

ポーランド共和国マゾビアン石油精製所近代化・環境対策計画事前調査報告書

ポーランド共和国  
マゾビアン石油精製所近代化・環境対策計画  
事前調査報告書

1993年8月

国際協力事業団

923  
68.5  
MPI

鉱調工
J.R.
93 / 136



JICA LIBRARY



1108534(7)



ポーランド共和国  
マゾビアン石油精製所近代化・環境対策計画  
事前調査報告書

1993年8月

国際協力事業団

国際協力事業団

25442

# 目 次

I. 調査の概要	1
1. 調査の背景・経緯	1
2. 調査の目的	1
3. 調査団派遣期間	1
4. 調査団構成	1
5. 調査内容	1
6. 調査日程	2
7. 主要面談者	2
8. 調査結果の概要	3
II. ポーランドのエネルギーの現状	16
1. エネルギー需給	16
2. エネルギーの将来展望	20
3. 将来展望の問題点	24
III. ポーランドの石油産業	26
1. 石油産業の現状	26
2. 石油精製業の現状と将来計画	29
IV. ポーランドの環境政策	36
1. 環境汚染防止対策の現状	36
2. 環境保全政策	40
3. 環境基準	44
4. 排出基準	47
V. プオツク県の概要	50
1. 地理	50
2. 環境政策及びマゾビアン製油所による環境汚染	52
VI. マゾビアン石油精製・石化工場の概要	58
1. 工場全体概要	58
2. 石油精製施設概要	61
3. 発電施設概要及び現状	65
4. 既存改造計画	71

## 別添資料

ポーランド共和国からの要請書





## I. 調査の概要

### 1. 調査の背景・経緯

現在ポーランドでは、大気汚染や河川の水質汚染が深刻な事態となっており、これら環境問題への対応が最も重要な課題のひとつとなっている。また、旧体制下で建設された産業設備の老朽化が顕著であり、これら施設の近代化も急務となっている。

これを踏まえ、ポーランド政府は1993年2月及び92年9月に、わが国に対しブオック市内マゾビアン石油精製・化学工場の石油精製施設NO. 1及び火力発電施設の環境対策・近代化にかかる調査の実施を正式に要請越した。

これを受け、事業団は1993年3月に背景と要請内容の確認、日本側の協力の範囲と可能性の検討、及び、具体的案件形成を行うことを目的としたプロジェクト形成基礎調査団を派遣した。この結果を踏まえ、今般、調査内容にかかる協議、関連情報の収集、及び、調査実施細則の署名を目的として事前調査団を派遣するものである。

### 2. 調査目的

ポーランド共和国マゾビアン石油精製所環境対策・近代化計画調査にかかる調査内容の協議、関連資料の収集及び実施細則についての協議、署名を目的とする。

### 3. 調査団派遣期間

平成5年6月14日(月)～6月25日(金) 12日間

### 4. 調査団構成

団長・総括	なかむら よしあき 中村 吉昭	国際協力事業団 国際協力専門員
発電行政	きたじま まさたけ 北島 正豪	資源エネルギー庁 公益事業部 発電課 環境保全班長
石油精製行政	すみがま こうじ 炭竈 弘司	資源エネルギー庁 石油部 精製課 石油精製専門職
調査企画	あだち いつ 安達 一	国際協力事業団 鉱工業開発調査部 工業開発調査課
石油精製技術	ひじかた あさふみ 土方 昭史	(財)日本プラント協会
火力発電環境対策	よこやま あきら 横山 朗	(財)日本プラント協会

### 5. 調査内容

- (1) 調査内容の確認
- (2) 工場概要調査
- (3) 実施細則の協議、署名
- (4) 関連情報の収集

## 6. 調査日程

6月14日(月)	ワルシャワ着(L0362便)
15日(火)	大使館表敬、援助調整局表敬、 商工省、マゾビアン石油精製・化学工場とのS/W協議
16日(水)	ブオックへ移動(車両) マゾビアン石油精製所とのS/W協議、工場視察
17日(木)	マゾビアン石油精製所での協議、資料収集 ワルシャワへ移動(車両)
18日(金)	商工省でのS/W協議
19日(土)	団内打合せ、資料収集・整理
20日(日)	団内打合せ、資料収集・整理
21日(月)	S/W・M/M署名、日本大使館報告
22日(火)	ウィーン着(OS363便) JICAオーストリア事務所報告
23日(水)	JICAオーストリア事務所報告 在オーストリア日本大使館報告
24日(木)	ウィーン発(SR431便)
25日(金)	成田着(SR168便)

## 7. 主要面談者

### (1) 援助調整局

Dr. Pawel SAMECKI                      Director, Bureau for Foreign Assistance

### (2) 商工省

Mr. Antoni MIKLASZEWSKI              Deputy Director

Mr. Jaroslaw WIERZBICKI              Senior Expert

### (3) マゾビアン石油精製・化学工場

Mr. Eugeniusz KORSAK                  Development Director

Mr. Norbert Z. Lapacz                  Senior Process Engineer,  
Development Department

Mr. Tadeusz NOWAKOWSKI              Senior Power Engineer,  
Development Department

Mr. Wojciech ZIELENIEWSKI          コンピュート技術担当エンジニア

Mr. Jozef PAWLOWSKI                  環境担当エンジニア

### (4) マチスラ州環境保護局

Mr. Anfrzej HASA                      Inspector

### (5) 在ポーランド日本大使館

小林 秀明	公使
原 晃	一等書記官
内村 求	一等書記官

### (6) 在オーストリア日本大使館

小野寺 龍二                          特命全権大使

(7) JICAオーストリア事務所

佐藤 幹治  
杉本 充邦

所長  
所員

8. 調査結果の概要

調査団は、ポーランド側関係機関とS/W協議を行った結果、中村調査団長とポーランド側Adamczyk商工省次官及びKorsak *コルサク* 石油精製・化学工場開発部長との間にてS/W及びM/Mの署名を行った。主要協議事項は以下のとおり。

(1) S/Wの修正・追加事項

1) 火力発電所排煙脱硫装置部分の削除

- (イ) 火力発電所の排煙脱硫装置部分については環境保護法との関係から1997年末までに建設・運転が必要であり、本件調査終了を待って後に調達を開始するのでは間に合わないことから当該部分を本件調査のスコープからはずすことで合意した。
- (ロ) なお、県環境保護局の説明では、基本的には1998年1月より適用される現行よりも厳しい排出基準を違反した場合は罰金を課すこととなるが、その時点において環境対策施設を建設中の場合には県知事の決定により5年を限度に罰金の支払いの猶予が可能となり、また、その猶予期限後に県知事の判断によりその罰金支払いを免除することもあり得るとのこと。
- (ハ) これを踏まえ、調査団より上記猶予期間を考慮すれば本件調査に脱硫装置部分を含め、その適正計画を策定した後に建設に入っても間に合うものと思われることから、工場側にその点を質したのに対し、工場側は、罰金は同工場の年間収益にほぼ同額のものとなり、その免除を現時点で期待することは非現実的であり、87年末の運転開始を確保するためには、本件調査より当該脱硫部分をはずすことはやむを得ないとの説明であった。
- (ニ) ただし、火力発電所については排煙脱硫部分以外に燃焼装置の改良等近代化の部分が残り、この部分については省エネルギーを主目的とした調査を実施して欲しいとのボ側の要望を受け、近代化については調査スコープに残すこととした。

2) 石油精製ユニットNO.1の蒸留塔と減圧装置とのアンバランスに対する改善策検討の追加

石油精製ユニットNO.1の蒸留塔と減圧装置との間に処理容量の不均衡が生じており、これについての改善策の検討を調査スコープに含めることで合意しM/Mに記載した。

(2) ポーランド側よりの要望事項

1) 本件調査収集資料の取扱

ポーランド側より本件調査の間に収集した資料については取扱注意のものが多く、よって、過去のJICA調査案件である *コジェニツェ* 火力発電所排煙脱硫対策計画調査の際と同様に一定期間他の目的には使用しないよう要望があり、本件S/W署名後5年間は他の目的には使用しないことで合意しM/Mに記載した。

2) 排ガス測定の実施 (M/M には記述せず)

現在ボラド側で実施している排ガス測定の妥当性を確認するため、可能であれば本格調査において改めて測定を実施してほしい旨要望があり、調査団よりどの程度のものできるか検討してみる旨回答した。

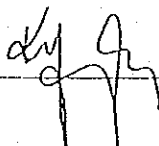
3) セミナー実施 (M/M には記述せず)

ボラド側より本件調査終了時に2日程度の技術移転セミナーを実施してほしい旨要望があり、これに対し調査団は実施する方向で検討する旨回答した。

SCOPE OF WORK  
FOR  
THE STUDY  
ON  
MODERNIZATION AND ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL  
IN  
MAZOVIAN OIL REFINERY AND PETROCHEMICAL WORKS  
IN  
PŁOCK, THE REPUBLIC OF POLAND

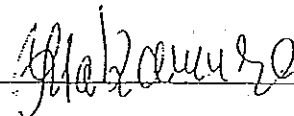
AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

WARSZAWA, JUNE 21, 1993



---

MR. KAZIMIERZ ADAMCZYK  
UNDERSECRETARY OF STATE  
MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE



---

MR. YOSHIAKI NAKAMURA  
LEADER  
PREPARATORY STUDY TEAM  
JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY



---

MR. EUGENIUSZ KORSAK  
DEVELOPMENT DIRECTOR  
MAZOVIAN OIL REFINERY AND  
PETROCHEMICAL WORKS

## I . INTRODUCTION

In response to the request of the Government of the Republic of Poland (hereinafter referred to as "GOP"), the Government of Japan has decided to conduct the Study on Modernization and Environmental Pollution Control in Mazovian Oil Refinery and Petrochemical Works in Plock (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 programmes of the Government of Japan, will undertake the Study in close cooperation with the authorities concerned of GOP.

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

## II . OBJECTIVE OF THE STUDY

The main objective of the Study is to examine the technical, economic and financial feasibility of the project for energy saving and environmental pollution control of the No.1 Crude Oil Distillation Unit, and the project for modernization of the Thermoelectric Power Plant in Mazovian Oil Refinery and Petrochemical Works in Plock (hereinafter referred to as "Petrochemia Plock") in Poland.

### III. SCOPE OF THE STUDY

In order to achieve the above objective, the Study will cover the following items :

1. Review on Background of the Study
  - 1-1 Present social and economic conditions of Poland
  - 1-2 Present situation of and policies on industrial development
  - 1-3 Present situation of and policies on the energy sector in Poland
  - 1-4 Present situation of and policies on the petroleum sub-sector
  - 1-5 Present social, economic, and environmental conditions and regional development policy and plan in Plock Region
  - 1-6 Present situation of national environmental protection
  - 1-7 Overall general situation of the Petrochemia Plock
  - 1-8 Previous studies and any other background information related to the Study
  
2. Diagnostic Review of the No.1 Crude Oil Distillation Unit
  - 2-1 Review of present condition of the No.1 Crude Unit
  - 2-2 Review of heat and material balance and properties of each fraction (at a maximum throughput operation)
  - 2-3 Review of product quality and specification
  - 2-4 Review of fuel efficiency in the heating furnace and of energy balance in the No.1 Crude Unit
  - 2-5 Review of safety and environmental pollution control measures
  - 2-6 Review of level of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and particulates emissions, and discharge of liquid effluent from the Unit
  - 2-7 Review of environmental measurement and monitoring system
  - 2-8 Review of management system
  
3. Examination of Possibilities and Alternative Plans for the Modernization of the Crude Distillation Unit
  - 3-1 Evaluation of alternative design possibilities for saving energy consumption

- 3-2 Evaluation of alternative measures for the control of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and particulates emissions
  - 3-3 Evaluation of alternative design possibilities for reducing offensive order substances in sewage
  - 3-4 Evaluation of alternative design possibilities for improving product quality
  - 3-5 Formulation of Conceptual design for an appropriate project for the modernization
4. Diagnostic Review of the Thermoelectric Power Plant
- 4-1 Review of process, operation and maintenance
  - 4-2 Review of combustion methods and control system
  - 4-3 Review of steam and power requirements
  - 4-4 Review of energy balance and fuel efficiency
  - 4-5 Review of present air pollution control, boiler feed water system and waste water treatment system
  - 4-6 Review of type and quality of fuel
  - 4-7 Review of level of emission and effluent from the Plant
  - 4-8 Review of cooling water system and recovery and disposal of waste heat
  - 4-9 Review of environmental measurement and monitoring system
  - 4-10 Review of management system
5. Examination of Possibilities and Alternative Plans for Modernization of the Thermoelectric Power Plant
- 5-1 Evaluation of suitable design alternatives for the supply of boiler feed water to the Plant
  - 5-2 Evaluation of alternative measures to be effective for increasing thermal efficiency
  - 5-3 Evaluation of needs and possibilities for installing condensing turbines in the Plant
  - 5-4 Formulation of conceptual design for an appropriate project for modernization



6. Capital and Operating Costs Estimation for the Modernization of the No.1 Crude Oil Distillation Unit and for the Modernization of the Thermoelectric Power Plant
  - 6-1 Capital cost estimation
  - 6-2 Possible alternative sources of financing for the Project
  - 6-3 Operating cost estimation
  
7. Formulation of Implementation Arrangement and Schedule
  - 7-1 Implementaion plan and time schedule
  - 7-2 Efficient arrangements for project design, engineering, procurement, construction and operation
  - 7-3 Suitable organizational and administrative arrangements
  - 7-4 Staffing requirements and training facilities and programmes
  
8. Financial and Economic Evaluation, and Overall Justification of the Project
  - 8-1 Financial evaluation of the project for the modernization of the No.1 Crude Distillation Unit
  - 8-2 Economic evaluation of the projects of both No.1 Crude Distillation Unit and Thermoelectric Power Plant
  - 8-3 Evaluation of any other direct and indirect economic and social benefits
  - 8-4 Environmental Effects
  
9. Conclusion and Recommendation

#### IV. STUDY SCHEDULE

The Study will be carried out in accordance with the attached tentative work schedule as shown in Appendix.

## V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to GOP.

- |  |           |
|--|-----------|
| 1. Inception Report                    | 5 copies  |
| 2. Progress Report                     | 5 copies  |
| 3. Interim Report                      | 5 copies  |
| 4. Draft Final Report                  | 5 copies  |
| 5. Final Report and its Summary Report | 15 copies |

## VI. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF POLAND

1. To facilitate smooth conduct of the Study, GOP shall take necessary measures:
  - (1) To secure the safety of the Japanese Study Team,  
( hereinafter referred to as "the Team" )
  - (2) To permit the members of the Team to enter, leave and sojourn in Poland for the duration of their assignment therein, and exempt from alien registration requirements and consular fees,
  - (3) To exempt the members of the Team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into and out of Poland for the conduct of the Study,
  - (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 the members of the Team for their services in connection with the implementation of the Study,
  - (5) To provide necessary facilities to the Team for remittance as well as utilization of the funds introduced into Poland from Japan in connection with the implementation of the Study,

- (6) To secure permission for entry into private properties or restricted areas for the implementation of the Study,
  - (7) To secure permission for the Team to take all data and documents ( including maps, photographs ) related to the Study out of Poland to Japan,
  - (8) To provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable on the members of the Team.)
2. Ministry of Industry and Trade (hereinafter referred to as MIT) shall bear claims, if any arises, against 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 willful misconduct on the part of the members of the Team.
  3. MIT, in collaboration with the Mazovian Oil Refinery and Petrochemical Works, shall act as counterpart agency to the Team and also as coordinating body in relation with other governmental and non-governmental organizations concerned for the smooth implementation of the Study.
  4. MIT shall, at its own expense, provide the Team with the following, in cooperation with other organizations concerned:
    - (1) Available data and information related to the Study,
    - (2) Counterpart personnel,
    - (3) Suitable office space with necessary equipment and facilities at the project site,
    - (4) Suitable analytical laboratory space with basic equipment, reagents and chemicals as well as analysis and sampling assistants
    - (5) Credentials or identification cards

## VII. UNDERTAKINGS OF JICA

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

1. To dispatch, at its own expense, study teams to Poland,
2. To pursue technology transfer to Polish counterpart personnel in the course of the Study.

## VIII. CONSULTATION

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

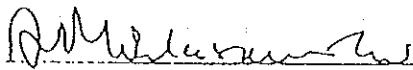
Order of month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Month	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.
Year	1993											
1994												
Work in Poland												
Work in Japan												
Reports	△ IC/R	△ P/R			△ IT/R				△ DF/R			△ F/R

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

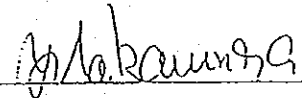
MINUTES OF MEETING  
OF  
THE PREPARATORY STUDY  
ON  
MODERNIZATION AND ENVIRONMENTAL POLLUTION CONTROL  
IN  
MAZOVIAN OIL REFINERY AND PETROCHEMICAL WORKS  
IN  
PŁOCK, THE REPUBLIC OF POLAND

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

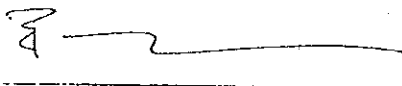
WARSZAWA, JUNE 21, 1993



MR. ANTONI MIKLASZEWSKI  
DEPUTY DIRECTOR  
MINISTRY OF INDUSTRY AND TRADE



MR. YOSHIAKI NAKAMURA  
LEADER  
PREPARATORY STUDY TEAM  
JAPAN INTERNATIONAL  
COOPERATION AGENCY



MR. EUGENIUSZ KORSAK  
DEVELOPMENT DIRECTOR  
MAZOVIAN OIL REFINERY AND  
PETROCHEMICAL WORKS

The Preparatory Study Team of JICA (hereinafter referred to as "the Team") made a visit to Poland in order to discuss, with the relevant Polish authorities concerned, the Study on Modernization and Environmental Pollution Control in Mazovian Oil Refinery and Petrochemical Works in Plock, the Republic of Poland (hereinafter referred to as "the Study").

The Team held a series of meetings from June 15th to 21st, 1993 with Ministry of Industry and Trade and Mazovian Oil Refinery and Petrochemical Works, during which the Scope of Work for the Study was discussed and completely agreed.

These Minutes of Meetings record the results of discussions on the Scope of the Work as follows:

1. It was agreed that the study on Flue Gas Desulfurization of the Thermoelectric Power Plant would be excluded from the Scope of Works for the Study.
2. It was also agreed that the increasing of vacuum throughput up to level of atmospheric distillation throughput would be included in the diagnostic review of the No.1 Crude Oil Distillation Unit in the scope of the Study.
3. It was agreed that data and information submitted by the Polish side should not be utilized for purposes other than the Study for five years from the date of the signing of the Scope of Works for the Study.

## II ポーランドのエネルギーの現状

### 1. エネルギー需給

#### 1-1 概況

ポーランドは豊富な石炭埋蔵量を持ち、その埋蔵量は歴青炭だけで約630億トンといわれている。国内エネルギー消費の80%を占めるばかりでなく、伝統的な輸出品目として知られてきた。原油、天然ガス資源は少なく、これらは輸入に依存してきたが、その輸入額をほぼ石炭輸出で賄ってきた。しかしながら従来主として旧ソ連から低価格で輸入されてきたこれら2品目は旧コメコン諸国間の貿易取引が91年初めから(1)世界市場価格、(2)ハードカレンシー決済で実施されることが原則となり、状況はポーランドにとってきびしいものとなってきた。さらに現在のロシアにおける国内経済事情悪化は、原油および天然ガスの供給制限の事態を生み、ポーランドとしては供給源を西側に求め、またより多くのハードカレンシーを支払わざるを得なくなってきた。近年ポーランドの燃料・エネルギー輸出入バランスは入超に転じてきており、これがさらに拡大する傾向にある。又、発電用水力も豊かではない。水力発電はまだ若干の拡張の余地はあるが、将来予知できる限りでは主要な供給源とはならないだろう。

1990年代初めの経済低調時期における電力需要の大幅低下にもかかわらず、ポーランドは電力供給について問題を抱えている。電力需要の中でも特に民生用及び商業分野では一人当たり及び全体の需要共に増加が見込まれている。一次電力の生産には種々の制約があるが、特に石炭燃焼火力発電の場合SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>及び煤塵等環境問題が生じてきている。

#### 1-2 エネルギー需給構造

1980-1990年のエネルギー需給構造を表II-1に示す。

1990年初頃からポーランド経済は後退し、このためエネルギー需要は大幅に低下した。



表Ⅱ-1 エネルギー需給構造 1980-1990

(石炭換算 1000トリックトン)

第1次エネルギー	1980	1985	1988	1989	1990
生産合計	173,830	175,347	180,443	167,634	140,471
固体燃料	166,329	168,988	174,359	161,999	136,436
液体燃料	509	340	289	286	290
ガス	6,589	5,541	5,279	4,887	3,339
電気	403	478	516	461	406
在庫変動	-3,263	-3,337	2,215	-1,167	1,448
輸入	34,943	31,181	35,962	36,562	35,030
輸出	29,972	32,029	30,026	28,458	27,531
消費合計	176,755	172,216	179,966	172,726	142,873
固体燃料	143,178	142,298	144,688	137,840	112,624
液体燃料	20,816	17,298	20,416	20,659	17,255
ガス	12,386	12,401	13,796	13,545	12,716
電気	374	219	1,066	681	278

出所：国連エネルギー統計年鑑

1987-1990年の石炭の需給を表Ⅱ-2、同じく石油を表Ⅱ-3、天然ガスを表Ⅱ-4に示す。

又、1987-1990年の電力（発生源別発電量）を表Ⅱ-5に示す。

表Ⅱ-2 石炭の需給

(1000トリックトン)

	1987	1988	1989	1990
生産	193,011	193,015	177,633	147,000
輸入	1,092	1,085	926	800
輸出	30,179	32,341	28,943	27,000
在庫変動	706	2,351	-1,611	0
消費	163,218	159,408	151,227	120,800

出所：国連エネルギー統計年鑑

表II-3 石油の需給

(1000バレル)

	1987	1988	1989	1990
生産	149	159	157	160
輸入	14,169	14,992	14,725	13,126
輸出	-	-	-	-
在庫変動	27	159	-344	440
消費	14,291	14,992	15,226	12,846

表II-4 天然ガスの需給

(10<sup>12</sup>ジュール)

	1987	1988	1989	1990
生産	157,813	154,718	143,222	97,858
輸入	253,741	251,836	266,271	283,593
輸出	36	21	25	32
在庫変動	2,619	2,387	12,677	8,915
消費	408,899	404,146	396,791	372,504

表II-5 電力(発生源別発電量)

(100万kWh)

	1987	1988	1989	1990
火力	141,779	140,168	141,710	133,035
水力	4,053	4,202	3,757	3,302
原子力	-	-	-	-
地熱	-	-	-	-
計	145,832	144,370	145,467	136,337

出所：国連エネルギー統計年鑑

### 1-3 エネルギー消費の特色

表Ⅱ-1に見られるごとく、エネルギー消費量は1989年で1億7270万トン（石炭換算）であり、80%が石炭・褐炭、12%が石油である。一人当たりのエネルギー消費量は西欧先進国並であり、またGNP原単位当たりでは西欧諸国の2倍にもなっている。その理由は、気象条件の悪さ等があげられるが、技術的な遅れや価格に関する市場原理の不徹底等から、エネルギー利用効率が低く、エネルギー多消費型の産業構造となっていることもあげられる。省エネルギーの推進が特に必要である。

## 2. エネルギーの将来展望（需要予測と今後のエネルギー政策）

商工省は1992年11月「ポーランドのエネルギー政策と2010年度への計画」と称する報告書を発表した。

モデル分析によるエネルギー需要予測を行っている。国のエネルギーシステムに影響を与えるものとして環境要因を取り上げ、次の3つのケースに分けている。

参考ケース・・・環境制限なし

ベースケース・・・現在の国内環境規制に従う

環境強化ケース・・・大気環境保全を強化する

次に経済成長により、1) 低成長シナリオ（2010年までゼロエネルギー経済成長）、2) 高成長シナリオと2つのシナリオを想定し、上記の各ケースについてモデル分析を行っている。

### 2-1 需要

ベースケースの一次エネルギー需要予測を表Ⅱ-6に示す。

表Ⅱ-6 一次エネルギー需要（ベースケース）

〔石炭換算100万トンの単位〕

			低成長			高成長		
	1988	1990	1995	2000	2010	1995	2000	2010
石炭	121.0	88.0	94.1	92.7	92.1	102.0	107.8	115.3
褐炭	20.2	19.3	19.5	17.6	17.5	19.9	17.5	17.5
天然ガス	13.9	12.8	16.9	17.9	23.2	18.1	21.9	28.0
石油	26.6	22.1	24.3	30.3	35.8	26.0	29.3	37.8
原子力	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	3.5	2.0	3.6	4.9	8.6	3.8	5.1	9.6
合計	185.2	144.2	158.9	163.2	177.2	170.2	181.8	209.7

出所：商工省報告書

・低成長シナリオでは、1995年の需要は1億5900万トンで1990年の9%増、2000年は1億6300万トン、2010年は1億7700万トンになる。

高成長シナリオでは、1995年の需要は1億7000万トン、2000年は1億8200万トン、

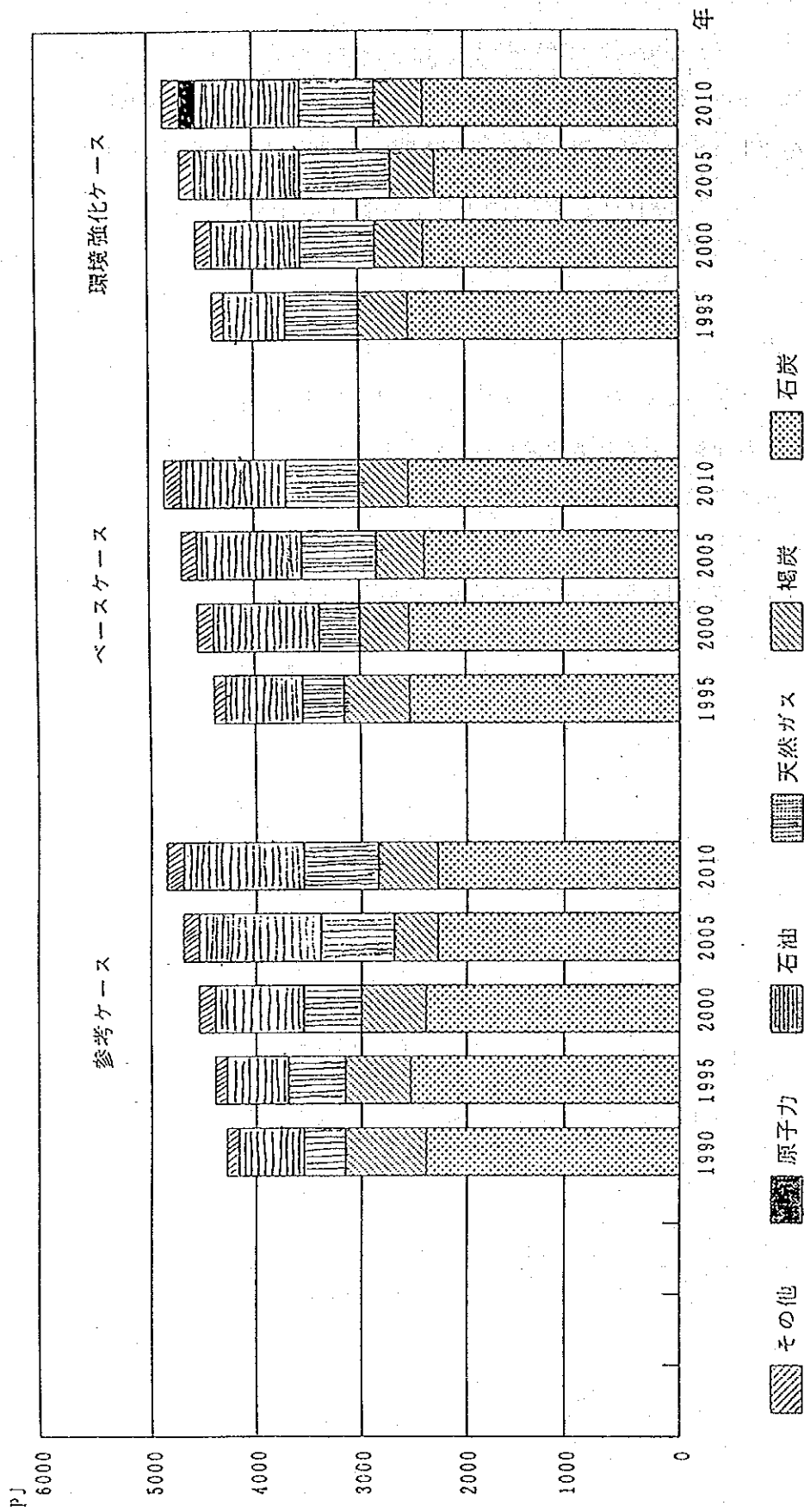
2010年には2億1000万トンまで増加する。

- エネルギー源別、ケース別需要（低成長シナリオ）を図Ⅱ-1に示す。各ケース共、エネルギー総需要量はほとんど同じであるが、環境保全強化の結果として需要構造の変化をもたらす。その結果、石炭の代替えとしてガス及び石油の増加傾向が目立つ。更に環境強化ケースでは、他のケースでは出現しない原子力が2010年に一次エネルギー需要中に約2%のシェアで現れてくる。

## 2-2 供給

- 表Ⅱ-7に主要エネルギーの生産・輸入を示す。
- 石炭の生産は1億1200万トン～1億1800万トンのレベルである。  
褐炭は現状に比べ削減を見込んでいる。  
天然ガスの輸入は増加の方向である。  
石油輸入も増加傾向となっている。  
電力の増加は著しく、強力な電源の開発が必要となる。  
2010年には高成長シナリオでは原子力の導入が図られる。

図11-1 一次エネルギー需要（エネルギー別・ケース別）低成長シナリオ



出所：商工省報告書

表II-7 主要エネルギー生産・輸入

		低成長 (ﾊﾞｰｽｸｰｽ)				高成長 (ﾊﾞｰｽｸｰｽ)		
		1990	1995	2000	2010	1995	2000	2010
生産								
石炭	100万ﾄﾝ (石炭)	115.7	112.6	114.1	117.5	112.9	114.2	117.6
褐炭	100万ﾄﾝ (石炭)	19.4	19.9	17.5	17.5	19.9	17.5	17.5
天然ガス	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	2.9	5.3	5.9	5.4	5.5	5.9	5.4
コークス	100万ﾄﾝ (石炭)	13.0	8.7	8.5	9.2	9.3	9.7	9.2
電力	TWh	136.4	141.9	161.0	203.0	156.4	186.3	246.1
熱	PJ	869	925	952	1009	980	1056	1188
輸入								
石炭	100万ﾄﾝ (石炭)	0.6	0	0	0	0	4.6	10.0
石油	100万ﾄﾝ (石油)	15.7	17.0	21.1	25.0	18.1	20.4	26.4
天然ガス	10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	8.2	9.1	9.4	14.4	9.9	12.8	19.4
原子力	PJ	0	0	0	0	0	0	28.7
電力	TWh	1.0	0	0	0.8	1.2	0.8	0.8

出所：商工省報告書

天然ガス発熱量 34.33 MJ/m<sup>3</sup>  
 石油 1ﾄﾝ=42 GJ

### 3. 将来展望の問題点

#### 3-1 必要資金調達

エネルギー需要の増加に応じた供給力確保のためには、前述のごとく石油、天然ガス輸入の増加、石炭利用効率の改善（利用設備の大幅な更新）、電源開発、更に原子力の導入等が必要となる。このためには膨大な新規投資が予想され、この投資に必要な資金の調達が大きな課題である。

#### 3-2 省エネルギー

省エネルギーの推進は不可欠であるが、これを推進しうる市場原理に立脚した価格体系の形成が遅れていることから、現状では省エネルギーへのインセンティブの付与が困難である。

#### 3-3 エネルギー及び燃料のコストと価格

前述の商工省報告書から要点を記述すると以下の通りである。

- 戦後の全期間を通じてポーランドではエネルギー・燃料の低価格政策がとられてきた。エネルギー価格は消費者供給コストを遙かに下回るものであった。それらは政府機関によって計画経済の重要因子として決定され、国家経済上の妥当性はなかった。

こうした誤ったエネルギー・燃料価格政策の結果は、1980年代、特にその後半に強く現れてきた。1982-1989において、基礎消費者物資の価格は30~70倍に上昇したが、一方石炭、ガス、電力価格の上昇は僅かに9-10倍であった。エネルギー・燃料価格の変化は一般のインフレ価格上昇について行けなかったのである。

このように1990年までポーランドにおけるエネルギー価格は全ヨーロッパ（東・西）で最低であった。1984-1986ポーランドのエネルギー価格は西ヨーロッパのその60%から50%に低下し、さらに1987-1989においては35%まで低下した。これは価格水準の合理的な削減によるものではなく、相次ぐ通貨の平価切り下げの結果としてのものである。

1988-1989の間、ポーランド政府は数回にわたりエネルギー価格を世界レベルまで上昇（是正）する試みを行っている。しかしこれらの試みは烈しいインフレのため効果的手段とはならなかった。

また、ポーランドを含め東ヨーロッパ諸国では民生部門での電力、天然ガス、熱エネルギー価格は、過去、産業部門向け価格より低く設定されていた。民生部門向けのこれらの流通コストは産業部門向けより遙かに高かったにもかかわらずである。



最近になって、ようやくこれらの誤った価格構造の是正の動きがでてきている。

• エネルギー・燃料価格調整上の問題

• 1990年初め石炭の価格は約5倍値上げされた。1990年後半、石炭価格に対する政府の直接統制は外され、税務当局による監督のみが残った。USドルで表すと、1989年12月の6ドル/トンから1991年5月では37ドル/トンとなった。

• 天然ガス価格は、1989年11月以降1992年初までに産業向けガス価格は12倍上昇し、また民生用は80倍となった。(同期間zloty=ズロチは1,340.21/ドルから約11,500.21/ドルに平価切り下げが行われた)。このような大幅な上昇によって産業向けの現状ガス価格は西ヨーロッパ価格と比較しうる水準となっている。

• 現在産業向け電力価格は西ヨーロッパの平均価格より約20%低い。又、民生用電力価格は1992年1月の最新の値上げ(約20%)の後でも西ヨーロッパの平均価格の半分である。

• 液体燃料価格については、世界の石油価格体系への適合とポーランドにおける石油供給構造変更のため、過去3年間数回の価格調整(値上げ)が行われている。

価格は現在の生産コストをカバーするものとなっている。(但し、開発段階のコストは含まれていない)。1992年初めのガソリンの小売価格は、45セント/ℓ(56%は税金)、ディーゼル軽油は32セント/ℓ(20%は税金)となっている。しかしこれらの価格は、西ヨーロッパに比べると未だ低い。将来、これらの価格は製油所の近代化、発展コストをカバーし、又税金増加に対応するため値上げされることとなるだろう。

• 1990年初めの民生用セントラルヒーティング(暖房及び温水供給)価格は極端に低かった。1991年末での6倍値上げ後でも、尚相当の国よりの補助金が必要な状態である。

• 以上を総括して過去2年間におけるエネルギー価格改革はかなりの前進を見せている。そしてこのエネルギー価格改革は次の2年以内に完成させなければならないといわれている。

経済的コスト水準への価格調整は中央行政による直接価格統制の停止及びエネルギー関連行政機構による間接的な管理監督によって可能であるとの見方が大方である。

### Ⅲ ポーランドの石油産業

#### 1. 石油産業の現状

##### 1-1 概要

現在ポーランド国内には7つの製油所が稼働中である。この中で最大規模のものは、ブホツクのマゾビアン石油・石油化学コンプレックスで、現在の製油所能力は1260万トン/年（29万BPSD）である。次がグダニスク製油所で製油所能力は320万トン/年（7.3万BPSD）である。この他主としてポーランド南部に5つの小製油所（合計能力約170万トン/年、約4万BPSD）があるが、主要製油所は前述の2製油所である。

ポーランドの石油精製工業は他の東ヨーロッパ諸国と同じく旧ソ連原油を単一供給源として設計されたものである。そして過去旧ソ連原油は比較的安定的に低価格で供給されてきた。1991年以降旧ソ連からの原油は国際価格となり兌換通貨支払となった。そして供給量は50%削減されている。

現在マゾビアン石油・石化コンプレックスの処理原油は約50%がロシア原油で残りは中東、北海の原油となっている。

又、グダニスク製油所の処理原油は66%がイラン、イラク及び少量の北海原油で22%が友好パイプラインによるロシア原油となっている。

過去3年間（1989-1992）ポーランドは深刻な経済後退状態で、この影響で原油処理量は年間1520万トンから1170万トンまで23%減少した。燃料油の輸入は国内生産の50%に達している。

ガソリン、軽油、重油の流通・販売は国有の独占ネットワークによって行われ、小売価格は国によって固定されてきた。

##### 1-2 石油部門の行政・組織構造と再編成・民営化計画

石油部門は商工省エネルギー・燃料局の管理・監督の下で輸入、精製、流通・販売それぞれが国有企業体として細分化され、国によって統括、運営されてきた。しかしこの形態は、自由市場経済の要求に合わず多くの面でひずみを生じてきた。このため商工省は1992年10月石油部門の再編成・民営化計画を発表し、これを基にして移行期間（1996年まで）中に市場を段階的に自由化するシナリオが承認された。

## (1) 現状

石油部門の基本的な組織欠陥は縦の統合がなされていないこと、即ち生産部門と販売部門との関係の欠落である。

現在活動している組織は次の通りである。

### § 原油調達、輸送段階

- Naftoport : 主要株主はMZRIIP (マゾビアン石油・石油化学会社)、CIECH (国有外国貿易会社……原油、燃料油、石化製品)、CPN (石油製品会社)、PERN (国有石油パイプライン運営会社)
- PERN (国有“友好”石油パイプライン運営会社)
- CIECH (国有外国貿易会社)

### § 石油精製段階

- マゾビアン石油・石油化学会社、プオック、国有会社
- グダニスク製油所、唯一の国有共同資本会社、民営省
- 南方製油所 : Silesian製油所、Carpathian製油所、Kerosene製油所 (Jedlicze)、Kerosene製油所 (Glimar)、Kerosene製油所 (Trzebinia)

全て国有会社

### § 卸売り、小売り段階

- CPN (石油製品会社) 国家公益事業会社
  - 傘下にDEC (鉄道タンク車運営会社)、Budonaft (建設会社) を持つ。
  - CPNは17支店と約1350のガソリンスタンドを持っている。
- その他私営輸入業者、卸売り業者が約2500存在し、これらは大半がポーランド液体燃料会議所に加盟している。

## (2) 再編成計画

- ・ 閣僚会議は1992年9月8日付報告の中で石油部門の再編成と民営化を目指す行動計画を確認した。

商工大臣の下で調整作業部会が再編業務の調整を行う。商工省、民営化省及び中央企画庁がこの作業部会のメンバーとなる。作業部会は全ての決定にあたって原油会社会議所及び石油貿易組合の代表会議所の意見を求めることとなっている。

- 石油部門の基本的な組織は競争原理に基づく個々の企業である。  
これらの組織は縦に統合され、各企業は製造と販売を行う。再編によって作られるPKN-CPN, S. A. (ポーランド石油会社)がその一つである。この会社は株式の相当部分は国庫が保持するが、残りはポーランド株式市場において調達される。
- 民営化移行期間の後には次のような各組織ができる。
  - 複数の石油会社 (ポーランドと外国資本との合弁)、精製と小売り段階の株式保有
  - ポーランド石油会社、CPNを国有合弁企業に再編しPKN-CPN, S. A.と呼ぶ。株の大半は国庫が持つ。  
次の資産を保持する。
    - CPN小売りネットワークの40%以上
    - PHPD (卸売り、燃料流通会社)、共有株会社
    - 製油会社 (複数) の株の25~45%
    - CIECH (外国貿易会社) の株の10~15%
  - マゾビアン石油・石油化学会社、共有株会社
  - グダニスク製油会社、共有株会社
  - 複数の南方製油会社、共有株会社
  - Naftport、有限責任会社
  - PERN (石油パイプライン運営会社)、公共輸送機関として国有会社
  - PHPD (燃料卸売り会社)。倉庫及び自動車輸送事業を含み共有株会社とする。  
又PKN、MZRIIP、RG (ガスパイプライン会社)、CIECH及び南方製油会社の株を持つ。
  - DEC (鉄道タンク車運営会社)
  - Budanaft (建設会社)
  - CIECH (外国貿易会社、化学品輸出入)、国庫管理株を含む。
  - 私営卸売り会社 (複数)
  - 私営ガソリンスタンド (複数)

## 2. 石油精製業の現状と将来計画

### 2-1 需給の現状

- 1987-1990年の製油所生産を表Ⅲ-1(a)、表Ⅲ-1(b)に示す。1990年はポーランド経済が後退し、このため石油需要も大幅に低下した。

表Ⅲ-1(a) 製油所生産 (エネルギー製品)

(1000メトリックトン)

	1987	1988	1989	1990
航空ガソリン	—	—	—	—
自動車ガソリン	2,682	2,824	2,954	2,192
ジェット燃料	—	—	—	—
灯油	3	4	3	3
ディーゼル軽油	5,009	5,174	4,845	3,963
重油	3,200	3,252	3,686	3,631
LPG	270	249	280	143
製油所ガス	366	354	337	226
計	11,530	11,857	12,105	10,158

表Ⅲ-1(b) 製油所生産 (非エネルギー製品)

(1000メトリックトン)

	1987	1988	1989	1990
ナフサ	913	1,073	1,085	985
軽石ピット	28	70	70	46
潤滑油	500	525	519	425
アスファルト	1,220	1,215	1,078	609
ワックス	25	29	30	18
その他	118	122	195	244
計	2,804	3,034	2,977	2,327

出所：国連エネルギー統計年鑑

- 1987-1990年の各石油製品需給を表Ⅲ-2(a)~(e)にそれぞれ示す。各製品とも1990年は前述の理由で需要は低下している。又、自動車ガソリン、ディーゼル軽油は消費に占める輸入の割合が多く、それぞれ31~41%及び23~32%を占めている。

表Ⅲ-2(a) LPG

(1000トリックトン)

	1987	1988	1989	1990
生産	270	249	280	143
輸入	0	0	0	2
輸出	0	0	0	0
在庫変動	-	-	-	-
消費	270	249	280	145

表Ⅲ-2(b) 自動車ガソリン

(1000トリックトン)

	1987	1988	1989	1990
生産	2,682	2,824	2,954	2,192
輸入	903	868	1,271	1,388
輸出	38	49	24	6
在庫変動	37	-55	39	176
消費	3,510	3,698	4,162	3,395

表Ⅲ-2(c) 灯油

(1000トリックトン)

	1987	1988	1989	1990
生産	3	4	3	3
輸入	0	0	0	0
輸出	0	0	0	0
在庫変動	-5	-5	-2	0
消費	8	9	5	3

出所：何れも国連エネルギー統計年鑑

表Ⅲ-2(d) ディーゼル軽油

〔1000メトリックトン〕

	1987	1988	1989	1990
生産	5,009	5,174	4,845	3,963
輸入	1,308	1,326	1,386	1,394
輸出	132	106	140	200
在庫変動	-4	13	32	172
消費	6,189	6,381	6,059	5,285

表Ⅲ-2(e) 重油

〔1000メトリックトン〕

	1987	1988	1989	1990
生産	3,200	3,252	3,686	3,631
輸入	251	250	228	102
輸出	67	213	587	983
在庫変動	-14	-10	30	0
消費	3,398	3,299	3,297	2,750

出所：何れも国連エネルギー統計年鑑

## 2-2 石油精製施設の現状

各製油所、原油基地、パイプラインの概要を施設ごとに述べると次の通りである。

## (1) マゾビアン (Mazovian) 石油・石油化学コンプレックス (MZRIIP)

- ・ポーランド最大の規模で1959年に設立され、現在はポーランド商工省管轄下の国営企業である。このコンプレックスはワルシャワの北西120km、ポーランドのほぼ中央に位置しビスワ河に沿っている。コンプレックスの建設は1960年に開始され、1964年最初の石油製品が生産された。その後、1980年代初めまでに数回に分けて新しいプロセスが次々と建設された。

現在の製油所能力は1260万トン/年(29万BPSD) (ロシア輸出ブレンド原油) である。

- ・原油受け入れはパイプラインによるロシアからの輸入とバルト海グダニスクからのパイプラインによる北海原油、中東原油の受け入れがある。

ロシアからの原油は一旦ポーランドーロシア国境のアダモフ (Adamow) 基地にパイプラインによって送られる。アダモフ基地の貯油能力は60万 $\text{m}^3$  (51.7万トン) である。

アダモフ基地から更にパイプラインによって製油所に原油が送り込まれる。一方プロック近くのプレバンカ (Plebanka) 原油流通基地 (63万 $\text{m}^3$ ) にも受け入れられる。又プレバンカ基地はグダニスク基地からも受け入れ可能である。又アダモフ基地の原油はドイツ東部のシュベット (Schwecht) 石油コンプレックスにもパイプライン輸送されている。

## (2) グダニスク (Gdansk)

- マゾビアンに次ぐ2番目の規模の製油所で現在の能力は320万トン/年 (7.3万BPSD) である。グダニスク市の北東に位置し、1973~75年に建設された。

当初はハイドロスキミングタイプの燃料油生産製油所であったが、その後潤滑油、アスファルトの生産設備が増強された。グダニスク港は中東、北海その他からの原油輸入が可能である。港湾は135,000トン/DWTの原油タンカー及び60,000トン/DWTの製品タンカーの着機が可能である。グダニスク製油所は更にポーランドを通過してドイツに至る友好パイプラインからの分岐ラインによってロシア原油の受け入れも可能である。

- マゾビアン、グダニスク2つの主要製油所の原油の安定供給確保のため、チェコスロバキアからのアドリアパイプライン延長の経済性が検討されている。

## (3) カーパシアン (Carpathian) 製油所は南部ポーランドのヤスロ (Jaslo) 市にあり、その能力は15万トン/年 (3400BPSD) と極めて小規模である。国産原油とロシア原油を処理している。製油所の操業開始は1889年と古く、その後拡張、改造が行われた。現在は特殊製油所としてカーボンブラック、潤滑油用添加剤、輸入ベースオイルからの潤滑油、パラフィンその他特殊製品の生産を行っているが勿論ガソリン、灯油、軽油、潤滑油用減圧軽油も生産している。

## (4) チェビニア (Tizebinia) 製油所は南部ポーランドに位置し、シレシア (Silesia) 工業地帯のクラコフ (Krakow) の東70Kmの所にある。製油所は国産原油処理のため1895年にスタートした。その後地域需要に合わせて拡張され、現在の原油処理能力は54万トン/年 (12,350BPSD) である。

この製油所は潤滑油生産タイプとして、ガソリン、軽油、アスファルト、パラ



フィンの他にガソリン及びディーゼルエンジン用潤滑油、金属加工・シートローリング・鋳造・焼入れ等の各種特殊油を生産している。

- (5) シレシア (Silesia) 製油所はクラコフの西90Kmのチェコウイス (Czechowice) にあり、1902年に建設された。現在運転中のほとんどの装置は1959～1963年の間に建設されたものである。

製油所能力は70万トン/年 (16,000BPSD) でガソリン、軽油、各種重油、潤滑油、グリース、アスファルトを生産している。

- (6) エドリチェ (Jedlicze) 製油所はスロバキアとの国境に近い南東部ポーランドにある。1850年代にこの地域で原油が発見された。製油所はこの原油処理用として90年前に建設された。その後1950～1952の間に装置の増強が行われた。

現在の処理能力は36万トン/年 (8,200BPSD) でガソリン、軽油、アスファルト、各種工業用潤滑油の生産を行っている。

又、この製油所は各種工業用潤滑油の再生設備を持っている。

- (7) グリマル (Glimar) 製油所は南東部ポーランドのゴリス (Gorlice) 町の近くにある。この製油所はポーランドで最も古く、1883年に操業を開始し、その後1946～1956の間に各種改造が行われた。クレゾール抽出及びバリゾール溶剤脱ろうの潤滑油プラントを持っている。ガソリン、航空ガソリン、重油、各種潤滑油、パラフィン、特殊工業用油を生産している。

### 2-3 石油製品品質の動向

- (1) ポーランドのほとんどの自動車は加鉛ガソリン用で、このため生産ガソリンの多くはオクタン価向上用の四エチル鉛を現在もなお使用している。現在少量の無鉛ガソリンが輸入車及び旅行者の車用に生産されている。オクタン価は有鉛が98、94、86 RON、無鉛95 RONである。

今後ポーランドのガソリン市場は次第に西ヨーロッパの水準に近づき、製油所のガソリン生産は高オクタン価無鉛の方向となり、四エチル鉛にかわってMTBEが使用されると言われている。

- (2) 現在生産されているディーゼル軽油の硫黄分は0.15wt%以下である。しかしこれも国際水準の0.05wt%以下になると予想されている。
- (3) 更に加えてガソリン、ディーゼル軽油中の芳香族含有量も規制され削減されると見られている。

- (4) 重油は国内市場では3wt%硫黄のものが販売されている。しかし今後は環境規制の強化により低硫黄重油が要求され、このためディーゼル軽油、重油の水添脱硫装置の大幅な増強が必要となる。
- (5) 西側諸国の品質水準のガソリン、各種燃料油の将来需要に見合うため、ポーランドの製油所の設備構成は今後相当変わらざるを得ないだろう。ガソリン無鉛化は基材オクタン価の向上を必要とする。このためのプロセスとしては、接触改質、アルキレーシタン、流動接触分解、異性化及びMTBE、TAMEがあり、これらの増強が必要となるだろう。

#### 2-4 石油精製の将来計画

ポーランド商工省の委託に基づくDavy McKee Corp.の調査団はその報告の中で、ポーランド製油所運営の改善事項として次のように指摘している。

- ・ポーランド南方地域の5つの製油所は老朽化しており、これらを近代化して操業継続をすべきか否か十分に検討する必要がある。
- ・又、これらの製油所への原油、原料ストックの供給（主としてマゾビアン製油所から）は鉄道輸送によっており高コストである。
- ・しかし一方、5製油所が生産している特殊工業用油、グリース、ワックス、潤滑油等の製品は利益性の高いものである。

(1) 『南部製油所・石油化学コンプレックス (Refinery Petrochemical Complex South)』に関する調査・検討が1989-1990年に行われている。

- ・このプロジェクトではシレシア地域の既存設備の近くに600万トン/年能力の製油所を建設するとしている。この新製油所への原油供給はバルト海又はアドリア海からのパイプライン輸送を想定している。
- ・新製油所の建設により古い小製油所の原油処理の停止が可能となる。一方これらの製油所では原油の代わりに減圧留出油、水添減圧軽油を原料油として各種潤滑油、特殊製品を生産する。これらの原料油はパイプラインによりブオックから転送できる。

新製油所の建設地点については現時点では決定されていないが、LP検討等により最適地を選定することになっている。

(2) マゾビアン石油・石油化学コンプレックスは旧ソ連原油の処理を設計ベースとしている。古いプロセス、機器については西側の近代製油所の水準に合わせて技術的、

経済的な面での見直しが必要となる。

(3) グダニスク製油所はポーランドで最も近代的な設備である。この製油所は港湾施設を含めて将来の拡張が期待できる。

(4) 今後環境規制が更に厳しくなることが予想されるが、このことに関連して、製油所として次の4項目については早い時期での検討が必要である。

i) ガソリン無鉛化 ii) ガソリン、ディーゼル軽油の芳香族成分の低減 iii) 重油の低硫黄化 iv) 排ガスのSO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>対策

本章は調査結果に加えてポーランド商工省エネルギー・燃料局より受領した下記報告書の内容を加えて記述した。

o REFINERY SECTOR,

Information on Restructuring and Privatization Program

October, 1992

o Executive Summary Characterization Report,

Polish Petroleum Refining Sector

May, 1992

(Prepared by: Davy MacKee Corporation, USA)

#### IV ポーランドの環境政策

##### 1. 環境汚染防止対策の現状

ポーランドにおいては長期にわたる社会主義体制のもとで、原料産地への集中的な工場立地、旧式な設備のまま生産を第一として環境に配慮しない工場操業などが続けられてきた。同国はエネルギーの68%を石炭、11%を褐炭に依存しており、これらを発電所や工場の燃料として使用する際に発生するSO<sub>x</sub>や、金属精錬工場から排出する重金属やフッ素などにより、70年代の末には環境破壊が深刻な問題となるに至った。1980年以降の政治改革運動が成功した陰には、公害から生活を守るための市民運動が大きな力となっていたと言われている。

同国の公害の深刻さについて、例えば国家科学アカデミーは1988年に次のように報告している。

- 国土の11%にあたる35,000km<sup>2</sup>の地域と、そこに住む全国民の1/3に相当する住民が環境面で危機にさらされている。
- 6百万人の国民は、特に汚染の著しい環境災害地域 (Environmental Disaster Area) に住んでいる。
- 大気汚染により森林の半分はむしばまれ、50,000ヘクタール以上はすでに破壊された。
- 河川水の95%は飲用に不適である。
- 湖水の半分は回復が不可能なまで汚染されている。
- 飲用水源の3/4は公的純度規格に合致しない。
- かなりの食料品は有害物で汚染されている。
- 一部地域のミルクは、6才以下の幼児には不適である。

さらに同アカデミーは、環境災害地域として、シレジア地区、クラカウ地区、グダニスク地区の3ヶ所をあげ、シレジア地区については鉛（基準の150~1900%超）を初めとする重金属による土壌汚染、ばいじんによる大気汚染（安全限界とされる値に対し最高35倍超）が問題である。クラカウ地区は産炭地で、石炭・褐炭の燃焼に伴うSO<sub>x</sub>、NO<sub>x</sub>、ばいじんの他、レーニン製鉄所から放出される年間500,000トンの汚染

物質により、住民の呼吸器疾患や癌発生率は他の地域よりも高く、平均寿命も3～4年短い。さらにグダニスク地区は河川からの汚濁物が流入する結果、グダニスク湾の汚染は基準の数倍以上であり、さらにバルト海全体を汚している、と報告している。

1987年の大気汚染物質の推定放出量を表IV-1に、河川の汚染状況を表IV-2に示す。各クラス別の基準値は表IV-4に示されている。SO<sub>2</sub>の放出量は旧ソ連を除くヨーロッパでは第1位、面積当たりでは第3位である。

表IV-1 大気汚染物質の推定放出量 (1987)

	Emission (1,000t/y)				
	Power Industry	Other Industry	Transport	Scattered Sources	Total
Particulate Matter	900	1,500	-	1,000	3,400
SO <sub>2</sub>	2,050	1,120	100	930	4,200
Nitrogen Oxide as NO <sub>2</sub>	500	460	450	120	1,530
Carbon Oxides	60	1,370	920	850	3,200
Aromatic Hydrocarbon	20	150	230	-	400
CS <sub>2</sub>	-	20	-	-	20
H <sub>2</sub> S	-	8	-	-	8
Fluoro Compounds	0.5	3.5	-	-	4
Heavy Metals					
·As	0.1	0.6	-	-	0.7
·Cr	0.1	1.1	-	-	1.2
·Cd	-	0.2	-	-	0.2
·Pb	-	3.0	1.5	-	4.5
·Hg	0.01	0.02	-	-	0.03

Source: The State of the Environment in Poland -Damage and Remedy-  
(Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry 1991)

表Ⅳ-2 河川の汚染状況

Water Quality	% of Total Length of Assessed Rivers	
	1978-83	1984-88
Class I (Potable Water)	6.9	4.8
Class II (Water Suitable for Swimming and Recreation)	28.0	30.7
Class III (Water Suitable for Industrial Use and Irrigation)	30.1	29.7
Water Quality below Established Standards	35.0	34.8

出典：表Ⅳ-1に同じ

以上のような環境破壊に対し、政府の対策は先ず工業からの汚染物質の排出を絶つことから開始した。汚染物質を多量に排出している工場80社を公表したが、そのほか県が独自に公表した汚染工場は800以上に達した。公表された工場には厳しい環境改善のための目標とスケジュールを設定させ、達成が不可能な場合は操業を停止させることとした。その結果いくつかの化学工場や金属工場が、公害防止のための資金や技術の裏付けのないまま閉鎖のやむなきに至った。

しかし、経済的にも危機に瀕しているポーランドにおいて、環境破壊を防ぐ手段として工場の操業停止のみに頼れるわけではない。1991年5月、国会は国家環境政策 (National Environmental Policy of Poland) を採択した。それによると同国は、従来の狭い意味での環境保護政策から脱して、持続可能な開発 (Sustainable Development) を国の環境政策の基本方針とすることとし、次のような原則を定めた。

- 汚染物質の発生源対策  
(汚染物質の発生防止、リサイクリング、汚染物質の除去)
- 法規制の遵守  
(規制のための法令の整備)

- 経済性の原則

(公害防止機器の製造販売、環境使用税、PPPの原則)

- 地域特性に対する配慮

(地域の状況に応じた上乘せ規制)

- 国際協力

(相互汚染に対する近隣国との協調、外国からの援助)

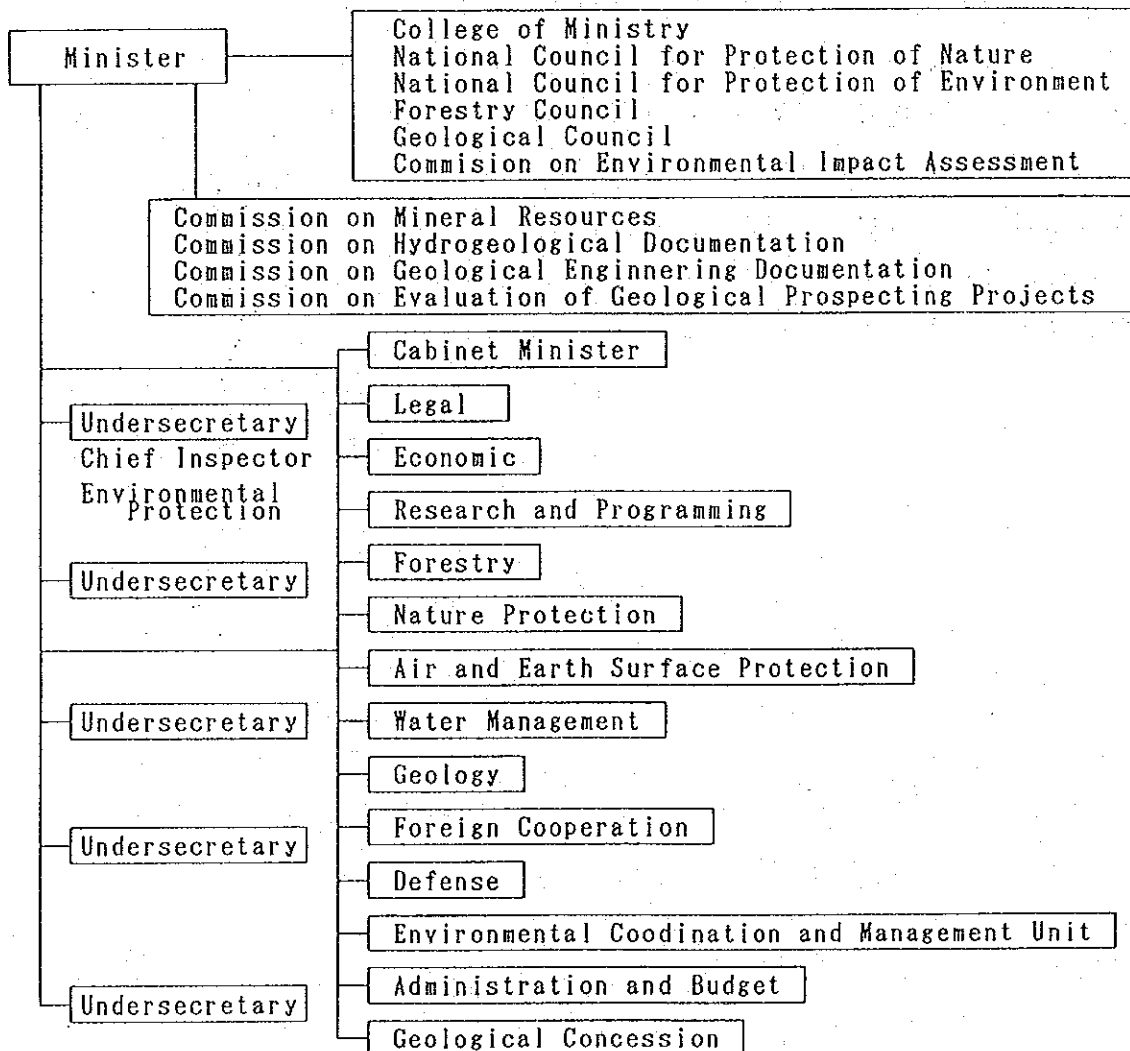
ちなみに、持続可能な開発という概念は、この国家環境政策が発表された1年後、ブラジルにおける国連環境開発会議（通称環境サミット）でのキーワードとなったことは周知のとおりである。

以上のとおり、ポーランドにおける環境汚染は深刻なものがあり、行政当局は真剣に対策に取り組んでいるが、いまだ目立った成果は上がっていないようである。これには、政治・経済の新体制への移行に伴う混乱の他、資金および技術の不足に起因しているものと見られる。例えば地域環境のモニタリングと言っても、実際には企業が行ってその数値を報告するだけなので、客観的な信頼性に欠けるということもいわれている。また激しいインフレにより貨幣価値が下落し、ペナルティがあまり意味のないものになることも指摘されている。

## 2. 環境保全政策

ポーランドの環境行政は中央レベルでは環境・天然資源・森林保護省 (Ministry of Environmental Protection, Natural Resources and Forestry - 以下環境省と略す) が所管し、汚染物質の環境基準、排出基準、ペナルティの設定、その他の環境行政全般を行っている。環境行政には、国家環境保護委員会 (National Council for Protection of Environment) と国家自然保護委員会 (National Council for Protection of Nature) の2機関が専門の諮問委員会として、環境省を補佐している。環境省の組織を図IV-1に示す。

図IV-1 環境省組織図





さらに地方レベルでは各県に環境保護局がある。県環境保護局の任務は地域の環境モニタリングおよび汚染の予測を行い、それに基づいて各工場に対する個別の規制を行うことである。

一般の企業を所管しているのは商工省 (Ministry of Industry and Trade) であるが、公害防止については環境省あるいは県環境局が直接企業を規制する。この場合商工省は、規制の遵守について企業側に問題がある場合、メリット、デメリットを判断し、調和をとるよう環境当局と企業の仲裁の役を果たす。

前節で述べた国家環境政策の中で、環境対策上の優先実施項目として短期 (3~4年)、中期 (2000年まで)、長期 (25~30年) の各段階に分け、具体的に定めている。

短期的に実施すべき事項としては、

- 1) 危険な廃棄物や有毒物を放出したり、健康に有害な物質を貯蔵する工場を、行政および市民によって厳しく監視する。
- 2) 石炭の品位を向上させる (不純物であるバイライトの除去、選礦によるカロリーの向上)。また、使用にあたっての管理体制を簡略化し、資源の有効利用を図る。
- 3) 上シレジア地区その他健康被害が問題となっている地区のばいじんやガス状汚染物質を低減させる。
- 4) 飲用水不足の対策として、都市排水処理設備を建設する。
- 5) 固体廃棄物を減少させる。
- 6) 上シレジア地区その他土壌汚染の著しい地域での農産物生産を徐々に廃止する。
- 7) 通信・交通に伴う環境問題の解決に着手する。
- 8) 国境付近の環境モニタリングを強化し、生態系の保全を図る。
- 9) 農業に不適な土地への植林を行う。
- 10) 開発と環境について、一般市民に対する教育を行う。

また、中期的に行う項目として、

- 1) 大気汚染物質を次のように削減する。

• SO<sub>2</sub>: 1980年レベルに比し、30%削減する (すなわち、現状4.2百万トン/年に対し

2000年までに2.9百万ト/年にする)。

- NO<sub>x</sub>: 10%削減する(現状1.5百万ト/年を1.3~1.4百万ト/年とする)。
- ばいじん: 現状の50%を削減する。
- 炭化水素、重金属その他の大気汚染物質を削減する。
- CO<sub>2</sub>: 国際的な行動に歩調をあわせて削減する。

2) 水質汚濁防止と、水資源の確保のため、以下を実施する。

- 2000年までに、未処理の工場排水を現在の5億m<sup>3</sup>から1億m<sup>3</sup>に、未処理の生活排水を12億m<sup>3</sup>から6億m<sup>3</sup>に削減する。さらに、高度処理(生物化学処理および化学処理)を現在の48%から70%にアップする。
- 地方に水道施設を設け、衛生状態を向上させる。
- 都市の水不足を緩和する。
- ヴィスワ川上流およびオーデル川に流入する汚染物質を削減する。
- 深度地下水の有効利用を図る(食品および薬品工業を除き、工業での使用を禁止する)。

3) その他の環境上の重要事項は次のとおりである。

- 危険な廃棄物の適切な処理を図る。
- 産業廃棄物の20%を有効利用することにより、貯蔵および投棄量を低減させる。
- 都市廃棄物のリサイクルを図ると同時に、コンポスト化、焼却、バイオガス製造の技術を導入する。
- 汚染された土地を再生させる。
- 騒音を規制し、一時的にでも基準以上の騒音にさらされる国民の数が25%以下になるようにする。
- 放射線の被害を早期に検出し、対策をとるシステムを構築する。

さらに、長期的な項目として、

- 1) 発生した汚染物質を処理するのではなく、環境にやさしく、近代化された技術を、すべての生産工場に取り入れる。
- 2) 汚染を回復するとともに、再発を防止するシステムを構築する。
- 3) 経済的な利益が、環境保全にも役立つような経済システムを構築する。

これに基づき、工業分野に対し、近代化・環境改善のために要求されている項目は、セクター別に次のようになっている。

#### 石炭産業

浮遊選礦・濃縮、排水処理

(ヴィスワ川への塩素・硫黄の放流削減 1.4百万トン/年)

#### 発電所

流動床ボイラの設置、バーナー改造、脱硫設備設置

(SO<sub>2</sub>削減 300千トン/年、ばいじん削減 130千トン/年)

#### 製鉄産業 (コークスを含む)

老朽設備の停止、生産工程の密閉化、鑄造技術の改造、ばいじんおよびガス除去設備の設置、排水および固体廃棄物のリサイクリング、

(SO<sub>2</sub>削減 80千トン/年、NO<sub>x</sub>削減 15千トン/年、CO削減 40千トン/年、有害ガス削減 11千トン/年、ばいじん削減 60千トン/年、排水削減 10百万トン/年)

#### セメント産業

老朽設備の停止、製造・輸送工程の密閉化

(ばいじん削減 38千トン/年)

#### 化学産業

老朽設備の停止、製造・輸送工程の密閉化、ガス除去装置の設置

(SO<sub>2</sub>削減 30千トン/年、NO<sub>x</sub>削減 30千トン/年、有害ガス削減 6千トン/年)

### 3. 環境基準

#### 3-1 大気環境基準

大気に係る環境基準は、1990年2月12日の環境省からの指示書 (Directive on the Protection of Air against Pollution) により、一般地域と特別保護地域に分けて定められている。表IV-3に今回調査の関連部分を示す。

表IV-3 大気環境基準 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

	一般地域			特別保護地域		
	30分	日平均	年平均	30分	日平均	年平均
Dust	250	120	50	85	60	40
SO <sub>2</sub> (until 1997)	600	200	32	250	75	11
(after 1998)	440	150	32	150	75	11
NO <sub>2</sub>	500	150	50	150	50	30
CO	5,000	1,000	120	3,000	500	61
Aliphatic H/C	3,000	2,000	820	1,000	500	130
Aromatic H/C	1,000	300	43	300	100	16
Benzene	35	10	2.5	35	10	2.5
H <sub>2</sub> S	30	5	1	4	1	0.5
Cumene	50	21	4.4	-	-	-
Propane	5,000	2,000	380	-	-	-
CS <sub>2</sub>	50	20	3.8	15	4.5	0.6
Acetone	350	150	31	100	43	8.7
Propylene	3,000	1,300	260	-	-	-
Stylene	20	7	2	10	3.5	1
Hexane	2,000	1,000	250	-	-	-
Ethylene	3,000	1,300	260	-	-	-
Glycol	30	10	1.6	10	3	0.4
EO	100	30	4.3	30	10	1.6
Propylbenzene	100	50	13	-	-	-
Phenol	20	10	2.5	10	3	0.4
Methanol	1,000	500	130	200	100	25
Methane	5,000	1,000	120	500	210	44
Methylether	200	100	25	-	-	-
Toluene	300	200	50	100	50	13
Silicon Dust	300	50	6.1	40	20	3.8
Ethylbenzene	500	200	38	-	-	-
Acetophenone	5	2.1	0.4	-	-	-

3-2 水質環境基準

水質の環境基準は、1991年11月5日、環境大臣通達により、1級（飲用水源となり得るもの）、2級（水泳、レクリエーションに適するもの）、3級（工業用水、灌漑用水として使用可能なもの）に区分して表IV-4のように定められている。

表IV-4 水質環境基準

	Unit	Class I	Class II	Class III
Temperature	°C	≦22	≦26	≦26
Odor	-	≦3R	natural	natural
Color	mgPt/l	natural	natural	natural
pH	-	6.5-8.5	6.5-9.0	6.0-9.0
Total Suspension	mg/l	≦20	≦30	≦50
BOD <sub>5</sub>	mg/l	≦4	≦8	≦12
COD <sub>Mn</sub>	mg/l	≦10	≦20	≦30
COD <sub>Cr</sub>	mg/l	≦25	≦70	≦100
Dissolved Oxygen	mg/l	≧6	≧5	≧4
Nitrogen (NH <sub>4</sub> )	mg/l	≦1.0	≦3.0	≦6.0
Nitrogen (NO <sub>3</sub> )	mg/l	≦5.0	≦7.0	≦15.0
Nitrogen (NO <sub>2</sub> )	mg/l	≦0.02	≦0.03	≦0.06
Total Nitrogen	mg/l	≦5.0	≦10.0	≦15.0
Phosphorus (PO <sub>4</sub> )	mg/l	≦0.2	≦0.6	≦1.0
Total Phosphorus	mg/l	≦0.1	≦0.25	≦0.4
Hardness	mgCaCO <sub>3</sub> /l	≦350	≦550	≦700
Electric Conductivity	μS/cm	≦800	≦900	≦1200
Cl <sup>-</sup>	mg/l	≦250	≦300	≦400
SO <sub>4</sub>	mg/l	≦150	≦200	≦250
Na	mg/l	≦100	≦120	≦150
K	mg/l	≦10	≦12	≦15
Dissolved Material	mg/l	≦500	≦1000	≦1200
Fe	mg/l	≦1.0	≦1.5	≦2.0
As	mg/l	≦0.05	≦0.05	≦0.2
B	mg/l	≦1.0	≦1.0	≦1.0
Zn	mg/l	≦0.2	≦0.2	≦0.2
Cr <sup>+3</sup>	mg/l	≦0.05	≦0.1	≦0.1
Cr <sup>+6</sup>	mg/l	≦0.05	≦0.05	≦0.05
Cd	mg/l	≦0.005	≦0.03	≦0.1
Mn	mg/l	≦0.1	≦0.3	≦0.8
Cu	mg/l	≦0.05	≦0.05	≦0.05
Ni	mg/l	≦1.0	≦1.0	≦1.0
Pb	mg/l	≦0.05	≦0.05	≦0.05
Hg	mg/l	≦0.001	≦0.005	≦0.01
Se	mg/l	≦0.01	≦0.01	≦0.01
Ag	mg/l	≦0.01	≦0.01	≦0.01
V	mg/l	≦1.0	≦1.0	≦1.0

表IV-4 (續) 水質環境基準

	Unit	Class I	Class II	Class III
Free Chlorine	mg/l	n.d.	n.d.	n.d.
Free Cyanide	mg/l	≤ 0.01	≤ 0.01	≤ 0.01
Compound Cyanide	mg/l	≤ 1.0	≤ 2.0	≤ 3.0
F	mg/l	≤ 1.5	≤ 1.5	≤ 2.0
CNS	mg/l	≤ 0.02	≤ 0.5	≤ 1.0
S	mg/l	n.d.	n.d.	≤ 0.1
Formaldehyde	mg/l	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.2
Acrylonitrile	mg/l	≤ 2.0	≤ 2.0	≤ 2.0
Volatile Phenol	mg/l	≤ 0.005	≤ 0.02	≤ 0.05
Insecticides (Chloro H/C)	μg/l	≤ 0.05	≤ 0.05	≤ 0.05
Insecticides (Organic P Compds./Carbamate)	μg/l	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0
Caprolactum	mg/l	≤ 1.0	≤ 1.0	≤ 1.0
Surface Active Agent(Anion)	mg/l	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 1.0
Surface Active Agent(Nonion)	mg/l	≤ 0.5	≤ 1.0	≤ 2.0
Petroleum Ether Extracts	mg/l	≤ 5.0	≤ 10.0	≤ 15.0
Benzyrene	μg/l	≤ 0.2	≤ 0.2	≤ 0.2
Chlorophil (Sarobosc)	μg/l	≤ 10	≤ 20	≤ 30
		(oligo do betazeo)	(betazeo do alfaezo)	(alfaezo)
(Miano Coli typu kalowego)		≥ 1.0	≥ 0.1	≥ 0.01
(Bakterie chorobotworcze)		n.d.	n.d.	n.d.

## 4. 排出基準

### 4-1 大気排出基準

大気の排出基準は環境基準と同様、1990年2月の環境省指示書によって定められた。大気排出基準は、SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>（NO<sub>2</sub>として）およびばいじんについて、13の燃料・燃焼方式ごとに、既設（1997年まで）、既設（1998年以降）、新設の3段階で定めている。

重油を燃料とするボイラの排出基準は表IV-5のとおりである。

表IV-5 大気汚染物質排出基準（重油燃焼ボイラ）

単位：g/GJ

規模	既設（1997年まで）			既設（1998年以降）			新設		
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	ばいじん	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	ばいじん	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	ばいじん
<50MW	1720	120	-	1250	120	-	1250	90	-
>50MW	1720	160	-	170	160	-	70	120	-

さらに、排出規制については地域での上乘せが認められている。調査対象工場であるマゾビアン製油所は、ブオツク県と排出口ごとに協定を結び、それぞれの排出許容量を定めている。詳細は第V章で述べる。

#### 4-2 排水基準

水質の排出基準は環境基準と同じく、1991年11月5日の環境大臣通達で表Ⅳ－6のように定められた。なお排水基準についても大気と同じく、地方による上乘せが認められている。



表IV-6 排水基準

	Unit	Limit
Temperature	°C	35
pH	-	6.5-9.0
Total Suspension	mg/ℓ	50.0
BOD <sub>5</sub>	mg/ℓ	30.0
COD <sub>Cr</sub>	mg/ℓ	150.0
TOC	mg/ℓ	40.0
Nitrogen(NH <sub>4</sub> )	mg/ℓ	6.0
Nitrogen(NO <sub>3</sub> )	mg/ℓ	30.0
Total Nitrogen	mg/ℓ	30.0
Total Phosphorus	mg/ℓ	5.0
Total Hardness	mg CaCO <sub>3</sub> /ℓ	3,500
Cl <sup>-</sup>	mg/ℓ	1,000
SO <sub>4</sub>	mg/ℓ	500
Na	mg/ℓ	800
K	mg/ℓ	80.0
Dissolved Material	mg/ℓ	2,000
Fe	mg/ℓ	10.0
As	mg/ℓ	0.2
Ba	mg/ℓ	10.0
B	mg/ℓ	1.0
Zn	mg/ℓ	2.0
Cr <sup>+3</sup>	mg/ℓ	0.5
Cr <sup>+6</sup>	mg/ℓ	0.2
Cd	mg/ℓ	0.1
Cu	mg/ℓ	0.5
Ni	mg/ℓ	2.0
Pb	mg/ℓ	0.5
Hg	mg/ℓ	0.02
Ag	mg/ℓ	0.2
V	mg/ℓ	2.0
Free Cl	mg/ℓ	1.0
Free CN	mg/ℓ	0.1
Compound CN	mg/ℓ	5.0
F	mg/ℓ	15.0
CNS	mg/ℓ	10.0
S	mg/ℓ	0.2
Formaldehyde	mg/ℓ	2.0
Acrylonitrile	mg/ℓ	20.0
Volatile Phenol	mg/ℓ	0.5
Insecticides (Chloro H/C)	μg/ℓ	0.5
Insecticides (Organic P /Carbamates)	μg/ℓ	10.0
Caprolactum	mg/ℓ	10.0
Surface Active Agent (Anion)	mg/ℓ	5.0
Surface Active Agent (Nonion)	mg/ℓ	10.0
Petroleum Ether Extracts	mg/ℓ	50.0
Oily Substance	mg/ℓ	15.0
Benzopyrene	μg/ℓ	2.0

## V プオツク県の概要

### 1. 地理

図V-1に示すとおり、ポーランドは49の行政区（県）に区分されている。調査対象のマゾビアン製油所のあるプオツク県は、国のほぼ中央にあり、首都ワルシャワの西に接している。

国土全体および県別の面積、人口は同じく図V-1に示すが、国全体およびプオツク県のその他の主要な指標は表V-1のとおりである。

表V-1 主要指標 (1991年)

	全国	プオツク県
労働人口(千人)	15,861	228
同上(人口千人当たり人)	414	441
内訳(%)		
工業	25.4	20.2
建設業	6.7	6.0
農業	29.5	42.9
運輸・通信業	3.9	3.5
商業	10.7	8.6
失業率(%)	11.4	15.9
投資額(bn. Zl)	168,837	2,460
内訳(%)		
工業	33.8	42.6
農業	6.3	13.4
運輸・通信	5.1	1.3
社会	28.1	26.7
農牧地面積(千ha)	18,674	393
全面積に対する比率(%)	59.7	76.8
大気汚染物質排出量 (SO <sub>2</sub> 換算 トン/km <sup>2</sup> ・年)	25	20

注： 1US\$=10,576Zl (1991平均) 出典：ポーランド統計年鑑 1992

図V-1、表V-1から読み取れるように、プオツク県は労働人口、土地利用、投資額のいずれをとっても農業のウエイトが大きく、全体的には農業県といえることができる。

図 V-1 ホーランドの行政地域図



◎は首都, ○は人口50万~100万人, ●は人口30万~50万人の都市を示す。

県	名	面 積 (km <sup>2</sup> )	人 口 (1,000人)	人口密度 (人/km <sup>2</sup> )	県庁所在地と人口 (1,000人)
1	ワイルトワ	3,788	2,412.9	637.0	ワイルトワ 1,651.2
2	ビアウ・ホドラスカ	5,348	303.0	56.7	ビアウ・ホドラスカ 50.9
3	ビアウ・ホドラスカ	10,055	684.5	68.1	ビアウ・ホドラスカ 263.9
4	ビュルグ	3,704	889.9	240.3	ビュルグ・ビアウ 179.6
5	ビュルグ	10,349	1,098.4	106.1	ビュルグ 377.9
6	ヘラ	3,866	244.3	63.2	ヘラ 63.3
7	ヘラ	6,362	424.1	66.7	ヘラ 42.2
8	ヘラ	6,182	772.6	125.0	ヘラ 254.6
9	ヘルブロング	6,103	473.9	77.7	ヘルブロング 124.6
10	グレンスワ	7,394	1,410.9	190.8	グレンスワ 461.5
11	グレンスワ	8,484	494.0	58.2	グレンスワ 121.5
12	グレンスワ・グループ	4,378	514.5	117.5	グレンスワ・グループ 92.7
13	カリン	6,512	703.7	108.1	カリン 105.6
14	カリン	6,650	3,931.5	591.2	カリン 365.8
15	カリン	9,211	1,122.5	121.9	カリン 211.1
16	カリン	5,139	464.6	90.4	カリン 78.5
17	カリン	8,470	499.0	58.9	カリン 105.6
18	カリン	3,254	1,219.6	374.8	カリン 743.7
19	カリン	5,702	487.6	85.5	カリン 48.3
20	カリン	4,037	505.3	125.2	カリン 102.8
21	カリン	4,154	381.2	91.8	カリン 56.7
22	カリン	6,792	1,006.2	148.1	カリン 339.5
23	カリン	6,684	343.5	51.4	カリン 56.3
24	カリン	1,523	1,141.1	749.2	カリン 851.5
25	カリン	5,576	685.4	122.9	カリン 75.1
26	カリン	12,327	741.3	60.1	カリン 158.8
27	カリン	8,535	1,008.0	118.1	カリン 125.8
28	カリン	6,498	391.6	60.3	カリン 47.5
29	カリン	8,205	472.9	57.6	カリン 70.0
30	カリン	6,266	637.5	101.7	カリン 80.1
31	カリン	5,117	512.1	100.1	カリン 119.3
32	カリン	6,151	1,316.8	161.6	カリン 86.5
33	カリン	4,437	402.4	90.7	カリン 67.3
34	カリン	7,291	742.7	101.8	カリン 223.6
35	カリン	4,397	710.6	161.6	カリン 148.6
36	カリン	8,499	646.0	76.0	カリン 69.2
37	カリン	4,869	406.8	83.5	カリン 40.5
38	カリン	3,960	415.2	104.8	カリン 42.9
39	カリン	7,453	406.5	54.5	カリン 98.5
40	カリン	10,490	463.2	44.2	カリン 57.9
41	カリン	9,981	958.0	96.0	カリン 409.5
42	カリン	6,283	591.2	94.1	カリン 44.7
43	カリン	4,151	660.8	159.2	カリン 119.1
44	カリン	5,348	653.2	122.1	カリン 199.6
45	カリン	4,168	738.0	177.1	カリン 141.4
46	カリン	4,402	427.0	97.0	カリン 119.5
47	カリン	6,287	1,119.2	178.0	カリン 637.4
48	カリン	6,980	488.5	70.0	カリン 59.0
49	カリン	8,888	651.4	73.5	カリン 111.8
全		312,681	37,775.1	120.8	

1988年10月1日現在

## 2. 環境政策およびマゾビアン製油所による環境汚染

### 2-1 大気汚染

表V-1に示すとおり、ブオツク県全体としては大気汚染物質の排出量は全国平均より低い、その中ではブオツク市内のマゾビアン製油所が大きなシェアを占めているものと思われる。マゾビアン製油所は市街地に接していること、西南部のビスワ川兩岸に環境特別保護地域が広がっていることなどから、県当局はマゾビアン製油所に対し、厳しい環境保護を求めている。

大気汚染については、前章で述べた国家基準に上乘せして、排出口1本ごとに排出許容量を定め、排出許可証を発行している。

#### (1) マゾビアン製油所の汚染物質排出の現状

工場全体の排出許容量および1989～1992の実績を表V-2に示す。

表V-2 大気汚染物質排出量 (ト/年)

	許容量	1989	1990	1991	1992
SO <sub>2</sub>	27,861.66	63,183.99	59,204.61	58,650.13	48,113.86
NO <sub>2</sub>	7,857.62	5,041.19	4,678.97	5,404.52	5,867.28
CO	42,870.20	17,520.68	8,370.76	9,586.17	7,354.07
Dust	2,419.71	497.59	607.41	489.26	411.09
Silicon Dust	632.40	520.88	423.65	288.26	452.90
H <sub>2</sub> S	19.11	155.50	127.19	83.84	65.36
Benzene	10.92	34.14	30.75	23.95	47.52
Ethylene Oxide	32.00	14.87	10.84	12.77	10.36
Cumene	16.56	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Phenol	1.42	28.42	27.96	14.05	1.20
Toluene	37.83	4.88	103.80	10.47	29.75
Ethylene Glycol	59.92	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
Methanol	0.12	0.11	28.00	10.13	10.07
Ethylene+Propylene	990.54	N.A.	N.A.	N.A.	N.A.
CS <sub>2</sub>	62.56	49.29	45.96	33.49	14.11
Aliphatic H/C	3,969.42	8,878.28	7,163.12	7,003.45	6,172.30
Aromatic H/C	180.19	1,726.33	1,385.05	846.19	784.32

また、1991年における環境汚染物質排出の施設別内訳は、表V-3のようになっている。

表V-3 環境汚染物質排出、施設別内訳 (%)

Area/process	Contribution to emissions (%)				
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	H <sub>2</sub> S	Dust
Crude oil distillation I	2.1	2.2	0.1	7.6	-
Crude oil distillation II	4.6	5.0	0.3	14.2	-
Crude oil distillation III	2.8	2.4	0.1	10.8	-
Crude oil distillation IV	4.1	3.5	0.1	22.1	-
Reformer I	1.1	1.0	0.1	-	-
Reformer II	0.8	0.1	0.1	-	-
Reformer III	0.8	-	0.2	-	-
Reformer IV	1.5	1.4	0.2	-	-
FCC I	0.8	0.4	78.4	0.8	14.1
FCC II	5.9	10.2	13.7	-	23.0
Sulphur recovery units	2.7	0.1	2.0	44.4	-
Waste water treatment plant	0.4	0.7	-	-	7.5
Ethylene cracker I	-	0.6	0.2	-	-
Ethylene cracker II	-	4.1	0.9	-	-
Other	2.1	2.3	1.5	-	-
Total process unit	28.7	34.0	98.0	100.0	44.6
Power plant	71.3	66.0	2.0	.0	55.4
Total MZRIIP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Source: Kvaerner Eng.a.s./HydroCare, Poland - Petroleum Sector Environmental Reviews - Phase I Draft Final Report (June 1992)

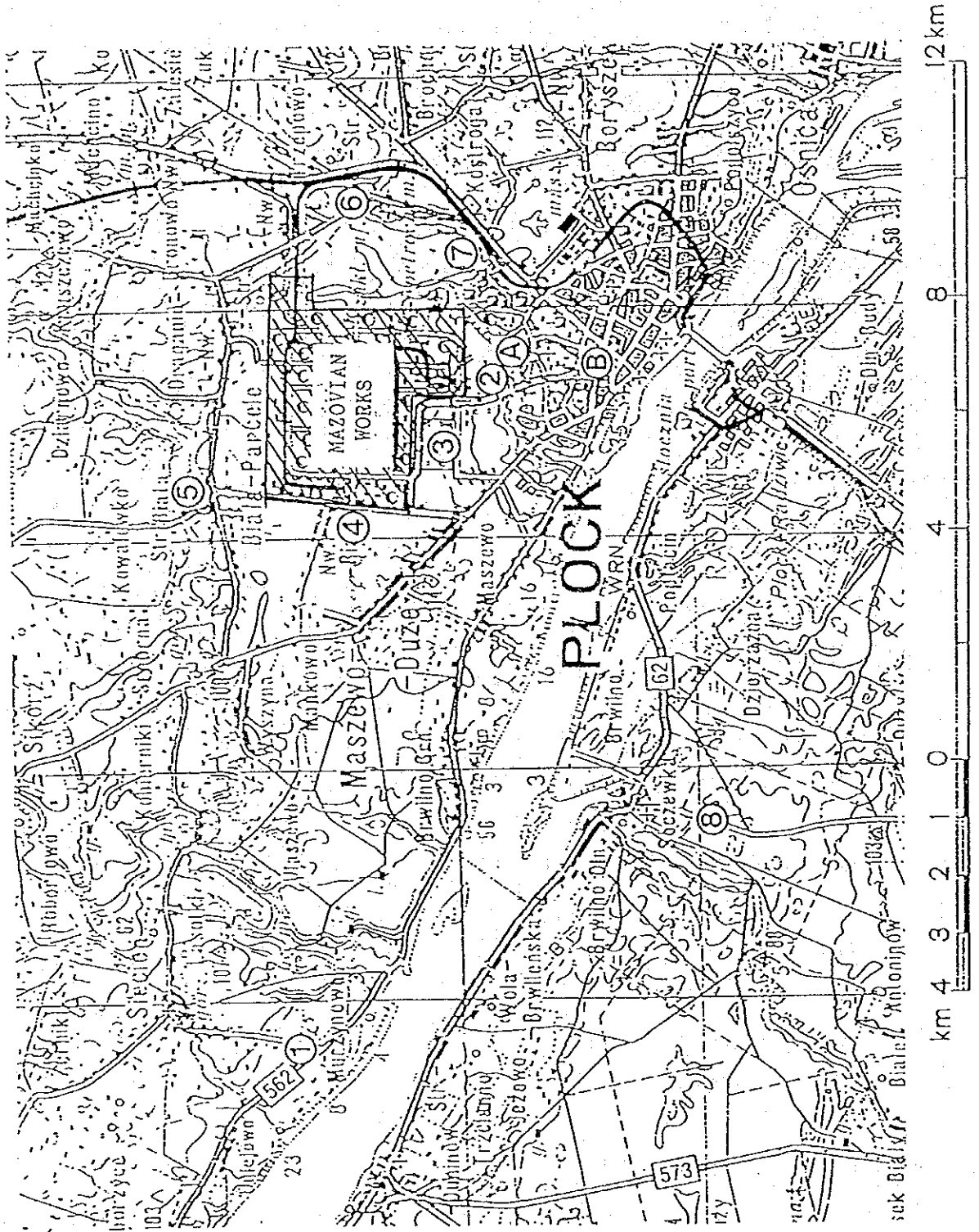
なお、重金属の大気への放出量は1992年には次のとおりであった。

V	28.0トン/年
Ni	9.6トン/年
Cr	0.49トン/年
Pb	0.07トン/年
Cd	0.0043トン/年

## (2) 環境モニタリング

大気環境のモニタリングは1989年に開始された。図V-2の①～⑧の8測定点では手動分析作業によりSO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>およびH<sub>2</sub>Sの測定を行っている。また④、⑧は自動測定点で、1991年から測定を開始した。

图 V - 2 大气环境浓度测定点



①～⑧の測定点における1992年のSO<sub>2</sub>の環境基準（日間平均値）達成率を表V-4に、測定点②、③、④における1990年と1992年のH<sub>2</sub>S環境基準達成率を表V-5に示す。SO<sub>2</sub>についてはすべて基準を満足しているが、H<sub>2</sub>Sはやや基準超過が見られる。ただこれも、1990年と1992年を比較すると改善の跡が認められる。

なお、測定点①と⑧は特別保護地域でSO<sub>2</sub>の日平均環境基準は75μg/m<sup>3</sup>、②～⑦は一般地域で環境基準は200μg/m<sup>3</sup>である。

表V-4 SO<sub>2</sub>環境濃度（1992）

測定点	データ数	対環境基準値					
		10%未満	10%以上	20%以上	50%以上	75%以上	基準超過
①	357 (319)	300	36	9	7	5	0 (20)
②	360 (244)	292	54	12	2	0	0 (0)
③	231 (359)	222	8	1	0	0	0 (0)
④	359 (358)	261	69	28	1	0	0 (5)
⑤	362 (324)	280	62	20	0	0	0 (0)
⑥	258 (358)	234	19	5	0	0	0 (0)
⑦	221 (355)	221	0	0	0	0	0 (0)
⑧	356 (253)	306	36	14	0	0	0 (2)
合計	2504 (2570)	2116	284	89	10	5	0 (27)

注：環境基準値 ①、⑧は75μg/m<sup>3</sup>  
 ②～⑦は200μg/m<sup>3</sup>  
 ( )内は1990年のデータ

表V-5 H<sub>2</sub>S環境濃度

測定点	1990年		1992年	
	データ数	基準超過率	データ数	基準超過率
②	244	13.5%	359	6.7%
③	359	15.6%	231	2.6%
④	358	15.6%	360	2.2%

注：環境基準値 5μg/m<sup>3</sup>

## 2-2 水質汚濁

プオツク県の中央を流れるヴィスワ川は、上流のシレジア、クラコウ地区の工業排水にワルシャワ市の未処理の生活排水が加わり、水質の汚濁が目立っている。プオツク市における1992年のヴィスワ川の水質を表V-6に示す。この表を表IV-4に示した水質環境基準に照らしてクラス分けをすることは困難であるが、何とか工業用水として利用可能なレベルは維持されているものと推定される。現実にマゾピアン製油所の工業用水は全面的にヴィスワ川に依存している。

表V-6 ヴィスワ川の水質 (1992)

項目	単位	最小	最大	平均
濁度		13	55	36
色度	mgPt/l	19	66	35
pH		7.6	8.9	8.2
全硬度	mVal/l	9.9	15.8	13.2
Ca	mg/l	66	116	91.5
Mg	mg/l	6.8	24.2	12.8
Fe	mg/l	0.225	0.85	0.56
Mn	mg/l	0.17	0.46	0.31
Na	mg/l	25	116	55.4
K	mg/l	3	5.7	4.4
Cl <sup>-</sup>	mg/l	45	164	99.9
NH <sub>3</sub> アンモニア	mg/l	0.13	5.9	1.73
COD	mg/l	28	89.6	58.8
油分	mg/l	0.15	1.1	0.45
SS	mg/l	15.3	36.9	25.2
蒸発残渣	mg/l	355	702	468



マゾピアン製油所はヴィスワ川の水を取水し、各工場で使用した後の排水は一括して処理を行い、ヴィスワ川に放流している。この排水に関する県との協定および実績はV-7のとおりである。CODとSSが国の排出基準よりも緩やかなのは、取水時にすでにかかなりの量が存在していることを勘案しているものと推定される。

但しボイラ工場からの排水は、pHの管理だけ(5.0-9.0)で直接川に放流することが認められている。

表V-7 県との協定による排水規制値および実績

	冬季(11/1-3/31)	夏期(4/1-10/31)	実績(1991)
Flow (m <sup>3</sup> /d)	87,000	87,000	66,170
COD (mg/l)	230	210	122
SS (mg/l)	80	75	46
Phenol (mg/l)	0.3	0.2	0.04
Ether Extract (mg/l)	16	14	4.3
pH	6.3-9.0	6.5-9.0	

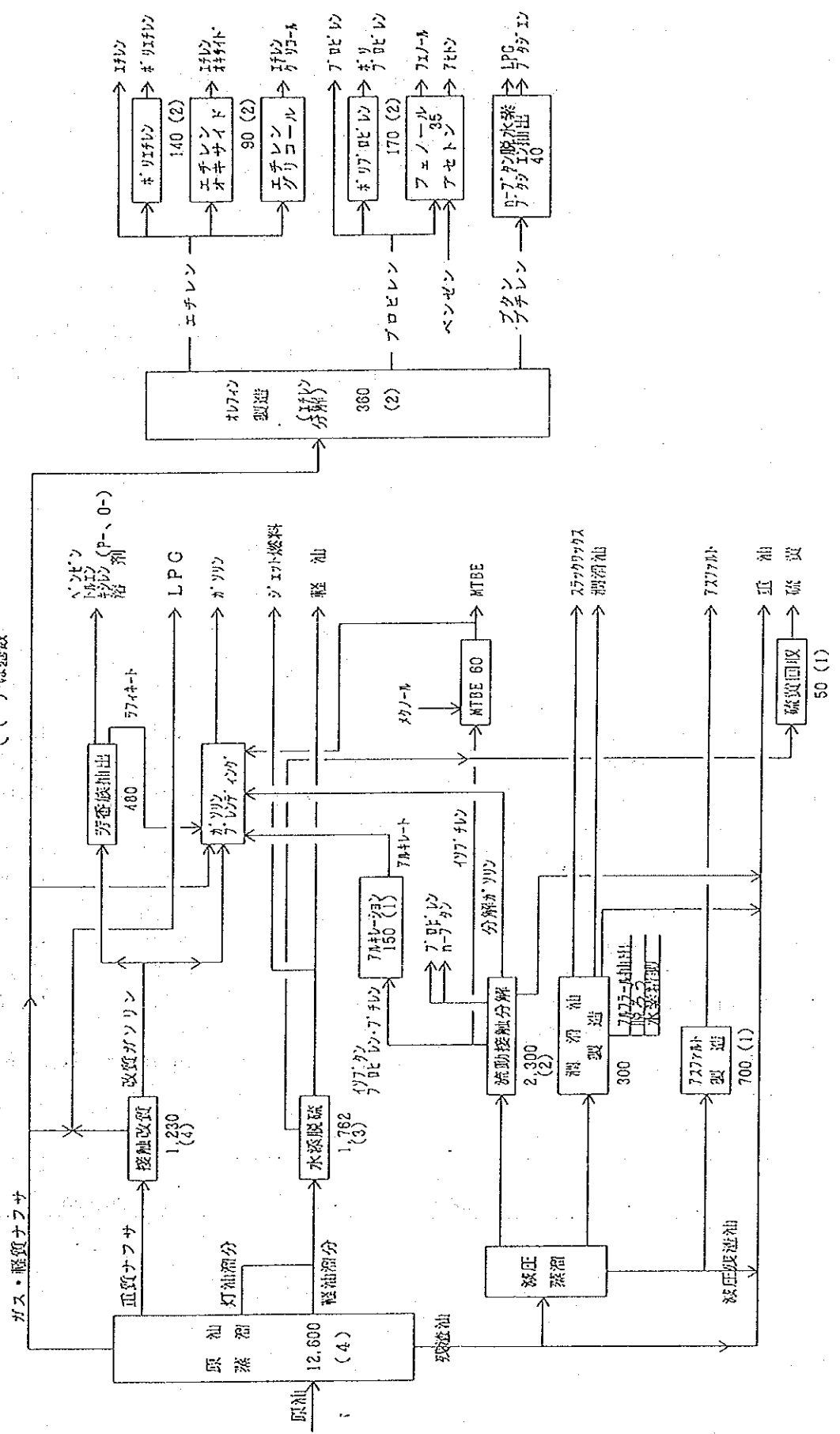
## VI マゾビアン石油精製・石化工場の概要

### 1. 工場全体概要

- マゾビアン石油精製・石化工場は1959年に設立された。  
工場はビスワ河（ポーランド中央部）近くのプオック市内にあり、西シベリアのチュメニからドイツへ原油を供給する「友好パイプライン」沿いに位置している。
- 工場の建設は1960年に開始され、第一期の建設は1967年に完成した。  
1969年～1974年間に最初の石油化学装置が建設され、石油精製も増強された。
- 現在、ペトロキミア・プオックは710haの面積を占め、技術者や化学、経済、経営、保全、安全の専門家、運転員、保全員を含め8500人の従業員を抱えている。
- 新技術の導入により、石油精製は効率化されてきている。
- 工場全体のプロセスフロー、主要製品を図VI-1に示す。

図VI-1 マノピアン石油精製・石油化学コンプレックスプロセスフロー

{ 装置能力 1,000トン/年  
( ) は基数



• 収益、売上推移

	収 益 (million US\$)	売 上 (billion US\$)
1990	255	2.0
1991	40	2.2
1992	145	2.9

製品は主に国内市場に出荷されているが、その一部はEC諸国や、スウェーデン、フィンランド等と、韓国、シンガポール、台湾等の極東地区へ輸出されている。

- マゾビアン石油精製・石化工場は、総売上高でポーランド10大製造企業のトップを占めている。(表VI-1)

表VI-1 The top ten Polish industrial producers in 1990

Sales rank order		Gross sales (Zl bn)	Average employment (No)	Net profitability (%)
1	Petrochemia, Plock <sup>†</sup>	17,182	8,442	48.46
2	Polmos, Warsaw	14,769	8,149	126.57
3	Huta Katowice	11,112	26,575	33.54
4	Huta Sendzimir, Krakow	8,531	28,676	45.94
5	Rafineria, Gdansk	4,812	1,811	149.00
6	FSO, Warsaw	4,193	24,124	10.20
7	Huta Stalowa Wola	3,142	23,329	74.29
8	Huta Czestochowa	3,138	10,013	36.07
9	Huta Ostrowiec	2,691	14,302	17.29
10	Elektrownia Belchatow	2,476	5,816	17.50

Profitability=sales minus costs plus subsidies minus indirect taxes/costs.

Source: Zarzadanie

\* マゾビアン石油精製・石化工場

Source: EIU Country Profile 1992-93

Poland

## 2. 石油精製施設概要

### 2-1 石油精製全体概要及び現状

前述の図VI-1にプロセスフロー、装置能力、主要製品を示す。

全体概要、改造検討事項等については前回のプロジェクト形成基礎調査団の報告にも述べられており、後述の改造検討内容の一部を除いては記述の通りで本報告では重複記述を避ける。

石油部門は現在民営化をひかえ、組織構造の再編成を始めとして大きな変動の渦中に入りつつある。(現在、国会は解散中で民営化関係法案の成立は、早くても本年秋以降と言われている。)

マゾビアン石油精製・石化工場も経営層に混乱があるように見受けられ、下記の事項については明快な回答が得られなかった。

- 工場の組織・配員
- 石油精製・生産計画
- 製品価格・実績
- タンクリスト

民営化をひかえ、組織、業務内容等の実態をあからさまにしたいくない(組織、生産計画)、計画がずさん或いは無い(生産計画)、変動が烈しく参考にならない(製品価格)等々の要因によるものと思われる。

### 2-2 第一常圧蒸溜装置の概要及び現状

(1)第一常圧蒸溜装置(No.1 Topper)は第一減圧蒸溜装置(No.1 Vacuum Plant)を含み、現在の運転要員は次の通りである。

#### 監督職

係長	1
主任班長	1
交替班長	1×4 = 4

#### 作業員

オペレーター	6×4……23(1欠)
清掃員	1
倉庫	1

---

計 31名

(2) 主要機器仕様

表VI-2に示す。

表VI-2 蒸溜塔

	W-1	W-2	W-3	W-7	W-8
	プレフラッシュ塔	常圧蒸溜塔	ストリッパ	減圧蒸溜塔	ストリッパ
塔径 mm	3700	4500	1200	8000	1800
塔高 mm	31505	52700	—	38362	—
トレイ数	26	56	7 pe×6	33	5 pe×3

表VI-3 加熱炉

	Pc-1 (蒸溜塔ファージ) (プレフラッシュ塔 味'イ)	Pc-2 (減圧蒸溜塔 ファージ)
熱負荷 GJ/h		
— 油	150	50
— スチーム	1.9	3.6
型式	イソフロー	イソフロー
バーナー	16 Pc 縦型	8 Pc 縦型
流量 t/h	350-420	125-150
スタック温度 °C	350-500	320-450
伝熱面積 m <sup>2</sup>		
副射部	860	310
対流部		
— 油	1820	650
— スチーム	59	650

### (3) プロセス概要

第一蒸溜装置は1964年に建設、運転を開始した。原設計はポーランドで旧ソ連原油を対象としている。現在までに能力増強の改造を実施している。

常圧蒸溜と減圧蒸溜の組み合わせ運転を行っている。

常圧蒸溜はプレフラッシュ塔、主蒸溜塔の2塔方式で、加熱炉はイソフロー型式、脱塩装置は球形である。

計装は空気式のアナログ方式である。

原油は先ず溜出油、スチームの熱交換器で予熱されて脱塩装置に送られ、熱交換器で更に予熱された後プレフラッシュ塔にチャージされる。

ドライガスとA<sub>10</sub>溜分が塔頂から抜き出される。ドライガスは製油所の燃料ガス系統に入る。A<sub>10</sub>溜分は第二原油蒸溜装置に送られLPGと軽質ナフサに分けられる。A<sub>10</sub>溜分の一部はプレフラッシュ塔のリフラックスとなる。

プレフラッシュ塔底油は第一加熱炉で加熱され、一部は熱源としてプレフラッシュ塔に戻し、残りは主蒸溜塔にチャージされる。

主蒸溜塔の塔頂から軽質ナフサが溜出し、それより重い溜分は5つのサイドカットから夫々ストリッパーを経て採取される。

サイドカット余剰熱はポンプ循環により原油と熱交換する。

塔底油は、第二加熱炉で加熱され減圧蒸溜塔にチャージされる。

(原油処理量が288トン/h以上の場合、塔底油の一部過剰分は外部に抜き出される。第一常圧蒸溜装置の最高原油処理能力は308トン/hである。)

減圧は3系列の4段スチームインジェクターで発生される。

インジェクターからのスチーム凝縮水は原油脱塩装置に使われる。

減圧塔頂油は塔頂リフラックスとして使用し、残りはタンクに溜出する。3つのサイドカット溜出油はストリッパーを経て夫々タンクに溜出する。

(4) 環境汚染の現状

加熱炉 P c - 1、2からの汚染物質の排出を表VI-4に示す。又、排水の状況を表VI-5に示す。

表VI-4 大気汚染物質排出（加熱炉）

		排出基準 Kg/h	排出 Kg/h
P c - 1	SO <sub>2</sub>	27	16.2
	NO <sub>x</sub>	11.9	9.58
	CO	10.0	1.18
P c - 2	SO <sub>2</sub>	20.3	59.28
	NO <sub>x</sub>	5.4	4.96
	CO	6.0	0.71

P c - 2 : SO<sub>2</sub>が基準を超過している。

他は全て基準にあっている。

表VI-5 排水の水質

		基準	排出
工業排水 システム1	pH	6~9	6.8~9.0 av. 8
	COD [mg O <sub>2</sub> /ℓ]	700 max	180~320 av. 244
	硫化物 [mg S/ℓ]	16 max	av. 12
	フェノール [mg/ℓ]	5 max	0.1~1.5 av. 0.7
	炭化水素 [mg/ℓ]	200 max	av. 118
工業排水 システム2	pH	6~9	7.2~8.9 av. 8.1
	COD [mg O <sub>2</sub> /ℓ]	700 max	180~358 av. 254
	硫化物 [mg S/ℓ]	8 max	2.8~308 av. 82
	フェノール [mg/ℓ]	6 max	0.03~1 av. 0.5

排水システム2の硫化物以外は全て基準内である。



### 3. 発電施設概要および現状

マゾビアン製油所の発電設備は工場の北東に位置している。原油精製工程からの減圧蒸留残渣油を燃料とするボイラで蒸気を発生し、発電を行っている。蒸気は発電の他、工場内の熱源として用い、一部は温水としてブオツク市に供給している。電気は外部配電線と連結しており、発電量が不足する場合は外部から購入し、余剰がある場合は外販する。

ボイラは発電用が7基、熱源用が3基の合計10基設置されている。排ガスの集塵は行っているが、脱硫などは行っておらず、そのまま3本の煙突（140m2本、220m1本）から排出している。

ボイラ給水用の純水製造装置は2系列（684m<sup>3</sup>/hおよび740m<sup>3</sup>/h）あり、いずれもヴィスワ川からの取水を精製して純水を製造している。純水の仕様は次のとおりである。

SiO <sub>2</sub>	0.025mg/l
Hardness	none
Fe	0.03mg/l
Cu	0.005mg/l
Oxydizables	5.0mgKMnO <sub>4</sub> /l
pH	8.0-9.0
Na	0.1mg/l
Oil	none
Electric Conductivity	0.2μS/cm

純水製造工程からの排水は、pHを5～9に管理し、直接ヴィスワ川に放流している。

発電用のタービンは5基で、いずれも容量55MWの抽気／排圧型。1～3号はチェコ・スロバキア製、4、5号はポーランド製である。

ボイラ、タービンの主な仕様を表VI-6に示す。なお発電機はいずれもチェコ・スロバキア製である。

表VI-6 ボイラ、タービンの主な仕様

ボイラ

	製作者	製作年	設置年	蒸発量 (T/H)	圧力 (ata)	温度 (°C)	給水温度 (°C)
No. 1	I. Brnenska (CSRS)	1964	1966	320	139	540	195
No. 2	〃	1964	1966	320	139	540	195
No. 3	〃	1967	1969	320	139	540	195
No. 4	FK. Raciborz	1970	1971	420	139	540	230
No. 5	〃	1973	1974	420	139	540	230
No. 6	〃	1975	1976	420	139	540	230
No. 7	〃	1980		420	139	540	230
No. 8	Wagner Biuro	1976	1977	220	43	400	105
No. 9	FK. Raciborz	1962	1963	60	18	270	105
No. 10	〃	1962	1963	60	18	270	105

タービン

	製作者	製作年	設置年	容量 (MW)	蒸気温度 (°C)	蒸気圧力 (ata)	蒸気最大 使用量(T/H)	抽気圧力 (ata)	最大抽気量 (T/H)
No. 1	I. Brnenska (CSRS)	1964	1966	55	535	130	312	7 44	220 20
No. 2	〃	1967	1969	55	535	130	312	7 44	220 20
No. 3	〃	1964	1966	55	535	130	412	18 44	320 20
No. 4	Zamech-Elblag	1970	1971	55	535	130	420	18 29 41	155 19 20
No. 5	〃	1973	1974	55	535	130	420	18 29 41	155 19 20

図VI-2に1990～1992年の月別蒸気発生量、図VI-3に1992年における月別電力消費/購入量を示す。夏期に蒸気発生量が減少し、電力の購入量が増加しているのは、暖房用熱源の需要が減少するため、低圧蒸気が過剰になって発電容量が低下するためと考えられる。この対策として同工場では復水タービン発電機の設置を検討中である。なお各圧力レベルにおける発電以外の蒸気消費量は図IV-4のとおりである。

ちなみに、プオツク市に温水を供給する場合の価格および電力購入価格は現状それぞれ次のとおりである。

(1) 温水供給価格

販売熱量1Gcal当たり232,200Zl

1993年1月以降毎月4%アップ

最大供給量は230Gcal/h

(2) 購入電力価格

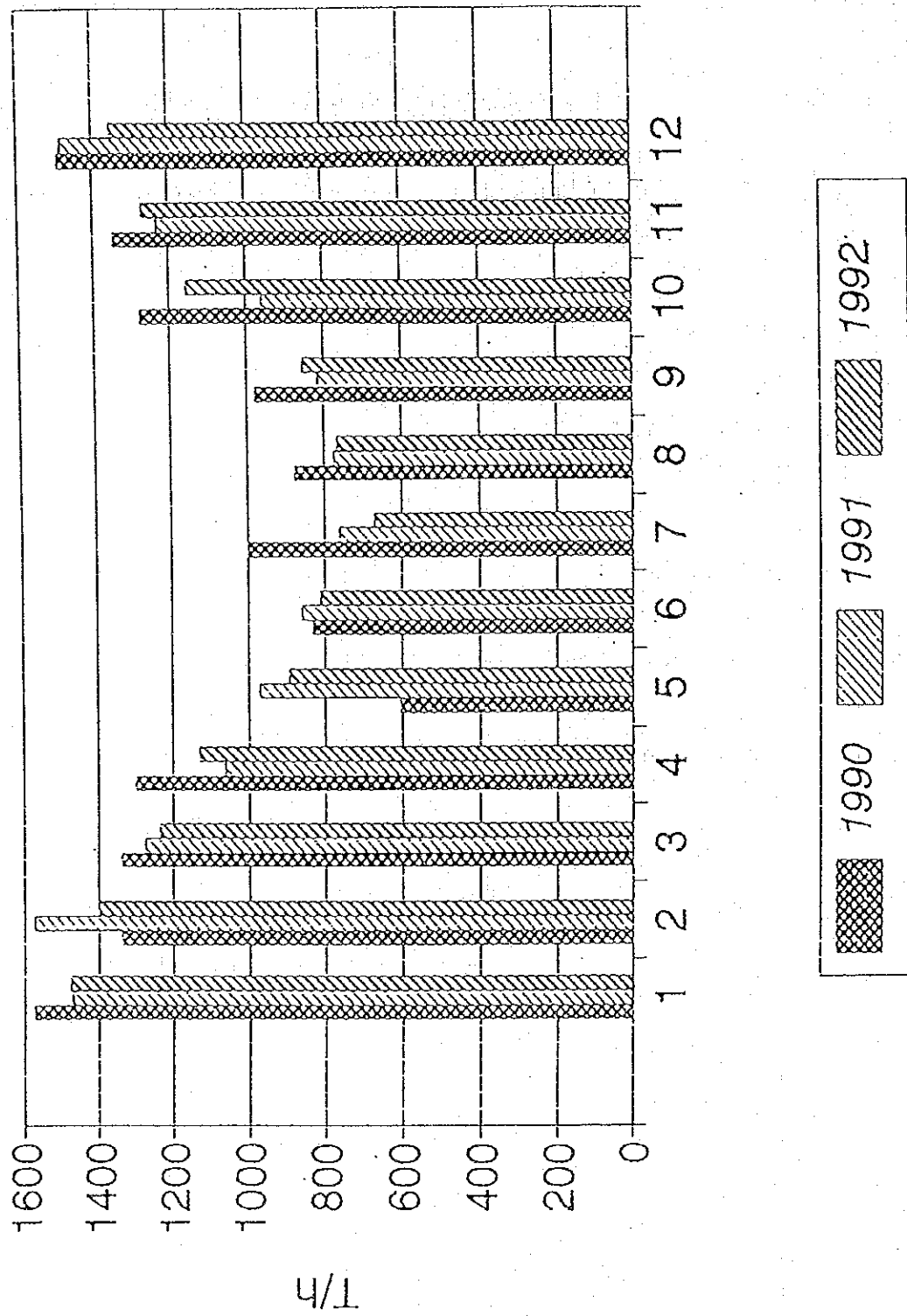
ピーク時 720 Zl/kWh

日間(ピーク時以外) 390 Zl/kWh

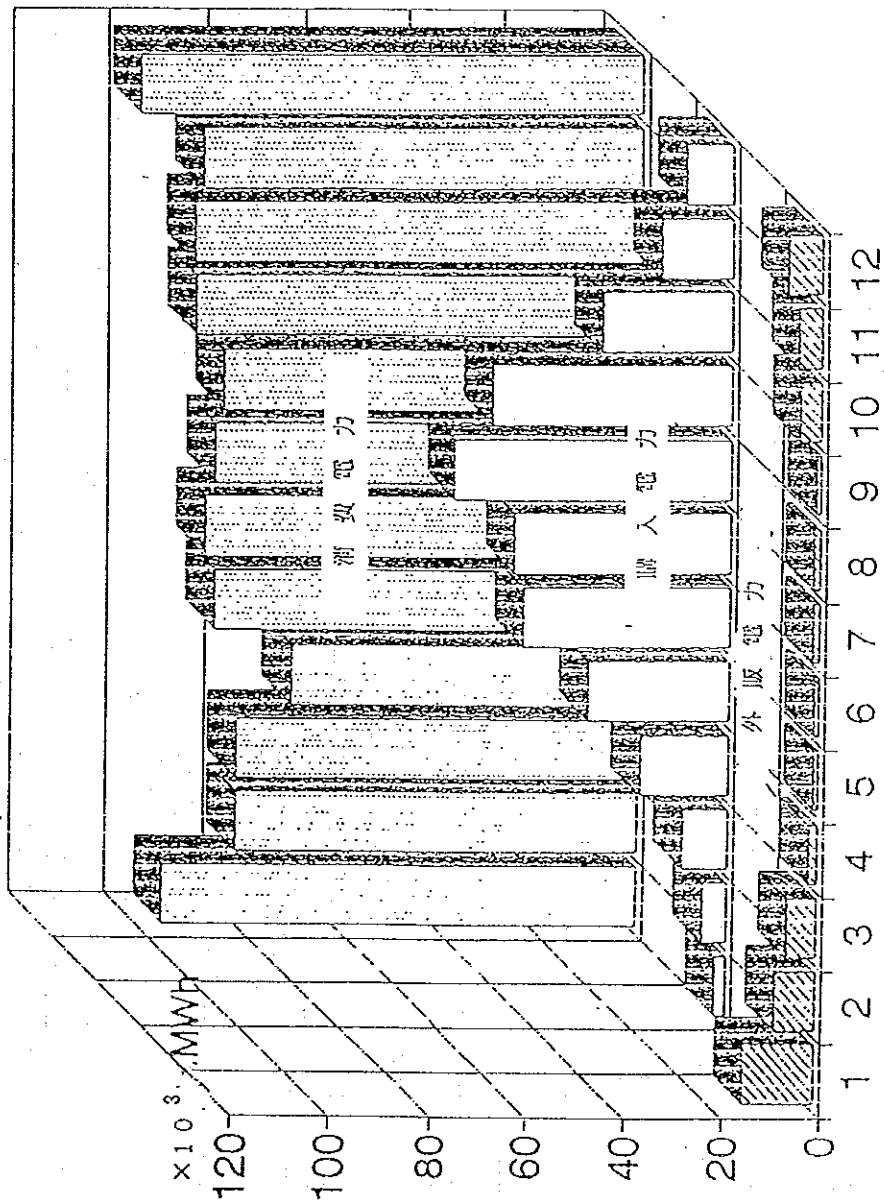
夜間 198 Zl/kWh

実価格は上記価格の加重平均の50%増

図VI-2 月別蒸気発生量  
(1990~1992)



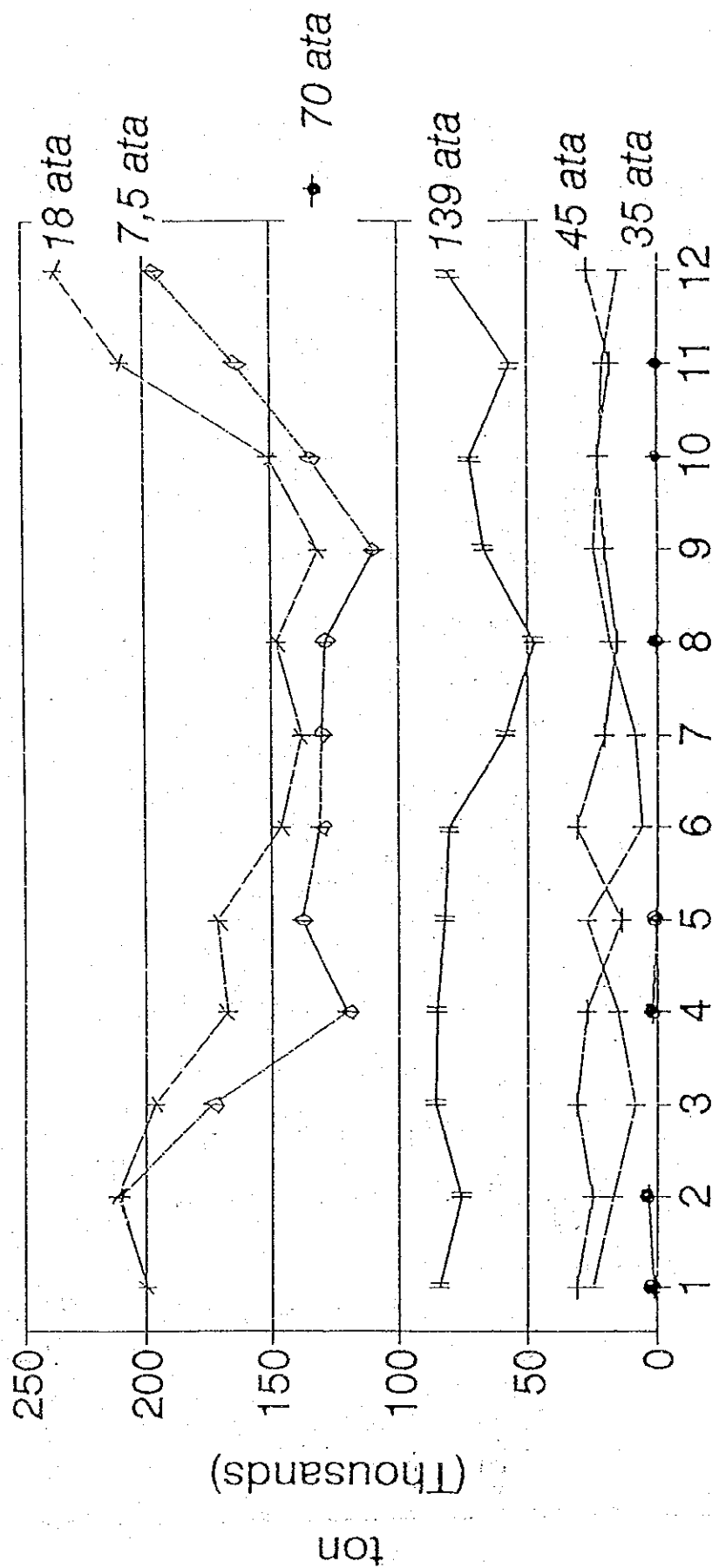
図VI-3 月別電力バランス  
(1992)



発生	1.033.416 MWh
消費	1.172.193 MWh
外販	53.027 MWh
購入	301.814 MWh
ロス	110.010 MWh

資料提供 電力委員会

图VI-4 压力别蒸气使用量  
(1991)



#### 4. 既存改造計画

##### 4-1 第1蒸留設備

マゾビアン石油精製・石化工場が改造対象としている項目は次の通りである。

- (1) 常圧蒸溜処理量に見合うまでの減圧蒸溜処理の増強
- (2) A<sub>10</sub>溜分スタビライザーの設置
- (3) 軽質ナフサ（スタビライザー塔底油）精溜塔の設置
- (4) 常圧蒸溜溜出製品数の減少（サイドカットの見直し）
- (5) 各溜分と原油の熱交換システムの改善
- (6) 加熱炉熱効率の改善  
    燃焼用空気予熱器の設置（排ガス熱の利用）
- (7) 減圧塔精溜の改善
- (8) 電気脱水装置の改造
- (9) ボックスクーラの撤去
- (10) エジェクタースチーム凝縮水よりのガス放出の改善

なお、第1蒸留設備の改造について、以下の2点を確認した。

- 1) 前回のプロジェクト基礎調査団に先方が約束した1999年目標の工場近代化計画は7月末までに送付される。
- 2) 工場既存設備の設計、建設関連の書類・図面等は工場敷地内のエンジニアリング部門資料室に保管されており現場を確認した。

#### 4-2 発電工場の改善計画

今回の事前調査により、マゾビアン製油所の発電工場の改善計画のうち、日本側への協力要請は以下の4項目であることを確認した。

##### (1) ボイラ1～3号の近代化

- 1) 熱効率の2～3%の向上
- 2) 過剰空気を現状の1.6から1.08に削減
- 3) NO<sub>x</sub>、SO<sub>x</sub>の低減

##### (2) 純水製造工程の近代化

###### 1) 薬品原単位の向上

HCl : 0.69kg/m<sup>3</sup>→0.4kg/m<sup>3</sup>

NaOH: 0.89kg/m<sup>3</sup>→0.5kg/m<sup>3</sup>

###### 2) 用水量の削減

1.4m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>→1.1m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

##### (3) 復水タービン発電機の設置(65MW)

- 1) 購入電力削減による収益向上 年間15MM USD
- 2) 電力供給の安定化

##### (4) 発電系統にDCSシステムの採用

- 1) 燃料原単位の向上 最低5%
- 2) 装置全体の合理的な操業

当初の要請に含まれていたボイラの排煙脱硫設備は、規制強化のスケジュールに合わせるため、ポーランド側が独自に実施することとなり、今回の調査対象からは除外されることとなった。

本格調査の対象となる1～3号ボイラの内、2号ボイラの負荷率57%、84%(87%)および99%における操業データをAnnex-1に、また純水製造工程のフローダイアグラムをAnnex-2に添付する。



なお、排ガスおよび環境濃度の分析について、ポーランド側でも行ってはいるものの、信頼性を高める意味からも、日本側でも以下の測定を行ってほしい旨の要望があった。

ボイラ排ガス（1～3号）

SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、Cl<sub>2</sub>、HF、O<sub>2</sub>、Dust

原油蒸留装置（1号）

SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、CO、H<sub>2</sub>S、RSH、(Aliphatic/Aromatic Hydrocarbon)

環境（定観測点9ヶ所）

SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S

これに関しては、本格調査団が携行できる規模で、かつ短納期の測定機器を持参し、可能な範囲で行うことでポーランド側も了解している。

Annex-1

- Zestawienie średnich wyników pomiarów ciepłotnych kotła 00-320 nr 2

Lp.	Wyszczególnienie	Wymiar	Nr pomiaru							
			1	2	3a	2f	3			
1	2	3	4	5	6	7	8	8		
1	Wydażność ciepła kotła	MW	132,23	193,21	193,21	200,02	228,31			
2	Względna wydażność ciepła kotła %	%	57	84	84	87	99			
3	Ilość pary - wylot z kotła	t/h	181	263	263	272	311			
4	temperatura przed 1 schładzaczem	°C	410/408	405/390	404/390	405/410	408/410			
5	temperatura przed 2 schładzaczem	°C	483/485	491/492	493/492	486/493	488/482			
6	temperatura przed 3 schładzaczem	°C	465/464	466/457	464/458	465/461	460/457			
7	temperatura wylotu z kotła	°C	533	534	534	535	535			
8	Cisnienie pary - wylot z kotła	MPa	13,0	13,1	13,1	13,1	13,1			
9	Ilość wody do schładzania	t/h	11,8	26,0	25,5	21,0	28,0			
10	Temperatura wody do schładzania	°C	185	182	182	182	183			
11	Temperatura wody przed kotłem	°C	185	182	182	182	183			
12	Cisnienie zasilażającego przed kotłem	MPa	15,2	15,0	15,0	15,0	15,5			
13	Temperatura pary przed kotłem	°C	310	310	310	310	290			
14	Cisnienie pary przed kotłem	MPa	0,81	0,82	0,82	0,82	0,90			
15	Ilość czynnych palników	-	9	10	10	10	13			
16	Cisnienie	MPa	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20			
17	Temperatura	°C	179	182	182	179	181			
18	wartość opałowa	kJ/kg	40612	40612	40612	40612	40612			
19	wartość wilgoci całkowitej	%	ślady	ślady	ślady	ślady	ślady			
20	wartość popiołu	%	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04			
21	wartość siarki całkowitej	%	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20			
22	temperatura przed kotłem / ssanie went.pow./	°C	13,3	14,0	14,0	14,0	18,0			
23	temperatura za kaloryferem	°C	52	52	52	50	50			
24	temperatura za podgrz.powietrza	°C	222	228	232	233	244			

1	2	3	4	5	6	7	8
25	! w komorze paleniskowej /wylot z komory/						
26	! ciśnienie	dąpa	-	-6	-6	-5	-1
27	! przed podgrz.pow.		-52	-55	-59	-56	-86
28	! za podgrz.pow./wylot z kotła/		-42	-44	-42	-40	-35
29	! w komorze paleniskowej /wylot z komory/		800	990	960	925	1015
30	! temperatura, przed podgrz.pow.	°C	312	318	328	327	353
31	! za podgrz.pow./wylot z kotła/		137,0	141,0	148,0	147,0	156
32	! zawartość	%	0,003	0,040	0,021	0,006	0,013
33	! CO	%	0,002	0,028	0,015	0,004	0,009
34	! zawartość	%	10,20	14,4	13,5	13,65	13,53
35	! CO <sub>2</sub>	%	7,00	10,20	9,20	9,40	9,35
36	! stopień czerni - wylot z kotła	-	1/1	1/4	1/1	1/1	1/1
	! obciążenie went.spalin L/P	A	20/22	23/21	23/22	25/23	37/37

Objaśnienie:

x - w odniesieniu do znamionowej wydajności cieplnej kotła - 231,01 MW

MX - smoła pofenolowa w ilości ek. 15000 kg/h

-/- - strona L/strona P kotła

- Bilans energetyczny kotła 00-320 nr 2

Lp.	Wyszczególnienie	Wymiar	Nr pomiaru				
			1	2	2a	2f**	3
1.	Wydatność cieplna kotła	MW	132,23	193,21	193,21	200,02	228,31
2.	Ciepło doprowadzone do kotła w paliwie*	MW	147,31	209,23	211,61	218,44	250,18
3.	Ciepło doprowadzone do kotła w parze rozbrzyżkowej	MW	0,08	0,11	0,11	0,11	0,12
4.	Ilość paliwa podstawowego	t/h	12,67	18,12	18,30	17,66	21,69
5.	Sprawność kotła brutto	%	89,77	92,35	91,31	91,57	91,26
6.	Tolerancja wyznaczenia sprawności	%	1,409	0,844	0,992	0,863	0,984
7.	Strata wylotowa wyraźna	%	9,617	7,107	8,204	8,011	8,348
8.	Strata niezupełnego spalania	%	0,014	0,136	0,080	0,023	0,048
9.	Strata promieniowania i przewodzenia	%	0,601	0,411	0,411	0,397	0,348

\* - wraz z ciepłem podgrzanego powietrza

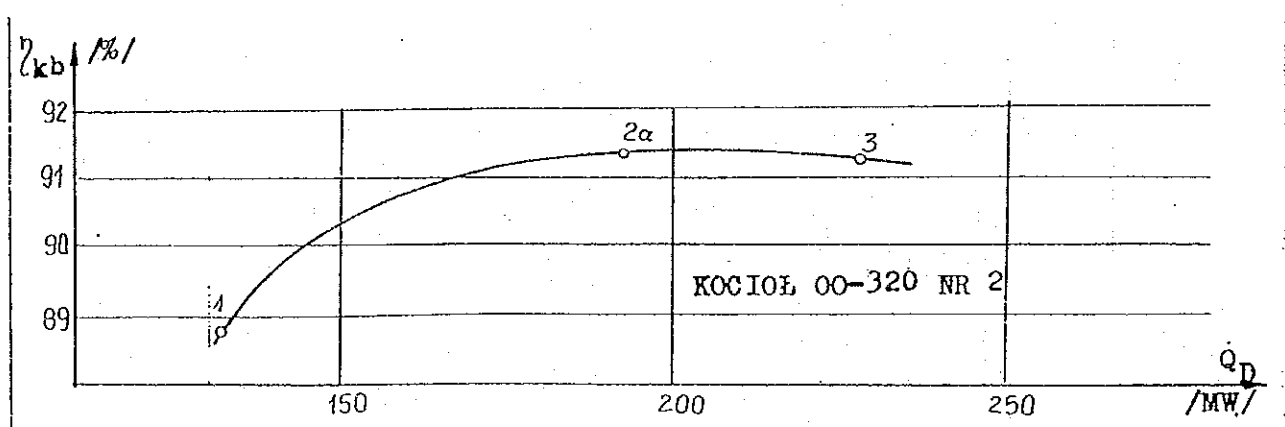
\*\* - spalano dodatkowo smoły pofenolowe w ilości ok. 1,5 t/h /dane dotyczące smoły pofenol. - Zał.2./

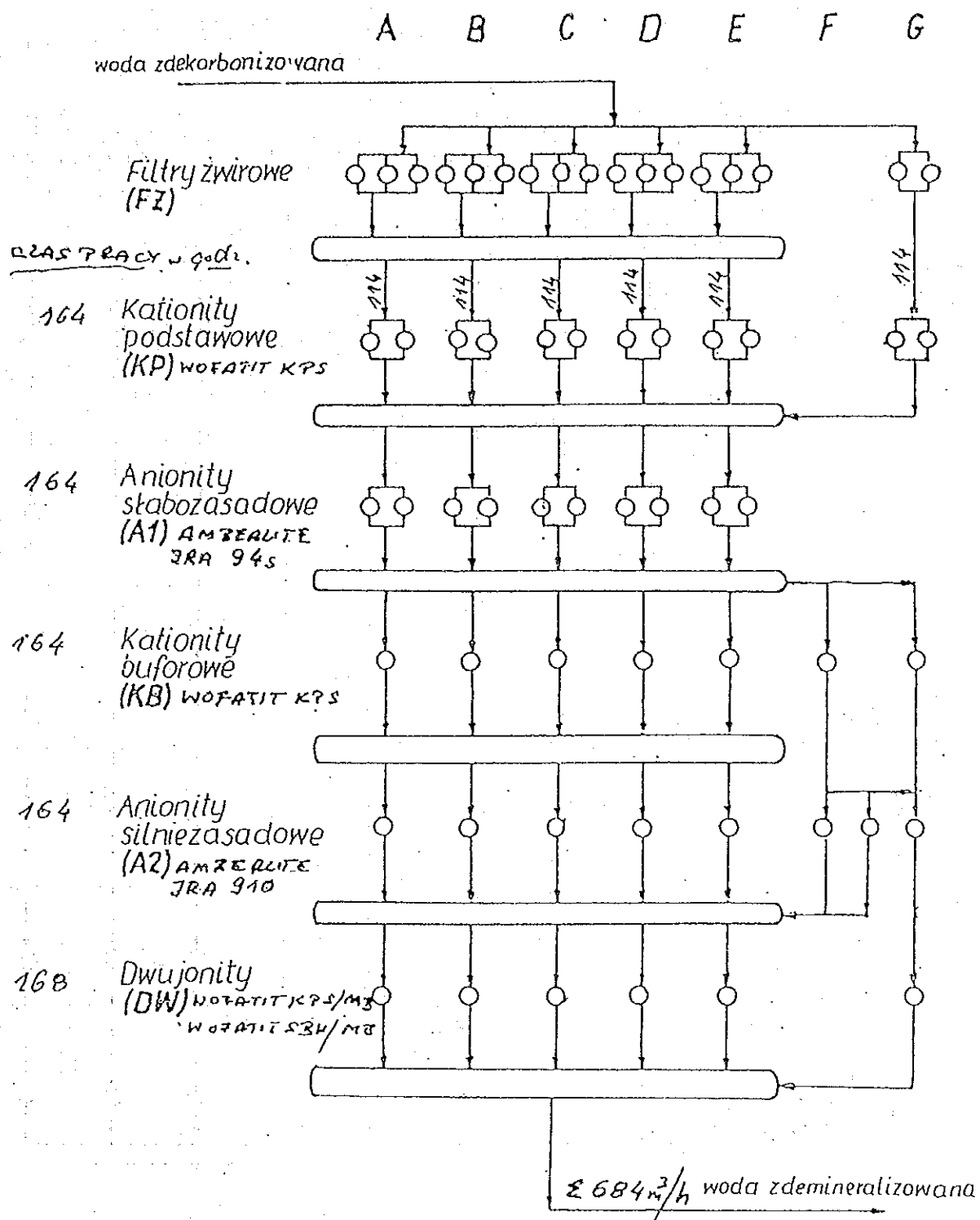
Zestawienie wyników bilansu spalin - kocioł 00-320 nr 2

Lp.	Wyszczególnienie	Wymiar	Nr pomiaru				
			1	2	2a	2f	3
1	Jednostkowe zapotrzebowanie powietrza do spalania	Nm <sup>3</sup> /kg	10,712	10,712	10,712		10,712
2	Jednostkowa ilość spalin suchych	Nm <sup>3</sup> /kg	10,090	10,090	10,090		10,090
3	Jednostkowa ilość spalin wilgotnych	Nm <sup>3</sup> /kg	11,391	11,391	11,391		11,391
4	Nadmiar powietrza z nadmiernej wilgotności /gorącego/	-	1,421	1,061	1,112		1,095
5	Nadmiar powietrza w spalinach przed obrotowym podgrzewaczem powietrza	-	1,536	1,102	1,203		1,171
6	Nadmiar powietrza w spalinach za obrotowym podgrzewaczem powietrza	-	2,221	1,532	1,694		1,669
7	Nieszczelność obrotowych podgrzewaczy powietrza *	%	30,549	28,067	29,008		29,820
8	Teoretyczna ilość powietrza do spalania	tys.Nm <sup>3</sup> /h	135,72	194,15	196,04		232,30
9	Ilość powietrza zorganizowanego /gorącego/	tys.Nm <sup>3</sup> /h	192,84	206,08	218,05		254,43
10	Ilość spalin wilgotnych przed obrotowym podgrzewaczem powietrza	tys.Nm <sup>3</sup> /h	217,02	226,23	248,18		286,79
11	Ilość spalin wilgotnych za obrotowym podgrzewaczem powietrza	tys.Nm <sup>3</sup> /h	308,70	309,70	344,51		402,39
12	Ilość powietrza przechodząca w podgrzewaczach do spalin	tys.Nm <sup>3</sup> /h	91,68	83,47	96,33		115,61

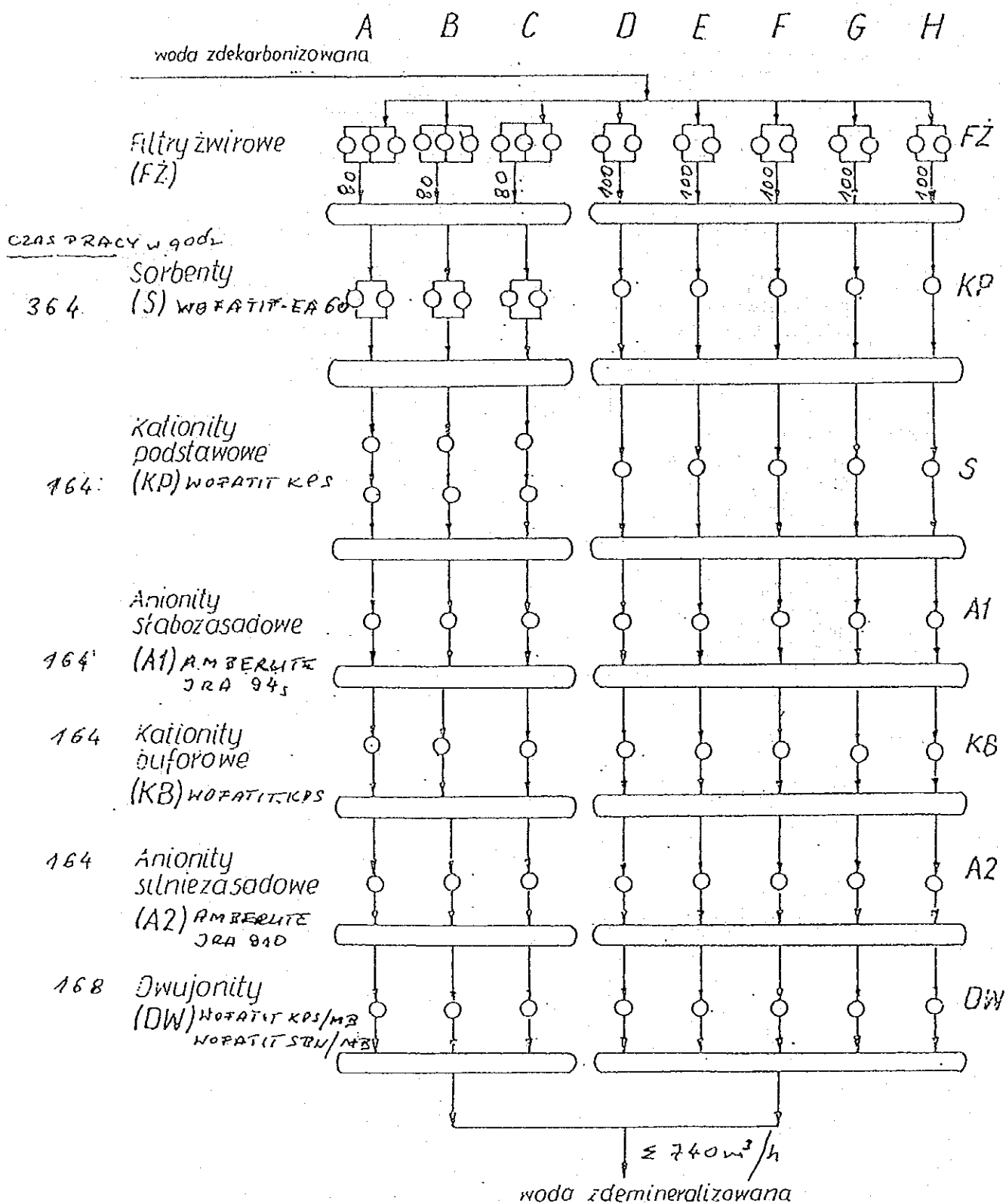
\* odniesione do zawartości powietrza w spalinach za podgrzewaczem powietrza

KRZYWA SPRAWNOŚCI KOTŁA  
00-320 NR 2





Schemat technologiczny instalacji demineralizacji wody DEMI I.



Rys.2: Schemat technologiczny instalacji demineralizacji wody DEMI II:



別添資料

要請書

TECHNICAL COOPERATION  
BY THE GOVERNMENT OF JAPAN

APPLICATION

By the Government of Poland for a Development Study  
on Retrofit of Power Station in Plock Refinery  
to the Government of Japan

July, 1992

## 1 Project digest

1. Project title: Retrofit of power station in Refinery at Plock
2. Location: Plock, Poland
3. (a) Responsible Agency: Mazowieckie Zakłady Rafineryjne i Petrochemiczne (MZRIIP), Plock  
(b) Executing Agency: Japan International Cooperation Agency
4. Justification of the Project: MZRIIP is obliged by Polish laws to decrease sulphur dioxide emission from power station from about 1500 g SO<sub>2</sub>/GJ to max. 170 g SO<sub>2</sub>/GJ beginning from January 1, 1998. It is necessary also to increase the efficiency of power station.
5. Desirable or scheduled time of commencement of the Project: 1993.
6. Prospective funding source and/or assistance (including external origin): Refinery own financial means and credits from domestic and foreign financial organizations
7. Other relevant Projects, if any: none.

### Short description of the Project on which the Development Study is required

According to Polish regulations - sulphur dioxide and nitrogen oxides emission from oil fired boilers should not exceed respectively 170 g SO<sub>2</sub>/GJ and 180 g NO<sub>x</sub>/GJ beginning of January 1, 1998. Present emission of SO<sub>2</sub> is about 1500 g/GJ.

It requires furnishing the existing power plant with the flue gas desulphurization (FGD) unit. Additionally it is necessary to increase burning efficiency as well as electricity and heat production efficiency of power station at MZRIIP.

Existing boiler feed water is already obsolete and requires replacement boiler feed water treatment technology (e.g. for the reverse osmosis technology).

MZRIIP must buy periodically (especially in summer) some quantities of electricity from state-owned network. It is provided to install the condensing turbine to reduce the electricity purchasing costs. It is provided also to install the automatic control system to the burning process improvement and for flue gas contaminations measurement.

Finally, it is necessary to apply the appropriate method for removal and disposal of ash deposits on the boiler tubes.

## 2 Terms of reference of the proposed study

### 1. Necessity/Justification of the Study:

The Study on retrofit of power station should be elaborated by the team of specialists experienced in the power plants retrofit/revamping activity, including FGD process. MZRIIP has at its disposal well trained in power plant running specialists, but not in retrofit problems. That is the reason for asking Japanese specialists more experienced in this field for help.

2. Objectives of the Study:

The objective of the Study is to formulate an optimum plan for the Project execution from the technical, financial and economic point of view.

3. Study Area: Power plant at MZRIP Plock

4. Scope of Study: The Study should fulfill the conditions of the Feasibility Study

5. Study Schedule: The Study shall have been completed by the end of June 1993.

6. Other relevant information: none.

### 3 Undertakings of the Government of Poland

IN ORDER TO FACILITATE A SMOOTH AND EFFICIENT CONDUCT OF THE STUDY, THE GOVERNMENT OF POLAND SHALL TAKE NECESSARY MEASURES:

1. to secure the safety of the Study team.
2. to permit the members of the Study team to enter, leave and sojourn in Poland in connection with their resignment therein, and exempt them from alien registration requirement and consular fees.
3. to exempt the Study team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into and out of Poland for the conduct of the Study.
4. to exempt the Study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Study team for their services in connection with the implementation of the Study.
5. to provide necessary facilities to the Study team for remittance as well as utilization of the fund introduced in Poland from Japan in connection with the implementation of the Study.
6. to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study.
7. to secure permission for the Study to take all data, documents and necessary materials related to the Study out of Poland to Japan.
8. to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to members of the Study team.

4 THE GOVERNMENT OF POLAND SHALL BEAR CLAIMS, IF ANY ARISES AGAINST MEMBER(S) OF JAPANESE STUDY 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 WILLFUL MISCONDUCT ON THE PART OF THE MEMBER OF THE STUDY TEAM.

5 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY SHALL ACT AS COUNTERPART AGENCY TO THE JAPANESE STUDY TEAM ALSO AS COORDINATING BODY IN RELATION WITH OTHER GOVERNMENTAL AND NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATION CONCERNED FOR A SMOOTH IMPLEMENTATION OF THE STUDY.

THE GOVERNMENT OF POLAND ASSURED THAT THE MATTERS REFERRED IN THIS FORM WILL BE ENSURED FOR A SMOOTH CONDUCT OF THE DEVELOPMENT STUDY BY THE JAPANESE STUDY TEAM.

Signed.....

Title.....

**PEŁNOMOCNIK RZĄDU**  
dla Integracji Europejskiej  
oraz Pomocy Zagranicznej

*[Signature]*  
**dr Jacek Saryusz-Wolski**

On behalf of the Government of Poland

13. 8. 97

Date .....

TECHNICAL COOPERATION  
BY THE GOVERNMENT OF JAPAN

APPLICATION

By the Government of Poland for a Development Study  
on Revamping of No 1 Topping Unit in Plock Refinery  
to the Government of Japan

July, 1992

## 1 Project digest

1. Project title: Revamping of No 1 Topping Unit
2. Location: Plock, Poland
3. (a) Responsible Agency: Mazowieckie Zaklady Rafineryjne i Petrochemiczne (MZRIp), Plock  
(b) Executing Agency: Japan International Cooperation Agency
4. Justification of the Project:  
Objectives of the project are
  - reduction of energy consumption during the crude oil processing
  - decrease of SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> and hydrocarbons emission to atmosphere
  - decrease of hydrocarbons content in sewage
  - improvement of product quality
5. The proposed schedule of project
  - studies 1993
  - inquires and offers the first half of 1994
  - basic design III quarter of 1994
  - detailed engineering design 1995/1996
  - procurement since IV quarter of 1995
  - erection I quarter 1997 — I quarter 1998
6. Prospective funding source: own source and credits
7. The project description The project concerns the Crude nit No 1 Revamping. The unit capacity is 2.4 million tons annually of Ural Crude Oil. The Unit was constructed in 1965. The proposed scope of revamping:
  - erection of new column for naphtha stabilization
  - the replacement of column internals
  - the modification of heaters and erection of flue gas heat utilization
  - the improvement of water — hydrocarbons separators
  - the improvement of heat of products recovery
  - the vacuum system modification
  - optimization of pump operating conditions

## 2 Terms of reference of the proposed Study

### 1. Necessity/Justification of the Study:

Poland was politically isolated in the period of years: 1982 — 1989, and Polish specialists were separated from modern process and technological achievements. This problem concerns Polish refineries and petrochemical works in particular.

The foreign aid is necessary to improve these areas.

### 2. Objectives of the Study:

The objective of the Study is the choice of technical solutions, which can fulfill economical and ecological requirements and estimate modernization costs and schedule.

### 3. Study Area: Crude Unit No 1 at MZRiP Plock

### 4. Scope of Study: The Study shall fulfill the requirements of the typical Feasibility Study

### 5. Study Schedule: The Study shall have been completed by the end of June 1993.

## 3 Undertakings of the Government of Poland

IN ORDER TO FACILITATE A SMOOTH AND EFFICIENT CONDUCT OF THE STUDY, THE GOVERNMENT OF POLAND SHALL TAKE NECESSARY MEASURES:

### 1. to secure the safety of the Study team.

### 2. to permit the members of the Study team to enter, leave and sojourn in Poland in connection with their resignment therein, and exempt them from alien registration requirement and consular fees.

### 3. to exempt the Study team from taxes, duties and any other charges on equipment, machinery and other materials brought into and out of Poland for the conduct of the Study.

### 4. to exempt the Study team from income tax and charges of any kind imposed on or in connection with any emoluments or allowances paid to the members of the Study team for their services in connection with the implementation of the Study.

### 5. to provide necessary facilities to the Study team for remittance as well as utilization of the fund introduced in Poland from Japan in connection with the implementation of the Study.

### 6. to secure permission for entry into private properties or restricted areas for the conduct of the Study.

### 7. to secure permission for the Study to take all data, documents and necessary materials related to the Study out of Poland to Japan.

### 8. to provide medical services as needed. Its expenses will be chargeable to members of the Study team.

4 THE GOVERNMENT OF POLAND SHALL BEAR CLAIMS, IF ANY ARISES AGAINST MEMBER(S) OF JAPANESE STUDY 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 WILLFUL MISCONDUCT ON THE PART OF THE MEMBER OF THE STUDY TEAM.

5 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY SHALL ACT AS COUNTERPART AGENCY TO THE JAPANESE STUDY TEAM ALSO AS COORDINATING BODY IN RELATION WITH OTHER GOVERNMENTAL AND NON-GOVERNMENTAL ORGANIZATION CONCERNED FOR A SMOOTH IMPLEMENTATION OF THE STUDY.

THE GOVERNMENT OF POLAND ASSURED THAT THE MATTERS REFERRED IN THIS FORM WILL BE ENSURED FOR A SMOOTH CONDUCT OF THE DEVELOPMENT STUDY BY THE JAPANESE STUDY TEAM.

*Signed*.....

*Title*.....

On behalf of the Government of Poland

Date .....









JICA

