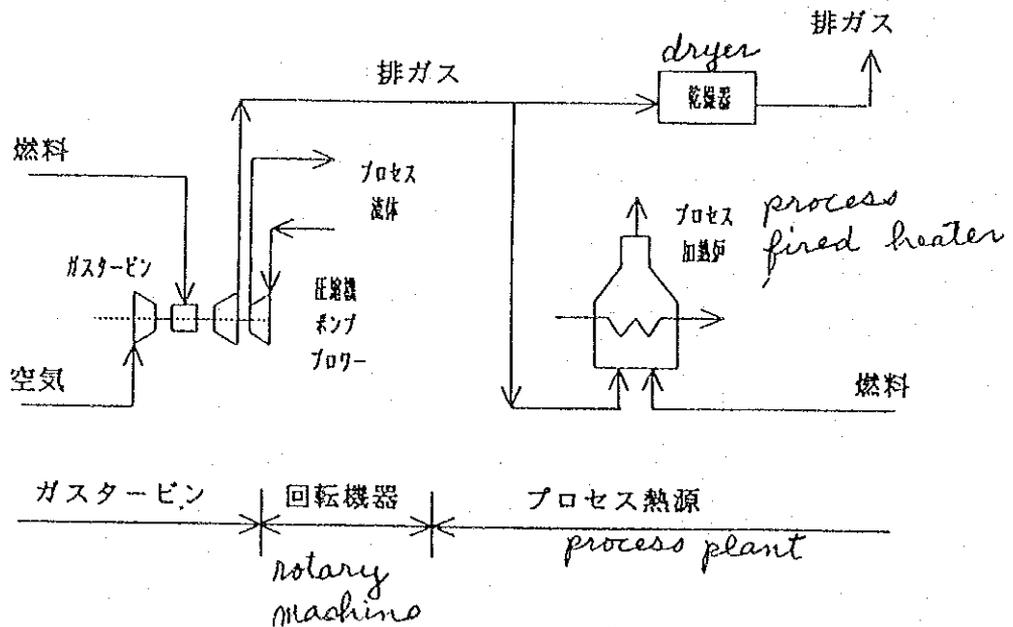
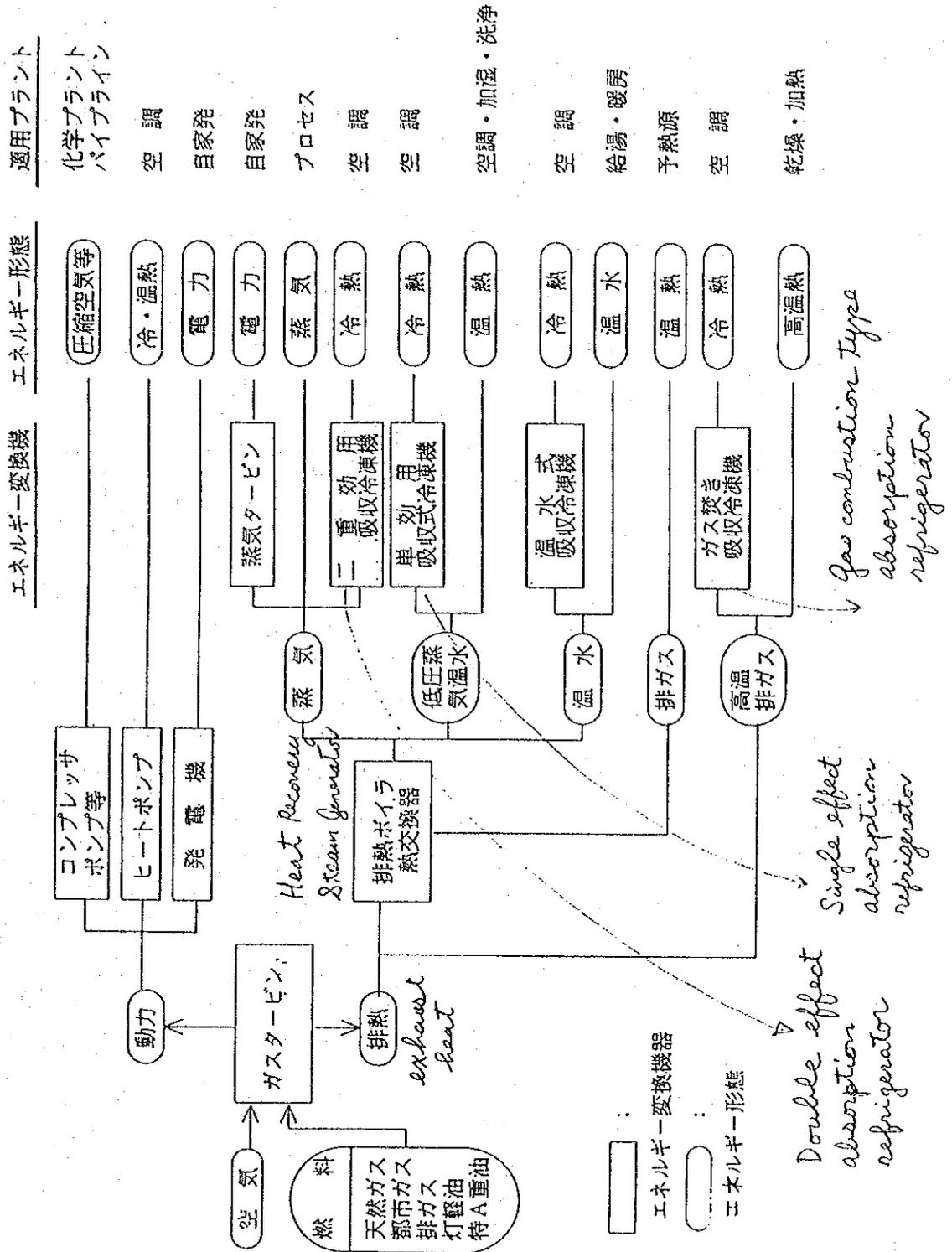


図 2.1 熱の多元的利用



2 主要構成機器

2.1 原動機

CGS設備の原動機として使用する熱機関には、ガスタービン(GT)、ガスエンジン(GE)、ディーゼルエンジン(DE)がある。各エンジンの特長を2・1表に示す。

CGS用原動機の比較

		ガスタービン	ディーゼルエンジン	ガスエンジン
適用規模		500 ~ 100,000 kW 1,000 ~ 5,000 が多い	15 ~ 10,000 kW 50 ~ 1,000 kW が多い	7.5 ~ 5,000 kW 30 ~ 500 kW が多い
燃料		灯油、軽A重油、都市ガス、LPG	軽油、A~C重油、(灯油)	天然ガス、都市ガス、LPG、 <u>下水消化ガス</u>
発電効率		20 ~ 35 %	35 ~ 45 %	30 ~ 40 %
排熱回収形態		蒸気、又は温水	排ガス：温水、又は蒸気 JW水：温水、又は低圧蒸気	排ガス：温水、又は蒸気 JW水：温水、又は低圧蒸気
総合効率		60 ~ 80 %	60 ~ 80 %	60 ~ 80 %
排度	原動機出口	500 ~ 600℃	300 ~ 450℃	450 ~ 560℃
	排熱回収出口	100 ~ 180℃	180 ~ 200℃	150 ~ 200℃
ガス	NOx 法規制値 0% O ₂ 換算	70 ppm (O ₂ = 16 %) 294 ppm	950 ppm (O ₂ = 13 %) 2,494 ppm (シリンダ 400mm ²)	600 ppm (O ₂ = 0 %) 600 ppm
	削減の方法	<u>水噴射又は蒸気噴射</u>	<u>脱硝装置</u>	<u>稀薄燃焼方式</u>
ばいじん		少ない 0.01 g/m ³ N 以下	始動時、負荷変動時に出やすい 0.1 g/m ³ N 前後	少ない 0.01 g/m ³ N 以下
騒音		105 ~ 120(80~85) ホン	105 ~ 110(80~85) ホン	100 ~ 110(70~75) ホン
振動		振動対策不要	振動対策要	振動対策要
保守費		1.5 ~ 2.5 円/kWh	2.0 ~ 3.0 円/kWh	2.0 ~ 3.0 円/kWh
設備費		比較的高い	ガスエンジンより安い	ディーゼルエンジンより高い
特徴		小型軽量コンパクト 冷却水不要、低騒音低振動 発電効率は比較的低い	発電効率高い、実積多い 燃料単価安い、騒音振動大 排ガス処理要、JW水温低い	排ガス回収容易、 <u>メンテナンス容易</u> 騒音振動ディーゼルより少ない ディーゼルより価格高い

Jacket cooling water
Waste digestion gas

Water or steam injection
Denitration
lean burning maintenance

2.2 発電機

発電機には、電動機と同じで誘導発電機、同期発電機および直流発電機の3種類があるが、殆どの場合、同期発電機を使っている。

2.3 排熱回収設備 Exhaust heat recovery

原動機の種類によって排熱の形態と量が、大きく異なる。CGSの計画に当たっては、需要先の熱の使用目的、条件などに最適の原動機を選ぶことが大切である。表2・2に原動機別の排熱の形態をまとめた。

この表から判るように、排熱の発生量は $GT > GE > DE$ の順になり、排熱の形態は、GTは排ガスのみ、GE、DEでは、排ガスの他にジャケットの冷却水がある。

排熱回収には、熱媒体として、蒸気や温水を使う方法と、排ガスを直接使う方法がある。原動機が決まり、排熱の状態が決まると、その回収方法もほぼ限定され、排熱と熱媒体との熱交換用の熱回収機器の種類も決まってくる。

システムを構成する主な機器には次のものがある。

- (1) 排熱ボイラ Heat recovery steam generator (HRSg)
給水が原動機排ガスと熱交換して蒸気を発生する。蒸気の圧力は、用途や目的によるが、一般に吸収式冷凍機の熱源として使う場合には、 $8 \text{ kg/cm}^2\text{G}$ とする。最近では、追焚き装置 (ダクトバーナー) を設置し、排ガス中の酸素によって燃料を燃焼し、2倍以上の蒸気を発生するボイラもある。更に、脱硝装置を装備したものもある。
duct burner
- (2) 温水ボイラ/排ガス熱交換器 Hot water boiler/Exhaust gas heat exchanger
排ガスと給水の熱交換によって温水を発生する。温水の温度は、目的によるが一般に吸収式冷凍機の熱源として使う場合は 90°C 以上、暖房用では 60°C とする。温水ボイラと排ガス熱交換器は、原理的には同じで、フィンチューブ式、シェルアンドチューブ式、プレート式、流動層式等がある。
- (3) 水-水熱交換器 Hot and cold water heat exchanger
GE、DEのジャケット冷却水の出口温度は、 $80 \sim 90^\circ\text{C}$ であるが、不凍液や防錆剤等が混入しているので密閉系統で循環し熱交換器で熱回収をする。熱交換器は普通のシェルアンドチューブ式を広く使うが、最近ではコイル形、スパイラル形、プレート式なども使うようになった。

原動機別排熱回収源と効率

原動機	燃料	熱電比 1)	排熱回収源	熱回収率 % 2)	発電効率 % 2)	総合効率 % 2)
DE	軽油	約 1.0	排ガス温度 500°C程度、出口 200°Cまで回収可能	~ 20	35 ~ 45	60 ~ 80
	重油		ジャケット水温度 80 ~ 90 °C	~ 25		
GE	ガス	1.0 ~ 1.5	排ガス温度 600°C程度、出口 120°Cまで排熱回収可能	~ 20	30 ~ 40	60 ~ 80
			ジャケット水温度 80 ~ 90°C 沸騰冷却を 120°C蒸気回収も可	~ 30		
GT	ガス	2.0 ~ 3.0	排ガス温度 600°C程度、出口 150°C程度まで回収可能	~ 55	20 ~ 35	60 ~ 80
	灯油 軽油		-	-		

1) 熱電比 = [供給可能熱出力 kcal/h] / [発電出力 kW] × 860 kcal/kWh

2) 低位発熱量基準

→ ebullient cooling

heat/power ratio → low heating value