マレイシア国クランバレー
都市ガス供給開発
計画調査報告書
(要約)

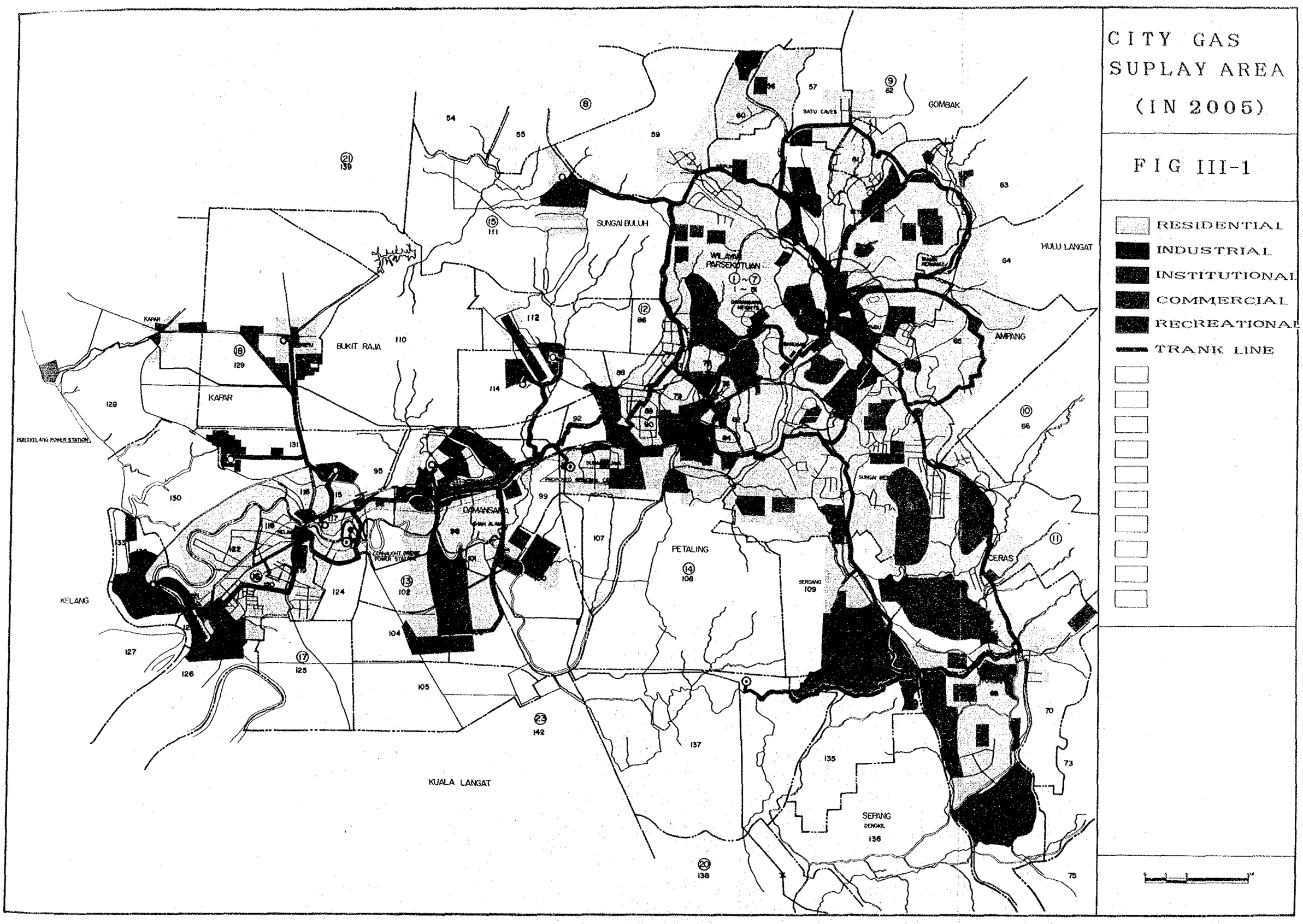
1987年5月

国際協力事業団

マレイシア国クランバレー
都市ガス供給開発
計画調査報告書
(要約)

1987年5月

国際協力事業団


CITY GAS
SUPLAY AREA
(IN 2005)
FIG III-1
RESIDENTIAL
INDUSTRIAL
INSTITUTIONAL
COMMERCIAL
RECREATIONAL
TRANK LINE
GOMBAK
HULU LANGAT
AMPANG
CERAS
SEPANG
DENGKIL
PETALING
SERDANG
DAMANSARA
KUALA LANGAT
KELANG
KAPAR
BUKIT RAJA
SUNGAI BULOH
WILAYAH PERSEKUTUAN
BATU CAVES
PORTKELANG POWER STATION
CONNAUGHT BRIDGE POWER STATION

ABBREVIATION

Organization and Project

ADB	Asian Development Bank
ASEAN	Association of South East Asian Nations
BP	BP Malaysia Sdn Bhd
Consultant	Tokyo Gas Engineering, UNICO International Corporation
DID	Drainage and Irrigation Department
EPMI	Esso Production Malaysia Inc
EPU	Economic Planning Unit
EIA	Environmental Impact Assessment
ESSO	Esso Malaysia Bhd
FAO	Food and Agricultural Organization of the United Nations
FELCRA	Federal Land Consolidation and Rehabilitation Authority
FELDA	Federal Land Development Authority
F.T of K.L	Federal Territory of Kuara Lumpur
GDP	Gross Domestic Product
GDPC	Gross Domestic Originated from Commercial Sector
GDPM	Gross Domestic Originated from Manufacturing Sector
GDPR	Real Gross Domestic Products
GNP	Gross National Product
GNPR	Real Gross National Products
GRP	Gross Regional Product
GPS	Gas Pricing Study
HAM	Highway Authority Malaysia
HICOM	Heavy Industries Corporation of Malaysia
HPU	Highway Planning Unit
ICU	Implementation Coordination Unit
JACTIM	The Japan Chamber of Trade & Industry, Malaysia
JETRO	Japan External Trade Organization
JICA	Japan International Cooperation Agency
KL	Kuala Lumpur
KVPS	Klang Valley Planning Secretariate
KVRPC	Klang Valley Regional Planning Council
KVTS	Klang Valley Transportation Study

MA	Ministry of Agriculture
METP	Ministry of Energy, Telecommunication and Posts
MIDA	Malaysian Industrial development Authority
MFT	Ministry of Federal Territory
MHLG	Ministry of Housing and Local Government
MLRD	Ministry of Land and Regional Development
MPW	Ministry of Public Works and Public Utilities
MRA	Malayan Railway Administration
NEB	National Electricity Board
NUP	National Urbanization Policy
OECF	Overseas Economic Cooperation Fund, Japan
PERNAS	Perbadanan Nasional Berhad
PETRONAS	Petroliam Nasional Berhad
PDSB	PETRONAS Dagangan Sdn Bhd
PJ	Petaling Jaya
PGSB	PETRONAS Gas Sdn Bhd
PGUP	Peninsular Gas Utilization Project
PMD	Prime Minister's Department
Project	Overall project including planning, design, construction, operation, etc. related to the natural gas based city gas supply system to be located in the Klang Valley area of Malaysia
PWD	Public Works Department
SERU	The Social Economic Research Unit
SHELL	Shell Malaysia Berhad
SIRIM	Standards and Industrial Research Institute of Malaysia
SSB	Sarawak Shell Bhd
SSS	Selangar State Secretariate
SEPU	State Economic Planning Unit
S/W	"Scope of work" which is a written scope of feasibility study on the project contained in the agreement between EPU and JICA
TCD	Telecommunication Department, Malaysia
TPGPP	Trans Peninsular Gas Pipeline Project
UDA	Urban Development Authority
UNDP	United Nations Development Programme
WHO	World Health Organization

Unit and Conversion

mm	Millimeter
cm	Centimeter
m	Meter
km	Kilometer
in	Inch (1 in = 2.54cm)
ft	Foot (pl. feet)(1 ft = 0.305m)
cm^2	Square centimeter
m^2	Square meter
ha	Hectare (1 ha = 10,000m^2 = 2.471acres)
ft^2	Square foot (1 ft^2 = 0.0929m^2)
m^3	Cubic meter
Nm^3	Normal cubic meter at 0°C and 760 mm Hg
MMm^3	Million cubic meters
SCF, cu ft, cft	Standard cubic foot (1 ft^2 = 0.0283m^3)
MMSCF	Million standard cubic feet
l	Liter
kl	Kiloliter
gal	Gallon (1 British gallon = 4.546litters, 1 U.S. gallon = 3.785litters)
bbl	Barrel (1 barrel = 42 U.S. gallons)
g	Gram
kg	Kilogram
t, T, ton, Ton	Metric ton
lb	Pound (1 lb = 0.454kg)
LMT	Liquid metric ton (50% aques solution of caustic soda)
sec	Second
min	Minute
h, hr, Hr	Hour
d, D	Day
m, M	Month
y, Y	Year
°C	Degree centigrade
°F	Degree Fahrenheit
cal	Calorie
Kcal, K cal	Kilo calorie
BTU, Btu	British thermal unit (1 BTU = 0.252 K cal)

KBOE	Kilo barrel Oil Eqivalent
KTOE	KIlo ton Oil Equivalent
MMBTU, MMBtu	Million British thermal units
LHV	Low heating value
HHV	High heating value
PJ	Petajoule A Ampere
V	Volt
W	Watt
kW	Kilowatt
mW	Megawatt
kVA	Kilo-volt ampere
mVA	Mega-volt ampere
kWH, kWh	Kilowatt-hour
mWH, mWh	Megawatt-hour
HP	Horsepower
%	Percent
ppm	Parts per million
g/Nm^3	Gram per normal cubic meter
pH, PH	Hydrogen ion concentration
kg/cm^2	Kilogram per square centimeter
lb/in^2	pounds per square inch
mmAq	mm aqua (= water)
t/d, T/D	Metric tons per day
t/y, ton/y, MTA, MT/Y, T/Y	Metric tons per year
MMSCFD, MMscfd	Million standard cubic feet per day
BPCD	Barrels per calendar day
BPSD	Barrels per stream day
TPCD	Tons per calendar day
TPSD	Tons per stream day
MD	Man days
F/Ton, F/T	Freight tons

Technical Terms

ATF	Aviation Turbine Fuel
LNG	Liquefied Natural Gas
LPG	Liquefied Petroleum Gas
NG	Natural Gas
CNG	Compressed Natural Gas
BFW	Boiler Feed Water
CTW	Cooling Tower Water
FO	Fuel Oil
MFO	Medium Fuel Oil
MTBE	Methyl Tertiary Butyl Ether
E.P.C.	Engineering, Procurement and Construction
Flash Point (COC)	Flash Point (Cleveland Open Cup)
MM	Millions or Man-Months

Financial and Economic Terms

DCF	Discounted cash flow
IRR, IRROI	Internal rate of return on investment
EIRR, EIRROI	Economic internal rate of return on investment
FIRR, FIRROI	Financial internal rate of return on investment
IRROE	Internal rate of return on equity
C & F	Cost and freight
CIF	Cost, insurance and freight
FOB	Free on board
EMP	Energy Master Plan

Exchange Rate

M$, MD	Malaysian Ringgit (1 U.S. Dollar = M$2.65)
$, U.S.$	U.S. dollar
Yen	Japanese Yen (1 U.S. Dollar = 167 Yen)

ENERGY CONVERSION TABLE

Energy	Carolific Value in MMBTU	Carolific Value in kcal	Carolific Value as Natural Gas
LPG	47.23 MMBTU/Ton	11,902 kcal/kg	1 kg = 1.2051 Nm^3
Kerosene	43.97 MMBTU/Ton (S.G. 0.8)	8,864 kcal/liter	1 liter = 0.8975 Nm^3
Diesel	43.33 MMBTU/Ton (S.G. 0.85)	9,281 kcal/liter	1 liter = 0.9398 Nm^3
M.F.O.	41.03 MMBTU/Ton (S.G. 0.95)	9,823 kcal/liter	1 liter = 0.9946 Nm^3
Coal Bitumunous	11,000 BTU/lb	6,111 kcal/kg	1 kg = 0.6188 Nm^3
Wood		3,000 kcal/kg	1 kg = 0.3038 Nm^3
Charcoal		7,000 kcal/kg	1 kg = 0.7088 Nm^3
Electricity		860 kcal/kwh	1 kwh = 0.0871 Nm^3
Natural Gas	1,050 BTU/SCF	9,876 kcal/Nm^3	-

目　次

LIST OF TABLE (SUMMARY)

LIST OF FIGURES (SUMMARY)

1．プロジェクトの背景と諸条件

1.1 エネルギーの石油製品からの転換

マレイシアは油田およびガス田を持ち、原油の輸出とＬＮＧの形での天然ガスの輸出を行っている。

同国の、石油と天然ガスの埋蔵量は 2,350百万バーレルと48.5兆立方フィートと推定されている。ＢＰが1986年 Statistical Review of World Energy で発表したマレイシアの確認埋蔵量は石油は19.5年と少量であるのに対し、天然ガスは 100年を越すと言う。

上記のエネルギー事情からマレイシア政府は天然ガスおよび国産の石炭、水力によって石油製品を転換し、石油製品の消費量を減少させる方針を決定した。

この目的に沿った計画の一つとしてマレイシア政府は火力発電用の重油を置換する為、天然ガスを東海岸から西部及び南部に送る為の半島横断パイプラインの建設を決定した。

この天然ガスは、西海岸沿いの主要発電所が第一次供給先であるが、パイプライン沿線および近傍の工業用およびその他種類の需要に対しても供給し得るものである。

横断パイプラインは1989年までに完成されることになつており、1990年からは天然ガスを都市ガスに用いることが可能となる予定である。天然ガスの発熱量は、1,050 BTU/SCF ±10%である。

1.2 クランバレイ地区における都市ガスの必要性

クアラルンプールおよびセランゴール州の４群（ゴンバク、ペタリン、クランおよびハルランガット）から成るクランバレー地区は人口 270万を擁し、旺盛な商業活動と高度に技術的な工業を併せ持つ、マレイシアの中で最も発展度の高い地区である。この都市圏を支えるエネルギーは現在のところ、電力以外は基本的にはボンベ詰めＬＰＧ、灯油および木炭であり、これらは運搬のために最終的には人間の手を必要とする種類のエネルギーである。

クランバレー地区がそうであるように、都市が集中化、高層化するに伴い輸送効率および公衆の安全の点において、より都市構造に適した形態のエネルギーが求められるようになる。都市ガスすなわち導管で供給されるガス体エネルギーは、これまで世界中の大都市の大部分においてこの要求に対する答であった。また、クランバレーにおいても現にPETRONASによるバルクＬＰＧを用いる簡易導管供給に強い需要が見られることから同じ状況にあると判断される。

このような状況のもとにマレイシア政府は半島西岸へ輸送されて来る天然ガスの効果的利用を考慮して、一般的都市ガス需要ならびに当初から期待されている工業用需要を対象とする、ガス供給システムのクランバレー地区における実現可能性について調査することを企画し、日本国政府に対してフィージビリティスタディの実施を要請した。日本国政府はこれを承諾し、両者間で協議の結果、添附SCOPE OF WORK の通り実施することが決った。

1.3 クランバレイ地区の経済成長

調査団は第５次５ヶ年計画とKlang Valley Perspective Plan をもとにクランバレイ地区のＧＲＰ、人口、雇用を基本ケースとして見積り、またＥＰＵから提案された中間および低成長ケースについても代替ケースとして表１のように見積った。

マレイシアの経済成長（ＧＤＰ）は1970～1980年では 7.8%、1981～1985年は 5.8%であった。第５次５ケ年計画では1980～1990年では 5.0%を予測している。しかし、ＥＰＵは中間成長率として３%、低成長率として１%を提案した。

５ヵ年計画では、経済成長率をクアラルンプル地区は平均より高めに、セランゴル州全体では低めに予測されている。

しかし、Klang Valley Perspective Plan を考慮し、クアラルンプル以外のクランバレイ４県についても平均より高めの成長率を予測した。

クランバレイ地区のＧＲＰは1978年価格ベースで1985年には15,511百万マレイシアドルであつたものが基本ケースでは2005年には48,842百万マレイシアドル、中間成長で44,363、低成長では30,141百万マレイシアドルになると予想した。

第 5次 5ヶ年計画によればマレイシア、クアラルンプル、セランゴルの年間人口増加率はそれぞれ 2.5、 3.4、 3.4%になっている。クランバレイ地区の高い人口増加率は国内移民が多いためで、同地区の人口は1985年 2,534,000人から2005年に

は 5,450,000人になると予想される。

クアラルンプル地区の雇用者は1985年には 950,000人で2005年には基本および中間成長ケースでは 2,190,000人、低成長ケースでは 2,075,000人になると予想される。

クランバレイ地区の最善の発展のため、Klang Valley Secretariate やクアラルンプル、セランゴル州、クラン、シャアラム、バンギー、ゴムバックの各地区で作業が行われ、いくつかの開発計画が出されている。

調査団は上記計画を分析した。またこれら計画をもとにクランバレイ交通計画調査団が作製した1985年と2005年の都市部の土地利用計画は図 1 (1)、(2) の通りである。

クランバレイ交通調査団はクランバレイ地区を 133の区域に分けている。本調査団は交通と都市ガス計画の間に市場分析の面で共通ベースがあることから交通調査団の作製した区分を採用することとした。

クランバレイ地区の人口、ＧＲＰ、雇用は各区域のエネルギー消費量予測のため、各区域に配分された。

2．天然ガスと都市ガスの価格

PETRONASと調査団は、都市ガスに供給される天然ガスの価格として火力発電用の重油価格を利用することとし、また、都市ガス販売価格としては都市ガスが代替する燃料の価格をとることとした。シリンダーによるＬＰＧ価格を家庭用と食堂用に、バルクＬＰＧ価格をホテルと工場用に適用する。しかし、経済評価の場合はＥＰＵが予測した天然ガスの経済価格（表 10)を利用することとした。

石油製品価格（重油、ＬＰＧを含む）はＥＰＵから提案された図２のシナリオの中低シナリオで予想される原油価格の変動に応じて変化するものとする。

シンガポールFOB 石油製品価格を上記原油価格の中・低上昇率のケースとの相関で求め、それに種々の諸掛かりを加えてマレイシアの石油製品価格を推定した（表２）。原油価格の相違が経済分析に及ぼす影響については感度分析を行った。

しかしながら、将来マレイシアのＬＰＧ供給は需要を上まわることとなり、ＬＰＧは輸出されると考えられることから、経済評価に於てはＥＰＵから提示されたアラビアンガルフのＬＰＧ　ＦＯＢ価格（表 10)を使用することとした。表２にマレイシアでの石油製品販売価格を示した。

3．各需要部門におけるエネルギー消費量

調査団は家庭、商業および工業部門におけるエネルギー消費の実態を、データの分析、並びにアンケート調査、面接調査、電話による調査およびＬＰＧシリンダー重量実測などの諸方法を用いて調査した。

調査の対象としたエネルギーは家庭における調理および温水シャワー用のエネルギーならびにレストラン、ホテルおよび製造工業における電気を除く全消費エネルギーとした。全需要部門における1985および2005年のエネルギー需要は都市ガス換算で下記の通りである。（詳細は表３参照。）

（単位：10^6 Nm^3 ／年）

	1985(A)	2005(A')			(A')/(A)		
		基　本	中　間	低成長	基　本	中　間	低成長
家　庭　用	125.0	279.5	277.1	268.8	2.24	2.21	2.15
レストラン	43.4	100.0	100.0	94.7	2.31	2.31	2.18
ホ　テ　ル	7.5	19.0	19.0	19.0	2.54	2.54	2.54
工　業　用	242.3	779.4	707.4	478.9	3.22	2.92	1.98
合　計	418.2	1,177.9	1,103.5	861.4	2.82	2.64	2.06

4．潜在都市ガス需要

エネルギー消費実態調査の結果に基いて検討した結果、十分な妥当性のもとに都市ガスに転換されるエネルギーとして、各用途分野におけるＬＰＧの使用量、家庭で調理に用いられる灯油の一部（ベースケースで最大６０％）および都市ガス導入以後に設置される家庭用温水シャワー湯沸し器で消費されるエネルギーの５０％を考慮した。その結果は下記の通りである（詳細は表４参照）。

潜在都市ガス需要　（単位：10^6 Ｎm^3 ／年）

	1985(B)	2005(B')			1985(B/A) %	2005(B'/A')		
		基本	中間	低成長		基本	中間	低成長
家庭用	73.0	209.0	197.1	182.3	58.4	75.0	71.1	67.8
レストラン	33.3	76.9	76.9	72.9	76.9	76.9	76.9	76.9
ホテル	1.6	4.1	4.1	4.1	21.7	21.7	21.7	21.7
工業用	15.0	48.2	43.7	29.6	6.2	6.2	6.2	6.2
合計	122.9	338.2	321.8	288.9	29.4	28.7	29.2	33.5

さらに、製造工業用燃料油、ビルの冷房および自動車用圧縮天然ガス（ＣＮＧ）の需要についても参考のため試算をした。これらの追加需要は2005年において下記の通り見込まれる。（表８）

（単位：106 Ｎm3 ／年）

製造工業用燃料油	高いケース	731.3	１００％ 置換
	低いケース	365.7	５０％ 置換
ビルの冷房	高いケース	66.2	1996年後の新築ビルの50%
	低いケース	27.8	1996年後の新築ビルの4-40%
自動車用圧縮ガス		154.7	PGSB 予測

5．総合都市ガス供給システムの設計

総合都市ガス供給システムを潜在都市ガス需要に基づいて次のステップによって設計した。設計手順の概要を図３に示す。

基本供給設備システムとして、10Kg／cm²輸送導管、 3Kg／cm²大口客先用特殊供給導管、 0.3Kg／cm²一般供給導管から構成されるシステムを選定した。

このシステムは比較的稀薄な散在需要に適応していると共に将来の需要変動に対して高度の適応性を持っている。

2005年の造成地の範囲は本計画における土地利用計画の緻密な検討と、当該地の行政府による基本計画および詳細な現地調査によって決定された。この範囲は都市ガスの最大供給地域境界となる。

輸送用パイプラインのルートは、天然ガスを半島横断パイプラインから供給地内の可能な限り広い地域に供給できるよう計画されている。このルートは実地調査に基づくものであり、全ての区間で 10kg/cm²のパイプラインの敷設を可能にしている。ルートはカラー図（カバーに添附）に供給地とともに示す。

都市ガスに転換できる潜在的都市ガス需要と変換率は図４に示すように見積もられる。造成地外の全ての人口と不法居住地域人口の半分は転換しないと仮定する。

基本実行計画のスケジュールは図５の通りである。基本建設のスケジュールは５ヵ年の輸送用パイプライン建設と都市ガス導入後４ヵ年の供給システムの普及・整備とし、図６の通りと仮定する。輸送用パイプライン建設のスケジュールについて、即ち、都市ガスをクアラルンプルとその隣接都市部へ導入するスケジュールについて２つの選択肢がある。一つは最初に都心部に供給し、次に周辺部に移す案（センターケース）、もう一つはその逆（サーキュラーケース）である。両者の経済評価の結果、ほとんど差がないので、周辺部から中心部に向かう方法を採用した。

ＦＩＲＲ（固定価格ベース）　（％）

	税　前	税　後
センターケース	11.07	9.04
サーキュラーケース	11.19	9.11

設計流量計算に必要な負荷の要因はクランバレー地区の家庭部門と日本の同種の需要調査に基づいて決定した。1日の需要量の12%および24%がそれぞれ家庭用・商業用のピークの1時間に集中し、産業用の需要量は同じピークの1時間において年間需要量の 1/2,000が消費されることを設計条件に取り入れた。

ルート、直径、建設スケジュールは上記の条件に基づいて設計・計画され、図7に示す通りである。供給システムの建設費用を得るためにサンプル地区の結果を十分に検討し、全体の地域に当てはめた。

総合ガス供給システムの最終概念設計により求められた実際の需要家の数と都市ガスの販売量を、表5と表6に示す。

年間販売量は2005年末で下表に示す量的レベルに達し、2006年以降そのレベルが維持されるものとした。もちろん2006年以降の需要量増加に対しては若干の追加投資により対応が可能である。

(単位：10^6 Nm^3 ／年，%)

	2006年とそれ以降 (C)			(C)/(B')			(C)/(A')		
	基　本	中　間	低成長	基　本	中　間	低成長	基本	中間	低成長
家　庭　用	165.8	153.3	141.8	79.3	77.8	77.8	59.3	55.3	52.8
レストラン	69.3	68.5	64.9	90.2	89.1	89.1	69.4	68.6	68.5
ホ　テ　ル	3.4	3.3	3.3	82.0	79.1	79.1	17.8	17.2	17.2
工　業　用	33.3	28.0	17.2	69.1	64.0	58.3	4.3	4.0	3.6
合　計	271.8	253.1	227.2	80.4	78.6	78.7	23.1	22.9	26.4

6. 建 設 費 用

総合ガス供給建設費は、年次別および費用項目別に表7に示した通りである。

本計算に使用した建設費単価はマレイシア国における調査および施行手順の研究から求めた。

7. 財務および経済分析

7.1 計画実施案の概要

プロジェクトの概要は次の通り想定した。

（1）法　　人：　独立法人（非公開株式）

（2）組　　織：　独立採算組織

（3）雇用者数：

	基本ケース	中間／低成長ケース
1995年末：	981	389
2000年末：	1,006	1,088
2005年末：	1,133	1,090

（4）計画の経済寿命

	基本ケース	中間／低成長ケース
投資開始時期：	1990年	1993年
計画終了時期：	2025年	2028年
総経済寿命：	36年間	36年間

（5）実施スケジュール

プロジェクト実施スケジュールは下記の投資段階からなるものとする。

	基本ケース	中間／低成長ケース
第1段階	1990年～1995年	1993～1998年
第2段階	1996年～2000年	1999～2005年
第3段階	2001年～2005年	

上記期間においてガス需要の増加に伴ない都市ガス供給事業の完成のために投資が継続的に行われる。但し、2006年以降のガス需要の増加に対応して事業の拡張のための投資は考慮しないこととする。

（6）総合所要資金見積

プロジェクトの総所要資金額は下記の通り想定している。

基本ケース　（単位：百万ドル）

	第1段階	第2段階	第3段階	合計
土地購入費	0.2	-	-	0.2
建設費	270.8	93.8	57.0	421.6
操業前費用	1.8	-	-	1.8
建設中金利	24.6	12.8	5.6	43.0
運転資本	2.4	2.0	1.2	5.6
合計	299.8	108.6	63.8	472.2

中間ケース　（単位：百万ドル）

	第1段階	第2段階	合計
土地購入費	0.2	-	0.2
建設費	301.5	130.7	432.2
操業前費用	1.9	-	1.9
建設中金利	27.0	27.6	54.6
運転資本	2.6	2.6	5.2
合計	333.2	160.9	494.1

低成長ケース　（単位：百万ドル）

	第1段階	第2段階	合計
土地購入費	0.2	-	0.2
建設費	300.0	129.2	429.2
操業前費用	1.9	-	1.9
建設中金利	26.9	27.3	54.2
運転資本	2.5	2.3	4.8
合計	331.5	158.8	490.3

上記の所要資金見積は1986年 6月を算定基準とし、価格予備費（Price Contingency ）は含まないとする。

（７）資金調達計画

総所要資金は30％を自己資金、残りの70％を外国からの長期借入金による資本構成率にて調達されるものをベースとする。検討を容易にするため長期借入金は、下記の条件で各段階の投資分に充当されると想定する。

期　　間：　25年
金　　利：　年利 5％
据置期間：　7 年

金利が10％上昇した場合の資金繰りに及ぼす影響を調査した。

（８）インフレ率

ＥＰＵの提案により、下記インフレ率を採用した。

	～1990	1991～
マレイシア国内	1.4	3.5
海外	3.2	5.0

（９）運営計画および販売量

本計画の営業活動は、基本ケースの場合は1992年から、中間および低成長のケースの場合は1995年からとなる。

都市ガスおよび簡易ガスの2005年における販売量は図９に示すように、
基本ケースの場合は 262.5百万立方米／年と 5.5百万立方米／年、
中間ケースの場合は 244.4百万立方米／年と 5.0百万立方米／年、
低成長ケースの場合は 219.2百万立方米／年と 4.7百万立方米／年となっている。
2006年以降 2025 年までの販売量は、2005年末のものと同一とした。

7.2 財務及び経済分析

既に述べた諸条件をもとに財務及び経済分析を行った。

詳細な分析結果はANNEX に添付してあり、第９表にその結果を要約してあるが、財務及び経済内部収益率及び現在価値は下記の通りである。

財務内部収益率（FIRR, %）

	固定価格ベース		固定価格ベース 但し原油価格調整[1)]		通貨価格ベース	
	税引前	税引後	税引前	税引後	税引前	税引後
基本ケース	11.19	9.11	14.28	11.35	17.67	14.18
中間ケース	10.60	8.74	14.02	11.19	16.91	13.69
低成長ケース	9.52	7.96	12.81	10.33	15.67	12.76

経済内部収益率（EIRR, %）

	固定価格ベース	固定価格ベース 但し原油価格調整[1)]	通貨価格ベース
基本ケース	10.78	12.32	17.20
中間ケース	10.21	11.92	16.66
低成長ケース	9.20	10.85	15.52

財務現在価値（カットオフレート15%）　単位：100 万米ドル

	固定価格ベース		固定価格ベース 但し原油価格調整[1)]		通貨価格ベース	
	税引前	税引後	税引前	税引後	税引前	税引後
基本ケース	-57.8	-81.4	-11.6	-53.4	71.0	-19.1
中間ケース	-70.2	-91.7	-16.7	-59.0	60.3	-36.4
低成長ケース	-85.2	-100.9	-36.3	-70.5	20.3	-60.2

経済現在価値（カットオフレート10%）　単位：100 万米ドル

	固定価格ベース	固定価格ベース 但し原油価格調整[1)]	通貨価格ベース
基本ケース	20.3	58.8	334.0
中間ケース	7.5	51.1	363.1
低成長ケース	-16.2	23.3	290.9

1) 原油価格のみEPU 予測数値を用い、その他は固定価格採用の場合。

上記、財務・経済両内部収益率で見ると固定価格ベースでは、基本ケース、中間ケース、低成長ケースのいずれも10%前後になっており、経済成長率予測を下げることにより内部収益率も低下するが、その影響は余り大きくない。しかし固定価格ベースは1986年 6月時点の価格をベースとしているが、同時期は石油製品価格が最も低下している時であり、むしろＥＰＵにより提示された原油価格予測を用いた原油価格調整後の固定価格ベースがより実態を表わしていると考えられるが、その場合は、固定価格ベースより若干改善される。

尚、原油価格調整後の内部収益率で経済内部収益率が財務内部収益率より低下している。これは経済内部収益率では、ＬＰＧの輸出価格をＥＰＵより提示されたサウジのＦＯＢ価格をベースとしたことによる。ＥＰＵの提示されたサウジＬＰＧ価格予測は第10表に示してあるが、その上昇率は同じくＥＰＵから提示された原油価格の上昇率（第10表）に比較して極めて低いため、都市ガスの原料価格のベースとしてとったＬＰＧ価格差が財務分析の場合より減少したためである。

現在価値についてはカットオフレートを財務分析では15%、経済分析では10%をとったこともあり、財務現在価値は通貨価格ベースの税引前はプラスであるが、その他はマイナスになり、経済現在価値では低成長の固定価格ベースのみがマイナスで、その他はプラスになっている。

財務内部収益率（FIRR）に対する感度分析を基本ケースについて行い、表11と図－８に示した。各要因の影響は下記の通り。

（１）原油価格の影響

原油価格に対するＥＰＵの高いシナリオの場合は低いシナリオの場合より原油価格が20%以上高くなる。この場合FIRRは通貨ベース、税引前で18.7%以上になる。

（２）天然ガス価格の影響

低価格シナリオの場合でも天然ガスが重油価格より安くなる可能性が大きい。もし天然ガス価格が重油価格より20%安くなる場合はベースケースで、通貨ベースでFIRRは20.15 %となる。

天然ガス価格が重油価格より安くなる場合は、製造工業の燃料である重油やディーゼルオイルを都市ガスで置換することが可能になる。その場合の需要量

と投資額については、第8表に記したが、もし製造工業の燃料の半分が都市ガスにより置換された場合の内部収益率計算をするとカレントベースで税引前20.64 %になり、天然ガスが重油価格より20%低下した場合の内部収益率20.15 %より改善される。

（3）ＬＰＧ価格の影響

もしも都市ガスの価格がＬＰＧのシリンダー価格より20%高いか低い場合にはＦＩＲＲは15.3～21.0%になる。この調査では投資額の中には需要者の費用まで全部含んでいる。従って都市ガスをＬＰＧ価格より下げる必要はない。

（4）投資額の影響

もし投資額が20%高いか低い場合にはFIRRは15.3～21%になる。今回の調査では20%の物理的予備費を見込んでいるので、低くなる可能性は大きいが、高くなる可能性は少ない。

D.S.R による資金繰りは下記の通りである。

$$D.S.R = \frac{\text{Profit on after tax + Depreciation + Interest on L/T loan}}{\text{Repayment on L/T loan + Interest on L/T loan}}$$

	基本ケース	中間ケース	低成長ケース
D.S.R （操業開始後６年）	1.92	1.83	1.74
D.S.R （加重平均）	5.09	4.86	4.45

操業開始後６年目は元本返済開始の年で最も苦しくなる年である。この最も苦しい年でも 1.5以上であり資金繰りの健全性を示す。

投資額に対する資本比率を30%から40%、50%に上げた場合は、基本ケースの場合下記のように改善される。

	30%	40%	50%
D.S.R （操業開始後６年）	1.92	2.21	2.63
D.S.R （加重平均）	5.09	5.99	7.25

金利が10%に上昇した場合、資本率30%の場合、6年目で1.38に低下するが問題ないと考える。

操業開始の年に低収入、高投資のため短期借入れが必要となるが、その後は不足は生じない。金利10%の場合でも問題ない。

この資金繰りの健全性は有利な融資条件を想定したことによる。

その他財務指標、原価分析などＡＮＮＥＸに記載したが特に問題はない。

8. 結 論 と 勧 告

8.1 本計画の経済性

経済成長予測の相違又財務及び経済分析の相違による内部収益率の差は表９に示すように余り大きくないが、カットオフレートの差により経済現在価値は原則としてプラスであるのに対して、財務現在価値は税引前通貨価格ベースを除くとマイナスになる。外貨収支面から見ると本プロジェクトに必要な外貨はプロジェクト実施により不要となるＬＰＧの輸出獲得外貨で各年賄える上、返済前からＬＰＧの輸出額の超過分による外貨の獲得が可能となり国際収支面で大きな寄与が考えられる（表12）。更に本計画はクランバレイ地区の人々にクリーンで便利な燃料を供給するメリットもあり公害の防止にもなりマレイシア国にとり極めて有意義なプロジェクトと言えよう。以上述べた理由により、本計画は国家的プロジェクトとして推奨できる。

しかしながら財務内部収益率は原油に対する低価格シナリオの場合、基本ケースの通貨価格ベースで17.67 %である。この数値は公共投資としては充分と考えられるが、私企業としては不充分なものである。なお原油の低価格シナリオの場合でも天然ガスの価格が重油価格より1995年以降安くなる可能性が高いことを考慮すれば財務内部収益率は上記の数値より大幅に改善され20%以上になる可能性が高い。更に天然ガス価格が重油価格より大巾に下がる場合は工場におけるディーゼル油と重油も代替され都市ガスの需要量は増大し、経済性も改善される。

以上述べたように本計画は国としては有利なプロジェクトであるが、私企業ベースでは採算が充分ではないプロジェクトと言える。原油価格の予測や天然ガス価格の想定によっては採算が上記のように向上する可能性は大とはいえ、私企業のリスクとしては大きすぎる。

8.2 資金繰りについて

操業開始の年に資金不足から短期借入れを必要とする以外金利が５％の場合でも10％の場合でも資金不足を起こすことはなく、また長期借入れの返済能力（D.S.R）も問題はない。これは有利な融資条件のためでもある。

8.3 組織について

本計画の国にとつての便益の大きさと財務内部収益率の低さから本計画は公共投資として実現されることが望ましい。公共投資の場合は外国より低利でかつ長期の資金調達も可能であり求められた財務内部収益率でも充分採算がとれるものと考える。調査の前提として本プロジェクトはＰＥＴＲＯＮＡＳまたはその傘下の企業による全株式所有による株式非公開の民間会社を想定している。現在マレイシアでは民営化の動きがあり、本プロジェクトに就いても、その可能性が検討された。民営化のメリットとして民間資本の活用、企業の活性化更には国営企業の組織の肥大化の阻止等色々ある。参考資料１に示したように世界の都市ガス会社の大半は民営企業である。しかしこのプロジェクトにおいては上記の通り民間資本にとってはかならずしもメリットのあるものとは言えず何等かのインセンティブを与えない限り民間資本の導入は困難であろう。企業の活性化や組織の肥大化防止については運営面で相当部分を外部委託する方法により可能であろう。外部委託の方法としてはいくつかの方法が考えられる。特に最も人員を必要とする検針、集金等の作業は日本等でも外部委託が行われている。更に必要に応じて販売促進や維持補修の一部を外部に委託することも考えられる。

8.4 本プロジェクトが遂行される場合に考慮されるべき問題

本プロジェクトは国としては是非進めるべき案件と考えられるが進めるに当たっては次のことが実施されることが望ましい。

（１）天然ガスの将来価格の予測

今回は天然ガスの将来価格については経済評価用がＥＰＵより与えられたが財務評価については残念ながら入手出来ず将来の重油価格で代替した。本計画は横断パイプラインにより輸送される天然ガスを利用するものであり、横断パイプラインの経済性と共通性をもっている。したがつて原油価格上昇に関係した天然ガス価格が想定された場合はそれをもとに経済性を再検討されることが望ましい。

（２）都市ガス建設前のＬＰＧ簡易ガスの普及

簡易ガス（ＬＰＧによる）プロジェクト自身はマレイシアにおけるＬＰＧのバルク価格とシリンダー価格の差が余り大きくないことから採算性は必ずしも高くない（表13参照）。しかし都市ガスを敷設するにあたり簡易ガスシステムが存在することは投資額の減少と都市ガスの普及にとり極めて有利である。都市ガスが国にとり極めて有利なことから、都市ガス計画が推進されることが決まった場合には都市ガス敷設前の簡易ガスシステムの普及を図ることが望ましい。その場合、簡易ガスのための設備費用は新規住宅団地造成の費用から見れば極く僅かであることから敷設費用の相当部分を団地造成側に負担して貰うことが必要であろう。

（３）地域独占権の付与

都市ガスシステムが公共性の高いプロジェクトであり投資額も高いことからプロジェクトに対しては地域独占権を付与することが必要である。したがつて簡易ガスシステムにしてもＰＥＴＲＯＮＡＳの独占で進めることが望ましい。

（４）安全対策の確立

都市ガスは安全対策がとられればＬＰＧの利用に較べれば安全度が極めて高い。従って安全対策には充分考慮が払われる必要がある。安全対策については参考資料３に記載してある。今回の調査には都市ガスの設備建設、ガスの輸送、ガスの利用の各段階での安全に対して、設備の面でまた従事する人々の訓練や専門家の派遣面等費用の中に折り込んである。

（５）法体系の整備

都市ガスを導入するに当たっては国、または地方政府の既存の法律に抵触しないように考える必要があるが、日本にあるガス事業法のようなものを施行することも考慮されるべきであろう。なお法体系に関する説明は参考資料２に記載したし、ＡＮＮＥＸに日本での都市ガス事業法を添附した。

8.5 計画実行のための準備作業

この計画を推進することが承認された場合、その実行のために必要な種々の準備作業が予測される。その中には前説で言及した諸問題を解決するための作業を含ませる。準備作業は大略次のようなものから成る。

（１）プロジェクト推進主体の設置

（２）実行レベルにおける計画内容の明確化

（３）都市ガス事業を成立させるための諸要件の整備

（４）事業運営企業の設立

（５）設備建設および運営システム形成のための基本エンジニアリング

（６）設備建設および運営システム形成の実施

これらの準備作業の各項目の具体的内容および作業実施のスケジュールを表14として提案する。

Table 1 ECONOMIC INDICATOR IN KLANG VALLEY AREA

	1980	1985	1990	1995	2005	Average Annual Growth Rate (%) 1985/95	1995/2005
Base Case							
GRP (M$ Million in 1978 prices)	11,099	15,511	20,564	28,274	48,842	6.2	5.6
Primary	249	307	330	341	348	1.0	0.2
Secondary	4,372	5,467	6,955	9,262	15,463	5.4	5.3
Tertiary	6,478	9,737	13,279	18,671	33,031	6.7	5.9
Population ('000)	2,020	2,534	3,283	3,940	5,450	4.5	3.2
Employment ('000)	760	950	1,245	1,514	2,190	4.7	3.8
Medium Case							
GRP (M$ Million in 1978 prices)	11,099	15,511	18,686	25,682	44,363	5.2	5.6
Employment ('000)	760	950	1,245	1,514	2,190	4.7	3.8
Low Case							
GRP (M$ Million in 1978 price)	11,099	15,511	16,941	21,149	30,141	3.1	3.6
Employment ('000)	760	950	1,172	1,449	2,075	4.3	3.7

Source: Klang Valley Transportation Study Team's Estimate

Table 2 PROJECTED PURCHASING AND RETAIL PRICES OF PETRO-PRODUCTS, KUALA LUMPUR
(1) US$/MMBTU

(Unit: US$/MMBtu)

Year	Fuel Oil Excl. Duty	Fuel Oil Incl. Duty	LPG/Cylinder	LPG/Bulk	Kerosene	Diesel Oil
1986*1	1.81	1.97	8.71	5.80	5.48	4.72
1990	4.30	4.46	12.76	9.64	7.57	6.96
1991	4.67	4.85	13.50	10.26	8.14	7.50
1992	5.10	5.28	14.31	10.96	8.78	8.10
1993	5.56	5.74	15.17	11.71	9.46	8.74
1994	6.05	6.24	16.09	12.50	10.20	9.43
1995	6.60	6.80	17.10	13.39	11.01	10.19
1996	7.04	7.24	17.96	14.12	11.68	10.82
1997	7.50	7.72	18.87	14.90	12.39	11.48
1998	8.00	8.22	19.83	15.72	13.14	12.19
1999	8.56	8.79	20.89	16.63	13.98	12.97
2000	9.13	9.36	21.96	17.56	14.83	13.77
2001	9.76	10.00	23.14	18.58	15.77	14.65
2002	10.40	10.65	24.34	19.62	16.72	15.55
2003	11.11	11.37	25.66	20.77	17.78	16.55
2004	11.87	12.14	27.05	22.00	18.91	17.61
2005	12.68	12.96	28.53	23.29	20.10	18.73
2006	13.54	13.83	30.09	24.67	21.38	19.92
2007	14.46	14.76	31.74	26.13	22.72	21.19
2008	15.48	15.79	33.55	27.74	24.22	22.60
2009	16.51	16.84	35.40	29.39	25.74	24.03
2010	17.64	17.98	37.39	31.17	27.39	25.58
2011	18.84	19.19	39.50	33.06	29.14	27.23
2012	20.15	20.51	41.77	35.11	31.04	29.02
2013	21.54	21.91	44.18	37.28	33.05	30.92
2014	23.02	23.40	46.72	39.59	35.19	32.94
2015	24.59	24.99	49.42	42.04	37.47	35.08
2016	26.33	26.74	52.37	44.73	39.97	37.45
2017	28.11	28.54	55.40	47.49	42.54	39.87
2018	30.08	30.52	58.72	50.53	45.37	42.54
2019	32.18	32.63	62.23	53.76	48.38	45.38
2020	34.41	34.88	65.96	57.19	51.58	48.40
2021	36.78	37.27	69.91	60.83	54.98	51.61
2022	39.31	39.81	74.10	64.70	58.59	55.02
2023	42.00	42.52	78.54	68.81	62.42	58.64
2024	44.96	45.50	83.38	73.32	66.63	62.62
2025	48.11	48.67	88.52	78.11	71.11	66.85
2026	51.46	52.04	93.98	83.19	75.87	71.35
2027	55.03	55.63	99.76	88.60	80.93	76.13
2028	58.82	59.44	105.90	94.35	86.31	81.22

Source: Table I.91

Table 2 PROJECTED PURCHASING AND RETAIL PRICES OF PETRO-PRODUCTS, KUALA LUMPUR
(2) AS NATURAL GAS EQUIVALENT

(Unit: US$/normal cubic meter of NG equivalent)

Year	Fuel Oil		LPG/Cylinder	LPG/Bulk	Kerosene	Diesel Oil
	Excl. Duty	Incl. Duty				
1986*1	0.071	0.077	0.341	0.227	0.215	0.185
1990	0.169	0.175	0.500	0.378	0.297	0.273
1991	0.183	0.190	0.529	0.402	0.319	0.294
1992	0.200	0.207	0.561	0.430	0.344	0.317
1993	0.218	0.225	0.594	0.459	0.371	0.343
1994	0.237	0.245	0.631	0.490	0.400	0.370
1995	0.259	0.266	0.670	0.525	0.431	0.399
1996	0.276	0.284	0.704	0.553	0.458	0.424
1997	0.294	0.303	0.739	0.584	0.486	0.450
1998	0.314	0.322	0.777	0.616	0.515	0.478
1999	0.335	0.344	0.819	0.652	0.548	0.508
2000	0.358	0.367	0.861	0.688	0.581	0.540
2001	0.382	0.392	0.907	0.728	0.618	0.574
2002	0.408	0.417	0.954	0.769	0.655	0.609
2003	0.435	0.446	1.006	0.814	0.697	0.649
2004	0.465	0.476	1.060	0.862	0.741	0.690
2005	0.497	0.508	1.118	0.913	0.788	0.734
2006	0.531	0.542	1.179	0.967	0.838	0.781
2007	0.567	0.578	1.244	1.024	0.890	0.830
2008	0.607	0.619	1.315	1.087	0.949	0.886
2009	0.647	0.660	1.387	1.152	1.009	0.942
2010	0.691	0.705	1.465	1.221	1.073	1.002
2011	0.738	0.752	1.548	1.296	1.142	1.067
2012	0.790	0.804	1.637	1.376	1.216	1.137
2013	0.844	0.859	1.731	1.461	1.295	1.212
2014	0.902	0.917	1.831	1.551	1.379	1.291
2015	0.964	0.979	1.937	1.647	1.468	1.375
2016	1.032	1.048	2.052	1.753	1.566	1.468
2017	1.102	1.118	2.171	1.861	1.667	1.562
2018	1.179	1.196	2.301	1.980	1.778	1.667
2019	1.261	1.279	2.439	2.107	1.896	1.778
2020	1.348	1.367	2.585	2.241	2.021	1.897
2021	1.441	1.461	2.740	2.384	2.155	2.022
2022	1.540	1.560	2.904	2.535	2.296	2.156
2023	1.646	1.666	3.078	2.697	2.446	2.298
2024	1.762	1.783	3.267	2.873	2.611	2.454
2025	1.885	1.907	3.469	3.061	2.787	2.620
2026	2.017	2.039	3.683	3.260	2.973	2.796
2027	2.157	2.180	3.909	3.472	3.171	2.983
2028	2.305	2.329	4.150	3.697	3.382	3.183

Note: Converted from Table 2 (1).
Heat value of natural gas: 9,876 kcal/normal cubic meter

Table 3(1) TOTAL ENERGY DEMAND IN THE CONSUMPTION FIELD RELATED TO CIGY GAS IN EQUIVALENT VOLUME OF NATURAL GAS (BASE CASE)

(1,000 Nm^3/Year)

Sector	Sub-sector	Use of Energy	Kind of Energy used at present	1985	1990	1995	2000	2005	Growth Rate 2005/1985
Household	All	Cooking	LPG, Kerosene Charcoal	109,723	142,155	170,603	206,109	235,983	2.15
		Hot shower	Electric power	15,268	21,366	27,448	35,703	43,531	2.85
Commercial	Restaurant	Cooking	LPG, Kerosene Charcoal	43,366	56,832	69,112	84,631	99,970	2.31
	Hotel	All heating	LPG, Fuel oil	7,470	9,516	12,675	15,828	18,988	2.54
Industrial	Manufacturing Industry	All heating	LPG, Fuel oil Kerosene Fuel Oil	242,349	327,189	448,898	614,185	779,471	3.22
Total				418,175	557,057	728,736	956,456	1,177,946	2.82

Table 3(2) TOTAL ENERGY DEMAND IN THE CONSUMPTION FIELD RELATED TO CIGY GAS IN EQUIVALENT VOLUME OF NATURAL GAS (MEDIUM CASE)

(1,000 Nm^3/Year)

Sector	Sub-sector	Use of Energy	Kind of Energy used at present	1985	1990	1995	2000	2005	Growth Rate 2005/1985
Household	All	Cooking	LPG, Kerosene Charcoal	109,723	142,155	170,603	206,109	235,986	2.15
		Hot shower	Electric power	15,268	20,396	25,182	33,294	41,072	2.69
Commercial	Restaurant	Cooking	LPG, Kerosene Charcoal	43,366	56,832	69,112	84,631	99,970	2.31
	Hotel	All heating	LPG, Fuel oil	7,470	9,516	12,675	15,825	18,988	2.54
Industrial	Manufacturing Industry	All heating	LPG, Fuel oil Kerosene Fuel Oil	242,349	295,664	407,992	557,723	707,455	2.92
	Total			418,176	524,563	685,564	897,582	1,103,471	2.64

Table 3(3) TOTAL ENERGY DEMAND IN THE CONSUMPTION FIELD RELATED TO CIGY GAS IN EQUIVALENT VOLUME OF NATURAL GAS (LOW CASE)

(1,000 Nm^3/Year)

Sector	Sub-sector	Use of Energy	Kind of Energy used at present	1985	1990	1995	2000	2005	Growth Rate 2005/1985
Household	All	Cooking	LPG, Kerosene Charcoal	109,723	142,155	170,603	206,109	235,986	2.15
		Hot shower	Electric power	15,268	19,780	23,739	28,679	32,837	2.15
Commercial	Restaurant	Cooking	LPG, Kerosene Charcoal	43,366	53,500	66,144	81,071	94,720	2.18
	Hotel	All heating	LPG, Fuel oil	7,470	9,516	12,675	15,825	18,989	2.54
Industrial	Manufacturing Industry	All heating	LPG, Fuel oil Kerosene Fuel Oil	242,349	266,334	336,451	407,695	478,880	1.98
	Total			418,176	491,285	609,612	739,379	861,412	2.06

Table 4(1) POTENTIAL CITY GAS DEMAND
(BASE CASE)

(1,000 Nm^3/Year)

Use	1985	1990	1995	2000	2005
Household cooking	65,330	86,658	111,866	149,462	187,236
Household hot shower	7,634	10,683	13,724	17,852	21,766
Sub-total	(72,964)	(97,341)	(125,590)	(167,314)	(209,002)
Restaurant	33,360	43,718	53,165	65,102	76,902
Hotel	1,621	2,065	2,751	3,435	4,121
Manufacturing Industry	14,997	20,221	27,742	37,957	48,171
Total	122,942	163,345	209,248	273,808	338,196

Table 4(2) POTENTIAL CITY GAS DEMAND
(MEDIUM CASE)

(1,000 Nm^3/Year)

Use	1985	1990	1995	2000	2005
Household cooking	65,330	85,419	103,410	139,749	176,529
Household hot shower	7,634	10,198	12,590	16,647	20,537
Sub-total	72,964	95,617	116,000	156,396	197,066
Restaurant	33,360	43,718	53,165	65,102	76,902
Hotel	1,621	2,065	2,751	3,435	4,121
Manufacturing Industry	14,997	18,272	25,214	34,467	43,721
Total	122,942	159,672	197,130	259,400	321,810

Table 4(3) POTENTIAL CITY GAS DEMAND
(LOW CASE)

(1,000 Nm^3/Year)

Use	1985	1990	1995	2000	2005
Household cooking	65,330	84,640	101,578	133,790	165,861
Household hot shower	7,634	9,891	11,870	14,339	16,419
Sub-total	72,964	94,531	113,448	148,129	182,280
Restaurant	33,360	41,154	50,882	62,364	72,863
Hotel	1,621	2,065	2,751	3,435	4,121
Manufacturing Industry	14,977	16,460	20,793	25,196	29,595
Total	122,922	155,210	187,874	239,124	288,859

Table 5(1) NUMBER OF ACTUAL CONSUMER (BASE CASE)

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	#1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#1992	229	28	257	257	68	7	75	75	533	46	579	579	4482	418	4900	4900
4	#1993	716	94	810	1067	141	18	159	234	274	70	344	923	2036	629	2665	7565
5	#1994	735	108	843	1911	162	22	183	417	5286	487	5773	6696	1889	817	2706	10270
6	#1995	489	119	608	2519	134	24	158	575	719	545	1264	7960	1205	1093	2298	12568
7	#1996	364	146	510	3028	84	34	118	693	181	553	734	8694	2334	1851	4186	16754
8	#1997	151	150	301	3330	45	34	79	772	0	555	555	9249	0	1852	1852	18606
9	#1998	49	149	199	3528	12	34	47	819	0	554	554	9803	0	1837	1837	20443
10	#1999	20	150	170	3698	5	34	39	858	0	553	553	10356	0	1835	1835	22278
11	#2000	0	149	149	3847	0	34	34	892	0	556	556	10912	0	1854	1854	24133
12	#2001	0	124	124	3972	0	34	34	926	0	557	557	11469	0	1832	1832	25965
13	#2002	0	123	123	4095	0	34	34	960	0	552	552	12021	0	1841	1841	27806
14	#2003	0	95	95	4190	0	33	33	993	0	555	555	12576	0	1829	1829	29635
15	#2004	0	152	152	4343	0	34	34	1027	0	554	554	13130	0	1835	1835	31469
16	#2005	0	124	124	4467	0	34	34	1060	0	558	558	13688	0	1828	1828	33298

COLUMN ELEMENT LABELS

1	POPULATION	EXS
2	(1,000)	NEW
3		E + N
4		ACCUMULATED
5	RESTAURANT	EXS
6	(1,000 SEAT)	NEW
7		E + N
8		ACCUMULATED
9	HOTEL	EXS
10	(ROOM)	NEW
11		E + N
12		ACCUMULATED
13	INDUSTRIAL	EXS
14	(1,000 NM3)	NEW
15		E + N
16		ACCUMULATED
17	RET POPULATION	ACCUMULATED
18	RET RESTAURANT	ACCUMULATED

NO.		17	18
1	#1990	0	0
2	#1991	0	0
3	#1992	73	11
4	#1993	50	9
5	#1994	48	11
6	#1995	35	11
7	#1996	7	7
8	#1997	17	10
9	#1998	28	12
10	#1999	38	15
11	#2000	48	17
12	#2001	59	19
13	#2002	70	22
14	#2003	81	24
15	#2004	92	27
16	#2005	103	29

Table 5(2) NUMBER OF ACTUAL CONSUMER (MEDIUM CASE)

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	#1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	#1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	#1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	#1995	259	29	288	288	75	8	83	83	631	48	679	679	4644	409	5052	5052
7	#1996	814	81	895	1183	159	21	180	263	322	70	392	1071	2136	694	2830	7882
8	#1997	832	111	943	2126	179	26	205	468	6164	488	6652	7724	2010	917	2928	10810
9	#1998	553	128	681	2807	148	30	178	646	832	542	1374	9097	1561	1281	2842	13652
10	#1999	426	150	576	3383	96	34	130	776	207	553	760	9857	2709	1664	4372	18024
11	#2000	184	149	333	3717	52	34	86	862	0	556	556	10413	0	1678	1678	19702
12	#2001	60	124	184	3901	15	34	48	911	0	557	557	10970	0	1658	1658	21359
13	#2002	26	123	150	4050	7	34	40	951	0	552	552	11522	0	1668	1668	23028
14	#2003	0	95	95	4146	0	33	33	984	0	555	555	12077	0	1658	1658	24686
15	#2004	0	152	152	4298	0	34	34	1018	0	554	554	12631	0	1663	1663	26349
16	#2005	0	124	124	4422	0	34	34	1052	0	558	558	13189	0	1653	1653	28002

COLUMN ELEMENT LABELS

1	POPULATION	EXS
2	(1,000)	NEW
3		E + N
4		ACCUMULATED
5	RESTAURANT	EXS
6	(1,000 SEAT)	NEW
7		E + N
8		ACCUMULATED
9	HOTEL	EXS
10	(ROOM)	NEW
11		E + N
12		ACCUMULATED
13	INDUSTRIAL	EXS
14	(1,000 NM3)	NEW
15		E + N
16		ACCUMULATED
17	RET POPULATION	ACCUMULATED
18	RET RESTAURANT	ACCUMULATED

NO.		17	18
1	#1990	0	0
2	#1991	0	0
3	#1992	0	0
4	#1993	0	0
5	#1994	0	0
6	#1995	73	11
7	#1996	79	11
8	#1997	90	16
9	#1998	85	15
10	#1999	38	11
11	#2000	48	13
12	#2001	59	16
13	#2002	70	18
14	#2003	81	21
15	#2004	91	23
16	#2005	102	25

Table 5(3) NUMBER OF ACTUAL CONSUMER (LOW CASE)

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	#1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	#1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	#1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	#1995	259	29	288	288	72	8	80	80	631	48	679	679	3899	191	4091	4091
7	#1996	814	81	895	1183	153	19	172	252	322	70	392	1071	1760	223	1983	6073
8	#1997	832	111	943	2126	171	25	196	448	6164	488	6652	7724	1635	313	1948	8021
9	#1998	553	128	681	2807	141	29	170	618	832	542	1374	9097	1204	563	1767	9788
10	#1999	426	150	576	3383	92	33	125	744	207	553	760	9857	2068	758	2826	12614
11	#2000	184	149	333	3717	50	32	82	826	0	556	556	10413	0	768	768	13381
12	#2001	60	124	184	3901	14	30	44	870	0	557	557	10970	0	776	776	14157
13	#2002	26	123	150	4050	6	30	36	906	0	552	552	11522	0	767	767	14925
14	#2003	0	95	95	4146	0	30	30	936	0	555	555	12077	0	768	768	15693
15	#2004	0	152	152	4298	0	30	30	966	0	554	554	12631	0	777	777	16470
16	#2005	0	124	124	4422	0	30	30	996	0	558	558	13189	0	774	774	17244

COLUMN ELEMENT LABELS

1	POPULATION	EXS
2	(1,000)	NEW
3		E + N
4		ACCUMULATED
5	RESTAURANT	EXS
6	(1,000 SEAT)	NEW
7		E + N
8		ACCUMULATED
9	HOTEL	EXS
10	(ROOM)	NEW
11		E + N
12		ACCUMULATED
13	INDUSTRIAL	EXS
14	(1,000 NM3)	NEW
15		E + N
16		ACCUMULATED
17	RET POPULATION	ACCUMULATED
18	RET RESTAURANT	ACCUMULATED

NO.		17	18
1	#1990	0	0
2	#1991	0	0
3	#1992	0	0
4	#1993	0	0
5	#1994	0	0
6	#1995	73	11
7	#1996	79	12
8	#1997	90	16
9	#1998	85	15
10	#1999	38	11
11	#2000	48	13
12	#2001	59	15
13	#2002	70	17
14	#2003	81	20
15	#2004	91	22
16	#2005	102	24

TABLE 6(1) SALES VOLUME OF CITY GAS BY SECTOR BY YEAR (BASE CASE)

SALES VOLUME BASE (1000NM3)

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	#1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#1992	3475	2387	71	4900	10833	1090	339	1429	12262
4	#1993	18330	9827	185	7565	35907	1878	611	2489	38397
5	#1994	42082	20708	941	10270	74002	1523	637	2161	76163
6	#1995	64054	31566	1810	12568	109998	1320	708	2027	112025
7	#1996	82265	40358	2057	16754	141434	690	572	1262	142696
8	#1997	96695	46638	2216	18606	164155	412	539	951	165106
9	#1998	106907	50642	2353	20443	180345	767	695	1463	181807
10	#1999	115303	53370	2490	22278	193440	1135	850	1985	195426
11	#2000	123200	55702	2627	24133	205661	1517	1006	2523	208184
12	#2001	130533	57860	2764	25965	217122	1924	1162	3086	220208
13	#2002	137565	60008	2901	27806	228279	2356	1313	3669	231948
14	#2003	144194	62143	3038	29635	239009	2800	1464	4264	243273
15	#2004	151493	64276	3175	31469	250412	3257	1619	4875	255288
16	#2005	159506	66421	3312	33298	262536	3729	1773	5503	268039
17	#2006	161889	67489	3381	33298	266056	3938	1851	5789	271845

COLUMN ELEMENT LABELS

1	CITY GAS	HOUSEHOLD
2		RESTAURANT
3		HOTEL
4		INDUSTRY
5		SUB-TOTAL
6	RETICULATION	HOUSEHOLD
7		RESTAURANT
8		SUB-TOTAL
9	TOTAL	

TABLE 6(2) SALES VOLUME OF CITY GAS BY SECTOR BY YEAR (MEDIUM CASE)

SALES VOLUME MEDIUM (1000NM3)

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	#1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	#1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	#1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	#1995	3821	2648	84	5052	11606	1076	342	1418	13024
7	#1996	20006	11024	216	7882	39129	2291	707	2999	42128
8	#1997	46158	23273	1086	10810	81328	2604	885	3489	84817
9	#1998	70604	35454	2077	13652	121787	2761	1002	3764	125551
10	#1999	90887	45249	2341	18024	156501	1979	829	2808	159309
11	#2000	106894	52131	2503	19702	181230	1408	771	2179	183409
12	#2001	117533	56412	2641	21359	197946	1792	927	2719	200665
13	#2002	125636	59234	2778	23028	210675	2200	1078	3278	213954
14	#2003	132488	61577	2915	24686	221666	2621	1229	3850	225516
15	#2004	139571	63710	3052	26349	232682	3056	1383	4439	237121
16	#2005	147310	65856	3189	28002	244357	3506	1538	5044	249401
17	#2006	149557	66923	3258	28002	247741	3703	1615	5318	253059

COLUMN ELEMENT LABELS

1	CITY GAS	HOUSEHOLD
2		RESTAURANT
3		HOTEL
4		INDUSTRY
5		SUB-TOTAL
6	RETICULATION	HOUSEHOLD
7		RESTAURANT
8		SUB-TOTAL
9	TOTAL	

TABLE 6(3) SALES VOLUME OF CITY GAS BY SECTOR BY YEAR (LOW CASE)

SALES VOLUME LOW (1000NM3)

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	#1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	#1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	#1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	#1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	#1994	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	#1995	3752	2544	84	4091	10471	1052	360	1412	11883
7	#1996	19505	10556	216	6073	36351	2225	727	2952	39303
8	#1997	44687	22274	1086	8021	76068	2512	887	3398	79466
9	#1998	67886	33942	2077	9788	113694	2646	997	3643	117337
10	#1999	86828	43343	2341	12614	145126	1885	820	2705	147831
11	#2000	101503	49940	2503	13381	167328	1333	760	2094	169422
12	#2001	110960	53958	2641	14157	181716	1688	906	2594	184311
13	#2002	117952	56510	2778	14925	192164	2062	1045	3107	195271
14	#2003	123743	58613	2915	15693	200963	2445	1183	3629	204592
15	#2004	129732	60514	3052	16470	209768	2838	1322	4160	213928
16	#2005	136325	62410	3189	17244	219168	3243	1461	4703	223871
17	#2006	138404	63362	3258	17244	222267	3425	1531	4956	227223

COLUMN ELEMENT LABELS

1	CITY GAS	HOUSEHOLD
2		RESTAURANT
3		HOTEL
4		INDUSTRY
5		SUB-TOTAL
6	RETICULATION	HOUSEHOLD
7		RESTAURANT
8		SUB-TOTAL
9	TOTAL	

Table 7(1) CONSTRUCTION COST (BASE CASE)

CONSTRUCTION COST BASE

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Y1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Y1991	8340	0	0	0	0	0	8340	0	0	0	0	8340
3	Y1992	6094	12337	701	2866	4263	416	26677	169	1265	1793	3227	29904
4	Y1993	7159	29898	1962	7177	11915	1163	59272	62	479	665	1207	60479
5	Y1994	5607	32799	2132	7983	13045	1212	62779	38	300	414	752	63531
6	Y1995	4108	24069	1435	5694	9332	818	45455	24	201	272	497	45953
7	Y1996	0	16424	1025	4772	7554	608	30383	31	163	181	375	30758
8	Y1997	0	9655	516	2991	4786	252	18200	45	221	259	525	18725
9	Y1998	0	4773	207	2012	3132	81	10205	46	221	261	528	10733
10	Y1999	0	3589	122	1747	2682	33	8172	45	220	259	524	8696
11	Y2000	0	2756	63	1558	2357	0	6734	46	222	262	530	7264
12	Y2001	0	2322	54	1343	1982	0	5701	49	231	275	555	6256
13	Y2002	0	2319	54	1338	1978	0	5689	49	230	275	553	6242
14	Y2003	0	2259	53	1310	1932	0	5554	48	230	273	551	6105
15	Y2004	0	2813	64	1586	2403	0	6866	49	231	275	555	7422
16	Y2005	0	2326	54	1341	1985	0	5706	49	231	275	555	6262
17	TOTAL	31308	148339	8441	43716	69347	4582	305733	750	4446	5741	10937	316670

COLUMN ELEMENT LABELS

1	CITY GAS	TRANSMISSION
2	(1,000 US$)	DISTRIBUTION
3		SERVICE PIPE
4		GAS METER
5		INSTALLATION
6		CONVERSION
7		SUB-TOTAL
8	RETICULATION	PRODUCTION
9	(1,000 US$)	DISTRIBUTION
10		CUSTOMER
11		SUB-TOTAL
12	TOTAL	

Table 7(2) CONSTRUCTION COST (MEDIUM CASE)

CONSTRUCTION COST MEDIUM

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Y1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Y1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Y1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Y1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Y1994	8340	0	0	0	0	0	8340	0	0	0	0	8340
6	Y1995	5947	13812	790	3165	4750	466	28930	170	1272	1803	3245	32176
7	Y1996	7042	33695	2237	7975	13252	1319	65522	145	998	1372	2515	68036
8	Y1997	5674	36464	2383	8850	14460	1369	69200	115	728	990	1833	71033
9	Y1998	4108	26576	1590	6314	10313	923	49824	92	563	753	1408	51233
10	Y1999	0	18095	1145	5194	8257	711	33403	45	220	259	524	33927
11	Y2000	0	11020	610	3269	5290	305	20493	46	222	262	530	21023
12	Y2001	0	4767	229	1882	2928	98	9904	49	231	275	555	10459
13	Y2002	0	3404	131	1568	2395	43	7541	49	230	275	553	8095
14	Y2003	0	2257	52	1296	1932	0	5537	48	230	273	551	6088
15	Y2004	0	2811	64	1571	2403	0	6849	49	231	275	555	7404
16	Y2005	0	2324	54	1326	1985	0	5689	49	231	275	555	6244
17	TOTAL	31111	155225	9286	42410	67966	5234	311232	855	5157	6813	12826	324058

COLUMN ELEMENT LABELS

1	CITY GAS	TRANSMISSION
2	(1,000 US$)	DISTRIBUTION
3		SERVICE PIPE
4		GAS METER
5		INSTALLATION
6		CONVERSION
7		SUB-TOTAL
8	RETICULATION	PRODUCTION
9	(1,000 US$)	DISTRIBUTION
10		CUSTOMER
11		SUB-TOTAL
12	TOTAL	

Table 7(3) CONSTRUCTION COST (LOW CASE)

CONSTRUCTION COST LOW

NO.		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Y1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Y1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Y1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	Y1993	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	Y1994	8340	0	0	0	0	0	8340	0	0	0	0	8340
6	Y1995	5908	13753	785	3074	4713	459	28693	170	1274	1808	3252	31945
7	Y1996	7066	33630	2228	7879	13203	1312	65318	145	997	1370	2512	67831
8	Y1997	5560	36360	2373	8741	14411	1361	68807	115	727	989	1830	70637
9	Y1998	4011	26470	1582	6202	10268	917	49450	92	562	752	1406	50856
10	Y1999	0	18037	1139	5050	8217	704	33147	45	218	259	522	33670
11	Y2000	0	10966	606	3181	5271	303	20328	46	221	261	528	20856
12	Y2001	0	4736	227	1794	2910	97	9764	49	227	274	549	10313
13	Y2002	0	3368	129	1477	2375	43	7392	49	227	273	549	7940
14	Y2003	0	2234	51	1212	1918	0	5416	48	225	271	545	5960
15	Y2004	0	2779	62	1481	2385	0	6707	49	227	273	549	7256
16	Y2005	0	2289	52	1239	1969	0	5549	49	227	274	549	6098
17	TOTAL	30885	154622	9237	41331	67640	5196	308911	855	5132	6803	12790	321702

COLUMN ELEMENT LABELS

1	CITY GAS	TRANSMISSION
2	(1,000 US$)	DISTRIBUTION
3		SERVICE PIPE
4		GAS METER
5		INSTALLATION
6		CONVERSION
7		SUB-TOTAL
8	RETICULATION	PRODUCTION
9	(1,000 US$)	DISTRIBUTION
10		CUSTOMER
11		SUB-TOTAL
12	TOTAL	

Table 8 ADDITIONAL DEMAND STUDIES

-Potential demand
-Sales volume
-Construction cost, 1990-2005 total

	Fuel oil in Industry		Cooling of buildings		CNG for auto-mobile	Maximum case
	High (I)	Low (II)	High (III)	Low (IV)	(V)	(I+III+V)
Potential Demand (1,000 Nm^3/year)						
1985	227,372	113,686	0	0	0	227,372
1990	306,969	153,484	0	0	0	306,969
1995	421,156	210,578	0	0	19,621	440,777
2000	576,228	288,113	31,429	6,971	93,446	701,103
2005	731,330	365,650	66,206	27,810	154,661	952,197
Sales volume (1,000 Nm^3/year)						
1990	0	0	0	0	0	0
1995	190,799	95,400	0	0	19,621	210,420
2000	366,359	183,179	31,429	6,971	93,446	491,234
2005	505,500	252,750	66,206	27,810	154,661	726,367
2006-	505,500	252,750	69,707	30,610	61,437	736,643
Construction cost (US$ 1,000)						
Transmission	7,303	4,244	3,048	1,298	3,701	13,239
Distribution	6,706	3,354	47,708	20,949	-	54,414
Service Pipe	22	13	-	-	-	22
Gas meter	4,385	2,192	-	-	-	4,385
Internal pipe	593	296	-	-	-	593
Conversion	4,106	2,052	-	-	-	4,106
Total	23,115	12,151	50,756	22,247	3,701	76,759

Note: The Potential demand, sales volune and construction cost in the above are the amounts to be added to those in Base Case.

Table 9 RESULTS OF FINANCIAL AND ECONOMIC ANALYSIS

	Base Case			Medium Case			Low Case		
	1995	2000	2005	1995	2000	2005	1995	2000	2005
(1) Sales Volume ($10^3 Nm^3/y$)									
Household	64,054	123,200	159,506	3,821	106,894	147,310	3,752	101,504	136,325
Commercial									
Restaurant	31,566	55,702	66,421	2,648	52,131	65,856	2,544	49,940	62,411
Hotel	1,810	2,627	3,312	84	2,503	3,189	84	2,503	3,189
Industry	12,568	24,133	33,298	5,053	19,702	28,002	4,091	13,381	17,244
(Total)	(109,998)	(205,661)	(262,537)	(11,606)	(181,230)	(244,357)	(10,471)	(167,328)	(219,168)
Reticulation	2,027	2,523	5,503	1,418	2,179	5,044	1,418	2,094	4,703
(2) Investment (10^3US$)									
	Fixed Price	Current Price		Fixed Price	Current Price		Fixed Price	Current Price	
Construction Cost 1/	421,819	597,435		432,399	671,145		429,433	666,150	
Pre-operating Expense	1,790	1,986		1,889	2,324		1,889	2,324	
Initial Working Capital	5,630	13,082		5,265	12,222		4,798	11,097	
Interest Drg. Construction	43,023	59,615		54,626	84,696		54,233	83,953	
(Total)	472,262	672,118		494,179	770,387		490,353	763,524	
(3) Financial Analysis 2/									
FIRR (Before Tax, %)	11.19(14.28)	17.67		10.60(14.02)	16.91		9.52(12.81)	15.67	
FIRR (After Tax, %)	9.11(11.35)	14.18		8.74(11.19)	13.69		7.96(10.33)	12.76	
FNPV before tax(@15%, 10^6US$)	-57.8(-11.6)	71.0		-70.2(-16.7)	60.3		-85.2(-36.3)	20.3	
FNPV after tax (@15%, 10^6US$)	-81.4(-53.4)	-19.1		-91.7(-59.0)	-36.4		-100.9(-70.5)	-60.2	
(4) Economic Analysis 2/									
EIRR (%)	10.78(12.32)	17.20		10.21(11.92)	16.66		9.20(10.85)	15.52	
ENPV (at 10% discount, 10^6US$)	20.3 (58.8)	334.0		7.5 (51.1)	363.1		-16.2 (23.3)	290.9	

Note: 1/ Including land, engineering service and computer
2/ Fixed price adjusted by crude oil price in a parethesis

Table 10 ENERGY PRICE PROJECTION BY EPU

(1) LIGHT ARABIAN CRUDE FOB MIDDLE EAST

(US$/Tonne in 1985 Constant Price)

	1985	1986	1990	1995	2000	2015	2010
Low Scenario	28	15	20	25	27.6	30.5	33.65
High Scenario	28	15	25	30	35.35	41.0	47.50

(2) LPG PRICES FOB MIDDLE EAST

(US$/Tonne in 1985 Constant Price)

	1985	1986	1990	1995	2000	2015	2010
LPG	213	127	136	150	166	186	207

(3) ECONOMIC VALUE OF NATURAL GAS AT WEST COAST

(M$/MMBTU in 1985 constant price)

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Low Fuel Scenario	3.5	3.9	4.4	5.2	6.4	7.2
High Fuel Scenario	3.6	4.1	4.8	5.8	7.4	8.6

Table 11 SENSITIVITY ANALYSIS ON RETURN ON INVESTMENT

- Base Case -

Variables		Current Price		Fixed Price	
		Before Tax(%)	After Tax(%)	Before Tax(%)	After Tax(%)
N.G. Price	20% down	20.15	16.02	11.99	9.67
	10% down	18.94	15.13	11.59	9.39
	0%	17.67	14.18	11.19	9.11
	10% up	16.33	13.16	10.79	8.81
	20% up	14.88	12.06	10.38	8.52
LPG Price	20% down	10.86	9.00	7.29	6.16
	10% down	14.54	11.84	9.31	7.72
	0%	17.67	14.18	11.19	9.11
	10% up	20.51	16.24	12.98	10.37
	20% up	23.17	18.13	14.69	11.57
Crude Oil Price	20% down	16.63	13.39	8.20	6.87
	10% down	17.16	13.79	9.73	8.04
	0%	17.67	14.18	* 11.19	9.11
	10% up	18.19	14.57	12.59	10.10
	20% up	18.67	14.93	13.95	11.05
Investment	20% down	20.97	16.56	14.02	11.11
	10% down	19.18	15.27	12.49	10.02
	0%	17.67	14.18	11.19	9.11
	10% up	16.39	13.24	10.09	8.30
	20% up	15.27	12.41	9.12	7.59

Note: * Assemed to be changed by natural gas price and LPG price at the same time

Table 12(1) CITY GAS SUPPLY PROJECT IN MALAYSIA
FOREIGN CURRENCY EARNING (IN CURRENT PRICE)
- BASE CASE - (US$ MILLION)

YEAR	(1) IN-FLOW FROM SALES	ACC. IN-FLOW	MAINTENACE COST	INTEREST ON L/T	REPAYMENT ON L/T	(2) TOTAL OUT-FLOW	ACC. OUT-FLOW	(3) NET IN-FLOW (1)-(2)	ACC.NET IN-FLOW
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	3.4	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.4
1993	13.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	16.3
1994	28.7	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.7	45.1
1995	45.4	90.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.4	90.4
1996	61.3	151.7	0.0	12.6	0.0	12.6	12.6	48.7	139.2
1997	75.3	227.0	0.0	12.6	14.0	26.5	39.1	48.8	187.9
1998	87.1	314.1	0.0	11.9	14.0	25.8	64.9	61.3	249.2
1999	98.5	412.6	0.0	11.2	14.0	25.1	90.0	73.3	322.6
2000	110.4	523.0	7.8	10.5	14.0	32.2	122.2	78.2	400.8
2001	122.9	645.9	8.5	15.6	14.0	38.0	160.2	84.9	485.7
2002	136.6	782.5	9.3	14.9	14.0	38.1	198.3	98.5	584.2
2003	151.1	933.6	10.2	14.2	20.4	44.7	243.0	106.4	690.6
2004	167.3	1100.9	11.2	13.2	20.4	44.8	287.8	122.5	813.1
2005	185.3	1286.3	12.4	12.1	20.4	44.9	332.7	140.4	953.6
2006	198.6	1484.8	13.0	15.5	20.4	48.9	381.6	149.7	1103.2
2007	209.7	1694.6	13.6	14.5	20.4	48.5	430.2	161.2	1264.4
2008	222.0	1916.5	14.3	13.5	25.3	53.1	483.3	168.8	1433.3
2009	235.5	2152.0	15.0	12.2	25.3	52.6	535.8	182.9	1616.2
2010	249.0	2401.1	15.8	11.0	25.3	52.1	587.9	197.0	1813.2
2011	263.3	2664.4	16.6	9.7	25.3	51.6	639.5	211.8	2025.0
2012	279.0	2943.4	17.4	8.4	25.3	51.1	690.6	227.9	2252.8
2013	295.9	3239.4	18.3	7.2	25.3	50.7	741.4	245.2	2498.0
2014	312.9	3552.3	19.2	5.9	25.3	50.4	791.7	262.5	2760.6
2015	331.7	3884.0	20.1	4.6	11.4	36.1	827.9	295.6	3056.2
2016	351.9	4235.9	21.1	4.1	11.4	36.6	864.4	315.3	3371.4
2017	373.0	4608.9	22.2	3.5	11.4	37.1	901.5	336.0	3707.4
2018	396.6	5005.5	23.3	2.9	11.4	37.6	939.1	359.0	4066.4
2019	420.6	5426.1	24.5	2.4	11.4	38.2	977.3	382.4	4448.8
2020	445.8	5871.9	25.7	1.8	11.4	38.9	1016.2	406.9	4855.7
2021	473.8	6345.7	27.0	1.2	4.9	33.1	1049.3	440.7	5296.4
2022	503.7	6849.4	28.3	1.0	4.9	34.2	1083.5	469.4	5765.9
2023	533.8	7383.2	29.8	0.7	4.9	35.4	1118.9	498.4	6264.3
2024	567.7	7950.9	31.2	0.5	4.9	36.6	1155.6	531.0	6795.3
2025	603.1	8554.0	32.8	0.2	4.9	38.0	1193.5	565.1	7360.4
	8553.9	94697.0	488.5	249.4	455.6	1193.5	17959.9	7360.4	76737.1

Table 12(2) CITY GAS SUPPLY PROJECT IN MALAYSIA
FOREIGN CURRENCY EARNING (IN CURRENT PRICE)
- INTEREST RATE; 10.0% - (US$ 1000)

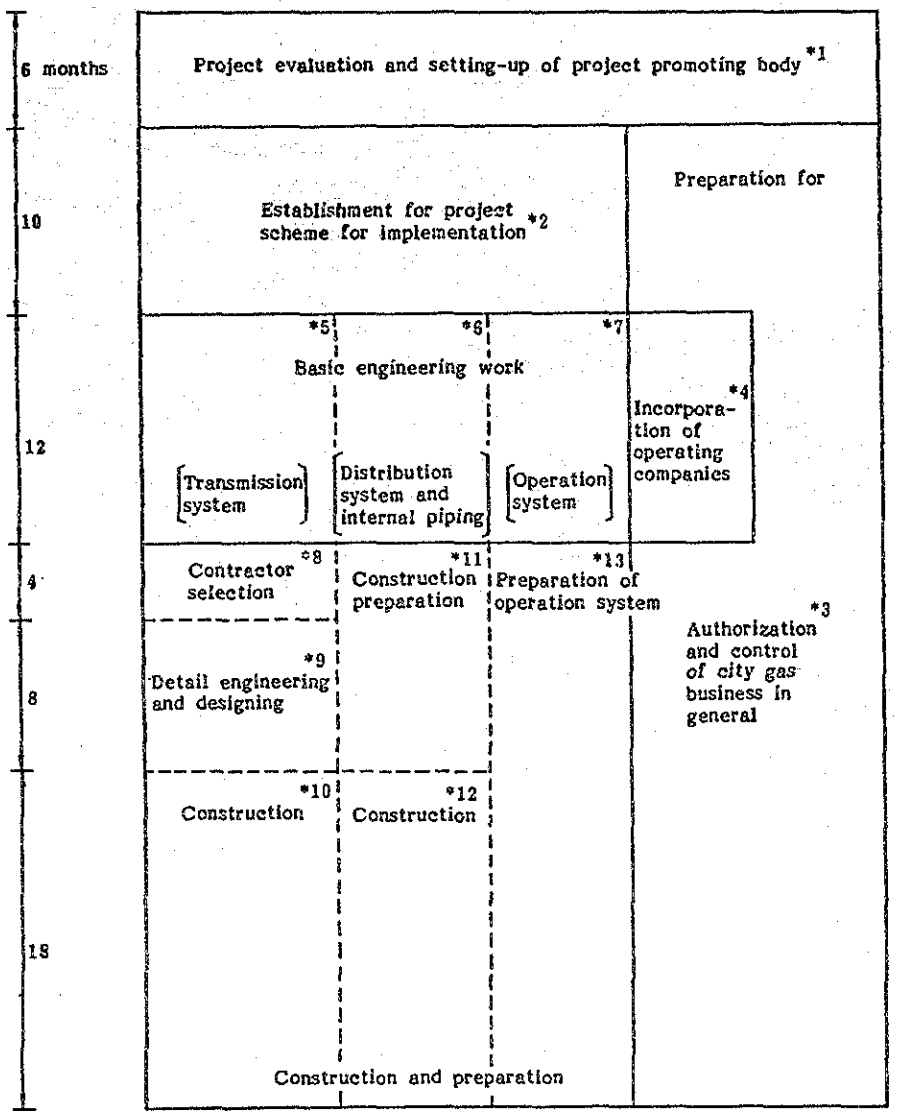
YEAR	(1) IN-FLOW FROM SALES	ACC. IN-FLOW	MAINTENACE COST	INTEREST ON L/T	REPAYMENT ON L/T	(2) TOTAL OUT-FLOW	ACC. OUT-FLOW	(3) NET IN-FLOW (1)-(2)	ACC.NET IN-FLOW
1990	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1991	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
1992	3.4	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4	3.4
1993	13.0	16.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	16.3
1994	28.7	45.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.7	45.1
1995	45.4	90.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	45.4	90.4
1996	61.3	151.7	0.0	27.8	0.0	27.8	27.8	33.5	124.0
1997	75.3	227.0	0.0	27.8	15.4	43.2	70.9	32.1	156.1
1998	87.1	314.1	0.0	26.2	15.4	41.6	112.6	45.5	201.6
1999	98.5	412.6	0.0	24.7	15.4	40.1	152.7	58.4	259.9
2000	110.4	523.0	7.8	23.1	15.4	46.3	199.0	64.1	324.0
2001	122.9	645.9	8.5	35.2	15.4	59.1	258.1	63.8	387.8
2002	136.6	782.5	9.3	33.6	15.4	58.3	316.4	78.3	466.1
2003	151.1	933.6	10.2	32.1	23.0	65.2	381.7	85.9	552.0
2004	167.3	1100.9	11.2	29.8	23.0	64.0	445.7	103.3	655.2
2005	185.3	1286.3	12.4	27.5	23.0	62.8	508.5	122.5	777.7
2006	198.6	1484.8	13.0	35.1	23.0	71.0	579.6	127.5	905.3
2007	209.7	1694.6	13.6	32.8	23.0	69.4	648.9	140.4	1045.7
2008	222.0	1916.5	14.3	30.5	28.4	73.2	722.2	148.7	1194.4
2009	235.5	2152.0	15.0	27.6	28.4	71.1	793.3	164.4	1358.8
2010	249.0	2401.1	15.8	24.8	28.4	69.0	862.3	180.0	1538.8
2011	263.3	2664.4	16.6	21.9	28.4	67.0	929.2	196.4	1735.2
2012	279.0	2943.4	17.4	19.1	28.4	64.9	994.2	214.1	1949.3
2013	295.9	3239.4	18.3	16.2	28.4	63.0	1057.1	233.0	2182.3
2014	312.9	3552.3	19.2	13.4	28.4	61.0	1118.1	251.9	2434.2
2015	331.7	3884.0	20.1	10.6	13.0	43.7	1161.9	288.0	2722.2
2016	351.9	4235.9	21.1	9.3	13.0	43.4	1205.3	308.4	3030.6
2017	373.0	4608.9	22.2	7.9	13.0	43.2	1248.5	329.9	3360.5
2018	396.6	5005.5	23.3	6.6	13.0	43.0	1291.5	353.6	3714.0
2019	420.6	5426.1	24.5	5.3	13.0	42.8	1334.3	377.8	4091.8
2020	445.8	5871.9	25.7	4.0	13.0	42.8	1377.1	403.0	4494.8
2021	473.8	6345.7	27.0	2.7	5.5	35.2	1412.3	438.6	4933.4
2022	503.7	6849.4	28.3	2.2	5.5	36.0	1448.3	467.7	5401.1
2023	533.8	7383.2	29.8	1.6	5.5	36.9	1485.1	497.0	5898.1
2024	567.7	7950.9	31.2	1.1	5.5	37.8	1522.9	529.9	6427.9
2025	603.1	8554.0	32.8	0.5	5.5	38.8	1561.8	564.3	6992.2
	8553.9	94697.0	488.5	561.2	512.1	1561.8	25227.0	6992.2	69470.1

Table 13 FINANCIAL INTERNAL RATE OF RETURN OF RETICULATION IN FIXED PRICE BASE IN 1986

Conditions	
Number of Household	8,000
Construction per Household	230.4 US$
Table Construction Cost	1,843,200 US$
Construction Period	1 year
Sales volume per Household	160Nm^3/year
Raw Material (LPG Bulk) Cost	5.80 US$/MMBTU
Sales Price (LPG Cylinder Price)	8.71 US$/MMBTU
Total Raw Material Cost per Year	290,944 US$
Total Sales Amount per Year	436,864 US$
Labour Cost per Year	10,465 US$
The Project Life	35 years
Maintenance Cost	1% of Construction Cost
FIRR	
For Total Construction Cost	4.94%
For 70% 1/ of Construction Cost	7.82%
For 50% 1/ of Construction Cost	11.16%
For 30% 1/ of Construction Cost	17.92%

Note: 1/ The balance of construction cost is considered to be born by land developer

Table 14 SCHEDULE OF PREPARATORY WORKS TOWARD THE START-UP



*1. Its purpose is (1) to establish the project scheme, (2) to promote legislative arrangement, (3) to set up operating company and (4) to manage basic engineering. It is agreeable that this body will take, or take part in the operation.

*2. To be defined are (1) purchase gas price, (2) target demand, (3) sales price, (4) time table and (5) way of operation. (1) is critical and to be fixed first.

*3. Main items are (1) legislation to establish city gas company, (2) approval to install piping under road and (3) technical standard for safety.

*4. Operation by public sector is primarily expected. But private sector is possible if certain measures are taken to improve the profitability.

*5. Internationally established engineering procedures for pipeline construction will be followed.

*6. Main items are (1) design/material standards, (2) qualification and approval system and (3) organization and training program.

*7. Main systems to be designed are for (1) construction/operation/maintenance, (2) billing/bill collection, (3) customer connection and (4) emergency handling.

*8. To be prepared with assistance by a consultant.

*9. Mainly by contractor.

*10. To be done by contractors selected by international bidding and under the construction management by consultant.

*11. Work forces are to be organized and trained under the management of the operating company.

*12. Mainly by domestic forces.

*13. Expert aided preparation is recommended.

Figure 1(1) EXISTING LAND USE IN URBAN AREA IN 1985

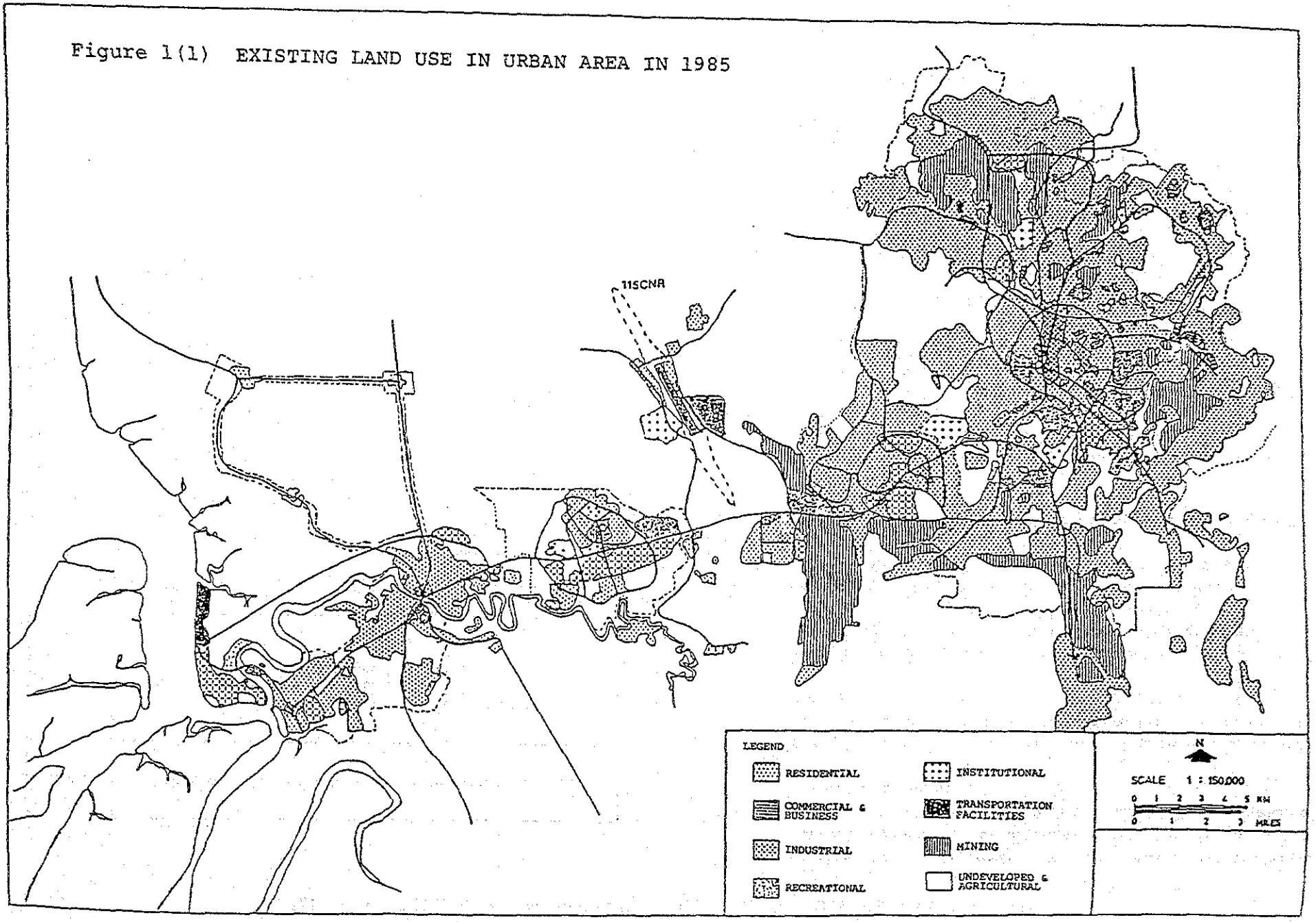


Figure 1(2) LAND USE IN URBAN AREA IN 2005

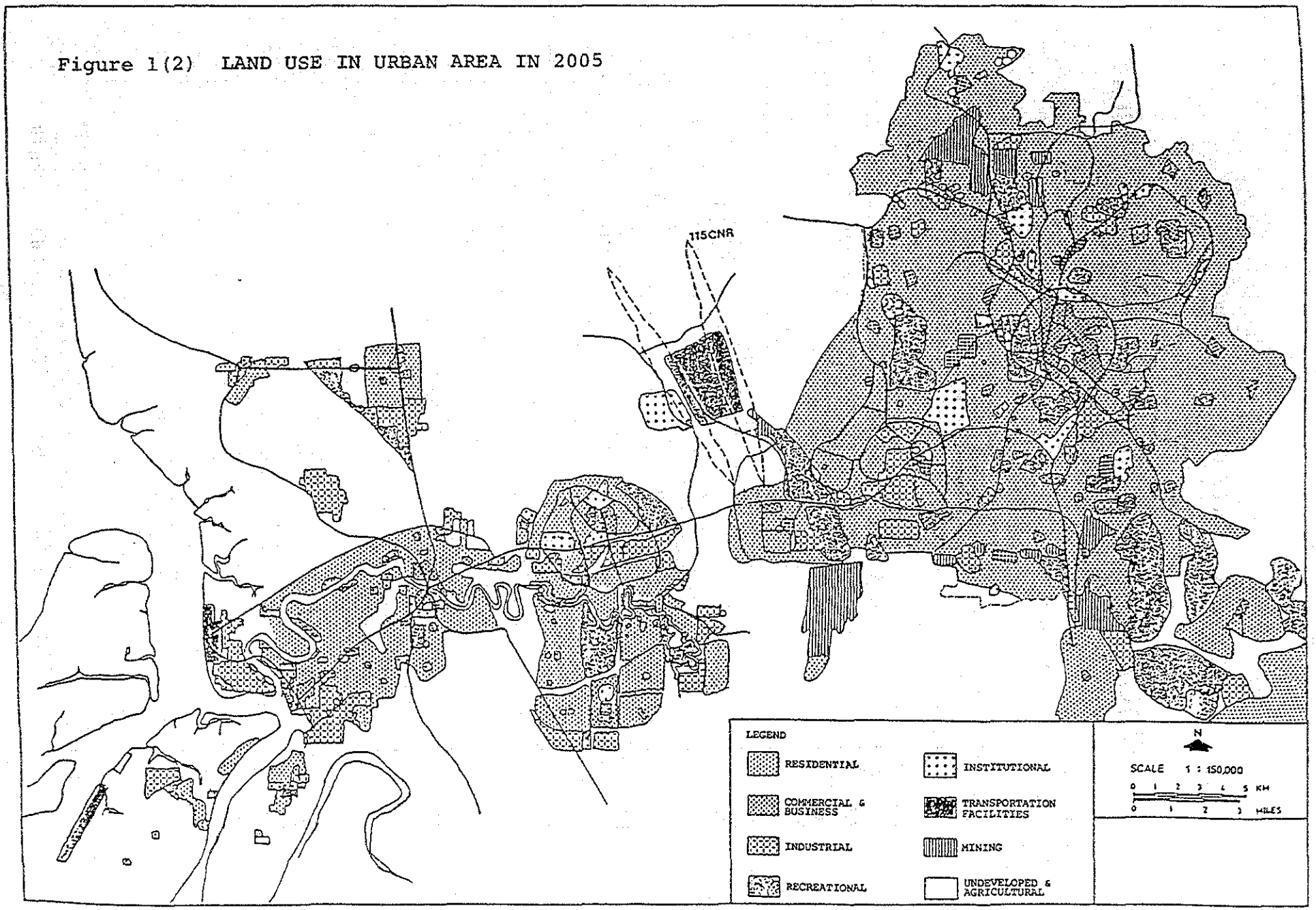
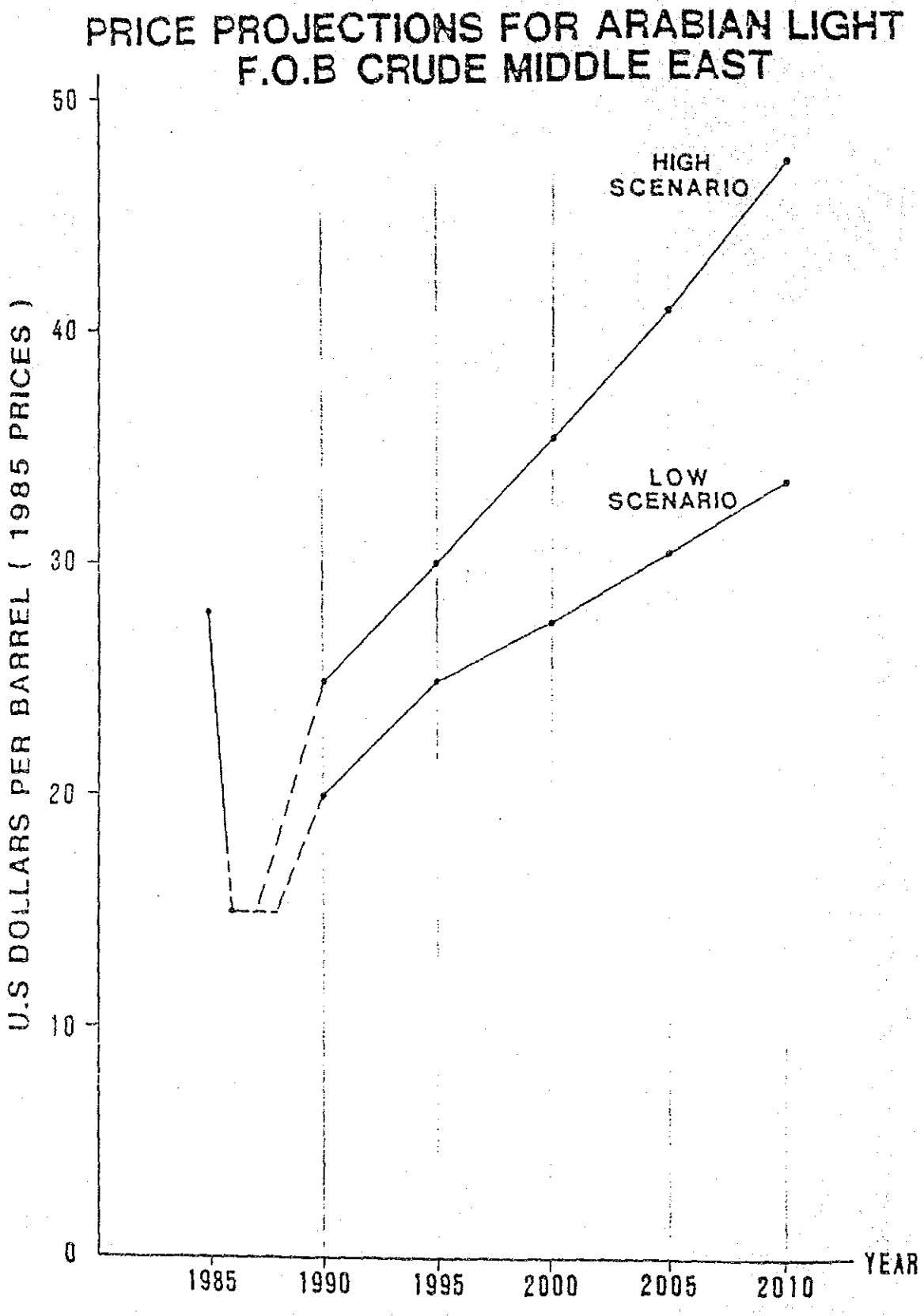


Figure 2 CRUDE OIL PRICE FORECAST



SOURCE: GPS

Figure 3 PROCEDURES OF CONCEPTIONAL DESIGN

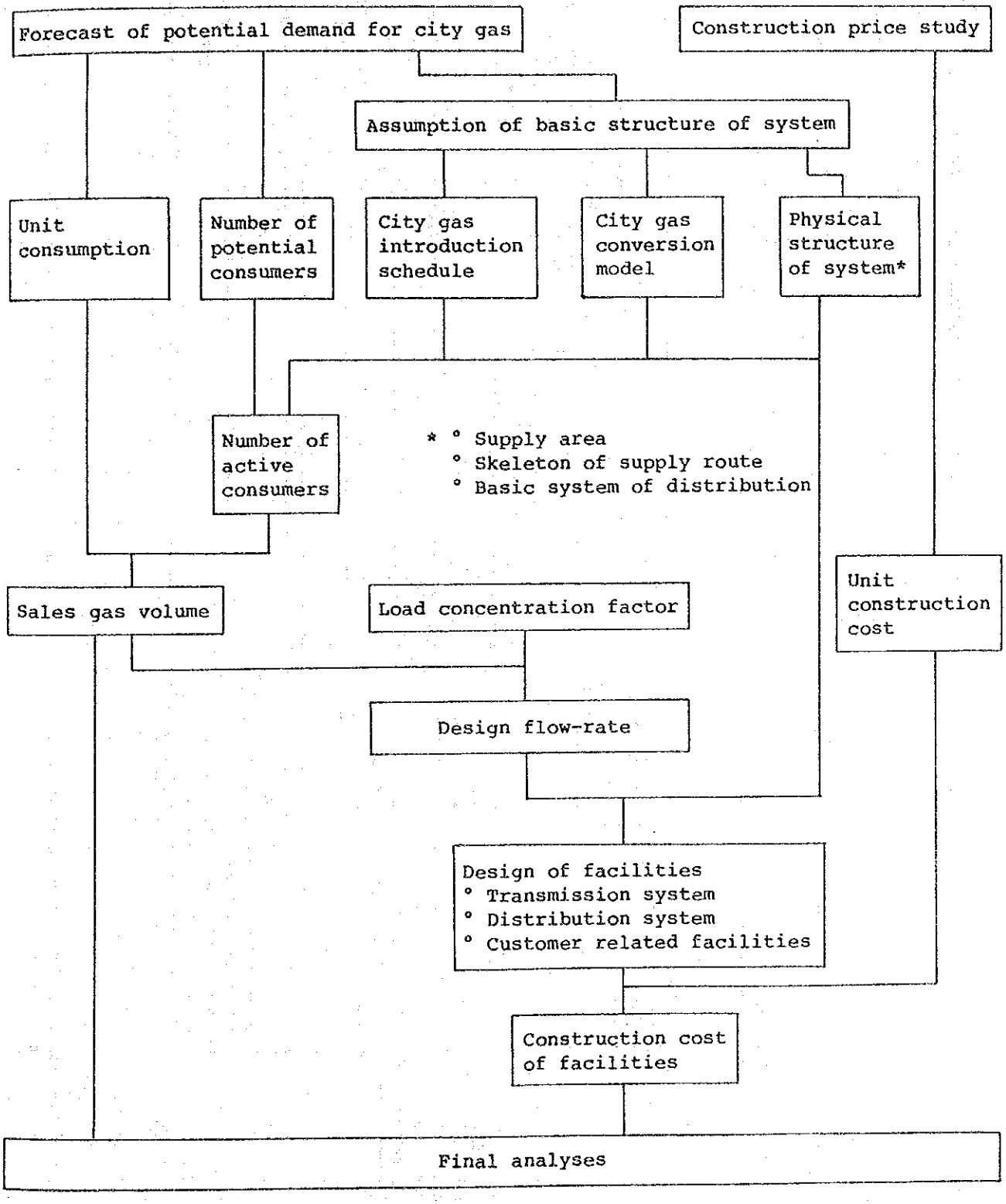
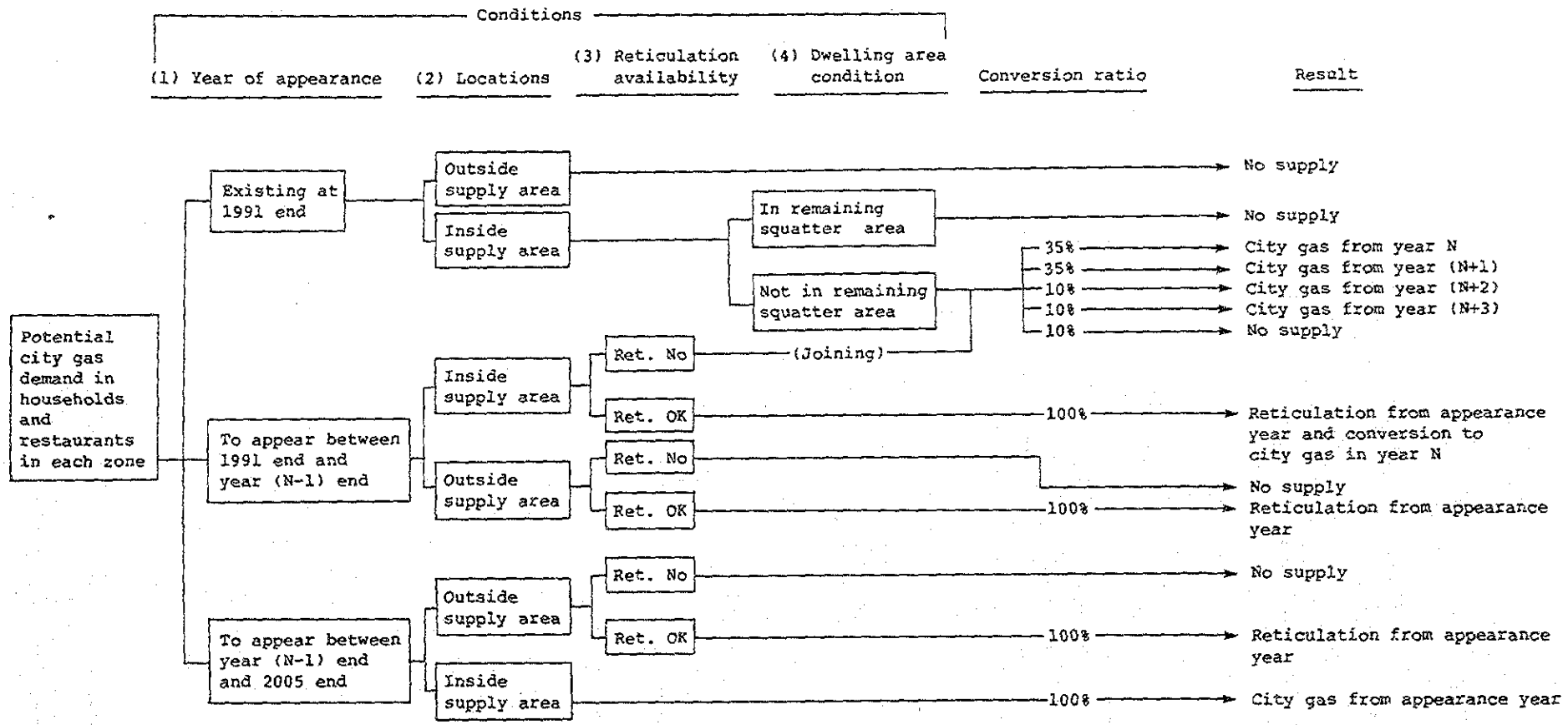


Figure 4 SUPPLY-SIDE CITY GAS CONVERSION MODEL FOR HOUSEHOLD AND RESTAURANT DEMANDS



Note: Year N is the year of beginning city gas supply to the zone. Transmission system is to be completed as far as to that zone just before year N.

Figure 5(1) BASIC IMPLEMENTATION SCHEDULE (BASE CASE)

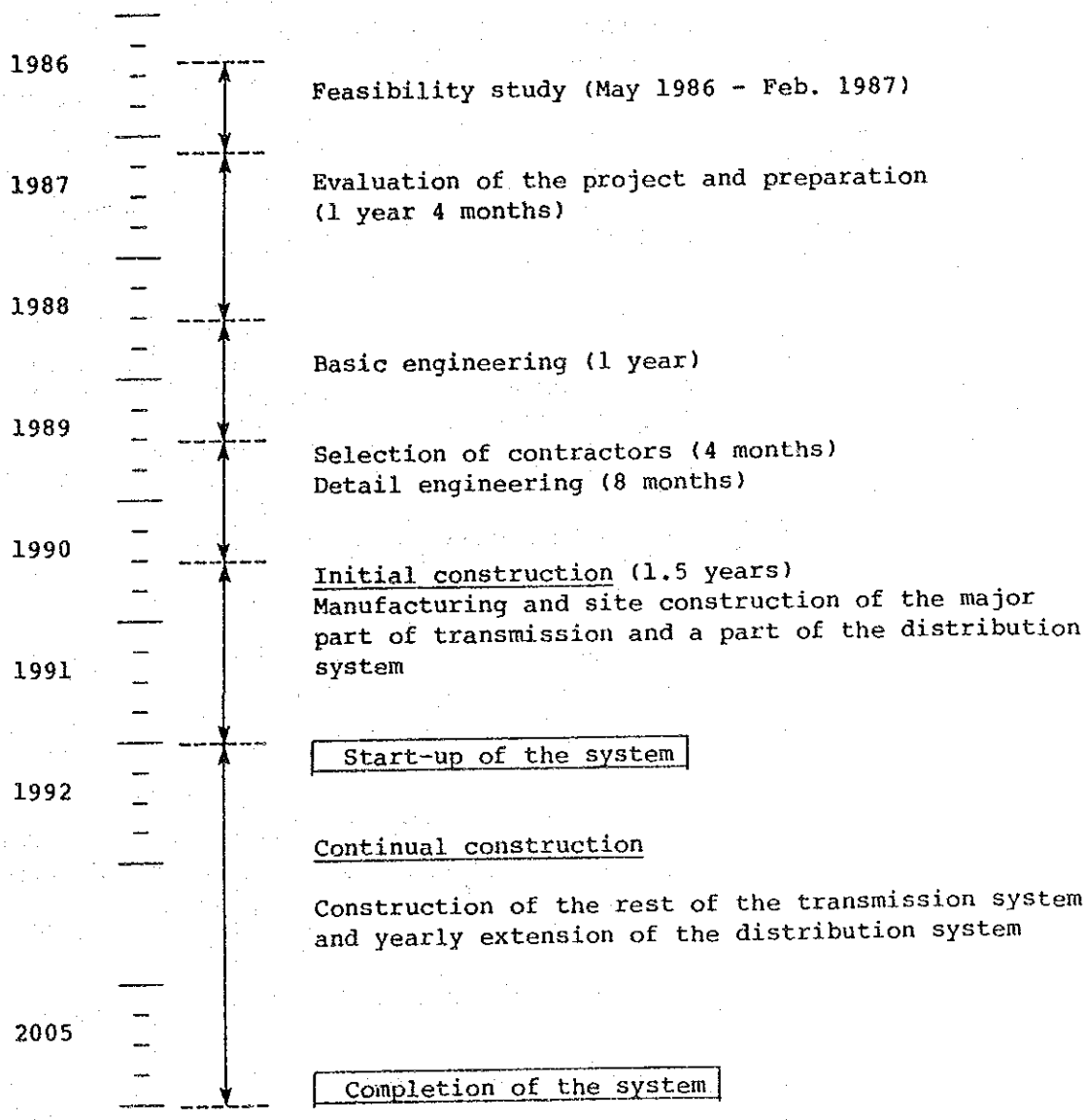


Figure 5(2) BASIC IMPLEMENTATION SCHEDULE (MEDIUM AND LOW CASES)

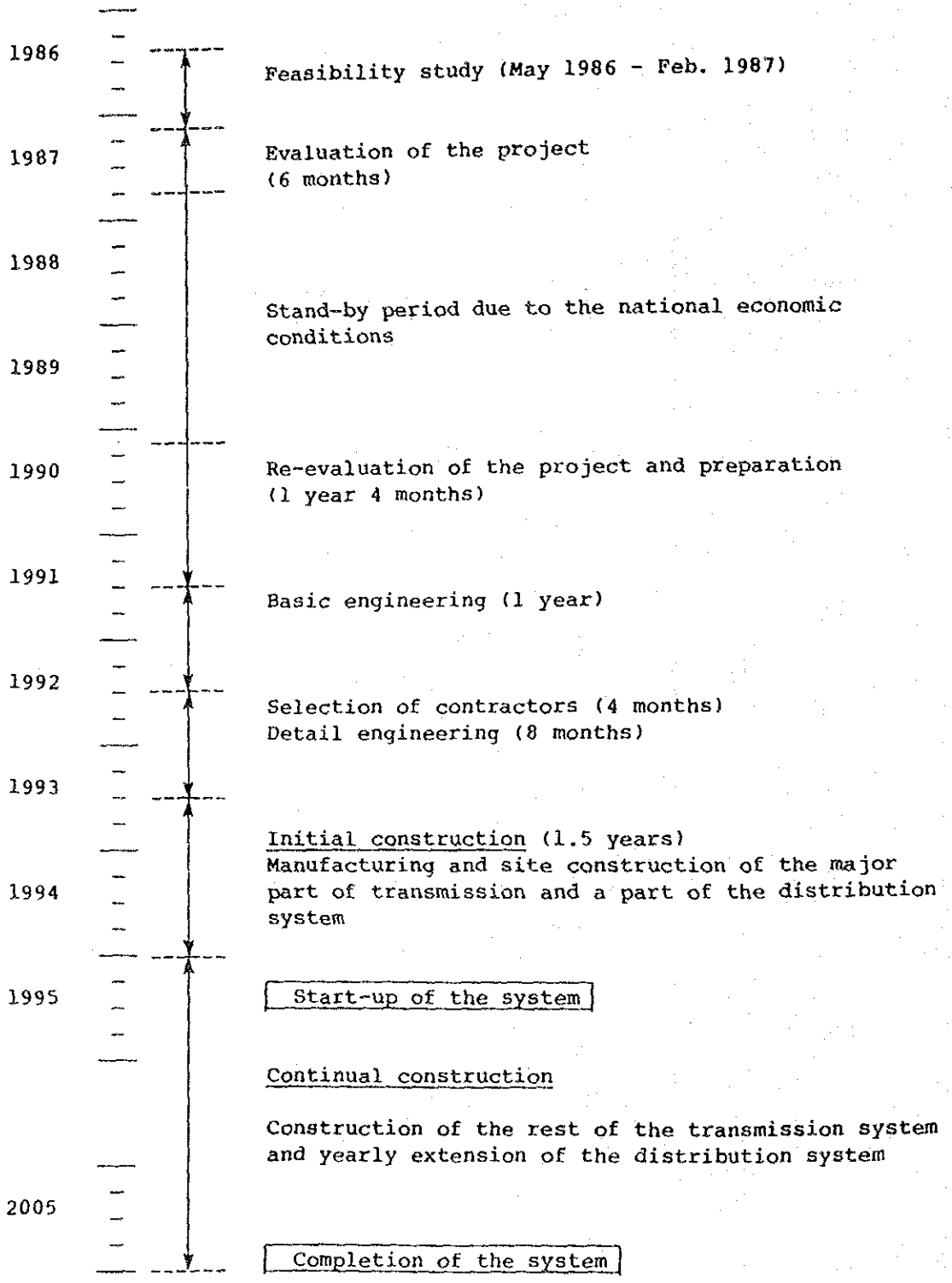


Figure 6 DEVELOPMENT PROGRAM OF TRANSMISSION AND DISTRIBUTION SYSTEM

T: Construction of transmission system
D-1,2,3,4: Construction of distribution network for existing demand
d: Construction of distribution network for new demand

	Stage 1	Stage 2	Stage 3	Stage 4	Stage 5
1990					
1991	T				
1992	D-1/d	T			
1993	D-2/d	D-1/d	T		
1994	D-3/d	D-2/d	D-1/d	T	
1995	D-4/d	D-3/d	D-2/d	D-1/d	T
1996	d	D-4/d	D-3/d	D-2/d	D-1/d
1997	d	d	D-4/d	D-3/d	D-2/d
1998	d	d	d	D-4/d	D-3/d
1999	d	d	d	d	D-4/d
2000	d	d	d	d	d
2001	d	d	d	d	d
2002	d	d	d	d	d
2003	d	d	d	d	d
2004	d	d	d	d	d
2005	d	d	d	d	d

DESIGN RESULT OF TRANSMISSION SYSTEM (BASE ROUTE 1)

PIPE SIZE	1 PHESE	2 PHESE	3 PHESE	4 PHESE	5 PHESE	TOTAL
4 "	1.8	8.7	2.7	5.8	27.9	46.9
6 "	0	5.8	13.4	2.2	11.1	32.5
8 "	12.0	18.0	11.9	16.6	0	58.5
12 "	27.6	16.7	14.1	18.8	0	77.2
16 "	1.5	0	10.3	0	0	11.8
20 "	9.3	0	0	0	0	9.3
24 "	0	0	0	0	0	0
30 "	0	0	0	0	0	0
TOTAL	52.2	49.2	52.4	43.4	39.0	236.2
AVG.SIZE	12.3	8.4	9.8	9.1	4.6	9.1
VALVE	18	14	7	6	3	48

LEGEND

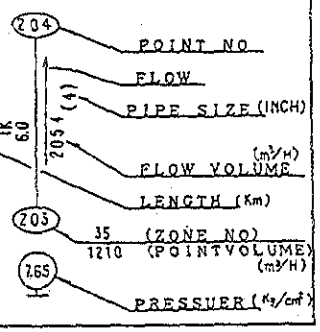
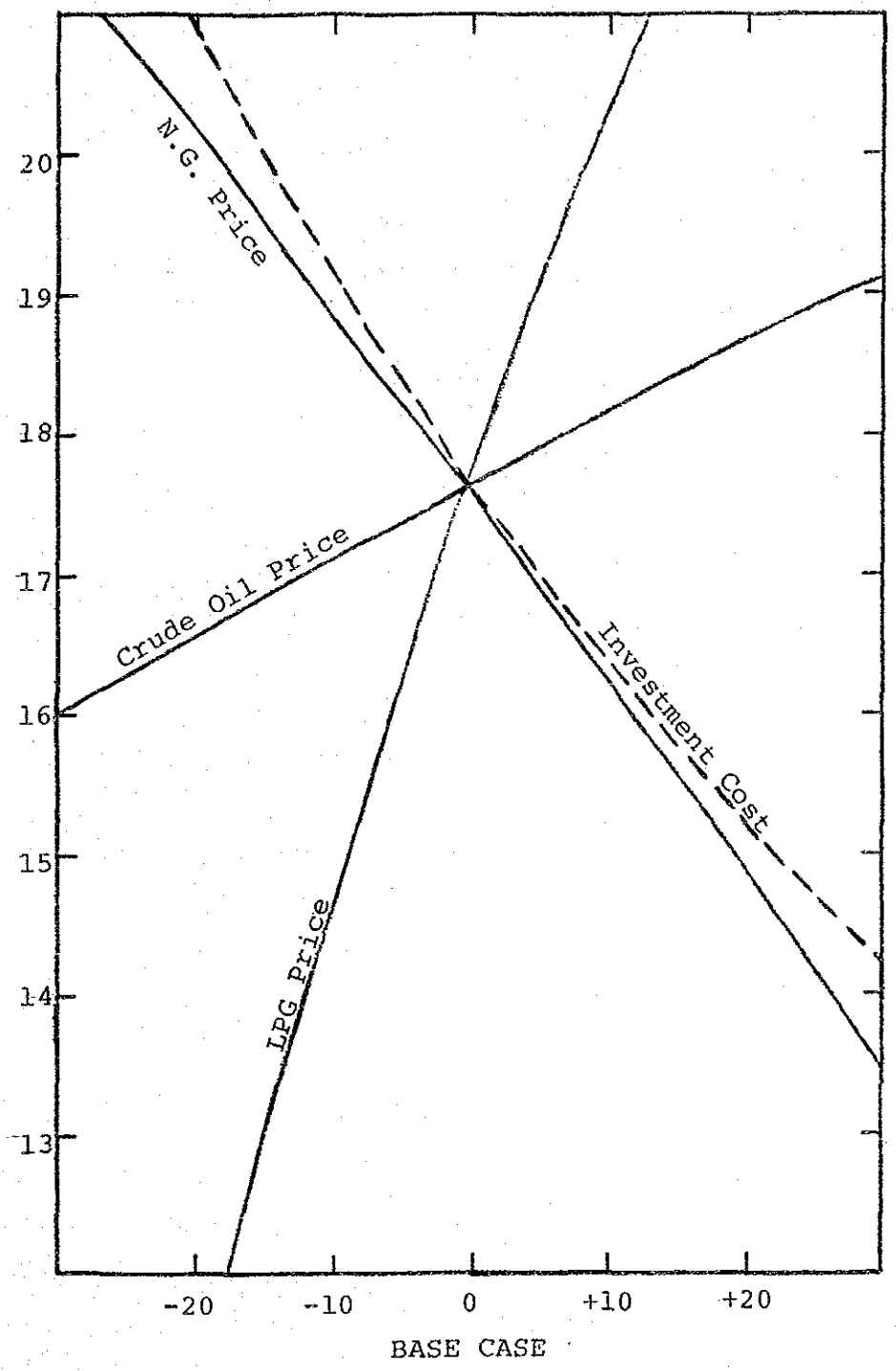


Figure 7 TRANSMISSION ROUTE, DIAMETERS AND CONSTRUCTION SCHEDULE

Figure 8 SENSITIVITY ANALYSIS OF RETURN ON INVESTMENT FOR BASE CASE

- CURRENT TERM (BEFORE TAX) -



Variant from Base Case, %

SCOPE OF WORK

SCOPE OF WORK

FOR

THE FEASIBILITY STUDY ON CITY GAS DISTRIBUTION SYSTEMS

IN THE KLANG VALLEY AREA OF MALAYSIA

AGREED UPON BETWEEN

THE ECONOMIC PLANNING UNIT OF THE

PRIME MINISTER'S DEPARTMENT

ON BEHALF OF

THE GOVERNMENT OF MALAYSIA

AND

THE JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

KUALA LUMPUR, JANUARY 1986

(DATO SERI RADIN SOENARNO AL-HAJ)
DIRECTOR GENERAL
ECONOMIC PLANNING UNIT
PRIME MINISTER'S DEPARTMENT
ON BEHALF OF
THE GOVERNMENT OF MALAYSIA

(DR. KENJI TOMITA)
LEADER OF THE
PRELIMINARY SURVEY TEAM
ON BEHALF OF
THE JAPAN INTERNATIONAL
COOPERATION AGENCY

I. INTRODUCTION

In response to the request of the Government of Malaysia, the Government of Japan has decided to conduct a Feasibility Study on City Gas Distribution Systems in the Klang Valley Area (hereinafter referred to as "the Study"), and in accordance with the relevant laws and regulations in force in Japan, the 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 of Malaysia.

The present document sets forth the Scope of Work with regard to the Study.

II. OBJECTIVE OF THE STUDY

The objective of the Study is to examine the technical, economic and financial feasibility of city gas distribution systems utilizing the natural gas to be introduced into the Klang Valley Area by 1990. The Study shall cover the period of 5 years from 1990.

The Study area covers the Federal Territory of Kuala Lumpur and the other growth centres of Petaling Jaya, Shah Alam, Klang, Bandar Baru Selayang, Bangi and other conurbation areas in the Klang Valley.

III. SCOPE OF THE STUDY

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

1. The background and relevant conditions
   (1) General economic situation of Malaysia.
   (2) Present situation and policies on the Peninsular Gas Utilization Project.
   (3) Relevant laws and regulations.

2. Demand forecast for city gas
   (1) Survey of the current energy consumption.
   (2) Forecast of the growth in energy consumption.

(3) Estimation of the share of city gas in the total energy consumption.

(4) Revision of the demand for city gas based on the effect of introducing city gas.

3. Conceptional design of the basic structure of the integrated gas distribution system

(1) Design of the basic route and the gas transmission system.

(2) Selection of gas distribution system.

(3) Study on other facilities of gas supply system.

4. Study of the construction schedule of the city gas distribution system

(1) Preparation of the outlined schedule of introducing the city gas system.

(2) Preparation of the outlined schedule of constructing the transmission pipeline and its major auxiliary facilities.

(3) Introduction of distribution system using LPG and other forms of gas as an initial step towards final conversion to natural gas.

5. Estimation of the construction cost

(1) Number of facilities to be constructed.

(2) Unit cost of construction items.

(3) Total construction cost.

6. Financial analysis

(1) Overall investment costs (local and foreign).

(2) Expenditure schedule of investment costs.

(3) Financing scheme.

(4) Production cost.

(5) Estimation of capital contribution and gas price structure.

(6) Projected balance sheet.

(7) Projected income statement.

(8) Projected cash flow statement.

(9) Financial internal rate of return.

(10) Sensitivity analysis.

7. Organization and management aspects

8. Environment and safety

9. Economic and social evaluation

10. Conclusion and recommendation

IV. STUDY SCHEDULE

The whole work will be conducted in accordance with the attached tentative schedule.

V. REPORTS

JICA shall prepare and submit the following reports in English to the Government of Malaysia.

1. Inception Report
   30 copies
   At the beginning of the Study in Malaysia

2. Progress Report
   30 copies
   At the end of field work

3. Interim Report

30 copies

Within 7 (seven) months after the commencement of the Study

4. Draft Final Report

30 copies

Within 10 (ten) months after the commencement of the Study

The Government of Malaysia will provide JICA with its comments within 1 (one) month after the receipt of the Draft Final Report

5. Final Report

50 copies

Within 2.5 (two and half) months after the receipt of the Government of Malaysia's comments on the Draft Final Report

The Study team should ensure that all data, information, maps, materials and findings connected with the Study are kept confidential and not disposed of or revealed to any third party except with the prior written consent of the Government of Malaysia. Such maps and aerial photographs are to be returned to the Government of Malaysia immediately upon completion of the Study. All reports when finalized and submitted to the Government of Malaysia shall remain the property of the Government of Malaysia.

VI. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF MALAYSIA

To facilitate the smooth conduct of the Study, the Government of Malaysia shall take the following necessary measures:

1. To inform the members of the Study team of any existing risk in the Study area and to take any measures deemed necessary to secure the safety of the Study team.

2. To secure the necessary entry permits for the Study team to conduct field surveys in Malaysia and exempt them from consular fees.

3. To exempt the members of the Study team from taxes and duties, as normally accorded under the provision of Malaysian General Circular No. 1 of 1979, on equipment, machinery and other materials brought into and out of Malaysia for the conduct of the Study.

4. To exempt the members of the Study team from Malaysian income tax on their official emoluments in respect of their period of assignment in Malaysia in connection with the conduct of the Study but the Government of Malaysia shall retain the right to take such emoluments into account for the purpose of assessing the amount to be applied to income from other sources.

5. To provide the necessary facilities to the Study team for remittance as well as utilization of funds introduced into Malaysia from Japan in connection with the conduct of the Study.

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

7. To provide the Study team with medical services when needed but the expenses will be chargeable to the members of the Study team.

8. To make arrangements for the Study team to take back to Japan the data, maps and materials connected with the Study, subject to the approval of the Government of Malaysia, in order to prepare the reports.

9. To provide the Study team with available data, maps and information necessary for the execution of the Study.

10. To appoint counterpart personnel to the Study team during the Study period.

11. To provide the Study team with suitable office space with clerical service and necessary office equipment in Kuala Lumpur.

12. To provide the Study team with adequate means of local transport for official travel only.

13. To indemnify any member of the Study team in respect of damages arising from any legal action against him in relation to

any act performed or omissions made in undertaking the Study except when the two Governments agree that such a member is guilty of gross negligence or wilful misconduct.

14. To nominate PETRONAS Dagangan Sdn. Bhd. to act as counterpart agency for the Study and the Economic Planning Unit as the main coordinating body in relation to other relevant Governmental and non-Governmental organizations.

VII. UNDERTAKINGS OF JICA

In order to conduct the Study, JICA shall take the following measures:-

1. To despatch, at its own expense, the Study team to Malaysia.

2. To pursue technology transfer to the Malaysian counterpart personnel in the course of the Study.

VIII. CONSULTATION

JICA and the Government of Malaysia shall consult each other in respect of any matter that is not agreed upon in this document and which may arise from or in connection with the Study.

APPENDIX

TENTATIVE SCHEDULE OF THE STUDY

Year & Month / Item	1986									1987				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May
Preparatory Office Work	▭													
Inception Report		△												
Field Work		▨	▨	▨										
Progress Report				△										
Home Office Work				▭	▭	▭								
Interim Report							△							
Supplementary Field Work								▨						
Home Office Work								▭	▭					
Draft Final Report										△				
Discussion of the Results											▨			
Supplementary Office Work											▭	▭	▭	
Final Report														△

▨ in Malaysia ▭ in Japan

JICA