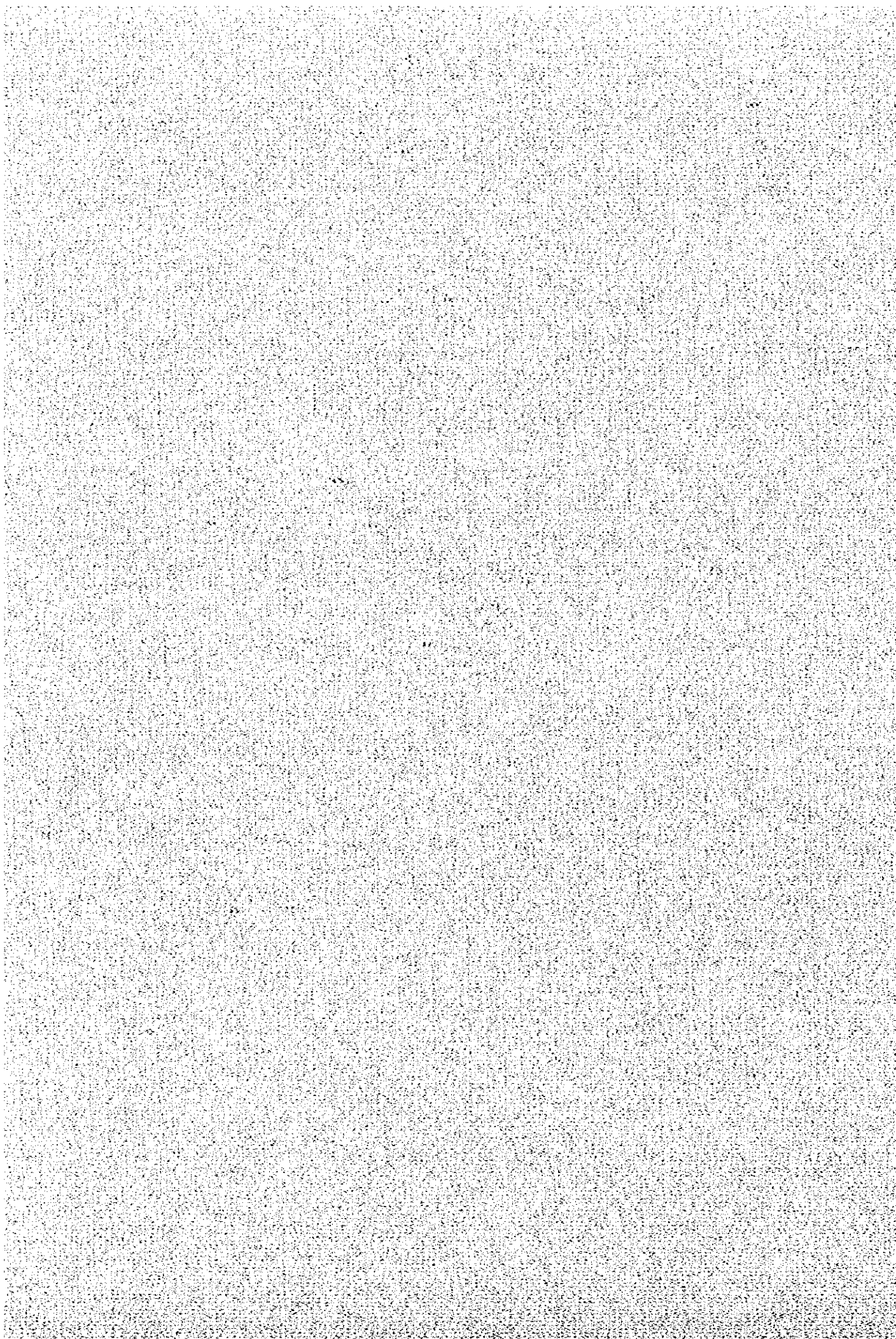


## 第8章 製鉄所の現状と課題

## 第8章 製鉄所の現状と課題



## 8. 製鉄所の現状と課題

ブルガリア国の5製鉄所を訪問調査した。生産は1991年を底に、最終製品生産量で1992年1,315千トン、1993年1,636千トン、1994年2,115千トンと次第に回復してきている。その牽引力となったのは輸出であり、輸出比率は1994年で約80%に昇っている。

設備は、プロメット製鉄所とストマーナ製鉄所の製鋼設備以外は旧式であり、かつ操業技術が低いので、生産性・品質・歩留り・エネルギー原単位のいずれについても満足できるレベルにない。公害防止対策についても、製鉄設備を中心に改善が必要である。

5製鉄所の在籍人員は、1994年で25,719名に昇る。各社ともかなり詳細な内部規定や職務記述書を有しているが、組織・経営管理面でそれが有効に機能していない。1989年のコメコン体制崩壊による市場の喪失により、各社とも大幅な赤字に見舞われている。こうした財務状況や、生産コストの特徴や問題点について以下に述べる。

### 8.1 過去5年間の生産及び販売実績

第3.2項で見たとおり、1989年のコメコン体制崩壊後の鉄鋼生産は半減し150万トン程度に急落した。しかし、粗鋼生産は1992年を底に次第に回復しつつある。本項では、各製鉄所の粗鋼生産、最終製品生産、及び販売量の推移について以下に述べる。

#### 8.1.1 粗鋼生産実績

各製鉄所の粗鋼生産高合計は、1992年1,554千トン、1993年1,943千トン、1994年2,488千トンであり、1993年25.1%、1994年28%と大幅な伸びとなった。製鉄所毎の内訳はTable 8-1のとおり、クレミコフチ、ストマーナ両製鉄所において生産の伸びが著しい。

Table 8-1 Production Records of Crude Steel

Steelworks	1992		1993		1994	
	×10 <sup>3</sup> ton	Change in %	×10 <sup>3</sup> ton	Change in %	×10 <sup>3</sup> ton	Change in %
Kremikovtzi	1,190	N/A	1,476	24.0	1,892	28.2
Stomana	344	26.4	442	28.6	585	32.5
Kamet	12	△ 60.0	8	△ 31.1	N/A	N/A
Leko ko	8	6.7	17	25.8	11	△ 35.5
Total	1,554	N/A	1,943	25.1	2,488	28.0

N/A: Not available

注) 1991年以前の実績は、新統計法が施行され旧コメコン時代の統計基準と整合性がない等の理由から回答を得られなかった。

#### 8.1.2 最終製品生産実績

製鉄所毎の生産実績は、1993～1994年の資料のみ入手できた。(Table 8-2 参照) 1993年は5製鉄所合計で1,636千トン、1994年は2,115千トンと、1994年は約30%の増産となった。

なお、1992年以前の全国の生産実績は、1989年 3,009千トン、1990年 2,156千トン、1991年 1,309千トン、1992年 1,315千トンであり、1991年を底に大幅に回復してきている。(第3章 Table 3-1 参照)

Table 8-2 Production Records of Final Products ( $\times 10^3$ ton)

Steelworks	1993	1994	Change %
Kremikovtzi	1,178	1,491	26.6
Stomana	382	495	29.6
Promet	53	122	130.2
Kamet	9	N/A	-
Leko ko	14	7	$\Delta$ 50.0
Total	1,636	2,115	29.3

N/A: Not available

### 8.1.3 販売実績

1993年以前の資料は、各製鉄所とも極秘事項に属するとして回答は得られなかった。1994年の販売数量のみTable 8-3に示す。前年に比しクレミコフチ製鉄所で25%、ストマーナ製鉄所で18%、プロメット製鉄所で138%、レココ製鉄所で78%の販売増となった。(但し、増加率計算には、前年度の最終製品生産量をベースとして使用した。)

Table 8-3 Sales Records

Steelworks	1994 (Thousand tons)
Kremikovtzi	1,470
Stomana	451
Promet	126
Kamet	N/A
Leko ko	6

N/A: Not available

## 8.2 過去5年間の輸出入実績

各製鉄所とも高い輸出比率を保っており、特に1992年以降輸出へのシフトが著しい。上記8.1項で述べた生産増は輸出に依存したものと言える。製鉄所の輸入はごく少量である。

### 8.2.1 輸出実績

コメコン体制の崩壊とともに国内需要が減退し輸出が増加している、との説明が各製鉄所からあったが、輸出比率を各社の回答を基に算出するとTable 8-4のとおり極めて高い。

Table 8-4 Export Ratio (%)

	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Kremikovtzi	N/A	N/A	N/A	81.7	78.8	70.3
Stomana	14.9	27.4	36.5	61.1	77.4	82.6
Promet	7.3	23.0	22.6	74.3	89.3	N/A
Kamet	4.9	7.4	32.8	34.3	19.4	N/A
Leko ko	N/A	N/A	49.6	32.7	35.3	67.0

N/A: Not available

クレミコフチ製鉄所は1994年の輸出比率を80～85%としているが、表では70.3%となっている。輸出業者向けの間接輸出が相当数含まれているものと思われる。統計局の全国輸出実績(速報ベース)は1,614千トンで、輸出比率は約79%であった。

### 8.2.2 輸入実績

製鉄所はインゴット、ピレット等半製品をウクライナ等より輸入しているが、少量である。1992年35千トン(全量クレミコフチ製鉄所)、1993年56千トン(クレミコフチ33千トン、ストマーナ12千トン、プロメット10千トン、カメット2千トン)であった。

### 8.3 組織、人員、及び管理

各製鉄所とも組織、運営、労働、賃金、生産等に関する詳細な内部規程を定めている。従業員の業務内容がジョブディスクリプションに詳細に定められている。全経営権は社長に集中しており、権限委譲は殆どなされていない。こうした権限集中及び詳細なジョブディスクリプションは、従業員の柔軟な活動を妨げ、組織の硬直化、従業員の参加意識の低下を招き安い。こうした経営状況について以下に述べる。

#### 8.3.1 各製鉄所の内部規程

各製鉄所の会社の内部規程類の整備状況を調査したが、かなり詳細な内部規程、規則、細則等が存在している。運営や人事に関する事柄は全て文書により管理されている。以下に主な規程について述べる。

##### 1) 組織・運営規程

クレミコフチ、ストマーナ及びカメットの各製鉄所は、ブルガリア国商法上の国有株式会社に属する。産業省が全株式を保有。株式会社においては、取締役会メンバーは株主である産業省により任命される(任期3年)。産業大臣と取締役会との間で経営計画(ビジネスプラン)の骨子、取締役の権利と義務が契約される。取締役会は、会長、副会長の選任、製鉄所の内規の承認、年間及び3カ月毎の経営計画の立案と監督、社長、副社長の選任等を行う。

社長は、取締役会と経営契約を締結し製鉄所の経営に当たり、取締役会に経営状況を報告する義務がある。社長の任期は3年で、取締役会はその過半数の決議により社長を罷免できる。

一方、プロメット、レココ両製鉄所は、商法上国有の有限会社(産業省はこれを"一人経営会社"と呼んでいる。)に区分けされる。社長(Manager)は産業省により任命される。経営に当たっては社長をコントロールするコントローラーが任命され、3カ月に一度経営状況が産業大臣に報告される。

全製鉄所とも、社長は法務、会計、財務、労務、生産・品質・技術、開発・投資等全分野で経営責任を持つ。生産、営繕、安全、運輸、エネルギー部門と言った製造関連部門を統括する副社長を置く場合もある。社長は全ての雇用契約を締結し、労働組合との団体交渉権を有す。このように、社長は全ての経営権を一手に握っているが、産業省には罷免権が無い。

## 2) 賃金・労働規程

賃金・労働を巡る法令、規則には、労働法、労働組合との団体契約、労使政府三者合意等がある。こうした外的規則・法令がそのまま会社の内規を決定しており、賃金、福利厚生、インセンティブ、罰則、労働時間等が詳細に渡って定められている。旧共産時代の労働者の権利がそのまま受け継がれており、また、複雑詳細であるため、製鉄所にとり足かせとなっている。

## 3) 職務記述書(ジョブディスクリプション)

各従業員は職務記述書により、業務内容、職場、必要な資格、指揮命令系統、関連する遵守規程、安全基準等が詳細に渡って規定されている。

## 4) その他

その他の主な規程には、工程標準規程、技術標準規程、品質管理規程、安全・消防規程等生産に関する規程がある。この他に相当数の規程や細則がある。

### 8.3.2 経営管理の状況

経営管理に関する調査結果と問題点について以下に述べる。

#### 1) 利益計画の策定及び管理

製鉄所の社長は、取締役会が産業省と締結した経営計画(ビジネスプラン)の骨子に基づき、各年度の具体的経営計画を策定する。

売上数量は、生産能力、受注残高、受注見通しに基づき国内営業部及び輸出部が策定する。販売単価は国内については、国内営業部と価格効率部が、輸出単価は輸出部と経営分析部が策定する。生産原価は、技術管理部が各生産要素について目標原単位を策定し、経営分析部が各要素の総額を計算し予算を策定する。実績は技術管理部が毎月各生産要素の消費実績を分析し、目標原単位と比較分析を行う。経理部は各要素の購入実績を集計し、数値をチェックし、支払いを行う。予算の見直しは3カ月ごとに行う。損益管理は販売単価の引き上げ、顧客に受入れられない場合は生産コストの引下げを図ることにより行う、とのことであった。

社長は、取締役会との契約に従い3カ月毎に経営報告を行っている。なお、労務費は損益管理の範疇外で、四半期ごとに資金繰りとインフレーションに応じて調整し支払われる。また、ここ数年従業員のレイオフはない、とのことであった。(以上クレミコフチ製鉄所の事例)

- 2) 月次管理  
月次及び日々の管理に関しては、各製鉄所とも全て社長に報告することでなされている。仕入・販売実績、出荷・販売計画、預金残高等全て社長に報告される。
- 3) 在庫管理  
在庫管理の状況をレココ製鉄所で見ると次のとおりであった。入庫については、消費監督部の承認の後、政府の検査官の検査を経て倉庫に納入され、購買部の各倉庫入出庫担当者により、入庫記帳がなされる。出庫は各生産現場の責任者の署名により出庫が行われ、入出庫担当者によって出庫記録が記帳される。経理部は補助帳簿を作成保管する。定期的または必要に応じて特別チームが編成され、現品棚卸しを実施し、社長に報告する。
- 4) 管理手段  
管理業務の手段としては書類による方法が一般的である。各製鉄所とも生産現場間での電話会議を毎日開いている他、部長レベルの週毎の定例会議、下記8.3.3項で述べるトップマネジメントの意思決定過程以外には部門間の交流は殆どない。
- 5) 決裁権限  
全ての決裁権限は社長に属している。生産部門に統括者を置くのが通例であるが、生産部門を含め全ての経営部門は社長が統括している。仕入、販売、借入等の外部との契約は全て社長が署名する。(総額100万レバ以上のこれらの契約は取締役会の決定事項。)なお、銀行との支払取引は社長と財務担当部長が署名権を有している。プロメット、レココのような有限会社でも社長が唯一の経営者として、同様に全ての決裁権限、外部との署名権を有している。
- 6) 問題点
  - ① 上記1)のとおり利益計画は関連各部門により策定されているが、消費量の目標と管理が技術管理部によりなされており、実際の生産現場である各部門による目標管理がなされていない。また、経営分析部の機能は本来生産原価実績と目標との差異を分析し、各現業部門にフィードバックすべきものであるが、単に利益計画値の集計部署に留まっている。こうした業務内容がジョブディスクリプションに記載されており、経営管理業務を効果的に遂行する上での障害と思われる。
  - ② 上記4)のとおり部門間及び部内人的交流は殆ど見られず、一般従業員の業務知識、活動分野は著しく制約されている。
  - ③ 製鉄所の経営管理は社長に絶大な権限を託しており、権限委譲は殆どなされていない。

### 8.3.3 意思決定の仕方

意思決定の仕方の事例を以下に述べるが、特段の問題点は見当たらない。

- 1) 最高意思決定機関  
株式会社においては、百万レバ以上の投資、ジョイントベンチャー、及び固定資産の処分は、取締役会の決定事項となっている。また、一人経営会社でも、ジョイントベ



ンチャー及び固定資産の処分は、産業省の決定事項となっている。設備投資の意思決定過程をクレミコフチ製鉄所で見ると、各設備投資案は生産担当トップを議長とし、財務担当部長等関係者を含めた技術部長会議にて審議される。ここでは、収益率、投資金額、投資効率等審査され、取締役会に上申するか否かが決定される。

## 2) 運営会議

その他の運営事項の意思決定は、毎週定期的に行われる関係部長会議にて決定される。クレミコフチ製鉄所では毎金曜日に開催され、トピックス、問題点、調査分析結果等審議され、必要な指示、意思決定が行なわれる。また、毎週月曜日に生産主体の関係部長会議が開催されている。その他の製鉄所でも同様の会議を開催している。

### 8.3.4 組織図及び人員

各製鉄所とも現行の正式な組織図を制定しておらず、人手できた資料は概略図や手書きのチャートであった。また、各製鉄所の人員構成を調査したが、上記組織図と同様、正式な帳票や台帳を整備していない。業務がジョブディスクリプション等契約文書により遂行されているため、整備する必要性を感じていないからと思われる。調査時点(94年9月)での各製鉄所の在籍人員は次のとおりである。

クレミコフチ製鉄所	16,070	名
ストマーナ製鉄所	5,619	
プロメット製鉄所	1,087	
カメット製鉄所	1,352	
レココ製鉄所	1,591	
(合計)	(25,719)	名

## 8.4 操業及び設備の状況

現状設備の課題は以下のとおりである。主な課題を対策とともにまとめてTable 10-3に示す。

### 8.4.1 クレミコフチ製鉄所

#### 1) 生産能力

現状の設備能力を1993年の実生産量とともにTable 8-5に示す。稼働率は上工程で高く、製鋼では約70%近くまで達しているが、分塊で50%、各圧延部門では30%以下の所が多い。これは、全体として下工程の設備能力が大きいというに付加価値をあまり付けないピレットやホットコイルなどの半製品が外販全体の半分を占めているからである。生産性の上がらない理由の一つにダウンタイムの多いことがあげられる。さらに、圧延製品では寸法、形状等でかなりの不良品を出している。

#### 2) 歩留り

粗鋼及び輸入スラブに対する製品+ストックの割合は約76.5%である。(1993年) また、工場内発生スクラップは1993年の実績では製品の約30%に達しているが、改善を実施すれば製品の約14%まで抑えることが可能となると思われる。

Table 8-5 Outline of Kremikovtzi Steelworks

1. Established ; 1961
2. Number of Employees ; 16, 070
3. Outline ; The largest integrated steelworks in Bulgaria. Old equipment and many environmental problems need restructuring and modernization.
4. Main Equipment ;

(Unit:  $\times 10^3$  ton/year)

Equipment	Capacity	Production (in 1993)	Description
Coke Battery	937	857	No. 3 and 4 are in operation
Sinter Machine	3285	1768	75 t/h $\times$ 6
Blast Furnace	1898	1013	1033 m <sup>3</sup> $\times$ 6
Converter	1750	1132	127t/ch, 2/3 operation 40~41 heats/day
Electric Arc Furnace	430	344	100t/ch $\times$ 2, No. 3 is new one Tap-tap No.1, 3~4hr; No. 2, 2~2.5 hr
Slabbing & Blooming Mill	2500	1252	Soaking Pit $\times$ 40, Mill, Hot Scarfer, Shear,
Hot Strip Mill	2100	585	Reheating Furnace $\times$ 3, Rougher $\times$ 3, Finishing Stand $\times$ 6, Min. thickness 2mm, Max. weight 15t, Coil width 600 ~ 1550 mm
Billet Mill	1050	629	Stand $\times$ 10, $\phi$ 100 ~ 150, $\square$ 80 ~ 120, Max. 12m length
Rod Mill	500	216	Stand $\times$ 21, $\phi$ 6.5 ~ 12mm, Weight 500 kg
Cold Strip Mill	300	41	Stand $\times$ 5, Thickness 0.18 ~ 0.6 mm, Width 746 ~ 1050 mm
	1000	87	Stand $\times$ 4, Thickness 0.25 ~ 2.0 mm, Width 700 ~ 1550 mm
E.T.L.	120	12	Thickness 0.22 ~ 0.36 mm, Max. weight 10t
C.G.L.	170	28	Thickness 0.5 ~ 1.5 mm, Width 700 ~ 1250 mm
Color Coating Line	30	3.5	
Welding Pipe Line	97	35	$\phi$ 15 ~ 100mm
Zinc Coating Line	70	18	
Seamless Pipe Line	89	25	Outer Dia. 50 ~ 159 mm, Thickness 4 ~ 18mm
Slab Caster	1600		(Purchased but not installed yet)

### 3) 労働生産性

労働生産性は、最新鋭の製鉄所に比し非常に悪い。これは設備の古さ、合理化のレベルがまだ低いことも原因となっているものと思われる。

(製品 1,148,082t + ストック 32,200t) ÷ 16,070人 = 73.4t/人 (1993年)

### 4) プロセス毎の技術レベル

#### ① コークス炉及び化成プラント

No.3、No.4コークス炉の2基が稼働している。設備も新しく、順調な操業を継続している。しかし、エネルギー消費量は700Mcal/t-coalとまだ高く、燃焼コントロール等の対策が急務である。

コスト削減のためには、石炭の配合、操業および設備管理等の標準化の推進、さらには化成プラントの設備管理の強化も必要である。

環境改善のために、石炭装入・コークス押出し時の集塵の導入、コークス炉ドアからのガス漏れ防止、化成プラントからの排水処理装置等の対策が望まれる。

#### ② 焼結プラント

設備は老朽化しているが種々の操業改善が試みられ、最近では良い結果が得られるようになってきているが、生産性、燃料原単位、コークス比等について一層の改善が必要である。燃料原単位は日本の場合の約1.5倍と高くまだ改善の余地がある。また、操業および設備管理等の標準化を進めることや環境改善のために、焼結主排及び付帯設備の集塵機にプレダスターを設置する必要がある。

焼結層の下面のグレートバーの間隔は3~12mmであるが焼結鉱で使用される原料は5mm以下で平均で2~3mm程度である。当製鉄所ではこの原料を直接グレートバーの上に乗せるので、細粒はグレートバーの間隙から落下しダストとなって集塵設備を経由して一部は煙突へ逃げて行ってしまふ。従って、焼結の歩留りは低下し、かつ集塵機の負荷が増加し集塵効果が低下する。

焼結鉱の最上部の数十mmは急熱急冷されるため粉化しやすく、成品塊となりにくい。この層の発生は、現状設備及び操業では避けることができないものであり、大半は篩分け後再度シンター原料として戻され、再焼きする必要がある。当製鉄所における問題は、焼結鉱の層厚が薄いことである。

バーナーは“サイドバーナー”であり、炉内の温度全体を着火温度以上に上昇させる必要があり熱効率が悪い。

③ 高炉

全般的に操業は安定しており順調である。特に、1993年3月に火入れされたNo. 3高炉は、設備の改善、近代化が実施され良い操業結果を得ている。但し、操業度（生産性）はまだ十分と言えず、燃料原単位、コークス比、鉍石比等でより一層の改善が必要である。コスト削減のためには、原料の配合、操業および設備管理等の標準化を進め、設備改善を行う必要がある。

コークス用の原料炭としてポーランド、米国等より高価な強粘結性炭を輸入している。現在はPCI設備がないため安価な一般炭の使用は少ない。

高炉の熱風炉の燃焼空気の制御は、操業者の“かん”で行なっており、熱効率が悪く燃料原単位が著しく高い。

④ 製鋼工場

3基の転炉、2基の電気炉が稼働している。設備的には古く、これまで大きな改造等はあまり行われていない。転炉では、溶銑は混銑炉を介して装入されているが、溶銑の事前処理等は何も行われていない。的中率の悪さ、S分が高いこと等で再吹錬が多い。测温、サンプリング等は、炉を傾動してマニュアルで行われている。また、鍋への合金鉄添加は、作業床からマニュアル式で行われており、オペレータの負荷が大きい。

100トン交流式電気炉は電源容量が小さく、1ヒートの処理時間が2.5～4時間と長く生産能力は小さい。エネルギー消費も日本の約1.3倍程度高い。

連続鑄造機は、建設途上で中断されたままであり、今は100%造塊（インゴット）で生産されている。鍋精錬装置としてASEA-SKF設備があるが、現在の製鋼種では使用する必要が無くほとんど使われていない。ただ電気炉鋼のみがAr（アルゴン）ガスバブリング処理されているのみである。

転炉、電気炉については、省エネ対策や吹錬時間の短縮など多くの改善の余地があり、設備改造・新技術の導入・操業改善等を行なう必要がある。転炉及び電気炉排ガスは、ベンチュリ式で集塵されているが、ともに集塵効率が非常に悪い。また、建屋・炉前などからの集塵は全く行われておらず、今後の対策が必要である。

⑤ 分塊工場

いずれ無くなる工場とみて詳細分析はしていない。製鋼工場における連続鑄造機の早期完成が望まれる。

⑥ ホット工場

歩留りが低く、ロス日本の場合より多い。クランプロス、ミスロール、及びサンプルロスが区別されていないが、ミスロールがかなり高いと思われる。加熱炉の燃料原単位が日本の約3倍と高く、操業改善の余地がある。

ロールの原単位は日本に比べ若干高くなっている。ロールの材質選定、冷却の適正化、及びミスロールの減少化等に改善の余地が残されていると言える。

- ⑦ コールド工場  
生産性は能力の約30～50%と低いが、これはオペレータの技能によるところが大きいと思われる。
- ⑧ ピックリングライン  
HCl ピックリングラインの生産性は、能力の15%しか出ていない。ライン出側に改善の余地があると思われる。HCl ピックリングラインの能力が十分に出せば、 $H_2SO_4$  ピックリングラインの操業を中止することができるであろう。  
エッジャーによるトリミングロスが大きく、歩留りを下げている。
- ⑨ ベル焼鈍炉  
燃料原単位が日本の場合の4倍と高い。炉の構造やメンテナンスに問題があると見られる。
- ⑩ 連続メッキライン  
生産性、品質ともに十分な能力を持っている。
- ⑪ 電気スズメッキライン  
生産ニーズが低くコメントするだけのデータを入手できなかった。
- ⑫ ビレットミル  
現在の製造品種は普通鋼が多く、品質上の問題は無い。操業的には、ミスロールの比率が日本の約8倍と高く、またクロップの量も多い。  
電力消費は一般的な数値であり問題は無いが、ロールについては400g/tと高くコストダウンと長寿命のために改善の余地があると思われる。
- ⑬ ロッドミル  
ミスロール比率が1.5%と高い。クロップの割合もロッドの単重が小さいことから多く、歩留りが92%と低くなっている。形状不良による不合格率が0.73%と高い。これはロール形状やスタンド間の張力に問題があると見られる。設備的には、ロールの寿命が短いことが稼働率の低下になっていると思われる。  
燃料原単位はかなり高めである。きめ細かい操業コントロールが行われていないのがその原因の一つである。
- ⑭ シームレスパイプ(ホット製品)  
ライン全設備が旧ソ連製(1968年製)の大量生産用オンライン設備である。設置後ほとんど改造されていない。製品のNDI(非破壊検査)が導入されていないために国際規格に合っていない。品質的にはパイプの真円度が悪いこと、内面品質が悪いこと等があげられる。また、炉の断熱が不十分な為に燃料原

単位が高くなっている。これらの改善のために、日常の操業管理の強化が望まれる。

⑮ シームレスパイプ(コールド製品)

ライン全設備が旧ソ連製(1968年製)の小量生産用オフライン設備である。設置後ほとんど改造されていない。製品のNDI(非破壊検査)が導入されていない為に国際規格に合っていない。歩留りが低いことから技術的には改善の余地がかなりあると見られる。

⑯ 溶接パイプ

ライン全設備が旧ソ連製(1971年製)である。設置後最近まではほとんど改造されていない。製品の非破壊検査として渦流探傷機があるが、これも溶接欠陥のチェックには十分とは言えない。また、溶接パイプの内面の溶接ビードは残ったままである。

⑰ メッキパイプ

ライン全設備が旧ソ連製(1972年製)のメッキ設備である。設置後ほとんど改造されていない。短尺品の処理が不可能であり、また、内外面のメッキ厚の制御が不可能なため国際規格に合わせるには不十分な設備であり、改造が望まれる。

5) 設備

クレミコフチ製鉄所は1961年に開設された一貫製鉄所であり、製品・設備の分野も多岐に渡っている。(設備概要はTable 8-5 参照)

6) ブルガリア側で検討中の設備計画

a) 製鉄設備

焼結では新点火炉及びバーナの採用が予定されている。

No.1高炉は改修が行われる予定であった。熱風炉では、No.1高炉の4号熱風炉の新設計画があり、その後他の熱風炉の補修が順次行われることになっている。高炉にPCI(Pulverized Coal Injection System)を導入する案が検討されている。

b) 製鋼分野においては、スラブ連続铸造機(2基)、付帯の電源装置、及び水処理装置、溶銑脱硫装置、鋼精錬装置、酸素プラント(No.6号)が既に購入済であり、スラブ連続铸造機の基礎・建屋の一部が建設の途中で中断したままになっている。また、電源装置、水処理装置は徐々にではあるが建設が進められている。更に、計画の段階ではあるが、電気炉工場内にビレット連続铸造機を設置する案も出ている。

## 8.4.2 ストマーナ製鉄所

### 1) 生産能力

Table 8-6 に示すとおりである。能力はLFがもう一基揃うと品質的に安定する。圧延ラインに較べてキャスターを含む上流工程は能力に余裕がある。生産実績は、圧延系列はほぼ公称能力に近い生産をあげているが、上流工程は充分その能力を発揮していない。また、冷間加工工程は、需要が過少のためほとんど遊んでいる状態である。EAFは、省エネ対策や吹練時間の短縮など設備改善や操業改善が必要である。また、キャスターの歩留りも鋼種の統合等の手段により改善が可能と考えられる。一方、厚板ミルの歩留り向上にはサイドシャー等の設備のリプレースが必要である。

### 2) 労働生産性

全生産量を従業員数で除する(381,796t/Y/5,619名)と68t/y人となり生産性は低い。

### 3) プロセス毎の技術レベル

上記以外に以下のような問題点がある。

- (1) EAFのタッパーアップ時間は長い、操業改善が必須である。
- (2) 厚板の加熱炉原単位は日本ミルの2倍以上である。
- (3) 厚板製品は5.9%が表面不良のためSecondに落ちている、LFの設置と稼働率の向上は急務である。
- (4) バーミルのミスロールは多すぎる。ミスロールは生産性、原単位、品質いずれの面からも影響が大きい。根本原因の追求と対策が肝要である。

### 4) 設備

設備概要をTable 8-6 に示す。圧延系列は老朽化が進んでおり、大幅なりフレッシュがなされなければ操業の維持は難しい。

## 8.4.3 プロメット製鉄所

### 1) 生産能力

生産能力を93年の生産実績とともにTable 8-7 に示す。生産能力は公称80万トン/年であるが、現在の操業状況から推定すると21.5万トン/年程度でしかない。生産量の最大実績も10.7万トン/年のみである。

Table 8-6 Outline of Stomana Steelworks

- 1 Established ; 1953
- 2 Number of employee ; 5,619
- 3 Outline ; Steelmaking equipment is refreshed, and rolling mills are old.
- 4 Main equipment ;

(Unit:  $\times 10^4$  ton/year)

Equipment	Capacity	Production	Description
Electric arc furnace	960	489	No. 1 & 2 furnace; 230,000 ton/year
Ladle furnace	500	88	No. 3 furnace; Refreshed in 1993 500,000 ton/year 1 LF for No. 3 EAF
Continuous casting machine			Installed in 1982, made in USSR, 100% CC
Slab C.C.M.	400	263	1 strand. 220 $\times$ Max 1500 mm
Bloom C.C.M.	300	178	4 strand. 250 $\times$ 350, $\square$ 200 mm
Small section & bar mill	} 216	174	Installed in 1953 250 $\times$ 300 mm $\Rightarrow$ $\phi$ 12 ~ 20 mm, D10 ~ D20
Middle section & bar mill			Furnace $\Rightarrow$ 2Hi 2std $\Rightarrow$ Furnace $\Rightarrow$ 2Hi 7std Installed in 1996, $\phi$ 50 ~ 100 mm, 25 ~ 60 $\times$ 100 ~ 50 mm, $\phi$ 60 ~ 120mm Billet, Channel, Angle
Plate mill	250	208	Installed in 1996, Furnace (30t/H) $\times$ 2 Mill motor 4000 KW
Ball mill	83	5	Installed in 1967, Bar $\Rightarrow$ Ball
Drawing machine	90		Installed in 1985 ~ 6, $\phi$ 8 ~ 100mm



Table 8-7 Outline of Promet Steelworks

- 1 Established ; 1987
- 2 Number of Employees ; 1,087
- 3 Outline ; Only this works is near the Black Sea (Burt Sting equipment etc. were planned, but installed only the bar & shape mill has been installed.
- 4 Main Equipment ;

(Unit:  $\times 10^3$ ton/ year)

Equipment	Capacity	Production	Description
Bar and Shape Mill	800	107	□80~200 $\times$ 6~12m F'ce $\times$ 2, Rougher; HV 4std, Roller hearth F'ce, I.M. Mill; H12, F. Mill HV 8 $\times$ 2

この理由の一つにダウンタイムが多いことがある。また寸法不良、材質不良ともゼロではなく、検査をもっと厳しくすれば増えることも予想される。品質上の問題点はあると見なければならない。

2) 歩留り及び労働生産性

スケール、クロップ、ミスロールともに多く、6.27% (即ち歩留りは93.7%) である。生産量から計算すると直接要員だけで287 kg/man-houとなり日本の生産性の約1/10~1/20に過ぎない。

3) プロセス毎の技術レベル

設備の公称能力は80万トン、実際の生産量は20万トンがせいぜいで、現在このミルは使いこなされていない。ミスロールも多く技術レベルは低い。

4) 設備

88年稼働の全連続棒鋼圧延機である。この工場は一貫製鉄所として計画されたが、棒鋼工場のみが建設されたところで政府が替わり、それ以降の計画が実施されないままになっている。製鋼工場はないが、ブルガリア国では最新鋭の設備であり有効に稼働させねばならない。

8.4.4 カメット製鉄所

1) 生産能力

設備別の生産能力・実績は、Table 8-8 に示すとおりである。品質に関しても、満足できるレベルになく、ダウンタイムも多い。設備は旧式で、稼働を継続するのであれば大幅な改造が必要である。生産量は最近特に少なくなっており問題は大きい。

2) 歩留り及び労働生産性

製鋼工場は全て造塊で生産されているが、120kgまたは700kgの小形鋼塊のため歩留りは悪い。生産管理を強化しても多くは期待できないであろう。また、棒鋼工場の最近3カ月の歩留りロススケール、クロップ、ミスロールともに多く、18%（即ち、歩留りは82%）である。いかに設備が古くピレットが小さいとは言え、極めてロスが大きい。また生産量が少ないにもかかわらず、余りに多くの人を抱え込みすぎている。

3) プロセス毎の技術レベル

製鋼は小鋼塊の鋳込み、圧延はスリーハイの往復と30年以上前の形であり、技術レベルには見るものはない。電気炉の電力消費は800Kwh/tonと通常の2倍近く、加熱が原単位については、低操業のためもあるが日本の10倍である。製鋼の2次精錬設備もなく、炉寿命も短くTap-tap時間も長い等少々の改善では及ばず、新設以外に改善方法はないであろう。また、集塵機も故障したまま使われておらず、改造工事も中断したままである。建屋からの集塵も行われていない等公害の面からも問題が大きい。鍛鋼設備と熱間押し出し設備は比較的新しいが、これのみを動かしても採算はとれないので廃却か売却しかないであろう。

4) 設備

棒鋼の圧延機は1934年稼働であるなど、設備は非常に古い。

Table 8-8 Outline of Kamet Steelworks

- 1 Established ; 1933
  - 2 Number of Employee ; 1,352
  - 3 Outline ; The oldest steelworks in Bulgaria. The equipment is old except the forging machine.
  - 4 Main Equipment ;
- (Unit: × 10<sup>3</sup>ton/year)

Equipment	Capacity	Production	Description
Electric Arc Furnace	43.8	8.5	10 t/ch × 3 electric, tap-tap 3.5hr Ingot weight, 120kg(bar), 750kg (forging)
Bar Mill	48	7.1	Reheating F'ce, Rougher, Finishing mill
Forging Shop	25 t/h	2.1	Installed in 1986 Reheating F'ce, Heat treatment, Forging
Hot Press Shop	3.9 t/h	1.4	Installed in 1969 Saw, F'ce, Descaler, Hot press
(Purchased but not installed yet)			
Electric Arc Furnace	200		40 t/ch × 1 Tap-tap 68 min.
Billet Caster			□ 120 ~ φ 230 3 strands
Bar and Rod Mill	150		φ 10 ~ φ 90, Coil φ 5.5 ~ φ 26 Flat bar 100×10 ~ 130×40 Furnace 55t/h V mill × 22 Block mill × 8

#### 8.4.5 レココ製鉄所

##### D) 生産能力

ラドミール重機械コンプレックスの一部である鋳鍛鋼工場が、1979年12月ブルガリア機械輸出入公団(Machino Export)より神戸製鋼に発注された。神戸製鋼は、プラントの基本設計・設備の納入、据付・性能確認テスト、トレーニングサービス等を行い、1985年8月、ブルガリア機械輸出入公団に引渡した。

ラドミール重機械コンプレックスは、300万 $m^2$ の広大な敷地の中に製鋼、鋳造、熱処理、機械加工、試験・検査を有する鋳鍛鋼工場と製缶・機械加工組立工場を持つ重機械工場、並びにボイラー、酸素プラント、圧縮空気、水処理、ガス、電気等のユーティリティ部門より成る東欧圏で最新かつ最大規模の工場であった。1991年にラドミール重機械コンプレックスは、鋳鍛鋼工場(ユーティリティ部門を含む)、重機械工場および他の3社に分割され、鋳鍛鋼工場はレココと名称を変えた。レココの基本仕様による設備の生産能力はTable 8-9のとおり。実際の生産能力は、熟練労働者、技術者の不足および生産管理能力の不足から設備能力の1/3にも達し得ないものと思われる。

機械加工工場はブルガリア国独自で建設されたが、素材製造能力と比べ能力が不足している。従って、ロールは仕上加工されているが、他は中間加工または黒皮出荷されている。将来の増産計画に見合った機械加工設備の増設と仕上加工品増による付加価値の向上を検討すべきである。

鋳鍛鋼品は、プラント設備の重要部品に使用されるため、客先にとってメーカの品質保証は重要な関心事である。レココでは、品質保証の国際規格であるISO 9002の認定を受けるべく2年前よりコンサルタントの指導を受け、Q.A. Manualを作成し実行しており、96年末までに認定を取得する計画である。設備能力と較べ非常に生産量が少ない。受注量の拡大が何にもまして大切である。

主な鍛鋼品は製鉄用ロールであり、1989年までは国内およびロシア向に10,000トン/年以上の出荷実績をもっている。1990年以降は量が少なくなったが、国内向のロールが主要製品であることに変わりはない。1991年以降船舶用鋳鍛鋼品の販売に努め、フィンランド、スウェーデン、ポーランド等にラダーホーン、スタンプフレーム、推進軸、中間軸を輸出している。船体部品は、ロイド等の船級協会の検査、承認等を受けて出荷され、来年のISO 9002取得とともに品質保証体制を整えている。

また、これまでに製造した最大の鍛鋼品は、35トンのバックアップロール、30トンの船用軸、30トンのクラッシャー主軸である。3,600トンプレスで鍛造可能な最大鋼塊は80トンであり、40トンクラスの鍛造品の製造が可能であろう。最大の鋳鋼品は、出荷重量93トンのスタンプフレーム(94年) および87トンのクラッシャーケーシング(89年以前)であり、大型鋳鋼品メーカとして十分な実績と能力をもっている。

## 2) 歩留り、生産性及び労働生産性

### ① 歩留り

製鋼・造塊の歩留りは通常レベルである。鍛造品、鋳造品の歩留りは、年間平均で各々60%、50%であるが、これらの歩留りは個別の製品形状、仕様により異なり、平均値を論じても意味がないが、一般的なレベルといえる。

### ② 労働生産性

1人当りの年間生産量が東欧他社の1/2、先進国の1/10～1/20と非常に低い。生産性の向上、競争力の向上のためには受注の拡大が最大の課題である。工場の設備能力は同業他社と較べ同等であり、要員も充分でかつエネルギー、原料、副資材の調達も可能なので、レココの再構築、近代化のためには受注の拡大が最も大切である。

各部門ともにクレーン、メンテナンス、補助作業など主要作業以外の要員が多い。人件費が安いので、投資を伴う合理化は意味がないが作業内容の見直しは必要と考えられる。

## 3) 設 備

Table 8-9 に設備一覧を示す。

Table 8-9 Outline of Leko ko Steelworks

- 1 Established ; 1984
- 2 Number of Employees ; 1,591
- 3 Outline ; New large scale casting and forging steelworks. An increase in orders is the most important factor for reconstruction.
- 4 Main Equipment ;

(Unit: × 10<sup>3</sup>ton/year)

Equipment	Capacity	Production	Description
Electric Arc Furnace	150	17	15 t/ch, 25 t/ch, 60 t/ch 1 each
Refining Equipment		17	VOD (for stainless steel, 75t/ch, under repair) VAD (70t/ch)
Casting Shop	43	0.7	Molding mixer, Shot blast, Shakeout machine
Forging Shop	45	4.1	Annealing t'ce (50, 80, 150, 250 ton), etc. Press (3600, 1600t), Furnace
Heat Treatment Shop	28		Heat treatment furnace, Rapid heating t'ce, Induction heating machine, Oil quench tank
Machining Shop			Lathe, Drill, Milling machine, Grinder, etc.
Continuous Casting Machine	90		φ 170 ~ 360mm (Purchased but not installed yet)

## 8.5 エネルギー

### 8.5.1 エネルギー設備

#### 1) クレミコフチ製鉄所

##### a) 電力

###### ① 消費量

1993年消費実績は、 $1,283 \times 10^6$  Kwhであり、時間平均147Mwhである。この内67%を電力会社より購入している。粗鋼トン当たり869Kwh消費している。

###### ② 電力設備の特徴

- ・消費電力量に比較して、受電電圧が高く、変圧器容量も大きく設備的に余裕のある設計となっている。
- ・電圧変動、フリッカーの発生源となる電炉負荷には、専用の回線と変圧器で高電圧の系統に接続し、所内のみならず所外にも電圧変動、フリッカーの影響を与えないようにしている。
- ・製鉄所に電力を供給する電力会社側変電所は、ブルガリア国の基幹系統である400KV系に接続された変電所であり、十分な容量を持つ安定した電源と言える。
- ・所内の主変電所（計6カ所）に給電する1次配電系統は、110KV 2回線でループ系統を構成し、信頼性のある給電系統である。
- ・400KV系変電所は新しい変電所であるため、よく整備された状態にあったが、No.1サブステーションは、構内の配線ピットの蓋が壊れ、かなりの部分開いた状態となっており、また、中の配線の敷設状態も悪く、保全方法の改善が必要である。

###### ③ 工場拡張時の電源制約について

製鉄所の電源設備能力は充分あり、将来の工場近代化の制約とはならない。

##### b) 天然ガス

天然ガスは、1975年より重油、石炭の代替燃料として導入された。クレミコフチ製鉄所は、粗鋼トンあたり4,538Mcalの燃料を使用しているが、その内44%が天然ガスである。

###### ① 消費量

1993年の消費実績は、 $364.454 \times 10^6$  Nm<sup>3</sup>、時間平均  $41.6 \times 10^3$  Nm<sup>3</sup> である。時間最大で約 $60 \times 10^3$  Nm<sup>3</sup> 消費する。

###### ② 供給系統

ブルガルガス会社（ブルガリア国のガス供給公社）より圧力 0.6 MPa のパイプラインで受け入れた後、4カ所の減圧室で、1,000mmH<sub>2</sub>Oに減圧

し、各工場に供給している。発電所のみ0.11 MPaで供給している。最大受入供給能力は、約 $85 \times 10^3 \text{ Nm}^3/\text{h}$ である。

③ 工場拡張時の天然ガス制約

供給能力はあり、工場近代化の制約とはならない。但し、冬期においてガス会社供給圧力低下が時々発生しており、ガス会社に対し改善の要求が必要である。

2) ストマーナ製鉄所

a) 電力

① 消費量

1993年消費実績は、 $543 \times 10^6 \text{ kwh}$ 時間平均62Mwhである。粗鋼トン当たり1,230kwh消費している。

② 電力設備の特徴

- ・消費電力量に比較して受電電圧が高く、変圧器容量も大きく、設備的に余裕のある設計となっている。
- ・電圧変動、フリッカーの発生源となる電炉負荷には、専用の回線と変圧器で高電圧の系統に接続し、所内のみならず所外にも電圧変動、フリッカーの影響を与えないようにしている。
- ・製鉄所に電力を供給する電力会社側変電所は、ブルガリア国の基幹系統である400KV系に接続された変電所、または同等の変電所であり、十分な容量を持つ安定した電源であると言える。

③ 工場拡張時の電源制約

製鉄所の受電設備能力は充分あり、将来の工場近代化の制約とはならない。

b) 天然ガス

粗鋼トン当たり1,507Mcalの燃料を消費しているが、すべて天然ガスが燃料として使用されている。

① 消費量

1993年の消費量実績は、 $83.2 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ 、時間平均 $9.5 \times 10^3 \text{ Nm}^3$ である。時間最大は約 $14 \times 10^3 \text{ Nm}^3$ と推定される。

② 供給系統

圧力0.6 MPa、 $\phi 500\text{mm}$ のパイプラインで受け入れ、減圧後0.6 MPa、0.06 MPa、0.02 MPaの3系統にて各工場に配給している。最大供給能力は、約 $30 \times 10^3 \text{ Nm}^3$ である。

③ 工場拡張時の天然ガス制約

供給能力はあり、工場近代化の制約とはならない。

### 3) プロメット製鉄所

#### a) 電力

##### ① 消費量

1993年消費実績は $33 \times 10^6$  kwh 時間平均3.8 Mwhである。製品トン当たり623 kwh消費している。

##### ② 電力設備の特徴

- ・消費電力量に比較して受電電圧が高く、変圧器容量も大きく設備的に余裕のある設計となっている。
- ・3回線で受電。電力会社側2箇所の変電所から分散して受電し、信頼性が高い。
- ・工場に電力を供給する電力会社側変電所は、ブルガリア国の基幹系統である400KV系に接続された変電所または同等の変電所であり、十分な容量を持つ安定した電源であると言える。

##### ③ 工場拡張時の電源制約

工場の受電設備能力は充分あり、将来の工場近代化の制約とはならない。

#### b) 天然ガス

製品トン当たり665 Mcalの燃料を消費しているが、そのうちピレットミルは天然ガスを、ボイラー用燃料としては重油を使用している。1994年中に重油は天然ガスに転換された。

##### ① 消費量

1993年の消費量実績は、 $3 \times 10^6$  Nm<sup>3</sup>、時間平均 342 Nm<sup>3</sup>である。ボイラー用の燃料が天然ガスに転換された場合、年間消費量は $1.4 \times 10^6$  Nm<sup>3</sup>増加する。

##### ② 供給系統

0.6 MPaのパイプラインで受け入れ場内に配給している。供給能力は、約15,000 Nm<sup>3</sup>/hである。

##### ③ 工場拡張時の天然ガス制約

供給能力はあり、工場近代化の制約とはならない。

### 4) カメット製鉄所

#### a) 電力

##### ① 消費量

1993年消費実績は、 $21 \times 10^6$  kwh 時間平均2.4 Mwhである。粗鋼トン当たり2,499 Kwh消費している。

② 電力設備の特徴

カメット製鉄所は、他の製鉄所の様に受電設備に相当する設備はなく、隣接するRepublic power station (熱併給発電所) より、直接工場電源の供給を必要な回線数で受けている。

③ 工場拡張時の電力制約

工場の近代化方策にもよるが、新EAF, 新ミルを建設する場合は新たな受電設備が必要であり、現状の設備では対応できない。

b) 天然ガス

粗鋼トン当たり2,136Mcalの燃料を消費しているが、天然ガスと重油が燃料として使用され、比率は1:3である。

① 消費量

1993年の消費量実績は、 $560 \times 10^3 \text{ Nm}^3$ , 時間平均  $64 \text{ Nm}^3$  である。

② 供給系統

ガス会社より 0.6 MPa,  $\phi 200\text{mm}$  のパイプラインで受入れている。最大供給能力は $5,000 \text{ Nm}^3/\text{h}$  程度と推察される。

③ 工場拡張時の天然ガス制約

工場拡張後の消費量の条件にて検討が必要である。

5) レココ製鉄所

a) 電力

① 消費量

1993年消費実績は、 $52 \times 10^6 \text{ Kwh}$  で、時間平均6 Mwh 消費している。粗鋼トン当たり3,055Kwh 消費している。

② 電力設備の特徴

- ・消費電力量に比較して、受電電圧が高く、変圧器容量も大きく設備的に余裕のある設計となっている。
- ・電圧変動、フリッカーの発生源となる電炉負荷には、専用の回線と変圧器で高電圧の系統に接続し、所内のみならず所外にも電圧変動、フリッカーの影響を与えないようにしている。
- ・製鉄所に電力を供給する電力会社側変電所は、ブルガリア国の基幹系統である400KV系に接続された変電所、または同等の変電所で、十分な容量を持つ安定した電源であると言える。

③ 工場拡張時の電源制約

製鉄所の受電設備能力は充分あり、将来の工場近代化の制約とはならない。



b) 天然ガス

粗鋼トン当たり6,110Mcalの燃料を消費しているが、すべて天然ガスが燃料として使用されている。

① 消費量

1993年の消費量実績は、 $13 \times 10^6 \text{ Nm}^3$ 、時間平均  $1.5 \times 10^3 \text{ Nm}^3$ である。

② 供給系統

圧力 0.6 MPa,  $\phi 420\text{mm}$ のパイプラインで受け入れ、工場に配給している。

最大供給能力は、約  $20 \times 10^3 \text{ Nm}^3$ と推定される。

③ 工場拡張時の天然ガス制約について

供給能力はあり、工場近代化の制約とはならない。

### 8.5.2 エネルギー収支

1) クレミコフチ製鉄所

a) 粗鋼エネルギー原単位

近代的な製鉄所に比較し、1.5～2倍のエネルギーを消費している。日本の一貫製鉄所の場合、石炭から発生する副生ガス（コークス炉ガス、高炉ガス）を利用して電力、燃料のほとんどを自給している。しかし、クレミコフチは各工場のエネルギー原単位が悪いため、燃料、電力の不足分を多量に外部より購入しており、燃料の55%、電力の33%を自給しているのみである。今後、製鉄所全体の省エネを強力に推進していくことが必要である。

b) 主要エネルギー原単位

対粗鋼燃料原単位、電力原単位、低圧蒸気原単位、酸素原単位、窒素原単位、圧空原単位の1993年クレミコフチ製鉄所の実績と最も近代的な製鉄所の実績と比較すると、酸素原単位、窒素原単位以外は約1.5倍である。

c) 副生ガス発生原単位

COG, BFG発生原単位が高い。これはコークス比が高いことによる。エネルギーコスト面からの検討が必要である。

d) 所内各工場のエネルギー原単位

エネルギー原単位で重要な燃料、電力原単位が、大部分の工場で、近代的な製鉄所の値を上回っている。2倍以上の所内工場もある。

e) エネルギー設備の主要原単位

① 発電所

クレミコフチ製鉄所の発電所は、発電以外に高炉送風機、吸気ブロー用中圧蒸気、及び所内プロセス蒸気の供給をしている。燃料総使用量に占め

る発電所の燃料消費量が非常に大きく43%に達しており、かつ購入天然ガスの46%を消費するエネルギー多消費工場である。

この要因は下記のとおり。

- ・ 高コークス比のため、送風原単位が大きい。
- ・ 発電効率が低く、また所内率が高い。プラント制御装置の性能が悪い。
- ・ 製鉄所の低圧蒸気消費原単位が高い。

製鉄所の省エネを進めるためには、発電所の効率向上や他原単位の改善により燃料消費量を削減して行くことが非常に重要となる。また、天然ガスで発電する場合、購入電力価格より安価となる条件（時間帯別電力価格と天然ガス価格の比較）の時のみ発電するように運用することが必要である。

## ② 酸素工場

酸素発生原単位が悪く、また使用原単位も高い。

## ③ 電力夜間率

夜間時間帯に消費する電力の割合を、1993年クレミコフチ製鉄所契約値と水島製鉄所の実績を比較する。前者が33.3%、後者が46%である。電力夜間率を上げることは、電力コストを下げるうえで非常に有効である。

## ④ エネルギー管理

一貫製鉄所の場合、購入エネルギーコストを最小にするためのシステムの活用が重要となるが、クレミコフチではシステムのレベルが低い。

## 2) ストマーナ製鉄所

### a) エネルギー原単位

日本電炉メーカーの2倍以上のエネルギーを消費している。エネルギー消費量の内66%が電力、33%が燃料である。

### b) 省エネ対応

- ・ 燃料原単位、電力原単位とも悪く改善は急務である。
- ・ 燃料の天然ガスの30%は厚板工場で使用されており、加熱炉原単位が悪く早急な改善が必要である。また12.7%は低圧蒸気発生に使用されている。低圧蒸気は主に暖房に使用されており、適正な使用が必要である。
- ・ 電力の72%はEAF及びCCで消費されている。BAF、CCの原単位改善の必要性が高い。また、11%は酸素工場と主要工場以外で消費されており、これらの省電力を進める必要がある。

- ・ 圧縮空気は411Nm<sup>3</sup>/t-steel消費されている。日本の平均的使用レベルである130Nm<sup>3</sup>/t-steelよりかなり多く、省電力のためには、圧力と使用量の削減が必要である。

### 3) プロメット製鉄所

#### a) エネルギー原単位

日本メーカーの3倍以上のエネルギーを消費している。

#### b) 省エネ対応

- ・ 燃料原単位、電力原単位が悪く改善は急務である。
- ・ 燃料原単位 665Mcal/t-steelの内 30% の212Mcal/t-steelは、温水発生用ボイラーの燃料(重油)として消費されている。温水は機械暖房、工場暖房が主用途であり、省エネのため早急な対策が必要である。
- ・ 電力原単位 623kwh/t-steel の内 30%の 189Mwh/t-steel は、酸素、圧縮空気発生用として消費されている。酸素、圧縮空気の圧力、使用量の削減が重要である。
- ・ 以上のように燃料、電力とも非製造部門の消費の比率が高く、これらの部門の運転方法の改善を検討する必要がある。

### 4) カメット製鉄所

#### a) エネルギー原単位

日本の電炉メーカーに比べ多量のエネルギーを消費している(粗鋼エネルギー原単位で約5倍)。エネルギー消費量のうち66%が電力、23%が燃料、11%が低圧蒸気である。

#### b) 省エネ対応

- ・ 燃料原単位、電力原単位とも悪く改善は急務である。
- ・ 燃料は天然ガス、重油を1対3の割合で使用しており、天然ガスはPress工場のみで使用されている。全体の72%はBillet millで消費されており省エネを効果的に進めるためには、Billet millの改善が有効である。
- ・ 電力の52%はEAFで消費されている。電力原単位低減のためEAFの原単位改善をして省電力を図る必要がある。
- ・ 工場低圧蒸気の使用量も多く、適正に使用する必要がある。

### 5) レココ製鉄所

#### a) エネルギー原単位

日本メーカーに比較して、多量のエネルギーを消費している。(粗鋼エネルギー原単位で約4倍)

## b) 省エネ対応

- ・ 燃料原単位、電力原単位とも悪く改善は急務である。
- ・ 燃料の天然ガスの88%はEAFとShop-2で使用されており、省エネのためには、この工場の早急な操業改善等の対応が必要である。
- ・ 電力の45%はEAFで消費されている。電力原単位の改善にはEAFの原単位改善が有効である。また、15%は酸素と圧縮空気の製造で消費されており、これらの省電力を進める必要がある。特に圧縮空気は $2,820\text{Nm}^3/\text{t-steel}$ 消費されている。日本の製鉄所の最大使用レベルである $300\text{Nm}^3/\text{t-steel}$ よりかなり多く、省電力のためには使用量の削減が肝要である。酸素工場の発生電力原単位も悪い。

## 8.6 公害防止対策、及び公害防止対策設備

### 8.6.1 大気

大気汚染防止対策については以下のとおりであるが、Table 8-10「現状と対策要否判定」にまとめて示している。

#### 1) クレミコフチ製鉄所

##### a) 原料ヤード

原料ヤードでは、散水、被覆を実施していない。グラブクレーンでは、散水設備がない。コンベアは、カバー設置が付いているものもあれば無いものもある。乗継ぎ部は開かれているが集塵はしていない。クラッシャー、スクリーンには集塵機が設置されているが、現在は運転していない。散水車が6台あり、ヤード及びその他の道路に散水を実施している。環境面からは、ヤード散水等の粉塵対策が望まれるが、必須事項ではない。

Table 8-10 Environmental Countermeasures for Plant and/or Situation

①クレミコチ製鉄所

項目	現状の対策、排出濃度等	排出基準など	対策要否判定	備考
(1) 原料ヤード粉塵	大きな発塵無し 散水車周辺散水		不要	西欧等ヤード散水有り
(2) コンベア粉塵	ハウジング、地下道内 乗継ぎ部で一部発塵有り	粉体輸送のカパル、コパ7化	不要	乗継ぎ部集塵は不可欠ではない 西欧等一部乗継ぎ部集塵有り
(3) コークス炉装炭車集塵 ガイド車集塵	集塵システム無し 大きな発塵有り	MOE指導事項 西欧等集塵有 ドイツ設備基準 (集塵)	要	
(4) コークス炉炉蒸気	通常ドアを使用 エミッション有り	西欧等シールドア採用 ドイツ設備基準 (シールドア)	要	CA (アメリカ法) には 厳しい基準が設定されている
(5) コークス炉ガス脱硫	11 km <sup>3</sup> /H 脱硫 s 分 20 mg/m <sup>3</sup> 56-58 未脱硫 s 分 2--5 g/m <sup>3</sup>	西欧等脱硫、クワンシホク ドイツ S 分基準	要	将来ガス量: 55 km <sup>3</sup> /H 詳細は2000年時点で検討
(6) 焼結 主排ガス・ダスト	各炉用にE P 設置、出口濃度 #1: 297 #2: 149 #3: 252 #4: 132 mg/Nm <sup>3</sup>	80 mg/Nm <sup>3</sup>	要	目視ではE P 良好(93.10) E P 維持管理徹底も必要
(7) 焼結 主排ガス・SOx	200-260 ppm 程度、 個別詳細データ無し	焼結対象基準なし	不要	特に高濃度ではない 西欧等殆ど排ガス脱硫無し
(8) 焼結 主排ガス・NOx	データ無し	焼結対象基準なし	不要	西欧等殆ど排ガス脱硫無し
(9) 焼結 クーラ・ダスト	各炉用にE P 設置、出口濃度 #1: 96 #2: 64 #3: 453 #4: --- mg/Nm <sup>3</sup>	80 mg/Nm <sup>3</sup>	要	#2: 276 mg/Nm <sup>3</sup> (1993年-)
(10) 高炉 原料棚集塵	#1BF: 集塵システム無し #3BF: 5,000 m <sup>3</sup> /min EP 集塵	西欧等集塵有 80 mg/Nm <sup>3</sup>	対策計画 中	
(11) 高炉 鋳床集塵	集塵システム無し 大きな発塵有り	MOE指導事項 西欧等集塵有 ドイツ設備基準 (集塵)	要	
(12) 高炉 二次 (建屋) 集塵	集塵システム無し	---	不要	一次 (鋳床) 集塵で対応
(13) 石灰炉排ガス集塵	160 km <sup>3</sup> /H E P 設置 出口濃度: 10 g/Nm <sup>3</sup>	MOE指導事項 130 mg/Nm <sup>3</sup>	要	
(14) 転炉主排ガス集塵	V S、散水設備設置 出口濃度: 100 mg/Nm <sup>3</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup> ドイツ等: 50 mg/Nm <sup>3</sup>	要	目標濃度は50で考える

項目	現状の対策、排出濃度等	排出基準など	対策要否判定	備考
(15) 転炉炉口集塵	集塵システム無し 大きな発塵有り	MOE指図書項 西欧等集塵有	要	
(16) 転炉 二次(建屋)集塵	集塵システム無し	---	不要	一次(炉口)集塵で対応
(17) 電気炉直引集塵	1.000 Nm <sup>3</sup> /min wet-scrubber設置 出口濃度: #1 18-107 #3 66-353 mg/Nm <sup>3</sup>	30 mg/Nm <sup>3</sup>	要	
(18) 電気炉二次(建屋)集塵	集塵システム無し	西欧、日本等一部集塵有	要	
(19) 加熱炉、ボイラ等 ばいじん(ガス、SOx、NOx)	天然ガス採用	排出基準の例: (トヨタ) 500Kw--5Mw fuel: 固体 液体 気体 ガス 150 80 --- SOX 2000 1000 --- NOX 500 450 200	不要	ガス: mg/Nm <sup>3</sup> SOX: ppm NOX: ppm

② ストマーナ、プロメット、レコ製鉄所

項目	現状の対策、排出濃度等	排出基準など	対策要否判定	備考
(1) ストマーナ 電気炉集塵	直引、二次集塵とも実施 E P 出口濃度一部基準超	30 mg/Nm <sup>3</sup>	対策計画有り	
(2) ストマーナ 石灰炉排ガス集塵	E P 設置(42-45 KNm <sup>3</sup> /H) 出口濃度: 25--370 mg/Nm <sup>3</sup> 一部基準超	MOE指図書項 gas量: 21 km <sup>3</sup> /H -20 -60 6L- mg/Nm <sup>3</sup> 150 130 80 130 mg/Nm <sup>3</sup>	要	
(3) ストマーナ プロメット レコ 均熱炉、ボイラ等ばいじん	天然ガス採用	排出基準の例: (トヨタ) 5Mw--50Mw fuel: 固体 液体 気体 ガス 120 50 10 SOX 2000 1000 --- NOX 500 450 200	不要	ガス: mg/Nm <sup>3</sup> SOX: ppm NOX: ppm

b) コークス炉

コークス炉ガスは、脱硫実施が11千 $\text{m}^3/\text{h}$  ( $\text{H}_2\text{S}$ :20  $\text{mg}/\text{m}^3$ )、脱硫無しが56~58千 $\text{m}^3/\text{h}$  ( $\text{H}_2\text{S}$ :2~5 $\text{g}/\text{m}^3$ )となっている。西欧の状況やクリーンエネルギーの観点から100%脱硫すべきである。

2基のコークス炉ともに、装炭車、ガイド車には集塵機は設置されていない。

上昇管からバフがみられる。消火は湿式方式が採用されている。

ダストその他に対する環境対策が必要であり、特に、装炭車搭載型の装炭時集塵機、押し出し時のガイド車集塵機、並びにドア洩れ防止のためのドアクリーナの設置などが重要かつ有効である。

c) 焼結炉

焼結炉は6基あるが、主排風はそれぞれ電気集塵機が設置されている。No.1~4焼結主排にはマルチサイクロンが設置されていたが、現在、全て休止(再稼動は腐食等で不可能の状態)となっている。煙突は、No.1~4焼結主排用に1本、No.5、6用に1本の計2本にまとめられている。

クーラー等の集塵も実施されていて、煙突はそれぞれに設置されている。

焼結機にかかる排ガス基準は以下のとおりである。

$\text{SO}_2$  : 規定なし

$\text{NO}_x$  : 規定なし

ダスト : 1995年までは150  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、1996年以降は80  $\text{mg}/\text{Nm}^3$

94年10月での現地調査時の目視では、主排用煙突からの排出状況は極めて良好であったが、No.1焼結主排のダスト濃度は、93年平均(4回測定)で954  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、94年9月までに実施したデータ平均(3回測定)で297  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ となっている。いずれも現行基準及び将来基準を超えた状況となっている。

集塵機の除塵効率はいずれも非常に高いが、平均実績値が将来基準値である80  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下となっているのは、No.6焼結主排と一般防塵No.10AEPの2基である。最大値を含めて安定的に基準内とするには、集塵機の適正運転管理(荷電電圧、ダスト払い落としなど)を確実に実施するとともに、EP入り口濃度の低減化(プレダスターの設置)が必要であり、かつ有効な対策となる。

d) 高炉

3基の高炉にはいずれも、B Gas用電気集塵機を設置し稼働させているが、鑄床集塵システムは設置されていない。出鉄口集塵、落し口集塵システムと、樋カバーなどの粉塵対策が必要である。ダスト排出基準である30  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ をクリアするためには、集塵機はバグフィルターとすることが必要である。

二次集塵(建屋集塵)は、出鉄口などで適切な集塵を行えば不要である。

e) 石灰炉

石灰焼成用にはロータリーキルンが2基あるが、古い方は稼動していない。新炉の排ガス量は16万 $\text{m}^3/\text{h}$ で、電気集塵機が設置されているが、ガス温度(300 $^{\circ}\text{C}$ )が高いため、有効に働いていない。集塵機の荷電は、ガス温度が200度以下でオン、以上でオフとなっているからである。出口のダスト濃度は10 $\text{g}/\text{Nm}^3$ で将来基準値(1996年から80 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )を大幅に超えている。同炉では、ドロマイトも培焼されているが、そのダスト排出基準も80  $\text{mg}/\text{Nm}^3$ である。

対策には、ガス冷却が必要で、安定的な基準達成のためにEPのバグフィルタへの変更が望ましい。

f) フェロアロイ炉

2基のフェロシリコン培焼炉があるが、それぞれ効果的なダストガス処理システムが設置されている。集塵機の仕様等のデータは未入手であるが、目視によれば、改善等の必要のない状況にあるといえる。

フェロマンガノ炉もあるが稼動していない。その排ガスのダストが基準を大きく超えていたため停止したものである。クレミコフチ製鉄所では適切な集塵装置を設置した上で再操業すべく計画している。

g) 転炉

転炉の排ガス処理はボイラー式であり、ベンチュリー及び散水設備が設置されている。ベンチュリー水量は200  $\text{m}^3/\text{h}$ で、引き続き120  $\text{m}^3/\text{h}$ の水が散水される。ベンチュリー入口ダスト濃度は30  $\text{g}/\text{Nm}^3$ で、100 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ まで集塵される。即ち、ダスト除去効率は99%以上となっている。

ダスト排出基準は30 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ であるが、ボイラータイプの場合には、いわゆるベストアベイラブルテクノロジーを採用しても、その達成は簡単ではない技術状況にあり、環境への影響を加味した科学的な基準の再検討が望まれる。

転炉炉口集塵等の施策が実施されていないため、吹錬時、出鋼時などでは大きな発塵、排出がみられている。このため、少なくとも炉口集塵は実施すべきである。

h) 電気炉

排ガス量は1,000 $\text{Nm}^3/\text{min}$ である。ダストの含有量は変動しており、No.1電気炉では、18 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ~107 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ と大巾に変動している。No.3電気炉では、同様に66 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ ~353 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ となっている。これらのデータはダスト排出基準(30 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ )を大きく上まわる数値であり、集塵機の効率を強化する必要がある。

冷却前の排ガス温度は1,500 $^{\circ}\text{C}$ であるが、ガスクーラー処理後は100 $^{\circ}\text{C}$ であり、バグフィルターが設置できる。バグフィルターでは30 $\text{mg}/\text{Nm}^3$ の集塵が可能であるので、集塵機はバグフィルターとすべきである。



i) 圧延加熱炉、ボイラー

均熱炉、ロッドミル、ピレットミル、熱延、CAL、バッチ焼鈍及びチューブミルには加熱用の炉が設置されている。また、ボイラーも複数設置されている。

これら炉及びボイラーの燃料は天然ガスであり、環境面からは問題はない。

2) ストマーナ製鉄所

a) 電気炉

排ガス量は、EPより1,595千Nm<sup>3</sup>/h、バグフィルターより295千Nm<sup>3</sup>/hであり、ダスト濃度はそれぞれ52mg/Nm<sup>3</sup>、38mg/Nm<sup>3</sup>で排出基準値(30mg/Nm<sup>3</sup>)よりやや高い値となっている。

EPのバグフィルターが増設されつつあり、これと既設バグフィルターの管理強化によりダスト基準に適合するものと思われる。

b) ガスカッター

スラブマシーン：集塵装置は設置されていない。

ブルームマシーン：バグフィルター2基が設置されている。

合計50千 m<sup>3</sup>/h バグフィルター

ダスト濃度：

入口 30mg/Nm<sup>3</sup>

出口 ND (ダスト濃度の表記にNDはやや科学的でないが、入口30mg/Nm<sup>3</sup>がそもそも低いので、問題はないと言える)

c) 連続铸造

トーチ用に集塵機が設置されている。

300千 m<sup>3</sup>/h 電気集塵機

ダスト濃度 : 出口 8 mg/Nm<sup>3</sup>

しかしながら、集塵機は部品腐食のため現在は停止している。

d) 石灰炉

石灰炉排ガスは冷却なしに直接集塵機に導かれ、除塵後42mの高さの煙突から排気される。排ガスの状況は次のとおりで、ダスト基準値を超える場合があり対策が必要である。

排ガス量は42,000~45,000 Nm<sup>3</sup>/hで、ガス温度は300°C (設計値は340 ~ 360°C) と高い。ダスト濃度は25~370mg/Nm<sup>3</sup>となっており、基準値 (1995年迄は200、1996年以降は130mg/Nm<sup>3</sup>) を超えることも多い。これは設計値にか

かわらずガス温度が高く、ダストの電気抵抗値が高いことが一因であると考えられる。

e) ドロマイトキルン

ガスは水冷却後電気集塵機に導かれる。除塵後のガスは60mの高さの煙突から排気される。排ガスの状況は次のとおりで問題はないと言える。

排ガス量は80,543 Nm<sup>3</sup>/hで、ガス温度は220°Cである。ダスト濃度は61mg/Nm<sup>3</sup>となっており、基準値(200mg/Nm<sup>3</sup>, 1996年以降は130mg/Nm<sup>3</sup>)を満たしている。

f) 圧延加熱炉、ボイラー

棒鋼、厚板の圧延加熱炉、焼鈍炉、ボイラー2基の燃料は天然ガスであり、環境面からの問題はない。

3) プロメット製鉄所

a) 圧延加熱炉、ボイラー

圧延加熱炉2基、ボイラー5基の燃料は天然ガスであり、環境面からの問題はない。

4) カメット製鉄所

a) 電気炉

電気炉は、圧延ライン等の工場から5Km離れた製鋼工場にあり、能力は10トン×3基である。うち1基が操業、他は停止中となっている。排ガスに関しては、サイド局所排気装置及び建屋集塵システムの建設が中断されたままとなっている。排ガス状況等のデータはない。集塵方式については、サイド局所集塵ではなく、直引が望ましい。35トン電気炉が設置される予定であったが、現在工事はストップしている。この場合にも、排ガス処理は直引が望ましい。

b) バーミル

バーミルの再加熱炉では重油を燃料としているが、現在休止中となっている。排ガスデータはないが、稼動時にはSO<sub>x</sub>、煤塵濃度が高いものと思われる。従って、燃料の転換(例えば天然ガス化)が望ましい。

c) ホットプレスミル

ホットプレスミルには3基の加熱炉があるが、電気誘導炉であり、環境問題はない。

d) フォージングミル

フォージングミルにはロータリ炉が1基、バッチ炉が2基設置されているが、いずれも燃料は天然ガスであり、排ガスデータはないが、問題はないと思われる。

e) ボイラー

ボイラーはなく、近隣の発電所から必要な熱水等を得ている。

5) レココ製鉄所

a) 電気炉

排ガスについてのデータはなく、行政当局も持っていない。バグフィルターの状態目視によれば、排出基準の30 mg/Nm<sup>3</sup>には適合していないものと思われる。

基準適合のためには、良質なバグフィルターへの交換が必要である。サイド局所システムは直引とするのがよい。

b) 加熱炉等

所内には、20を超える加熱炉、再加熱炉、予熱炉があるが、いずれも天然ガスを燃料としており、環境上の問題はないものと思われる。

以上の記述をまとめてTable 8-10に示す。

## 8.6.2 水質

1) クレミコフチ製鉄所

a) 水バランス及びフロー

フローをFigure 8-1、水質表をTable 8-11、水バランスをAppendix 8-1に示す。工業用水を確保すべく、Botunetze湖を所有している。

工業用水の水源は2つある。Pancharevo湖は硬度成分の低い水（全硬度90ppm(as CaCO<sub>3</sub>))を貯水し、純水装置等に約900m<sup>3</sup>/h給水している。

もう1つはBotunetze湖（全硬度約300ppm）であり、Pancharevo湖から給水される他に、Tailing PondとCinder Pondの処理水を受け入れている。Botunetze湖から製鉄所の各工場（但し、焼結工場と製鉄原料工場は除く）に給水される。なお、一部の給水は間接冷却水として使用した後、送水圧力でBotunetze湖に戻る。

Tailing PondとCinder Pondの処理水をリサイクルしているため、工業用水（新水）としての取水量は、約4,050(900+3,150)m<sup>3</sup>/hである。

製鉄所内の各工場には水処理設備があり、循環使用されている。工場・水処理設備の排水、排泥を処理するために、製鉄所の郊外に4つの排水処理設備がある。

#### Tailing Pond

焼結、製鉄原料の排水、排泥を受け入れ処理する池である。

#### Cinder Pond

中和の排水・排泥、純水装置樹脂の再生廃液、コークス炉のガス液、高炉・転炉・電気炉の集塵水のスラリー等を受け入れ処理する池である。

#### Wastewater Treatment (終末排水処理設備)

各工場・水処理設備の排水(除く、スラリー)を受け入れ処理する。

#### Treatment plant for domestic water

トイレ、食堂排水等を処理する下水処理設備であり、近くの村の下水も受け入れ処理する。

公共の河川に放流しているのは、Wastewater Treatment (約3,590m<sup>3</sup>/h) と Treatment plant for domestic water (約290m<sup>3</sup>/h) の排水であり、Lesnovska川に放流される。その後、Iskar、Danube川を経て黒海に注ぐ。この2つの水処理設備の排水が排水基準(現在、環境基準を排水基準と見なしている。詳細は7.1.3項参照)の適用を受ける。

1995年1月より、Wastewater Treatment(終末排水処理設備)の処理水をBotunetze湖に返送して再使用する工事が完成し、運用を開始した。これにより、処理水3,590m<sup>3</sup>/hの内、3,150m<sup>3</sup>/hをBotunetze湖に送水し、Lesnovska川への放流量を440m<sup>3</sup>/hに減らした。工業用水(新水)の取水量は、4,050m<sup>3</sup>/hから900m<sup>3</sup>/hに減少した。

#### b) 工業用水の水質と工場拡張時の工業用水制約

1995年1月よりWastewater Treatmentの処理水の大部分をBotunetze湖に送水した。これにより新水の量は減少した。現在、排水量は約440m<sup>3</sup>/hであり、粗鋼トン当たりの排水量は約3~4m<sup>3</sup>/t-steelとなった。日本の高炉一貫製鉄所の平均が約4m<sup>3</sup>/t-steelであるので、ほぼ同じレベルに達した。

しかし、これに伴いBotunetze湖では塩類が濃縮している。現在、全硬度で約300ppm、塩素イオンで70ppmとなっている。通常、塩素イオンは50ppm以下が目安である。藻の発生、スケールの発生、腐食の進行が起り易くなっているため、これらに対する注意が必要である。

工場拡張時の工業用水制約については、CC工場増設等による工業用水の増加は数百m<sup>3</sup>/hであり、問題となる量ではない。むしろ、現状の確認(腐食とスケール付着による問題の有無)を継続して行うべきである。

#### c) 排水濃度

終末排水処理設備であるWastewater Treatmentの排水の水質をTable 8-11に示す。排水基準を超過しているのは、油分、シアン、フェノール及びアンモニアである。

Figure 8-1 Kremikovtzi Steelworks Water Flow (July 1994)

Remark: F: Flow rate [m<sup>3</sup>/h]  
→: (1995. 7)

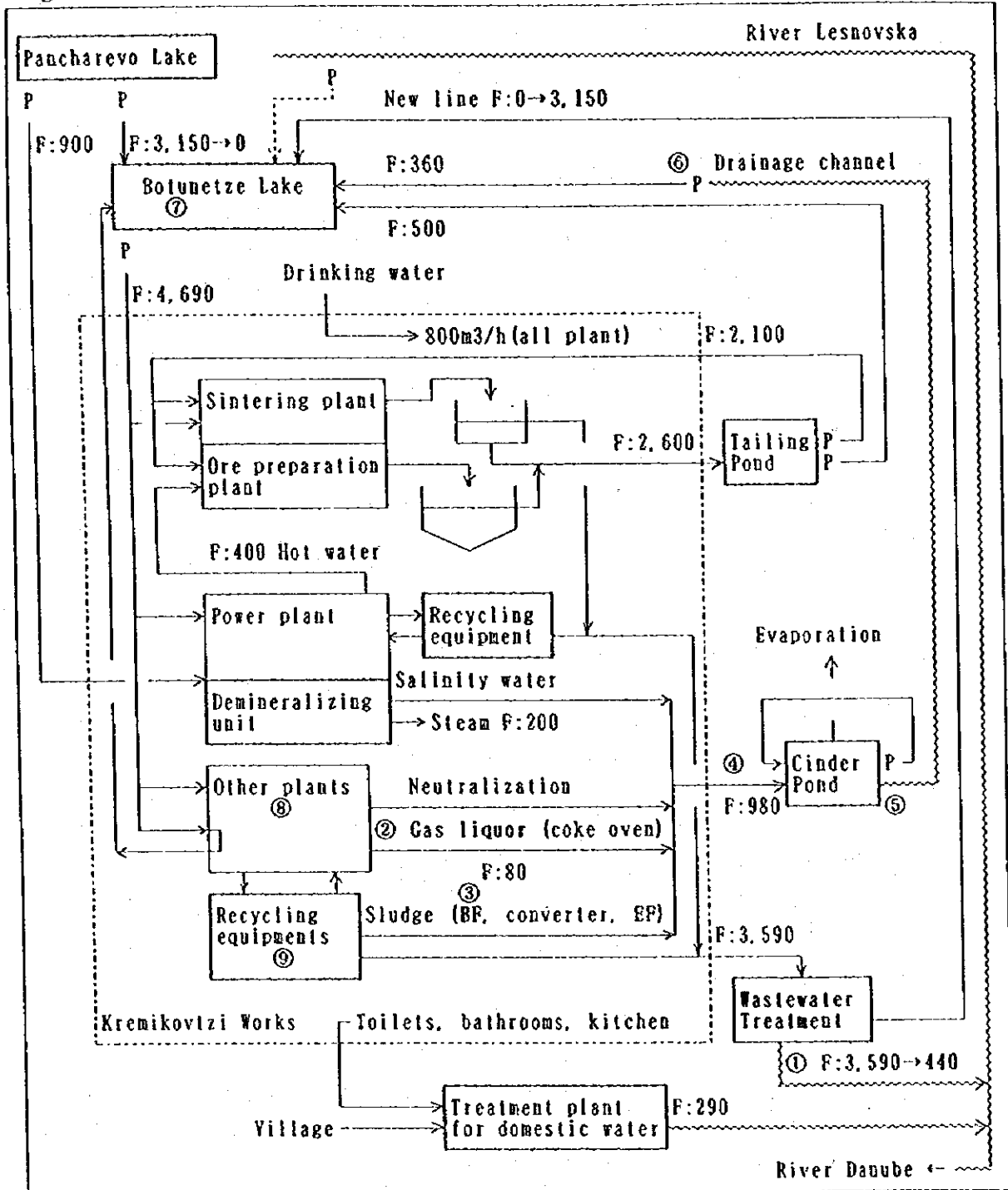


Table 8-11 Water Quality (ppm)

(Jan. - Aug. 1994)

Items	① WT effluent	Effluent standard	Judgement ※	② Coke oven-gas liquor	Cinder pond		⑥
					④ Inlet	⑤ Outlet	
Flow rate	3590 m <sup>3</sup> /h			80 m <sup>3</sup> /h	980 m <sup>3</sup> /h		360 m <sup>3</sup> /h
oil	11	< 0.3	×	1000	5	2	0
phenols	0.12	< 0.05	×	900	70	38	0.6
CN <sup>-</sup>	0.15	< 0.05	×	40	9	2.5	0.14
NH <sub>3</sub>	2.0	< 2.0	×	1200	82	41	12.7
T-Fe	1.7	< 1.5	×		75	10	0.6
COD	12.6	< 30	○	1744	400	110	3.8
SS	21	< 50	○		5600	25	10

WT. Wastewater Treatment

※ ○: good  
×: bad

油分については、次のとおりである。

- ① 各工場（特に、熱延工場）から排出される油の量が多く、Wastewater Treatmentの原水濃度は、23ppm(max 36ppm) である。
- ② Wastewater Treatmentの処理能力（設計値）は流量（後段の加圧浮上槽の能力）3,380m<sup>3</sup>/hで、処理水のSSを原水の150ppmから50ppmへ、油分を原水の110ppmから15ppmとするものであり、油分は排水基準（油分<0.3ppm）に合致していない。
- ③ 加圧浮上槽の設計不良により、有効に運転できていない。
- ④ 凝集剤の注入を開始し、処理は改善されたが（処理水の油分3ppm(max 9ppm)、凝集剤の注入箇所が適切でない。

シアン、フェノール、アンモニアについては、次のとおりである。

- ① コークス炉ガス液が無処理のままCinder Pondに送られ、そこで処理されるが不十分である。その処理水（水質はTable8-11の⑥）はBotunetze湖に送られ、補給水の一部として各工場の水処理設備に送水される。最終的にWastewater Treatmentに流入し、排水基準オーバーの要因となっている。  
（Figure 8-1, ②→④→⑤→⑥→⑦→⑧→⑨→⑩） 従って、コークス炉ガス液の処理設備が必要である。また、高炉集塵水のシアン濃度が4ppmと高いため対策が必要である。

## 2) ストマーナ 製鉄所

### a) 水バランス及びフロー（Figure 8-2 参照）

この製鉄所はStruma川の上流部（Pernikili）に位置している。工業用水の水源地はStruma川にあるLoboshダムであり、そこから貯水池（Stomana pond）を経て、製鉄所内の各工場に給水される。製鉄所の使用水量の平均は1,579m<sup>3</sup>/hである。

所内の各工場で、工業用水は循環または一過式で使用され、8カ所の排水口からStruma川に放流され、Loboshダムを経てエーゲ海に至る。そして、このダムの一部の水が、再び、製鉄所に給水される。また、このダムはレココ製鉄所等の水源地にもなっている（Appendix 8-3参照）。

この製鉄所には、クレミコフチ製鉄所、プロメット製鉄所の様な終末排水処理設備はない。

b) 工業用水の水質と工場拡張時の工業用水制約

工業用水の硬度成分が高い（全硬度235ppm(as CaCO<sub>3</sub>)) ので、モールド冷却等の熱負荷の高い箇所については、Caスケールが析出して熱交換を阻害する恐れがあるので、注意が必要である。

現在、第3排水口（排水量470m<sup>3</sup>/h）の排水を回収して循環再使用する工事を行っているが、運用にあたっては、塩類の濃縮に注意すべきである。

工場拡張時の工業用水に対する制約については、特になし。

c) 排水濃度（Figure 8-2参照）

全ての排水口で油分が2～5ppmであり、排水基準（油分<0.3ppm）を満足していない。特に、圧延工場の直接冷却水の排水中に油が（日本に比べて）非常に多い。

油分を含んだ排水が排水口を経てダムに流れる。工業用水はダムから取水しているので、補給水中に油分が検出される時がある。

原因は大きく分けて2つある。

- ① 含油排水と油を含んでいない一般排水を分離していないこと、及び現状の排水処理設備は、油を分離・除去する機能を持っていないこと（設備上の問題）。
- ② 「水処理設備に油が混入しても仕方がない」という風潮があるため、安易に油が排水中に流れること（運用上の問題）。

3) プロメット製鉄所

a) 水バランス及びフロー（Appendix 8-4参照）

工業用水の水源はYasna Polynaダムである。このダムから工場の直接冷却水に給水する。この他に、工業用水（全硬度200ppm）を脱塩装置で硬度を下げ、工場の間接冷却水、純水装置に給水している。給水量の合計は約170m<sup>3</sup>/hである。

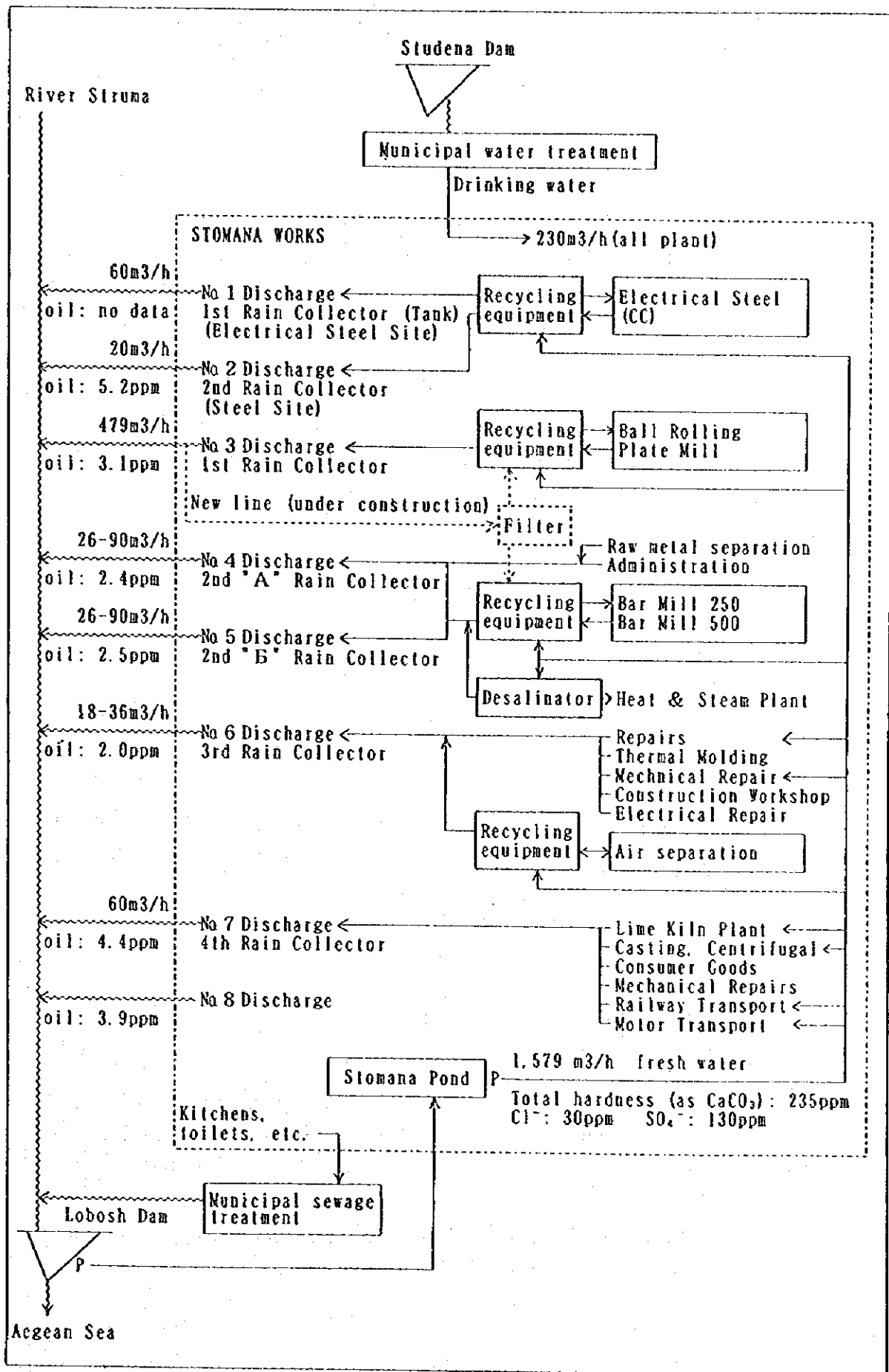
製鉄所からの各種排水は、製鉄所の郊外にある排水処理設備（含油排水処理、下水処理、雨水排水処理）で処理される。そして、処理水はダムに送水し再使用されている。一部は黒海に送水（放流）される。

b) 工業用水の水質、及び工場拡張時の工業用水制約

工業用水の全硬度は125～200ppm、塩素イオンは20～30ppmで、全硬度が比較的高いが、脱塩装置が設置されているので問題ない。

工場拡張時の工業用水に対する制約については、特になし。

Figure 8-2 Stomana Steelworks Water Balance





c) 排水濃度

棒鋼・形鋼工場からの排水（直接冷却水）中には油が多いが、最新式の含油排水処理設備（加圧浮上槽とろ過器と活性炭槽で構成）で処理されているので、最終排水処理設備の排水（処理水）の水質は油分を含めて排水基準を満足している。

4) カメット製鉄所

a) 水バランス及びフロー（Appendix 8-5参照）

工業用水の水源は Studenaダムで、約400m<sup>3</sup>/h取水している。この製鉄所はMir地区とBlogoi Porov地区の2カ所に分かれている。Mir地区では、工業用水は電気炉及び棒鋼工場で一過式で使用され、各々の排水口からStruma川に放流され、Loboshダムを経てエーゲ海に至る

Blogoi Porov地区では、工業用水は主に間接循環冷却水として使用される。その排水は他の下水等といっしょに、市の下水処理設備に送水される。そこで処理された後、Struma川に放流され、Loboshダムを経てエーゲ海に至る。

b) 工業用水の水質と工場拡張時の工業用水制約

工業用水の水質測定をしていない。水質管理をすべきである。

工場拡張時の工業用水に対する制約については、特になし。

c) 排水濃度

Mir地区の排水の水質は測定していないが、電気炉の排水については、冷却みの排水（Appendix 8-5.B点）なので排水基準に対して問題ないと思われる。棒鋼工場沈殿池の排水（Appendix 8-5.C点）は、油分が高くなる可能性があるため注意を要する。また、水質測定をすべきである。

Blogoi Porov地区の排水（Appendix 8-5.A点）の水質は、油分が32ppm、SSが86ppmと非常に高い。これは、機械工具工場、プレス工場から排出される油が原因である。

これらの廃水に対して、自然沈降による沈殿処理設備はあるが、油に対しては有効ではない。含油排水処理設備の設置が必要である。

5) レココ製鉄所

a) 水バランス及びフロー（Appendix 8-6参照）

この製鉄所は内陸部（Radomir市）にあり、工業用水の水源はストマーナ製鉄所と同じLoboshダムであり、貯水タンク（3000+6000m<sup>3</sup>）、濾過器を経て、製鉄所に給水（平均285m<sup>3</sup>/h）される。製鉄所内での水の使用は、ほとんど間接冷却水である。

排水口は3箇所あり、Struma川に放流され、Loboshダムを経てエーゲ海に至る。そして、このダムの一部の水が製鉄所に給水される。

b) 工業用水の水質と工場拡張時の工業用水制約

工業用水の水質は、ストマーナ製鉄所の工業用水の水質とほぼ同じであり、硬度成分が高い（全硬度285ppm）ので、加熱炉等の熱負荷の高い所についてはスケール付着等の注意が必要である。

工場拡張時の工業用水に対する制約については、特になし。

c) 排水濃度

各排水口（Appendix 8-6.A～C点）での水質分析データはないが、油の漏れさえ無ければ（日常の管理をきちんとしていれば）、排水基準を満足しているものと思われる。排水の水質管理をすべきである。

6) その他

公害上（法規上）問題ないが、水処理設備として改善を要する項目をAppendix 8-7に列記する。

8.7 生産コスト

ブルガリア国鉄鋼産業の生産コストには著しい特徴が見られる。本章では生産コストの調査結果及びその特徴と問題点について述べる。

8.7.1 ブルガリア国の平均生産コスト

1993年のトン当たりの平均生産コストは以下のとおりである。

主原料費		
コーキングコーク	52	US\$/トン
鉄鉱石/シンター/ペレット	47	
スクラップ	31	
小計	130	
その他原材料費 *	100	* エネルギー費、副原料、補助材料、外注費、経費等
労務費	49	
金利・償却前コスト	279	
減価償却費	9	
支払金利	46	
金利・償却後コスト	334	US\$/トン

注) 受託加工を行っているプロメット製鉄所、及び鋳鍛加工を行うレココ製鉄所を除く1993年度の平均生産コスト。(US\$への換算は、統計局発表の1993年12月次レートの平均US\$1 = 27.854レバを使用)

8.7.2 ブルガリア国鉄鋼産業の特徴

上記8.7.1項のブルガリア国の生産コストと世界の鉄鋼産業の生産コストを比較すると、次のとおり著しい特徴が見られる。(Table 8-12 参照)

Table 8-12 International Cost Comparison

(per metric ton shipped) \*

	Bulgaria	Australia	India	South Korea	Taiwan	Brazil	Mexico	USA	Japan	Germany	U.K.	France	Nicor thin Slab
Currency conversion to/US\$	27.854	1.41	31.34	808	26.4	431	3.1	1	109	1.74	0.67	5.89	1
Major materials cost/ton shipped:													
Coking coal	52	17	76	37	39	56	36	34	34	43	40	38	-
Iron ore/sinter/pellets	47	42	33	49	50	37	52	61	47	57	54	51	-
Scrap	31	48	67	48	48	51	59	46	44	46	47	46	164
Total raw material costs	130	107	177	134	137	144	147	141	125	146	141	135	164
All other materials cost	100	144	174	161	165	160	172	141	186	170	152	160	140
Labor cost:													
Employment cost/hour	1.66	22.00	0.90	12.00	18.50	8.00	9.00	33.00	34.00	34.00	19.40	27.50	29.00
M\$/ton	29.5	5.3	58.4	6.7	6.8	8.6	9.5	4.7	5.0	5.2	5.2	5.2	1.5
Total labor cost	49	117	53	80	125	69	86	156	170	177	101	142	42
Total operating cost	279	368	404	375	427	373	405	438	481	493	394	437	346
Financial expenses:													
Depreciation expense	9	35	25	90	70	40	30	26	82	35	20	36	39
Interest expense	46	20	23	20	11	30	25	15	24	11	1	13	0
Total financial expense	55	55	48	110	81	70	55	41	106	46	21	49	39
Pretax cost	334	423	452	485	508	443	400	479	587	530	415	486	385
Cost through process:													
Coke ovens	101	59	96	100	111	118	71	118	107	128	109	116	-
Blast furnace	156	93	114	112	121	115	97	141	125	145	124	127	-
Liquid steel	160	157	175	172	185	177	164	198	195	209	182	192	224
Slab	185	184	218	200	216	205	202	231	229	247	211	223	245
Hot-rolled coil	232	247	282	249	285	259	274	302	303	329	272	292	266
Cold-rolled coil	494	328	365	323	377	337	368	391	399	429	350	382	326
S.C.&A. & Local state tax	279	368	404	375	427	373	405	438	481	493	394	437	346

\* Sources: Bulgaria, in 1993 per metric ton produced Other countries, Paine Webber "World steel dynamics" as of Feb. 1994

- ① インゴット、スラブ、ホットコイル等の生産コストは、世界の水準と比べて最も安い。
- ② 労務費が非常に安い。労働生産性は日本や西独の1/6であるが、賃金単価が日本や西独の1/20、メキシコ、ブラジルの約1/5であり、低い生産性を充分カバーしている。
- ③ 生産コストは安い一方で、売値も同様に安い。金利減価償却前コストはカバーしているものの、金利償却費込みではトン当たり US\$50程度の赤字となっている。また、売上に占める製品構成がピレット、スラブ等の半製品やホットコイル等低付加価値品に偏っている。
- ④ 金利償却前生産コストに占める主要原材料費のウェイトが47%と極めて高い。(日本 26%, 韓国 36%, メキシコ 36%) これは、銑鉄1トンを生産するのに必要なコークスが765kg、鉄源が1,850kg 等原単位が悪いこと、及び、製品の歩留りが悪いことに起因している。また、スクラップの国内価格は国策価格で約40ドル/トンと国際市場価格に比し極めて安い。国策価格がなければ、原料コストはトン当たり 190ドル程度になり、主要原材料費のウェイトは 50%を超えよう。
- ⑤ 減価償却費の負担は比較的低い。これは、設備投資があまりなされていないこと、及び償却期間が長いためである。
- ⑥ 金利負担が重い。1993年は金利率が年率40%にも上昇した。1994年度は政府による金利減免措置(8.7.4項 政府による金利減免措置参照)が取られ負担金利は減ったが、市中金利はレバ建てで年率70%にも上昇、また、US\$ 建借人は現在年率20%にも及んでいる。

### 8.7.3 各製鉄所の生産コストの概要と問題点

#### ① クレミコフチ製鉄所

1993年度は、平均売値は金利・償却前コストを若干上回ったが、金利・償却後では34ドル/トンの赤字となった。前述のとおり、コークス比、オアレシオが非常に悪く、また、製品歩留りが悪いいため原材料費が著しく高い。減価償却費は約3ドル/トンであり設備の老朽化が進んでいる。金利負担は約40\$ドル/トンとかなり負担がきつい

1994年度の金利・減価償却費込み生産コストは、前年比64ドル/トン 減少した。その主な内訳は、操業度差25ドル/トン、金利減免措置による金利低下19ドル/トン、及び、コークス比の低下(765kg/t → 660kg/t)による11ドル/トン、オアレシオ低下(1,850kg/t → 1,650 kg/t)による8ドル/トン等原料費の低減であった。

#### ② ストマーナ製鉄所

1993年度の平均売値は、金利・償却前生産コストをほぼカバーしたが、金利・償却費込みではトン当たり約100ドルの大幅な赤字となった。原材料、半製品や還元屑の受払管理が不明確であり、歩留り、原単位の正確な把握ができていない。一貫製鉄所時代の名残かボールミル、ラウンド・カリブレイテッド・ミル等低操業または不稼働資産、余剰在庫等が多く、平均生産コストを押し上げている。

1994年度の金利・減価償却費込み生産コストは、前年比96ドル/トン削減され、大幅な改善となった。主な削減内容は、操業度差29ドル/トン、労務費15ドル/トン、金利減免12ドル/トン、減価償却方法変更等による減価償却費の減少16ドル/トン、レバからUS\$建借入へのシフトによる金利負担減16ドル/トンであった。

③ プロメット製鉄所

1993年度は、加工賃収入がトン当たり59ドルにもかかわらず、金利償却前で既に加工コストは約95ドル、と全く採算が取れていない。これに減価償却費、金利がトン当たり200ドル強かかっており、作れば作るほど赤字が嵩む。早急な対策が必要である。

1994年度の金利・減価償却費込み生産コストは、前年度比216ドル/トン減少した。主な削減内容は、操業度差66ドル/トン、及び金利減免による金利負担減141ドル/トンであった。

④ カメット製鉄所

1993年度の平均売値は、金利・償却前コストをトン当たり300ドル以上も下回っている。これに金利、減価償却費を加えるとトン当たりの赤字幅は570ドルにも昇る。プロメット製鉄所と同様、操業すればするほど赤字が嵩んでいる。早急な対策が必要である。

⑤ レココ製鉄所

1994年度の金利・減価償却費込み生産コストは、前年比2,292ドル/トンの大幅削減を示し前年度の半分以下になった。その主な要因は、操業度差1,183ドル/トン、及び政府の金利減免措置による金利負担総額の減1,003ドル/トンであった。しかしながら、損益的にはまだ600ドル/トン程度の赤字である。レココの減価償却率は、償却固定資産の1.1%にしか過ぎず、過少償却が問題である。

(注) なお、1993年度は平均売値の算出に当たっては、信頼の置ける販売量の回答が得られなかったため、マテリアルフロー分析に基づく最終製品生産量を同年の販売数量と見なした。また、1994年度の換算レートは、統計局発表の1994年月次レートの平均US\$1=56.036レバを使用した。

#### 8.7.4 政府の金利減免措置

本章では、政府の金利減免措置について概要を述べる。1994年より6年間に渡る金利の減免に関する特別措置法が1993年12月公布された。製鉄会社に対する救済内容はTable 8-13のとおりであり、金利減免対象借入金は2億ドルに昇る。金利減免対象借入金は、1990年12月以前に契約され、1993年6月時点で6カ月以上債務不履行となっている借入金である。

Table 8-13 Contents of Special Treatment

Steelworks	Principal amount to be relieved		Contents of special treatment
	Million US\$	Million Leva	
Kremikovtzi	80	415	1. Repayment; 20 years after a 5 year grace period 2. Interest rate; 10 % p.a. 3. Relief ratio; 2/3 for the first 2 years, 1/2 for the succeeding 2 years and 1/3 for the next succeeding 2 years
Stomana	18	663	
Leko ko	0.5	208	
Kamet	86	17	

なお、産業省によると、プロメット製鉄所は同上対象借入金 (12.7百万ドル) について政府が肩代わりを実施済みとのことである。また、カメット製鉄所は現在管財人の管理下にある、とのことであった。

## 8.8 財務状況

ブルガリア国鉄鋼産業の財務状況は、1989年の民主化以降、市場の混乱による生産活動の低迷を反映し財務体質の悪化が著しい。全製鉄所とも政府の金融支援や操業アップにもかかわらず毎年経常損失を出している。以下に、ブルガリア国鉄鋼産業の財務状況の概要、及び各製鉄所の財務状況と問題点について述べる。

### 8.8.1 ブルガリア国鉄鋼産業の財務状況の概要

- ① 全製鉄所で1991年以降1994年まで一貫して経常損失を計上している。このため、自己資本比率、負債比率の悪化が著しい。累積損失が嵩むと資産再評価を実施しているが、恒常的な赤字のため財務体質は再び悪化するパターンを辿っている。また、流動比率も100%を越えている製鉄所はない(カメット製鉄所が1993年に262%となっているが、前払費用823百万レバ計上しているためで原因不明)。このため、資金繰りも逼迫し借入金増加の原因になっている。
- ② 営業利益では、1992年度はクレミコフチ及びストマーナ両製鉄所を除き赤字であった。1993年度はクレミコフチ製鉄所を除き赤字であった。1994年度は増産によりレココ製鉄所を除き黒地に転じた。1993年度のカメット及びプロメット両製鉄所の営業利益率は特に悪く、各々マイナス92.7%、マイナス67.4%と売上高の6~9割にも昇った。
- ③ 当期利益率でも、各製鉄所とも赤字を続けている。1994年では、クレミコフチ製鉄所がマイナス0.3%、ストマーナ製鉄所がマイナス6.8%、プロメット製鉄所がマイナス168%、レココ製鉄所がマイナス51.7%であった。
- ④ 一人当たりの売上高は、クレミコフチ及びストマーナ両製鉄所は、1994年で各々24千ドル、18千ドルであったが、プロメット及びレココ両製鉄所では、各々6.3千ドル、5.3千ドルと極めて少ない。また、カメット製鉄所の1993年実

績は、2.3千ドルで一人当たり労務費にも満たない。

- ⑤ カメット、及びレココ両製鉄所では売上高が異常に少ないため、年間売上高の総資産に対する割合は、各々2%(1993年)、14%(1994年)にしか達していない。プロメット製鉄所の総資産回転率は、増産により17%から1994年には54%に改善した。クレミコフチ及びストマーナ両製鉄所では1994年で各々111%、86%であった。また、在庫回転率を見ても、1994年でクレミコフチ製鉄所が5.28倍、ストマーナ製鉄所が5.06倍となっているのに対し、レココ製鉄所は2.01倍、また、カメット製鉄所では0.91倍(1993年)と、売上高が期末在庫金額の1~2倍にしか達していない。

## 8.8.2 各製鉄所の財務概況

各製鉄所の財務概況と問題点を以下に述べる。(Table 8-14参照)

### ① クレミコフチ製鉄所

1993年度は、累積損失が自己資本を上回り、債務超過に転落した。

1994年度は固定資産の評価替えを実施したため、自己資本比率、負債比率等の財務指標は改善した。操業度アップ、労務費・原材料費等の削減により生産原価も低減した。また、政府の金利減免措置により金利負担は27ドル/トン低下した。一方、販売数量が1993年に比べ25%増加したにもかかわらず、販売金額はドルベースで10%しか伸びていない。これは販売単価が平均で30ドル/トン下落したためであるが、世界の市況に逆行しており大きな問題点である。

この結果、損益は販売増とコスト削減が寄与し、営業利益率は3.6%から9.1%へ大幅に改善されたものの、当期利益では若干のマイナスが残った。(1993年当期利益率マイナス11.5%; 1994年当期利益率 マイナス 0.3%)

### ② ストマーナ製鉄所

1993年度は、一人当たり売上は13千ドルから16千ドルへ増加したが、コスト増のため、営業利益率はマイナス12.4%と大幅な赤字となった。この結果、借入金が増加し金利負担も重くのしかかった。

1994年度は前年に比し、操業度アップや労務費の目減り、政府の金利減免措置等により生産コストが大幅に低下した。一方、売上高はクレミコフチと同様、1993年に比し数量は18%増加したにもかかわらず販売単価が平均20ドル/トン下がったため、販売金額は8.7%の伸びに留まった。クレミコフチと同様、販売政策上の大きな問題点である。以上の結果、赤字は大幅に改善され、営業利益率はプラスに転じたものの(1993年マイナス12.4%; 1994年5.5%)、当期利益率はマイナス6.8%となった。(1993年当期利益率 マイナス49.2%) このため、自己資本比率は40.4%から19.5%へ、負債比率は1.5倍から4.1倍へ大幅に悪化した。

### ③ プロメット製鉄所

1993年は、売上高が総資産の0.17倍、在庫額の1.28倍と極端に少なく、営業利益率はマイナス67.4%と、赤字が売上の7割にも昇った。このため、1993年度は債務超過に転落した。また、借入金(19.3百万ドル)負担がきつく、金利負担が

トン当たり 200ドルにも昇った。早急に工場閉鎖等対応策を講ずる必要がある。

1994年度は1993年に比べ、操業度アップや政府の金利減免措置もあり、生産コストは大幅に低下した。金利・償却前コストではほぼ加工賃収入と同等となった。金利は191ドル/トンから50ドル/トンに削減されたが、政府による債務肩代わりの対象にならなかった1991年以降に発生した借入金の金利負担が非常に重い。また、営業外費用も40ドル/トンを超えている。このため、営業利益率はマイナス67.4%から4.6%へ改善したものの、当期利益率ではマイナス168%と依然大幅な赤字となっている。(1993年マイナス312%)

④ カメット製鉄所

プロメット製鉄所と同様、売上高が1993年で総資産の0.02倍、在庫額の0.9倍、固定資産額の0.06倍と、極端に少ない。また、一人当たり売上も2.3千ドルしかない。このため、営業利益率はマイナス92.7%と売上高と同程度の赤字が発生している。トン当たりの労務費は258ドル、金利は約235ドルとなっており、早急に工場閉鎖等対応策を講ずる必要がある。

⑤ レココ製鉄所

1993年度は、資産の再評価を実施したため自己資本比率は81%となった。流動比率は38%と低く資金繰りを圧迫している。

1994年は、前年に比し、操業度アップや政府の金利減免措置によりトン当たり金利込み生産コストはほぼ半減した。一方、販売単価は前年比横ばい乃至低落となり、損失幅は大幅に改善したものの依然大幅な赤字となっている。(1993年営業利益率マイナス19%、1994年営業利益率マイナス13.3%; 1993年当期利益率マイナス193%、1994年当期利益率マイナス51.7%)このため、剰余金を15百万ドル取り崩した結果、自己資本比率は81%から71.9%へ、負債比率は0.23倍から0.39倍へそれぞれ悪化した。

レココ製鉄所の問題点は、8.7.3⑤項でも言及したように、減価償却が異常に過少であること、売上が資産規模に比し非常に小さい(総資産売上回転率0.14倍、一人当たり売上高5.3千ドル)ことであり、経営規模を縮小するかマーケティングを強化していかないと存在が危ぶまれる。



Table 8-14 Financial Analysis

Δ= Minus

Financial indexes	Krenikovtzi				Stomana				Pronet				Kamet				Leko ko			
	1992		1994		1992		1994		1992		1994		1992		1994		1992		1994	
	1992	1998	1994	1994	1992	1998	1994	1994	1992	1998	1994	1994	1992	1998	1994	1994	1992	1998	1994	1994
1. Current ratio (%)	117	87	84	58	47	53	47	32	30	25	75	262	31	38	47	81	38	47	47	47
2. Equity ratio (%)	14.6	Δ 5.2	59.3	49.5	40.4	49.5	19.5	1.6	Δ 51.4	Δ 24.9	Δ 0.05	11.1	Δ 24.7	81.0	71.9	Δ 24.7	81.0	71.9	71.9	71.9
3. Liability ratio (%)	574.5	-	68.7	101.9	147.5	101.9	411.6	6.177	-	-	-	798.0	-	23.4	39.1	-	23.4	39.1	39.1	39.1
4. Interest coverage ratio (fold)	0.24	0.28	1.80	0.08	Δ 0.52	0.74	Δ 0.41	Δ 0.29	Δ 0.29	0.07	Δ 1.40	Δ 1.30	Δ 1.40	Δ 0.10	Δ 0.40	Δ 1.40	Δ 0.10	Δ 0.40	Δ 0.40	Δ 0.40
5. Operating profit ratio (%)	3.1	3.6	9.1	5.5	Δ 12.4	5.5	Δ 31.1	Δ 67.4	Δ 67.4	4.6	Δ 37.4	Δ 92.7	Δ 37.4	Δ 19.0	Δ 13.3	Δ 37.4	Δ 19.0	Δ 13.3	Δ 13.3	Δ 13.3
6. Net income ratio (%)	Δ 9.3	Δ 11.5	Δ 0.3	Δ 52.5	Δ 49.2	Δ 6.8	Δ 96.4	Δ 312	Δ 312	Δ 168	Δ 63.6	Δ 169	Δ 63.6	Δ 198	Δ 51.7	Δ 63.6	Δ 198	Δ 51.7	Δ 51.7	Δ 51.7
7. Sales amount per employee(1000US\$)	17	21	24	13	16	13	4.8	4.0	4.0	6.3	4.4	2.3	4.4	3.2	5.3	4.4	3.2	5.3	5.3	5.3
8. Labor cost (US\$/ton)	42	46	30	52	53	52	48	48	46	15	171	258	171	531	434	171	531	434	434	434
9. Sales/total assets ratio (fold)	1.29	1.59	1.11	N/A	0.52	0.86	0.16	0.17	0.17	0.54	0.05	0.02	0.05	0.07	0.14	0.05	0.07	0.14	0.14	0.14
10. Sales/fixed assets ratio (fold)	2.69	3.46	1.75	N/A	0.62	1.17	0.19	0.21	0.21	0.75	0.06	0.08	0.06	0.08	0.15	0.06	0.08	0.15	0.15	0.15
11. Sales/inventory ratio (fold)	3.40	3.76	5.28	N/A	5.16	5.06	1.48	1.28	1.28	4.28	1.63	0.91	1.63	0.74	2.01	1.63	0.74	2.01	2.01	2.01

[Definitions]

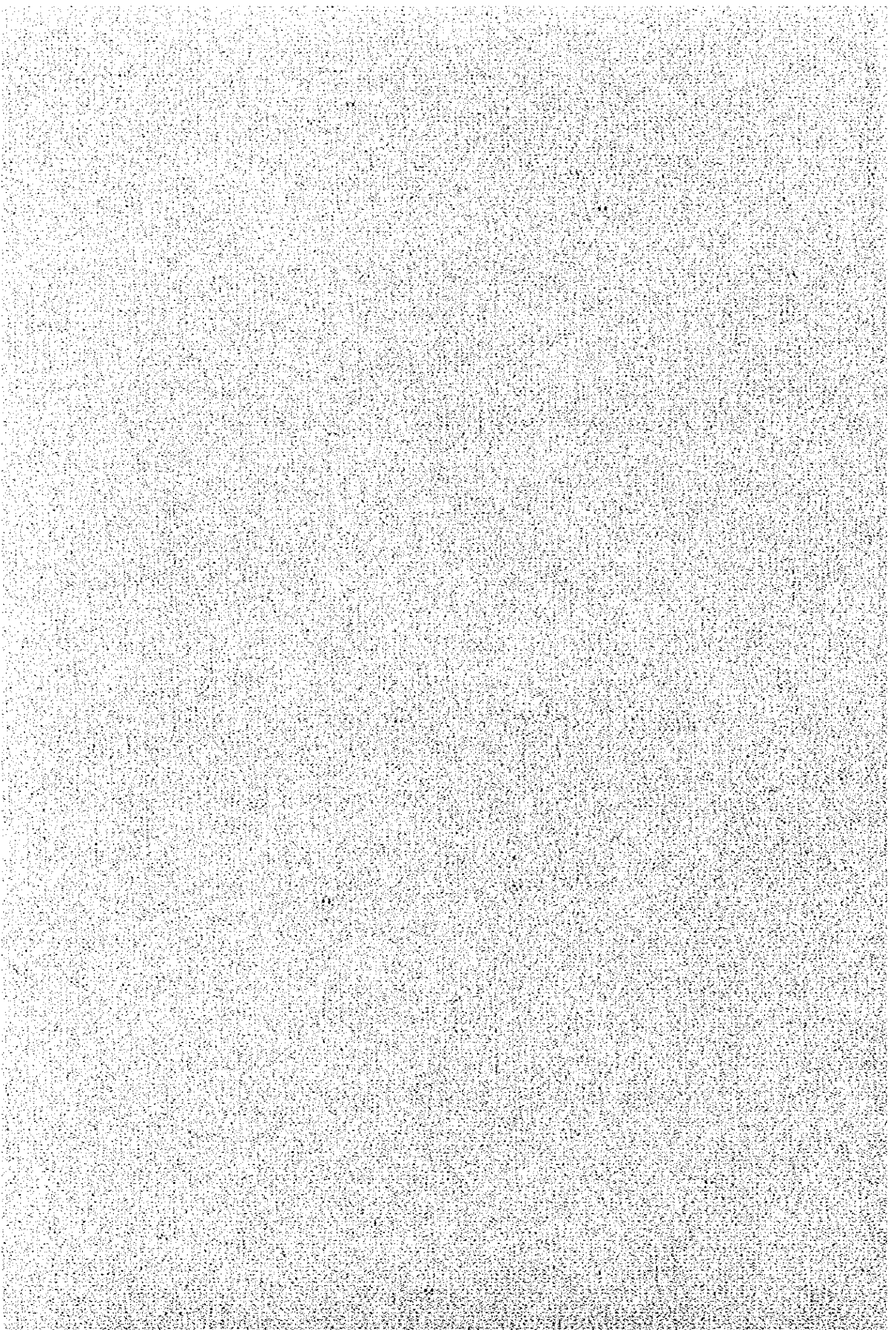
Current ratio : Current assets/Current liabil. x 100  
Equity ratio : Equity/Total assets x 100  
Liability ratio : Total Liabil./Equity x 100  
Interest coverage ratio: (Oper. profit + Interest income)/Interest expense

Operating profit ratio : Operating profit/Sales  
Net income ratio : Net income/Sales  
Sales/total assets ratio : Sales/Total assets  
Sales/fixed assets ratio : Sales/Long-term assets  
Sales/inventory ratio : Sales/Inventory

N/A: Not available

## 第9章 鉄鋼産業再構築の基本的枠組み

## 第9章 鉄鋼産業再構築の基本的枠組み



## 9. 鉄鋼産業再構築の基本的枠組み

第5章において、ブルガリア国の鉄鋼産業で生産される鉄鋼製品の生産量と製品を予測した。この鉄鋼製品をブルガリア国の5製鉄所で製造する生産プロセスの組み合わせ（シナリオ）は多く存在する。このシナリオの中から、実現性のある9シナリオを設定し、設定されたシナリオに従って各製鉄所の近代化案を作成する。

### 9.1 鉄鋼生産の基本的考え方

#### 1) 検討されるシナリオの構成

- a) 現在、ブルガリア国の鉄鋼産業は、年間約350万トンの鉄鋼生産能力を保有している。5.6項で述べたとおり、10年後の鉄鋼産業の必要生産能力（186万トン／年）は、現在保有の生産能力より大幅に少ない。従って、全製鉄所が生産を続けることは不可能であるため、最も生産コスト面で競争力のある製鉄所を存続させ、競争力のない製鉄所は廃止するか、または存続する製鉄所に合併する。
- b) ある特定の製鉄所の主な国際競争力を確保するのではなく、ブルガリア国の鉄鋼産業全体にとって得策であることを前提としてシナリオを検討する。

#### 2) 製鉄所改善の考え方

- a) 大気汚染防止及び水質汚濁防止設備が完備していないため、公害防止設備の設置を10年間で行う。特にクレミコフチ製鉄所は、ブルガリア国の首都であるソフィア市に位置し、同市に対し環境汚染を与えているため、同製鉄所の公害防止の徹底をはかる。
- b) ブルガリア国で鉄鋼製品の生産は今後とも継続され、今後10年間は、現在生産されている鉄鋼製品が国際競争力を持つよう生産力の縮小、生産コストの削減及び品質の向上を図る。
- c) 現在の生産能力及びプロセスは、前体制下の生産システムに適合している。将来とも鉄鋼産業を存続させるためには、将来の必要生産量に生産能力を適合させ、国際競争力に打ち勝つための改善を実施する必要がある。そのためには、各製鉄所、労働者及びブルガリア国政府が応分の犠牲を払わなければならない。
- d) 鉄鋼製品の生産コストは、原料及びエネルギー価格が将来、国際水準に上昇するものとして計算する。

#### 3) 生産計画

- a) 今後10年間は、現在生産されている製品の生産を継続する。鉄鋼新製品の生産はそれ以降、国内の需要及び世界の鉄鋼製品マーケットの動向を見て検討する。
- b) ブルガリア国で消費される鉄鋼製品は、ブルガリア国鉄鋼産業で生産する。

## 9.2 鉄鋼製品需要供給にかかる将来予測及び鉄鋼製品生産計画

5.6項で述べたとおり、楽観的ケースの方が、現在の生産実績、生産能力、ブルガリア国の関係者の意向から見てより現実性が高いと思われる。GDP成長率も5.1項で見たとおり、1994年にはプラスに転じた。(悲観的ケースのGDP成長率の1994年予測値はマイナス1.0%) 本項以降の鉄鋼製品生産計画は、すべて楽観的ケースの生産トン数を採用する。

鋼材国内見掛消費量は、経済回復に伴い、1993年の86万トンから2004年には123トンまで漸増する見通しである(5.3.3項参照)。一方、鋼材輸出量は、海外市場での競争激化に伴い、1993年の146万トンから2004年には103万トンまで減少する見通しである(5.5.7項参照)。その結果、鋼材生産量は1993年の160万トンから2004年には186万トンの微増に留まる見通しである(5.6項参照)。鋼材生産に対する輸出比率は、50%強のレベルに向けて低下し、徐々に欧州諸国の平均的な構造に近づく見通しである。鉄鋼製品の需要予測をTable 9-1に示す。

Table 9-1 Forecast of Steel Supply and Demand

(Million Tons)

	1993	1999	2004
Production	1.60	1.65	1.86
Domestic Consumption	0.86	1.00	1.23
Exports	1.46	1.04	1.03
Imports	0.72	0.40	0.40
Exports Ratio vs. Production	91%	63%	55%

Sources : National Statistical Institute & Ministry of Industry of Bulgaria  
(Forecast: JICA Consultant)

## 9.3 各製鉄所の近代化マスタープランで検討するシナリオ

### 9.3.1 シナリオの設定

製鉄所の現在の生産コスト及び財務状況を検討した結果、8.7.3項に示すごとく、カメット及びプロメットは生産コストが異常に高いため国際競争力が低い。また、財務状態も破産状態である。将来とも改善の見込みがないプロメットとカメットは閉鎖すべきである。しかし、プロメットの設備は2004年までの生産計画に合致する生産設備を保有し、また設備も新しく、閉鎖によって設備を破棄することはブルガリア国にとって損失であるため、他の製鉄所の一部の機能を持たせることを検討する。

- クレミコフチ製鉄所 : 存続させる。
- ストマーナ製鉄所 : 存続させる。
- カメット製鉄所 : 閉鎖する。
- プロメット製鉄所 : 閉鎖する場合と、クレミコフチまたはストマーナ製鉄所の一部として存続させる場合との2通り検討する。
- レココ製鉄所 : 存続させる

### 9.3.2 シナリオの評価方法

鉄鋼産業の再構築の目的は、生産コスト面で国際競争に打ち勝つことができるよう鉄鋼産業を改善することである。従って、シナリオの評価のクライテリアを生産コスト、設備投資、必要な政府の援助額及び労働者の削減数とする。

### 9.3.3 シナリオ検討手順

#### 1) 1993年の操業実績の評価

1993年の生産量、原料及びエネルギー使用量、生産歩留り、労働者数等生産コストを構成する事項について評価する。

#### 2) 生産コストの検討

1993年の操業条件をもとに、次の事項を織り込み、2004年の生産計画における鉄鋼製品の生産コストを算出する。

##### a) エネルギー及びスクラップの価格の上昇

国際レベルへの価格の上昇を織り込む。

##### b) 公害防止の完備

ブルガリア国の環境基準及び西ヨーロッパの公害防止レベルに合致した公害防止対策を行う。

##### c) 生産コスト削減、及び品質向上を目的とした操業条件及び設備の改善

#### 3) 経費の削減

固定費の30%削減を織り込む。

#### 4) 政府の援助

前項1)～3)項で算出された金利込み生産コストの総額が、目標平均販売価格を用いた製鉄所ごとの総売上金額を越えるシナリオには、政府による金利負担、借入金の肩代わり、借入金の資本への振り替え等政府が支援処置を与えるものとする。

### 9.3.4 目標平均販売価格の設定

バンコックにおいて鉄鋼製品の価格競争が最も激しく、価格が最も低い。従って、まず、バンコックのホットコイル及びピレットの価格を基準に目標国内及び輸出平均販売価格を設定し、その目標平均販売価格と各シナリオの製品コストと比較し評価する(5.5.6項参照)。ホットコイル、ピレット、ブルーム及びスラブの目標平均価格をTable 9-2に示す。

Table 9-2 Target Sale Prices at Bulgarian Steelworks

Steel Products from Kremikovtzi

	Domestic Sale		Export Sale		Target Sale Price (US\$/t)
	Price (US\$/t)	Quantity (10 <sup>3</sup> t/y)	Price (US\$/t)	Quantity (10 <sup>3</sup> t/y)	
Hot Coil	295	329	243	606	261
Bloom	235	269	193	191	218

Steel Products from Stomana

	Domestic Sale		Export Sale		Target Sale Price (US\$/t)
	Price (US\$/t)	Quantity (10 <sup>3</sup> t/y)	Price (US\$/t)	Quantity (10 <sup>3</sup> t/y)	
Slab	235	90	193	167	208
Bloom	235	164	193	117	218

9.3.5 検討されるシナリオの設定

第5章で予測された鉄鋼製品品種及び生産量の生産プロセスの組み合わせ、即ち、シナリオは無数存在する。無数のシナリオの中から、実現可能な9シナリオを設定した。このシナリオに基づいた生産計画をTable 9-3, 9-4に示す。

レココ製鉄所は鋳鍛鋼の半製品及び製品を、他の4製鉄所は普通鋼材を製造しており、レココ製鉄所と他の4製鉄所は生産プロセス及び客先が大きく違う。鉄鋼産業を一括した再構築計画を作成することは無理があるため、2グループに分けて再構築及び近代化計画を作成する。1グループはクレミコフチ、ストマーナ及びプロメット製鉄所、他のグループをレココ製鉄所とする。

9.4 原材料源（鉄鉱石、石炭及びスクラップ）計画

各シナリオに対する原料供給を検討した結果、供給に問題はない。

9.4.1 供給の見通し

1) 鉄鉱石及び石炭

クレミコフチ製鉄所で消費される鉄鉱石の殆どが粉鉱であるが、6.2.1項で述べたとおり、粉鉱は供給余力があり、供給面での問題はないと思われる。また、石炭についても、6.4.1項で見たとおり世界の需要は横ばいと予測され、供給面での問題はないと思われる。



Table 9-3 Steel Production at Each Steelworks

Scenario	Kinds of Products	Forecast										Total							
		1993					2004												
		Xreal- kovtzi	Stomana	Promet	Kamet	Others	Total	Xreal- kovtzi	Stomana	Promet	Kamet		Others	Total					
A	Long	560	169	32	9	0	770	324	153	0	0	82	559	380	156	0	102	638	
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	1138	427	0	0	82	1647	1313	448	0	102	1863	
A-2	Long	560	169	32	9	0	770	324	153	0	0	82	559	380	156	0	102	638	
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	1138	427	0	0	82	1647	1313	448	0	102	1863	
B-1	Long	560	169	32	9	0	770	120	204	153	0	82	559	148	232	156	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	934	478	153	0	82	1647	1081	524	156	102	1863	
B-2	Long	560	169	32	9	0	770	0	204	273	0	82	559	0	232	304	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	814	478	273	0	82	1647	933	524	304	102	1863	
C	Long	560	169	32	9	0	770	324	0	153	0	82	559	380	0	156	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	1138	274	153	0	82	1647	1313	292	156	102	1863	
C-2	Long	560	169	32	9	0	770	324	0	153	0	82	559	380	0	156	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	1138	274	153	0	82	1647	1313	292	156	102	1863	
D-1	Long	560	169	32	9	0	770	120	204	153	0	82	559	148	232	156	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	934	478	153	0	82	1647	1081	524	156	102	1863	
D-2	Long	560	169	32	9	0	770	120	204	153	0	82	559	148	232	156	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	934	478	153	0	82	1647	1081	524	156	102	1863	
D-3	Long	560	169	32	9	0	770	0	204	273	0	82	559	0	232	304	0	102	638
	Flat	440	208	0	0	0	648	582	204	0	0	0	786	662	210	0	0	872	
	Final	179	5	0	0	0	184	232	70	0	0	82	302	271	82	0	0	353	
	Total	1179	382	32	9	0	1602	814	478	273	0	82	1647	933	524	304	102	1863	

Long : Long Products, Flat : Flat Products, Final : Final Products

Sources : National Statistical Institute & Ministry of Industry of Bulgaria  
(Forecast : JICA Consultant)

2) スクラップ

ブルガリア国がスクラップを輸入する必要がある場合でも、6.2.2項で見たとおり、世界のスクラップの供給余力は充分であると思われる。

9.4.2 原料単価の設定

鉄鉱石、石炭及びスクラップの単価を下記 Table 9-5 に示す。鉄鉱石及び原料炭価格を先進国の価格に近付け設定した。

Table 9-4 Distribution of Steel Production of Each Steelworks

(1,000t/y)

	Scenario	Kremikovtzi	Stomana	Promet	Kamet	Others	Total
1993		74%	24%	2%	-%	-%	1602
2004	A, A-2	70	25	0	0	5	1863
	B-1, D-1, 2	59	28	8	0	5	1863
	B-2, D-3	51	28	16	0	5	1863
	C, C-2	70	17	8	0	5	1863

Others show production by other steel makers including Leko ko and excluding Kremikovtzi, Stomana, Kamet and Promet.

Table 9-5 Iron Ore and Coking Coal Price (Unit : US\$/t)

Powdery ore	30.00
Coking coal	60.00
Import scrap	145.00
Domestic scrap	95.00

原材料に関する詳細はAppendix 9-1に示す。

## 9.5 エネルギー源計画

各シナリオに対するエネルギー供給を検討した結果、供給に問題がない。シナリオ選択がエネルギー供給面から制約を受けないことを確認するため、シナリオ毎の製鉄所年間エネルギー（天然ガス、電力）購入量を想定する。予想購入量は、どのシナリオが選択されても現状供給能力で充分対応できることを示しており、シナリオ選択の制約とはならない。

エネルギー単価の見通しは下記のとおりである。

天然ガス	:	0.12	US\$/Nm <sup>3</sup>
電力	:	平均	0.05 US\$/kwh
		夜間	0.024 US\$/kwh
		昼間	0.048 US\$/kwh
		ピーク時	0.088 US\$/kwh

エネルギーの使用量、供給能力等についてもAppendix 9-1に示す。

