

第7章 ハノイ地域の地下水モデリング

7.1 モデル構造と入力パラメータ

ハノイの2つの対象コミュニティにおける最適地下水開発案を検討するために、三次元地下水流動モデルを作成し、シミュレーション解析を行った。モデルはハノイ地域の水文地質構造および帯水層区分を考慮して4層構造とし、平面的には1つのセルの大きさを南北500 m、東西500 mの正方形とした。モデル化した範囲は、東西20 km、南北20 km、モデルのセル総数は、 $40 \times 40 \times 4 = 6,400$ セルである（図7.1参照）。

モデルの層区分は、上位より第1層（粘土・シルト層、不圧/被圧条件）、第2層（第1帯水層、不圧/被圧条件）、第3層（粘土・シルト層、被圧条件）、第4層（第2帯水層、被圧条件）とした。

モデルの境界条件は、紅河、ズオン川、西湖の位置する第1層セルに固定水位境界を設定し、地表水位データから各セルの水位を設定した（図7.2）。それ以外の境界条件は、モデル領域の周囲で閉鎖境界条件を設定した。

モデルの入力パラメータは、既存資料をもとに入力パラメータを層別に整理し、各セルに入力した。入力パラメータは、各層の上面および下面標高、有効空隙率、比貯留量、水平方向および垂直方向透水係数、初期水位、かん養量、地下水揚水量である。表7.1には、入力パラメータの一覧を示す。

7.2 モデルの検証

作成したモデルが実際の地下水流動を再現できるかどうかを確認するために、モデルの検証を行った。モデルの検証は、まず、収集したなかで最も観測記録が揃っている1991年5月を対象に、30年間の定常計算で実施した。モデルには1991年の揚水量データを入力し、計算地下水位と実測地下水位の分布を比較して、信頼度の低い垂直方向透水係数を修正した（表7.1参照）。その結果、1991年5月に実測された揚水井戸での地下水頭分布を再現することができた（図7.3）。

つぎに、上述の定常計算で得られた計算地下水位を初期水位とし、1990年から1996年の年別の地下水揚水量をモデルに入力して7年間の非定常計算を行った。入力した揚水量を、表7.2に示す。その結果、1990～1996年の計算水位変動および1996年の計算地下水頭分布が実測値をほぼ再現していることが確認された（図7.4）。

7.3 予測計算

調査対象コミュニティのDong Ngac、Xuan Dinhにおいて、新たに井戸を建設して第2帯水層から揚水した場合の周辺の地下水位および地下水流動に与える影響を検討するために、前述の検証されたモデルを使用して予測計算を行った。各コミュニティでは、それぞれ1本ずつ井戸を建設するものと仮定した。井戸位置は、Dong Ngacコミュニティが(I=9、J=13)、Xuan Dinhコミュニティが(I=9、J=14)とした。

新規井戸の揚水案として、つぎの2案を設定した。

第1案：Dong Ngac井戸揚水量=1,260 m³/day、

Xuan Dinh井戸揚水量=2,850 m³/day

第2案：Dong Ngac井戸揚水量=1,890 m³/day、

Xuan Dinh井戸揚水量=4,275 m³/day

このうち、第1案は本調査による計画最大揚水量、第2案は第1案の1.5倍の値である。予測計算では、上述の新規の揚水量がある場合の計算水位を、新規揚水量がない場合の計算水位と比較した。なお、ハノイ市上水道の揚水量は、1996年までの実績値および現在計画されている紅河沿いの井戸群配置案(ヴェトナム地質鉱物局、1998)を考慮して設定した(図7.5参照)。それによると、ハノイ市上水道では、Cao Dinh井戸群として26井(合計揚水量=97,964 m³/day)、Yen Phu井戸群の拡張分として13井(合計揚水量=60,777 m³/day)の建設を予定している。

予測計算は、10年間の非定常計算で行った。対象コミュニティでの新規揚水がない場合を予測第0案として計算し、つづいて第1案、第2案の予測計算を行った。そして、10年間の非定常計算後の第1案、第2案の計算水頭を、第0案の同時期の計算地下水頭と比較して、新規揚水による影響を検討した。図7.6には、第0案による計算地下水頭分布を示す。

第1案の予測計算では、Xuan Dinhの新規井戸設置地点で最大2.36 mの水位低下が発生し、10 cm以上水位低下が発生する地域は、Xuan Dinh井戸の東側で約5 km、南側で約7 kmの範囲に及ぶと予測された(図7.7)。また、ハノイ市上水道の水源地のうち、Xuan Dinhコミュニティの近くにあるNgoc Ha井戸群やMai Dich井戸群では、地下水位が15~30 cm程度低下すると予測される。

第2案の予測計算では、Xuan Dinhの新規井戸設置地点で最大3.54 mの水位低下が発生し、10 cm以上の水位低下が発生する地域は、Xuan Dinh井戸の東側で約6 km、南側で約8.5 kmの範囲と予測された(図7.8)。また、ハノイ市上水道の水源地のうち、Xuan Dinhコミュニティの近くにあるNgoc Ha井戸群やMai Dich井戸群では、地下水位

が20～40 cm程度低下すると予測される。

7.4 影響評価

予測計算結果によれば、調査対象コミュニティのDong NgacおよびXuan Dinhコミュニティで、本調査で計画した地下水揚水を行えば、地下水位が低下し、10 cm以上低下する範囲はコミュニティの外側にも及び、西湖の西半部やNgoc Ha井戸群、Mai Dich井戸群もその範囲に入る。また、計画最大揚水量の1.5倍の量を揚水した場合には、水位低下10 cm以上の影響範囲は、ハノイ市中央部にまで及ぶ。

一方、ハノイ地域の地下水流動は、ハノイ市上水道水源としての地下水揚水により自然状態より大きく変化しており、すでにハノイ市中部～南部を中心とする地下水位低下域が形成されている。ハノイ市の地下水は、第2帯水層に形成されたこの地下水位低下域の中心に向かって、周辺の地下水が流動するパターンを示している。この地下水位低下域は、ハノイ市上水道の8井戸群130本の水源井からの揚水(330,000～390,000 m³/day)、および250本程度の民間の工業用および商業用井戸による地下水揚水(1998年時点で約75,000 m³/day)(ヴェトナム地質鉱物局、1998)により形成されている。したがって、本調査で計画した対象コミュニティでの新規地下水開発量(約4,100 m³/day)は既存揚水量の1%程度しかなく、新規地下水開発を行ってもハノイ地域の地下水流動系はほとんど変化しないと予測される。

図7.9には、第1案の予測計算結果から、ハノイ地域の計算地下水流動と、Dong Ngac・Xuan Dinh井戸に流入するパスラインおよび隣接するCao Dinh井戸群の井戸に流入するパスラインを示す。これによると、Dong Ngac・Xuan Dinh井戸には、主に井戸の上部から西側にかけての地域でかん養された地下水が流入する。これに対して、Cao Dinh井戸群には、主に紅河からかん養された地下水が流入する。予測第1案の場合、Cao Dinh井戸群の揚水量が大きいいため、そこでの地下水頭がDong Ngac・Xuan Dinhでの地下水頭よりも低くなるため、対象コミュニティの新規井戸にはCao Dinh井戸群がバリア井戸の役割をはたして紅河の水が直接流入しないが、仮にCao Dinh井戸群の揚水量が少ない場合には、紅河の水が直接流入することも考えられる。JICA(1997)によれば、ハノイで測定された紅河の水質(1994年)は、ヒ素が最大0.095 mg/lとヴェトナムの飲料水基準(0.05 mg/l)を上回っているほか、クロムや鉛、ニッケルもヴェトナム飲料水基準やWHO基準値を上回っている。さらに、DDTもヴェトナム飲料水基準を超えている。

したがって、ハノイの対象コミュニティで新規に井戸を掘削して揚水する場合には、水量だけでなく水質にも十分注意する必要がある。そのためには、地下水位および水質についてのモニタリング体制を整備する必要がある。

表7.1 三次元モデルに入力したパラメータ

モデル層	帯水層 ユニット	帯水層のタイプ	上面および下面 標高 (masl)	有効 空隙率	比貯留量 (m ⁻¹)	透水係数		初期水頭 (masl)	かん養量 (mm/day)	揚水量 (1991年) (m ³ /day)
						水平方向 (m/day)	垂直方向 (m/day)			
第1層	第1難透水層	被圧/不圧	上面: 8.1 ~ 30.2 下面: -1.5 ~ -17.3	0.25	1.00E-04	0.1	0.01 (0.03)*	3.36 ~ 4.47	1.1	0
第2層	第1帯水層	被圧/不圧	上面: -1.5 ~ -17.3 下面: -7.8 ~ -33.9	0.25	1.00E-04	10.0 ~ 35.4	1.0 ~ 3.54	-6.33 ~ 7.95	0	0
第3層	第2難透水層	被圧	上面: -7.8 ~ -33.9 下面: -21.7 ~ -49.4	0.25	1.00E-04	0.01	0.001 (0.04)*	-10.63 ~ 5.19	0	0
第4層	第2帯水層	被圧	上面: -21.7 ~ -49.4 下面: -50.5 ~ -110.6	0.25	1.00E-04	20.1 ~ 70.9	2.01 ~ 7.09	-10.63 ~ 5.19	0	383,034

*: モデル検証による修正値

表7.2 1990～1996年のハノイ地域の地下水揚水量

(単位: m³/day)

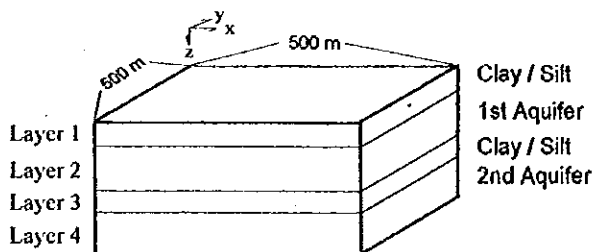
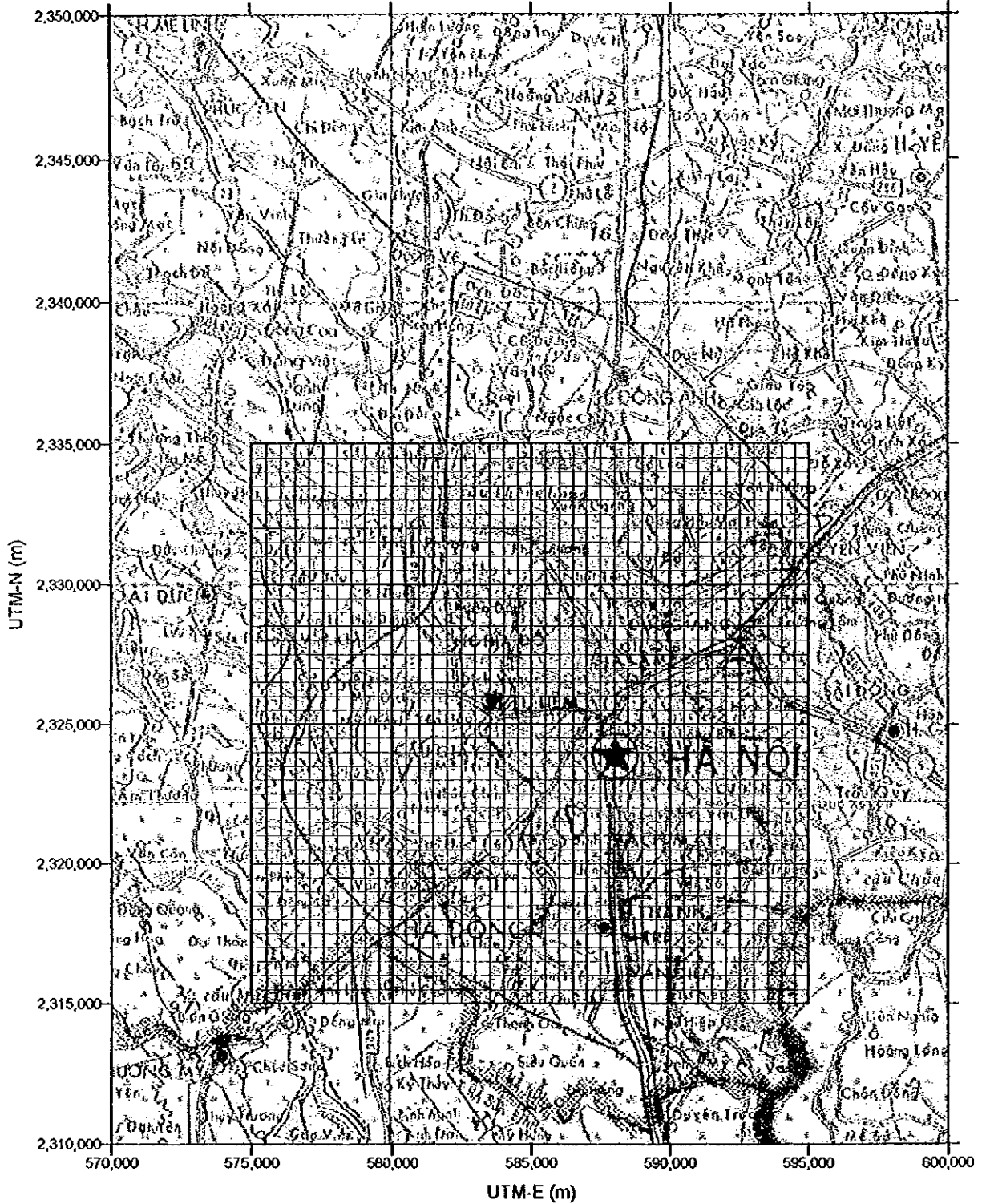
年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
ハノイ上水道主要井戸群							
PHAP VAN	46,248	37,968	39,120	32,544	28,752	34,548	21,360
MAI DICH	42,240	55,728	61,176	65,112	59,400	56,904	55,800
NGOC HA	39,576	57,672	40,752	44,640	39,000	45,720	44,328
LUONG YEN	-	-	25,968	79,056	77,016	74,160	57,744
TUONG MAI	-	-	30,744	26,736	26,496	27,648	23,184
HA DINH	-	-	30,696	27,504	30,720	31,032	29,232
NGO SY LIEN	49,200	53,160	45,240	44,592	42,168	33,672	30,504
YEN PHU	49,032	46,584	45,960	47,928	37,728	39,096	29,328
主要井戸群合計	226,296	251,112	319,656	368,112	341,280	342,780	291,480
他合計	133,986	131,922	135,930	142,500	149,070	155,640	162,210
総合計	360,282	383,034	455,586	510,612	490,350	498,420	453,690

[出典]


Hanoi Dept. of Sci. & Enviro. Tech. and Hanoi Univ. of Mining and Geology (1998)

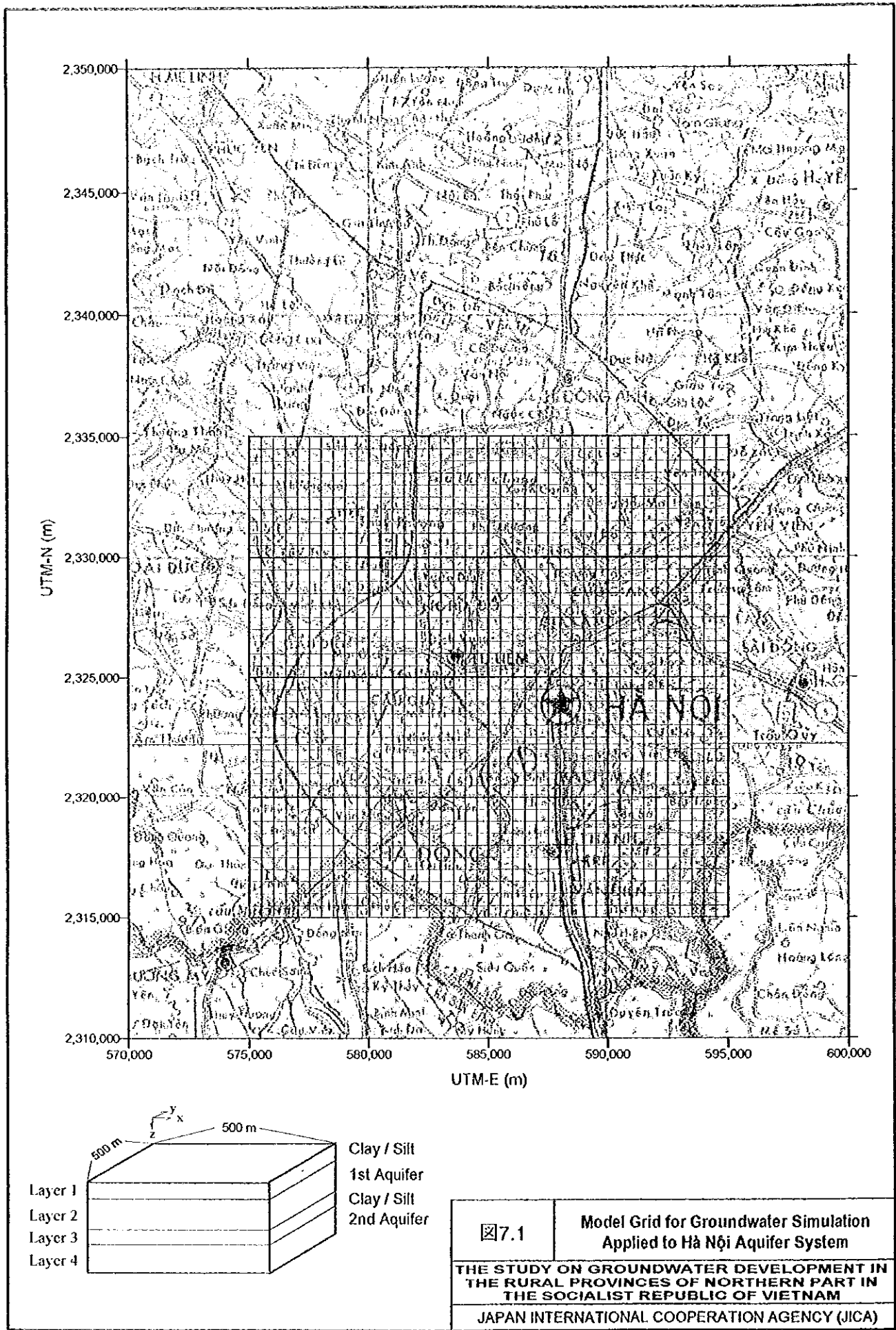
Dept. of Geology and Minerals of Vietnam (1998)

Nguyen Van Hoang (1993)

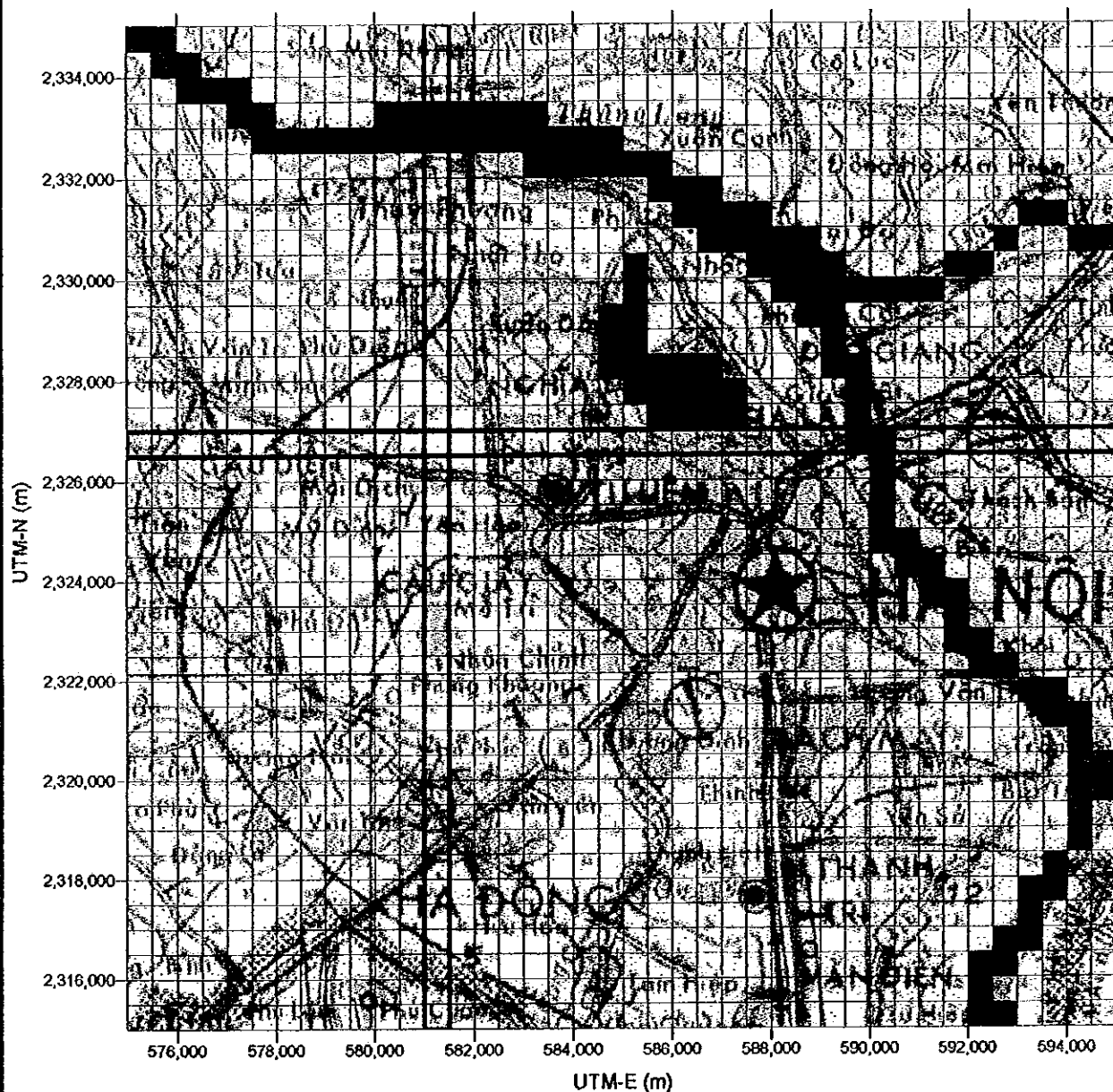


Clay / Silt
1st Aquifer
Clay / Silt
2nd Aquifer

 7.1	Model Grid for Groundwater Simulation Applied to Hà Nội Aquifer System
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	



Boundary Conditions of Layer-1

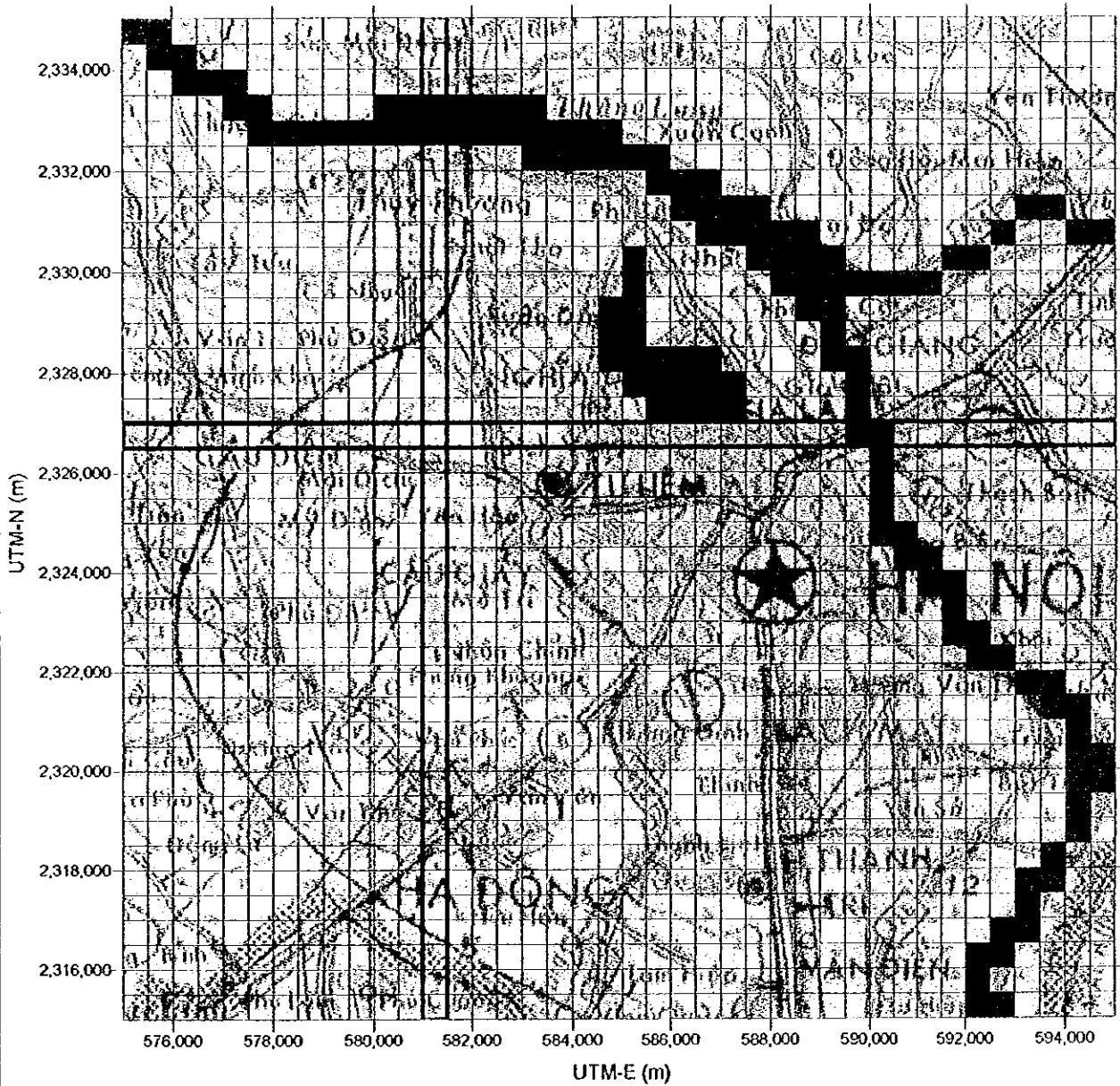


Constant-Head Boundary

Constant-Head Boundaries are set at Red River (Sông Hồng), Duong River (Sông Đuống) and West Lake (Hồ Tây).
 No Constant-Head Boundaries are set in Layer-2, Layer-3, and Layer-4.
 Water levels at Constant-Head Boundaries are given from the data of Surface Water Observation Points.

7.2	Boundary Conditions of Hà Nội Groundwater Simulation Model
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

Boundary Conditions of Layer-1

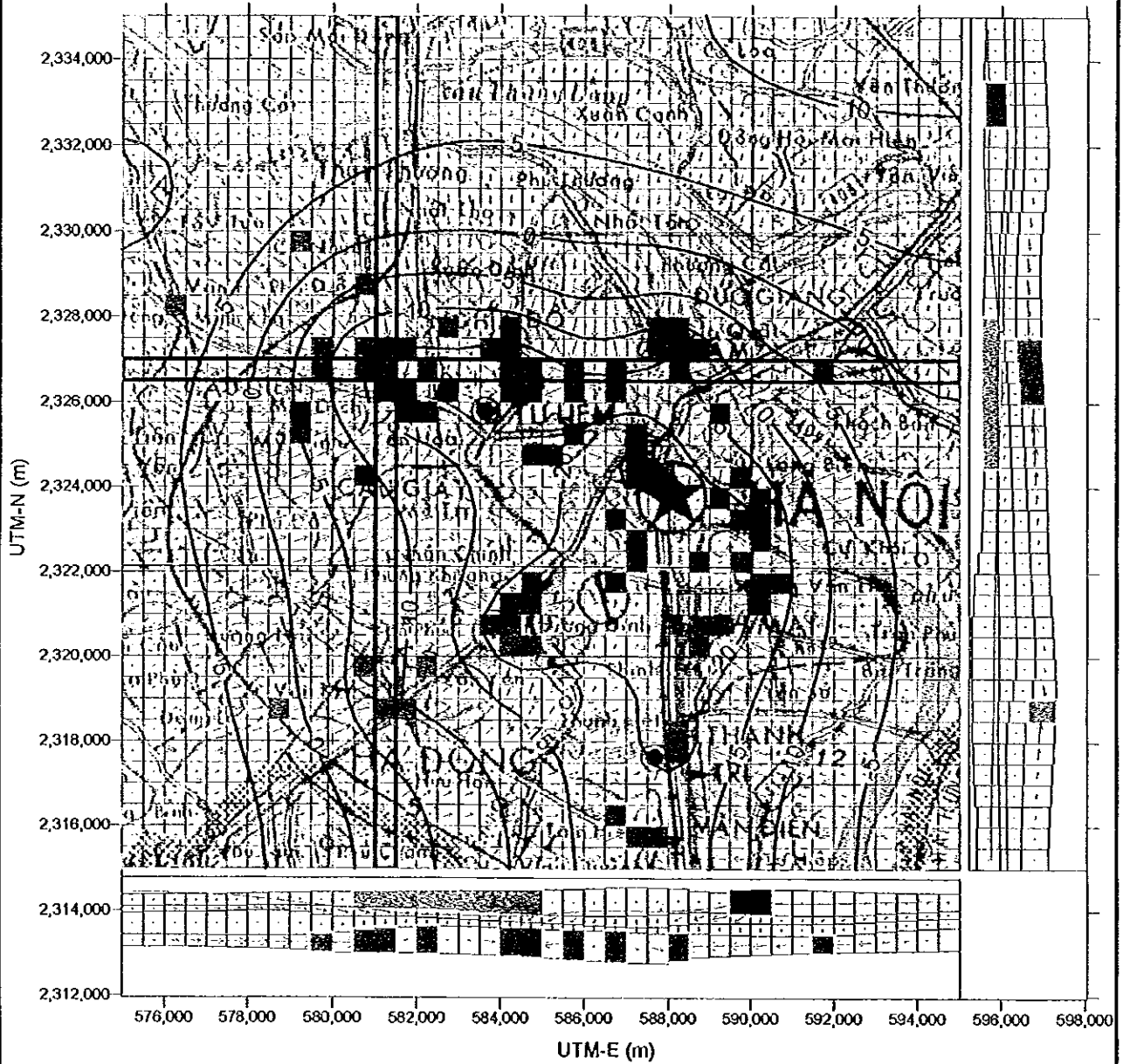


Constant-Head Boundary

Constant-Head Boundaries are set at Red River (Sông Hồng), Duong River (Sông Đuống) and West Lake (Hồ Tây).
 No Constant-Head Boundaries are set in Layer-2, Layer-3, and Layer-4.
 Water levels at Constant-Head Boundaries are given from the data of Surface Water Observation Points.

7.2	Boundary Conditions of Hà Nội Groundwater Simulation Model
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

Steady-State 3-D Simulation



Top View: Layer 4 (Main Confined Aquifer)

Cross-Section

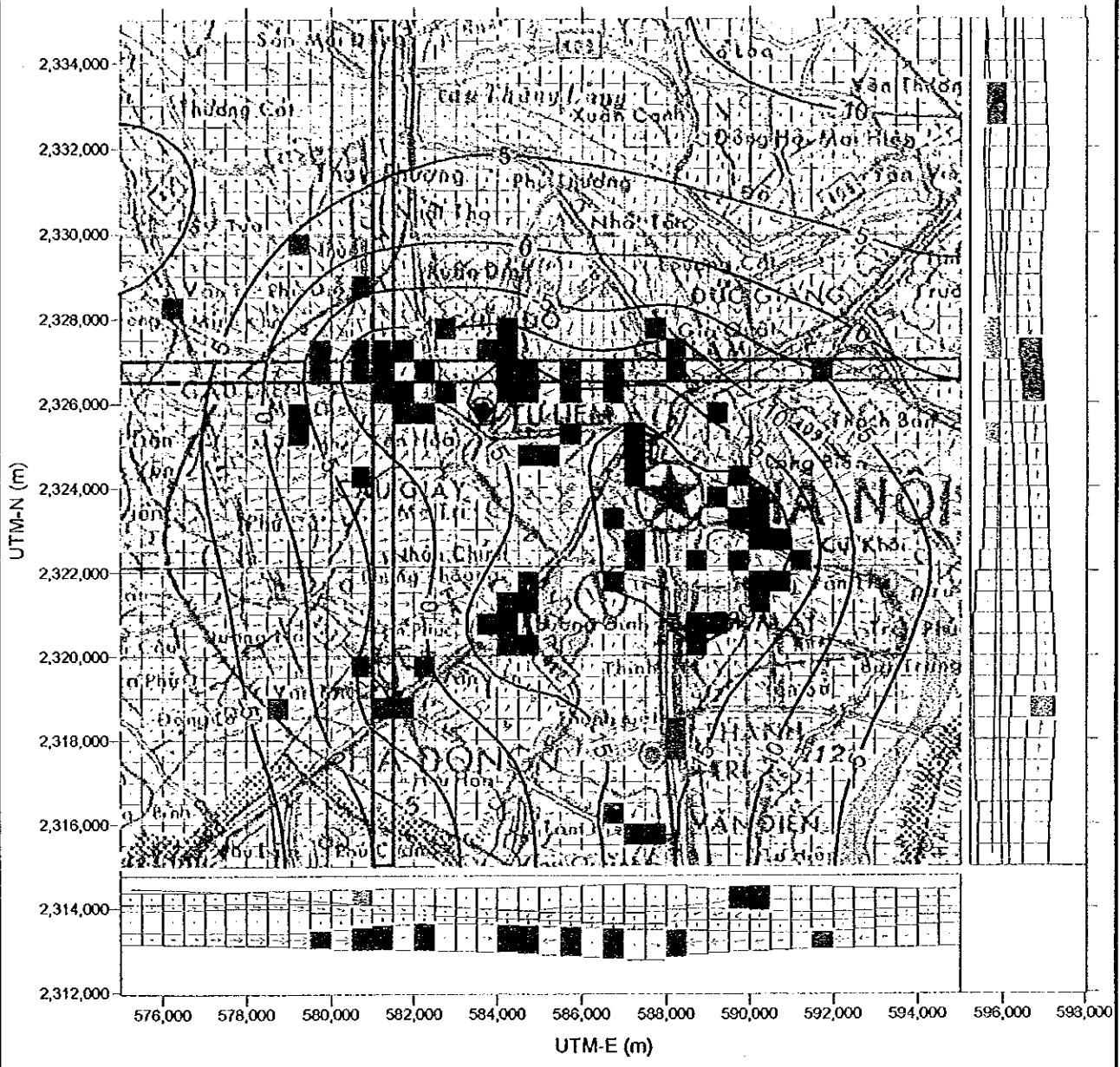
Projection Row = 17

Projection Column = 13

- Pumped Cell
- Constant Head
- Dried Cell
- Flow Vector
- Simulated Groundwater Table
- Equal Line of Simulated Piezometric Surface (masl)

7.3	Simulated Piezometric Surface by Steady-State Calibration
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

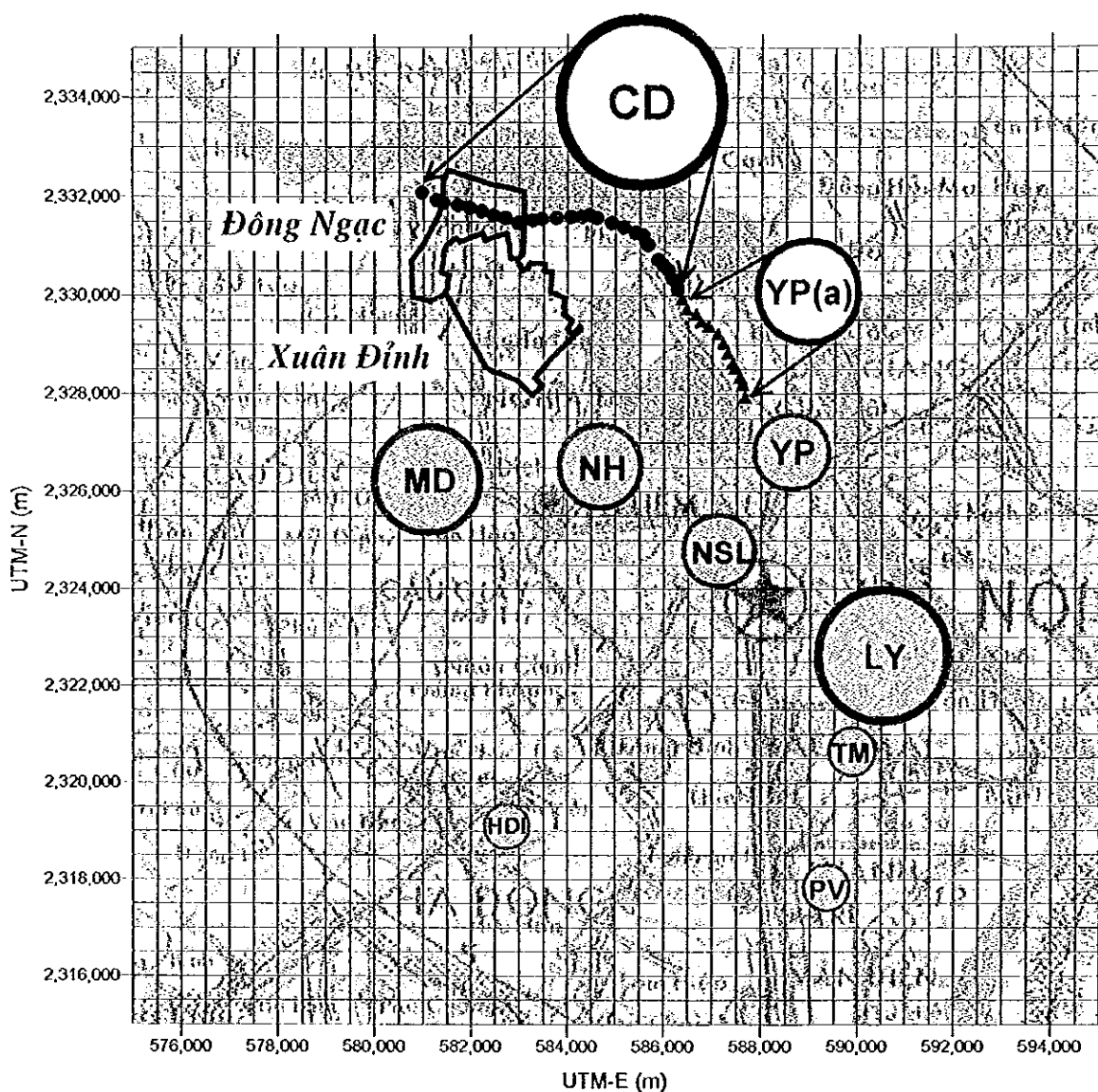
Transient 3-D Simulation



- Top View: Layer 4 (Main Confined Aquifer)**
- Pumped Cell
 - Constant Head
 - Dried Cell
 - Flow Vector
 - Simulated Groundwater Table
 - Equal Line of Simulated Piezometric Surface (masl)
- Cross-Section**
 Projection Row = 17
 Projection Column = 13

Fig. 7.4	Simulated Piezometric Surface in 1996 by Transient Calibration
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

Future Major Groundwater Well Fields in Hà Nội Area



- Proposed Well Location of Cao Dinh Well Field
- ▲ Proposed Well Location of Yen Phu Well Field

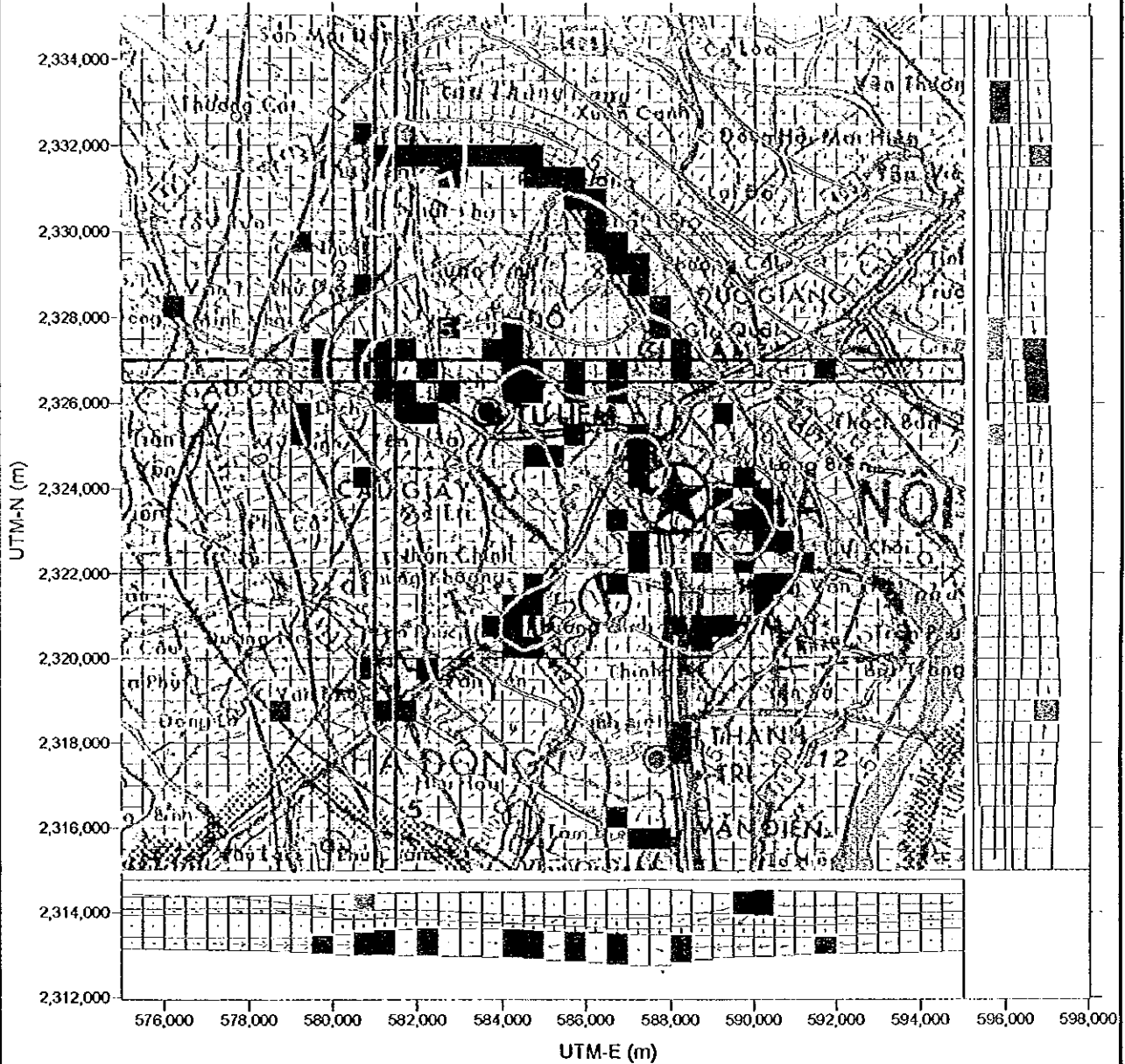
	Name of Well Fields	Number of Wells	Pumping Rate (m ³ /day)
1	Cao Dinh	26	97,964
2	Yen Phu (additional)	13	60,777
	TOTAL	39	158,741

[Data source: NIEGD-DGM (1998)]

- Existing Well Field
 - Proposed Well Field
- (Symbol size is proportional to its pumpage.)

☒ 7.5	Future Well Fields in Hà Nội Area for Future Prediction (Case-0)
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

Transient 3-D Simulation (Case-0, after 10 years)



Top View: Layer 4 (Main Confined Aquifer)

Cross-Section
 Projection Row = 17
 Projection Column = 13

- Pumped Cell
- Constant Head
- Dried Cell
- Flow Vector
- Simulated Groundwater Table
- Equal Line of Simulated Piezometric Surface (masl)

Groundwater pumpage for Case-0 is the actual pumpage in 1996 with proposed pumpage in Cao Dinh well field and additional pumpage in Yen Phu well field.

1996 Q = 453,960 m³/day
 Cao Dinh Q = 97,964 m³/day
 Additional Yen Phu Q = 60,777 m³/day

[Data source: NHEGD-DGM(1998)]

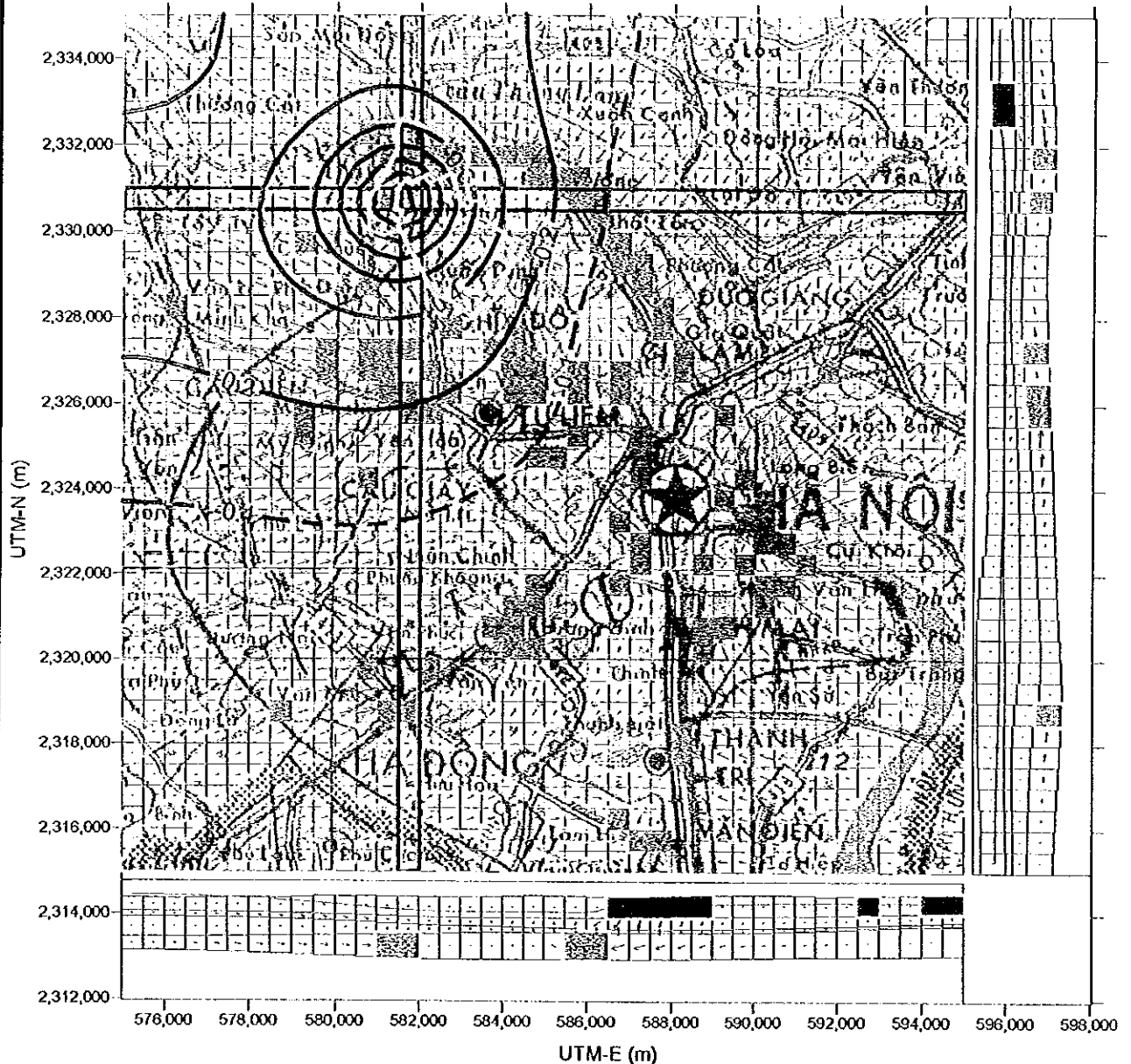
7.6

**Simulated Piezometric Surface
 by Case-0 (after 10 years)**

THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN
 THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN
 THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)

Simulated Piezometric Drawdown (Case-1, after 10 years)



Top View: Layer 4 (Main Confined Aquifer)

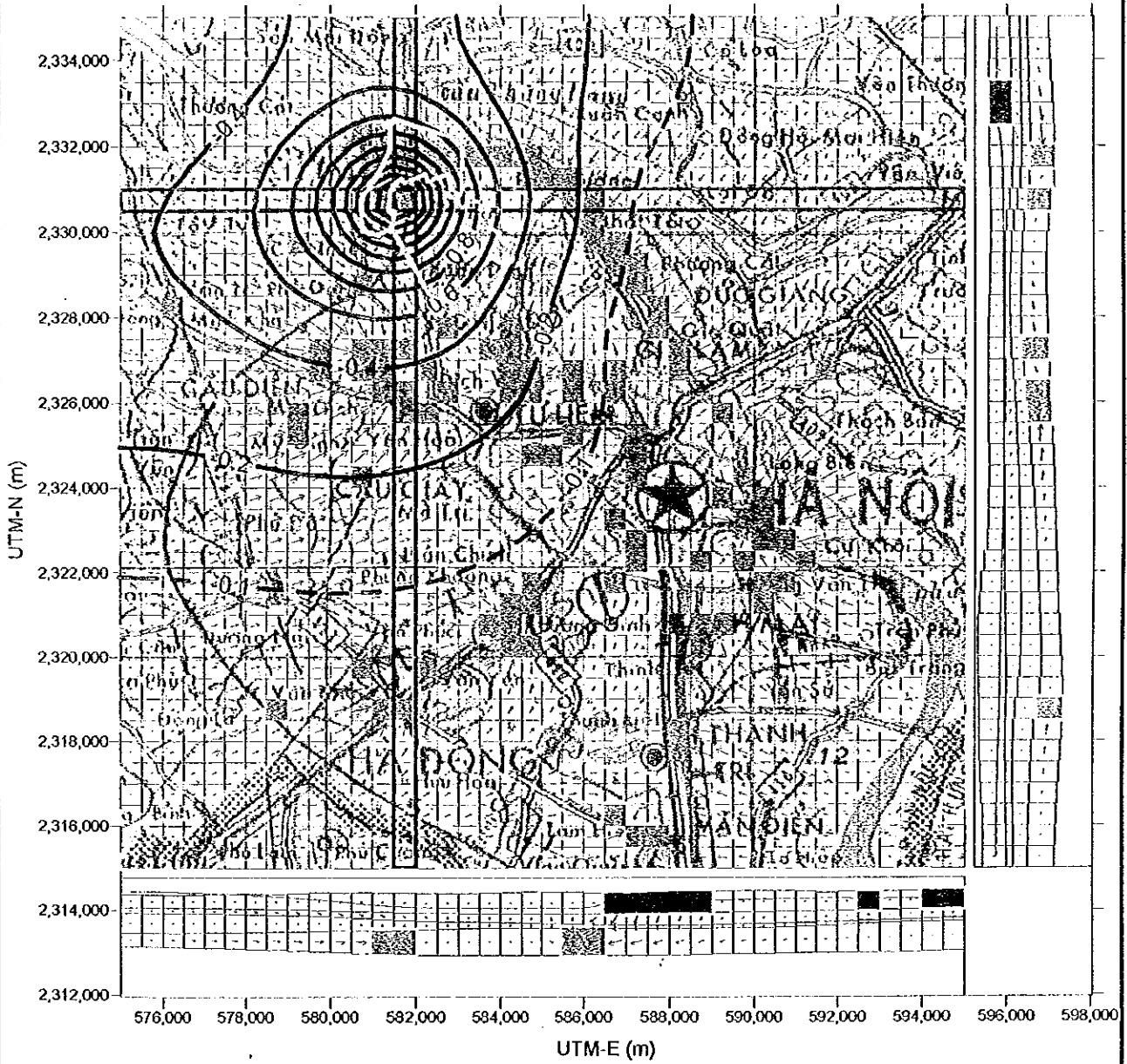
Cross-Section
 Projection Row = 9
 Projection Column = 14

- Pumped Cell
- Constant Head
- Dried Cell
- Flow Vector
- Simulated Groundwater Table
- Equal Line of Simulated Piezometric Drawdown (m)

Case-1 Pumping Plan:
 Pumpage of Case-0 with following pumpage:
 Đông Ngạc (I=9, J=13) $Q = 1,260 \text{ m}^3/\text{day}$
 Xuân Đỉnh (I=9, J=14) $Q = 2,850 \text{ m}^3/\text{day}$
 Pumping from Layer-4.
 Maximum Drawdown = 2.36 m

7.7	Simulated Piezometric Drawdown by Case-1 (after 10 years)
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

Simulated Piezometric Drawdown (Case-2, after 10 years)



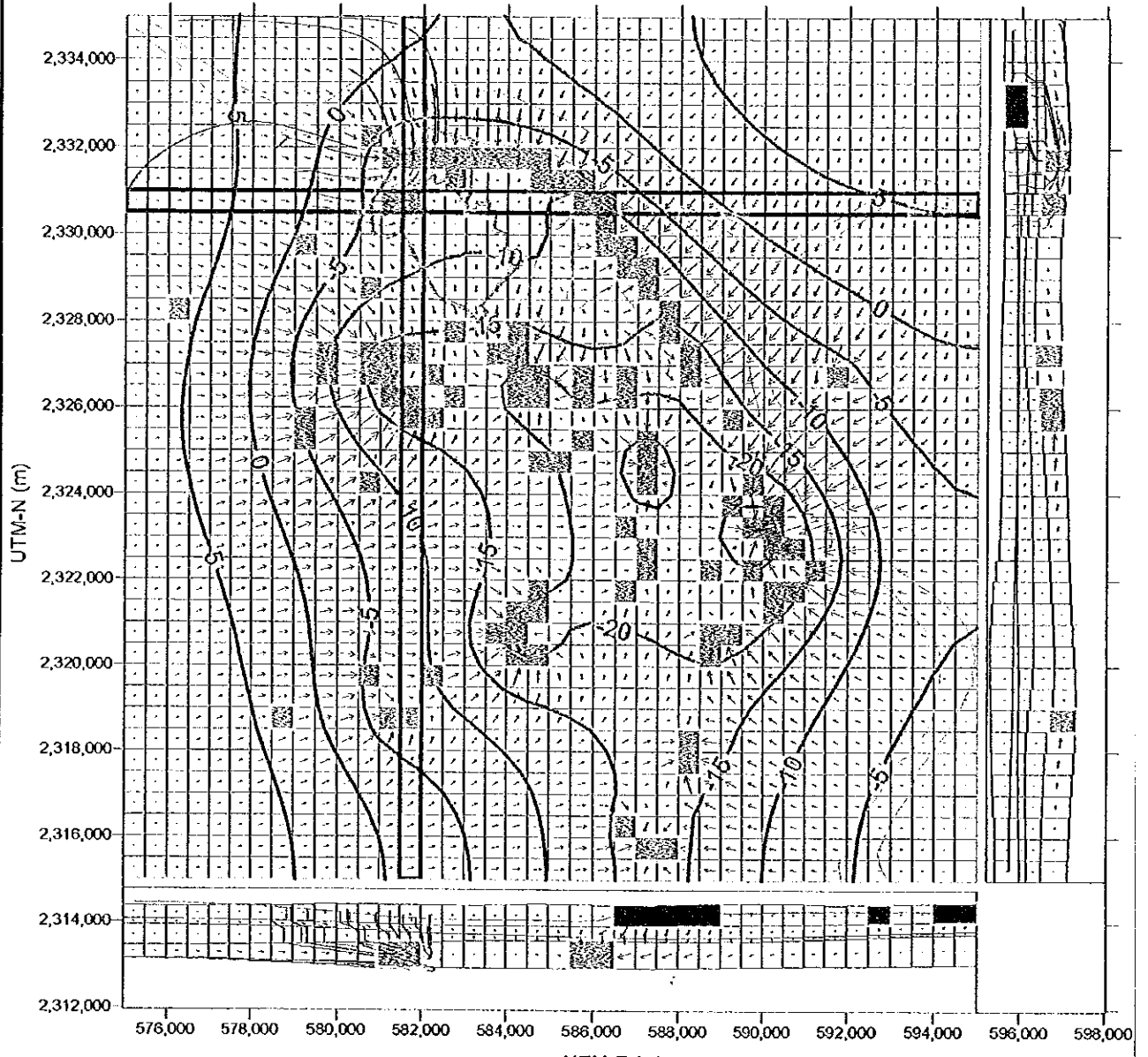
- Top View: Layer 4 (Main Confined Aquifer)**
- Pumped Cell
 - Constant Head
 - Dried Cell
 - Flow Vector
 - Simulated Groundwater Table
 - Equal Line of Simulated Piezometric Drawdown (m)
- Cross-Section**
 Projection Row = 9
 Projection Column = 14

Case-2 Pumping Plan:
 Pumpage of Case-0 with following pumpage:
 Đông Ngạc (I=9, J=13) $Q = 1,890 \text{ m}^3/\text{day}$
 Xuân Đỉnh (I=9, J=14) $Q = 4,275 \text{ m}^3/\text{day}$
 Pumping from Layer-4.

 Maximum Drawdown = 3.54 m

Fig. 7.8	Simulated Piezometric Drawdown by Case-2 (after 10 years)
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

Simulated Groundwater Flow and Pathlines (Case-1, after 10 years)



Top View: Layer 4 (Main Confined Aquifer)

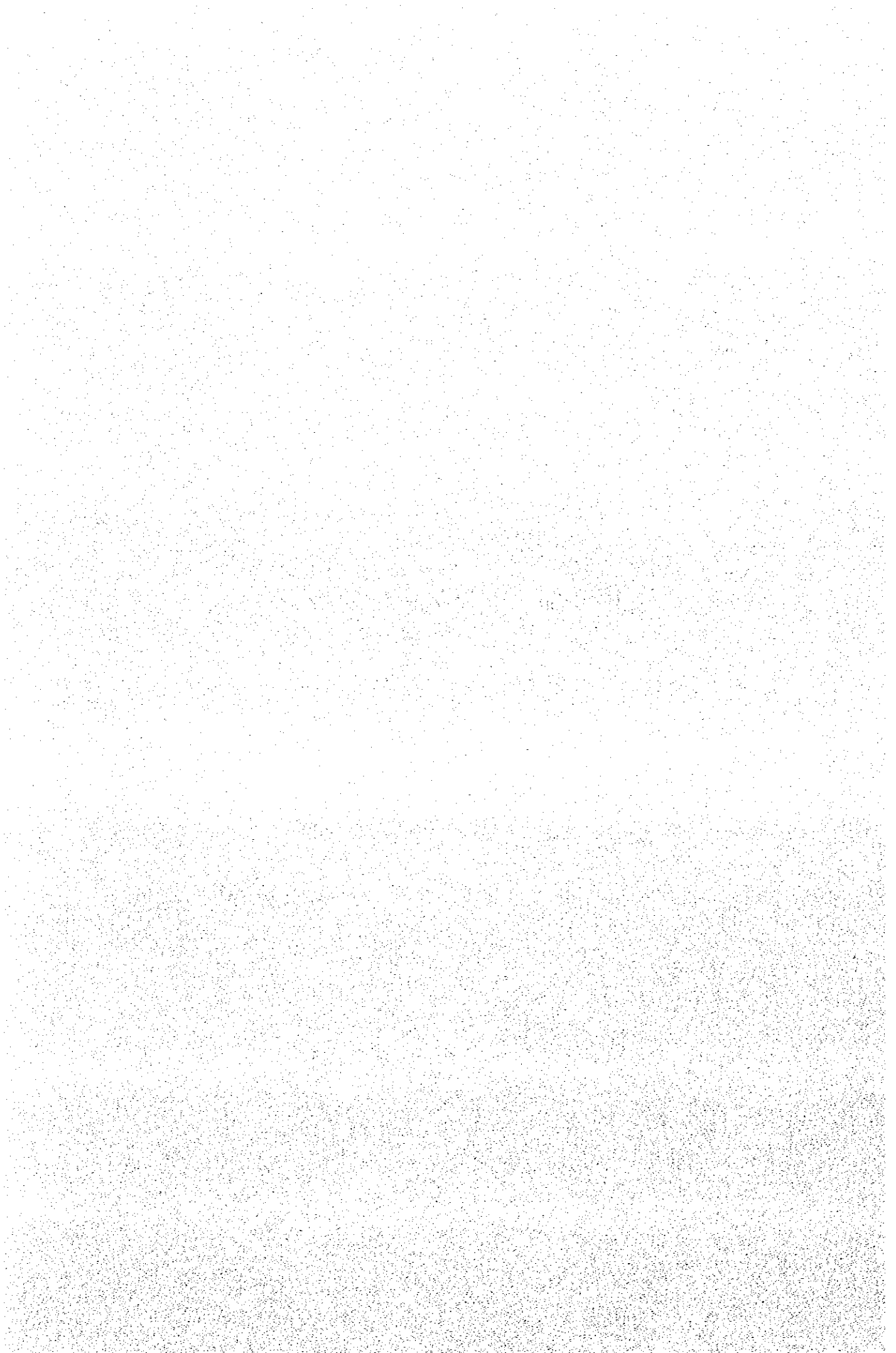
- Pathline to Cao Dinh Wells
- - - Pathline to Dong Ngac and Xuan Dinh Wells

- Pumped Cell
- Constant Head
- Dried Cell
- Flow Vector
- Simulated Groundwater Table
- - - Equal Line of Simulated Piezometric Surface (masl)

Case-1 Pumping Plan:
 Pumpage of Case-0 with following pumpage:
 Dong Ngac (I=9, J=13) Q = 1,260 m³/day
 Xuan Dinh (I=9, J=14) Q = 2,850 m³/day
 Pumping from Layer-4.
 Maximum Drawdown = 2.36 m

7.9	Simulated Groundwater Flow and Pathlines by Case-1 (after 10 years)
THE STUDY ON GROUNDWATER DEVELOPMENT IN THE RURAL PROVINCES OF NORTHERN PART IN THE SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)	

第3部 マスタープラン



第3部 マスタープラン

第1章 マスタープランのフレームワーク

1.1 策定の基本方針

ヴェトナム政府は 地方給水・環境衛生計画（NPRWSS：National Program for Rural Water Supply and Environmental Sanitation, No.237/1998/QD-TTg）において西暦 2005 年までに地方住民の 80%に清浄な水を供給することを目標に掲げている。本マスタープランは上位計画であるNPRWSSに沿い、ヴェトナム北部地方5省 20 コミューンを対象とした長期水供給計画を策定する。

計画対象 20 コミューンの既存水源の多くは衛生的ではなく、水量的にも不十分であり、利便性に欠けている。従って、本マスタープランは、これら既存の水源に替えて飲料系の水使用目的に合致する水を各戸給水により供給する。

給水施設は各コミュニティ毎に独立させ、その維持管理は各コミュニティで行う。また計画策定の規準はヴェトナム国の他の地域にも適用が可能なものとし、本マスタープランにより建設された給水施設をモデルとして全国への普及を可能ならしめるものとする。

本マスタープランにおいて、給水施設は次の諸条件を満たすよう計画する。

(1) 建設及び維持管理

- ・ 短期間で建設できること。
- ・ 建設費及び運転経費が安価であること。
- ・ 運転及び維持管理が容易であること。

(2) 水質

- ・ 給水される水は塩素消毒されていること。
- ・ 配水管、給水管は外部からの汚染を防止するために常に有圧であること。

1.2 計画対象地域

マスタープラン策定対象地域はヴェトナム北部5省、タイグエン、ハノイ、ニンビン、タンホア、ハティンにある 20 コミューンである。

対象コミューンの人口、面積は表 1.1 に示す通りである。

表 1.1 対象コミューン人口及び面積

Province	Commune	1998	Area (km ²)
Thai Nguyen	Hoa Thuong	12,800	11.7
	Dong Bam	5,279	4.03
	Thinh Duc	6,236	20.0
	Nam Tien	6,270	9.2
Ha Noi	Dong Ngac	6,900	3.62
	Xuan Dinh	15,774	5.57
Ninh Binh	Dong Phong	10,000	7.4
	Quang Son	7,500	25.4
	Yen Thang	8,530	11.7
Than Hoa	Vin Loc Town	5,075	0.74
	Vinh Thanh	5,984	3.97
	Dinh Tuong	6,518	6.14
	Thie Hung	6,750	5.45
	Thieu Do	7,010	4.00
	Nong Cong Town	5,461	1.00
	Van Thang	6,664	9.16
Ha Tinh	Yen Ho	5,254	7.96
	Trung Le	3,396	3.85
	Bui Xa	4,313	6.49
	Duc Yen	3,722	3.37
Total		139,436	150.75

これら全てのコミューンには既存の水道施設はなく、浅井戸、深井戸、河川、溜め池、雨水等を生活用水として使っている。

1.3 計画目標とゴール

マスタープランの目標年次は 2010 年、普及率は 90%とする。マスタープランの最終目標は清浄で安全な生活用水の供給によりコミューン住民に健康かつ衛生的な生活環境を提供し、生活水準を向上させ、全般的な農業生産活動の促進を図ることにある。

給水計画は各コミューン毎に独立した給水計画とする。各コミューンの実状は、殆どの家庭では水質面で問題があるとはいえ、井戸を持っており、各戸で小型ポンプ、配管を設置すれば圧力水を得て生活の利便性を向上させることが出来る状況にある。このような状況にあるコミューンに対して、いくら清浄な水であるとしても 100~200 m 水を運搬する公共水栓を主体とする水道施設では利用する人は少なく、公衆衛生の向

上は望めない。

従って本マスタープランは戸別の24時間給水として表1.2に示す普及率を2010年までに達成することを目標とする。

表 1.2 給水サービスレベル

年	2002		2005		2010	
	原単位 l/day/capita	普及率 %	原単位 l/day/capita	普及率 %	原単位 l/day/capita	普及率 %
各戸給水	80	50	90	80	110	90

1.4 人口予測

マスタープラン策定に当たっては将来人口の推定が重要である。人口の自然増に加えて将来の土地利用計画が重要となってくる。特に大都市近郊においては将来都市化が進行すると予測される。事実、新住宅市街地開発計画、工業団地造成計画等があるが、これらの計画に対して既存コミュニティは給水義務を負っていない。したがって20コミュニティ全てについて人口の自然増を予測した。

ヴェトナムにおいては1989年国勢調査を基礎にその後10年間の動向を分析して、将来の出生率 高、中、低の3ケースについて2024年まで5年毎の予測値を1999年4月に取り纏めている。ここでは出生率を中程度にした推定値を基に各コミュニティの将来人口を推定した（現在の人口増加率1.63%は次第に減少し、2024年には0.77%になるとした）。人口予測結果は表1.3にしめす。

表 1.3 各地域毎の人口増加率

Region	Annual Growth Rate					
	1994-1999	1999-2004	2004-2009	2009-2014	2014-2019	2019-2024
VARIANT 1						
All country	1.26	1.14	1.07	0.99	0.83	0.63
1.Red River Delta	0.95	0.87	0.82	0.73	0.59	0.43
2.Northeast	1.25	1.15	1.15	1.11	0.93	0.67
3.Northwest	1.39	1.28	1.32	1.35	1.18	0.88
4.North Central	1.46	1.28	1.22	1.18	1.05	0.85
5.Central Coast	1.53	1.32	1.18	1.09	0.97	0.82
6.Central Highlands	2.07	1.51	1.41	1.3	1.21	1
7.Southeast	1.21	1.05	0.91	0.78	0.62	0.47
8.Mekong River Delta	1.26	1.26	1.22	1.09	0.86	0.61
VARIANT 2						
All country	1.63	1.31	1.23	1.11	0.95	0.77
1.Red River Delta	1.34	1.04	0.97	0.88	0.71	0.52
2.Northeast	1.76	1.4	1.37	1.28	1.08	0.88
3.Northwest	1.93	1.6	1.63	1.49	1.32	1.06
4.North Central	1.91	1.55	1.44	1.29	1.16	1.02
5.Central Coast	1.79	1.49	1.27	1.11	1.01	0.9
6.Central Highlands	1.22	1.11	1.18	1.27	1.15	0.85
7.Southeast	1.49	1.22	1.07	0.92	0.74	0.55
8.Mekong River Delta	1.74	1.4	1.37	1.23	1.02	0.82
VARIANT 3						
All country	1.76	1.57	1.41	1.22	1	0.79
1.Red River Delta	1.4	1.27	1.17	1.02	0.78	0.55
2.Northeast	1.87	1.72	1.61	1.44	1.16	0.89
3.Northwest	2.14	1.91	1.74	1.53	1.32	1.06
4.North Central	1.89	1.72	1.57	1.46	1.28	1.1
5.Central Coast	1.99	1.77	1.5	1.25	1.09	0.97
6.Central Highlands	2.29	2.03	1.91	1.77	1.49	1.16
7.Southeast	1.58	1.34	1.13	0.93	0.73	0.52
8.Mekong River Delta	1.88	1.7	1.51	1.23	0.99	0.79

Source : POPULATION PROJECTIONS OF VIETNAM, 1994-2024.

GENERAL STATISTICAL OFFICE, PROJECT VIE/97/P14.

表 1.4 人口予想結果

Province	Commune	1998	2002	2005	2010	2015	2020	2025
		Populatio	Populatio	Populatio	Populatio	Populatio	Populatio	Populatio
Thai Nguyen	Hoa Thuong	12,800	13,600	14,200	15,200	16,200	17,100	17,900
	Dong Bam	5,279	5,600	5,900	6,400	6,800	7,200	7,500
	Thinh Duc	6,236	6,600	6,900	7,400	7,900	8,300	8,700
	Nam Tien	6,270	6,700	7,000	7,500	8,000	8,400	8,800
	Sub total	30,585	32,500	34,000	36,500	38,900	41,000	42,900
Ha Noi	Dong Ngac	6,900	7,300	7,600	8,100	8,400	8,700	8,900
	Xuan Dinh	15,774	16,600	17,200	18,200	19,000	19,600	20,100
	Sub total	22,674	23,900	24,700	26,300	27,400	28,300	29,000
Ninh Binh	Dong Phong	10,000	10,500	10,800	11,300	11,800	12,200	12,500
	Quang Son	7,500	7,900	8,200	8,700	9,100	9,400	9,600
	Yen Thang	8,530	9,000	9,300	9,800	10,200	10,500	10,800
	Sub total	26,030	27,400	28,300	29,800	31,100	32,100	32,900
Thanh Hoa	Vinh Loc Town	5,075	5,500	5,800	6,300	6,700	7,100	7,500
	Vinh Thanh	5,984	6,400	6,700	7,200	7,700	8,100	8,500
	Dinh Tuong	6,518	6,900	7,200	7,700	8,200	8,700	9,200
	Thieu Hung	6,750	7,200	7,500	8,000	8,500	9,000	9,500
	Thieu Do	7,010	7,500	7,800	8,300	8,800	9,300	9,800
	Nong Cong Town	5,461	5,900	6,200	6,700	7,100	7,500	7,900
	Van Thang	6,664	7,100	7,400	7,900	8,400	8,900	9,400
	Sub total	43,462	46,500	48,600	52,100	55,400	58,600	61,800
Ha Tinh	Yen Ho	5,254	5,600	5,900	6,400	6,800	7,200	7,600
	Trung Le	3,396	3,700	4,000	4,500	4,800	5,100	5,400
	Bui Xa	4,313	4,700	5,000	5,500	5,900	6,200	6,500
	Duc Yen	3,722	4,100	4,400	4,900	5,200	5,500	5,800
	Sub total	16,685	18,100	19,300	21,300	22,700	24,000	25,300
Total		139,436	148,400	154,900	166,000	175,500	184,000	191,900

Source : JICA Study Team

1.5 水需要予測

1.5.1 水使用の分類

(1) 家事用水

飲用、料理、洗濯、水浴等 家事一般に使用される生活用水

(2) 非家事用水

- ・ 学校での使用水
- ・ 商店街における小規模レストラン、事務所での使用量
- ・ その他雑用水
- ・ 消火用水

1.5.2 コミューンの水使用実態

20 コミューンの水使用実態についてのアンケート調査結果は表 1.5 の通りである。

各家庭での水使用量は 400-500 l/day/house に達している。その内訳は料理用に 32～34、洗濯に 116～134、シャワーに 118～158、家畜用 60～70、その他 100～109 となっている。

1 家庭一ヶ月当たり 12～15 m³ の使用量であるから、量的に不足しているとは言えない。問題は水質にある。含有する鉄による不快臭と着色、衛生面の安全性が問題となっている。

表1.5 Present Average Water Usage in Dry Season (Household Survey)

Province	Commune	Cooking		Laundry		Shower/Bath		Cooking+ Laundry+ Shower		Livestock		Other		Total	
		Number of /house/da Anser	y	Number of /house/da Anser	y	Number of /house/da Anser	y	Number of /house/da Anser	y	Number of /house/da Anser	y	Number of /house/da Anser	y	Number of /house/da Anser	y
Thai Nguyen	Dong Bam	5	25	5	161	5	156	342	4	156	4	163	5	661	
	Hoa Thuong	21	49	21	81	21	75	205	14	38	13	42	21	285	
	Nam Tien	23	39	23	129	22	134	302	22	73	16	117	23	491	
	Thinh Duc	5	23	5	59	5	41	123	3	22	5	60	5	205	
	Average	54	40	54	107	53	104	251	43	66	38	89	54	400	
Hanoi	Xuan Dinh	51	57	50	126	50	112	296	33	67	37	81	51	444	
	Dong Ngac	81	12	81	145	80	127	285	62	51	81	132	81	468	
	Average	132	30	131	138	130	122	289	95	56	118	116	132	458	
	Quang Son	29	37	29	152	29	152	342	21	56	17	95	29	494	
	Yen Thang	40	33	40	94	40	142	269	39	129	21	89	40	487	
Ninh Binh	Dong Phong	34	25	34	86	34	86	197	31	38	16	100	34	335	
	Average	103	31	103	108	103	127	266	91	81	54	94	103	335	
	Nong Con Town	20	24	20	93	19	105	222	18	60	14	85	20	367	
	Van Thanh	22	30	21	115	22	114	259	22	51	20	67	22	377	
	Thieu Hung	35	24	35	105	34	127	256	34	66	25	76	35	397	
Thanh Hoa	Thieu Do	27	60	23	126	25	139	325	27	95	22	231	27	651	
	Dinh Tuong	24	32	24	100	24	110	242	24	59	24	57	24	358	
	Vin Loc Town	13	61	12	118	12	109	288	10	106	6	77	13	470	
	Vinh Thanh	29	66	29	77	29	79	222	25	61	5	78	29	361	
	Average	170	42	164	103	165	112	257	160	69	116	101	170	425	
Ha Tinh	Duc Yen	26	35	26	145	26	166	346	25	111	21	156	26	613	
	Yen Ho	26	19	26	143	25	121	283	26	50	26	74	26	406	
	Bui Xa	22	30	21	94	21	95	219	19	40	19	40	22	298	
	Trung Le	16	11	16	106	14	80	197	15	37	11	51	16	285	
	Average	90	25	89	125	86	121	272	85	63	77	85	90	418	
Average(2)	549	34	541	116	537	118	268	474	67	403	100	549	436		

Source : JICA Study Team

1.5.3 水需要の原単位

(1) 家事用水

このような状況のコミュニンに水道が敷設された場合、料理、洗濯、シャワー用水は安全な水道水に転換されることが考えられる。家畜用その他の用途には現在の水源を使うことになるであろう。従って、水道に転換される水量は1人当たり換算すると、60～70 l/day/capitaになる。

ヴェトナムの設計基準では水道サービスレベルの経時変化を表 1.6 のように想定している。

対象コミュニンの実状を照らし合わせてみると、対象コミュニンではすでに 60～70 l/day/capitaの水を使用しており、水道の利便性を考えると給水開始と同時に 80 l/day/capita程度の需要が生じると考えられる。

将来の原単位の推移については、経済成長に比例すると考えると 10 年後には 120 l/day/capita程度になると考えられる。それ以後については水道は飲料等本当に清潔な水を必要とする使用目的に使い、それほど清潔な水を必要としない散水、家畜用、等には在来の井戸を使うようになり、水道需要の原単位は増大しないと考えられる。なお公共水栓からの給水は 50 l/day/capitaとする。

表 1.6 水道レベルの経時変化

Urban Level	Design Standard			
	10 years from completion		20 years from completion	
	Coverage %	Unit Water Demand l/day/capita	Coverage %	Unit Water Demand l/day/capita
I	75-90	130-150	85-90	160-180
II	75-85	110-130	80-90	140-150
III, IV, V	70-80	80-100	80-90	120-130

Source : QUY CHUAN XAY DUNG VIET NAM TAP1. NHA XUAT BAN XAY DUNG 1997.

対象コミュニティはレベルⅢ、Ⅳ、Ⅴに相当する。

従って給水原単位は次のように設定する。

表 1.7 水需要予測 (家事揚水)

年	2002	2005	2010
各戸給水 l/day/capita	80	92	112
公共水栓 l/day/capita	50	50	50

(2) 非家事用水

非家事用水の原単位については既往の調査結果から次のように設定する。

表 1.8 水需要予測 (非家事用水)

Water Usage Category	Unit Water Demand
学校	13 l/day/capita
商店、レストラン、事務所等	6 l/m ² /day
その他	2% of domestic use

Source : The Study on Hanoi Water Supply Systems in the Socialist Republic of Vietnam. JICA.

消火用水は需要をあらかじめ見込むほど多量なものではないが、一時的に多量の水を必要とするので配水池容量及び配水管口径で考慮する。

1.5.4 水需要予測

(1) 予測手法

将来需要量は各給水原単位に給水人口及び面積等を乗じて算出する。

(2) 給水サービスレベル

給水は 24 時間連続して有圧で給水するものとして、各戸給水を基本とする。ただし人口密度が疎な地域、及び遠隔地については公共水栓で対処することも考慮する。

2010 年までの給水サービスレベルは表 1.9 に示す。

(3) 1 日平均需要水量 (Average Daily Water Demand)

全ての需要水量を合算する。

$$\{\text{1 日平均需要水量}\} = \{\text{家事用水}\} + \{\text{その他の用水}\}$$

(4) 1 日平均配水量 (Average Daily Supply)

新規の施設であるので漏水量を 15% とする。

$$\{\text{1 日平均配水量}\} = \{\text{1 日平均需要水量}\} \div 0.85$$

(5) 1 日最大配水量 (Maximum Daily Supply)

$$\{\text{1 日最大配水量}\} = K \times \{\text{1 日平均配水量}\}$$

K はヴェトナム国の設計基準から 1.35 とする。

(6) 1 日最大揚水量 (Maximum Daily Production)

$$\{\text{1 日最大揚水量}\} = K \times \{\text{1 日最大配水量}\}$$

K は濾過池洗浄水量等を見込んで 1.05 とする。

2002、2005、2010 年の需要予測結果は表 1.10、1.11、1.12 に示す。

表1.9 Service Conditions of Water Supply

	2002		2003		2004		2005		2006		2007		2008		2009		2010	
	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %	Unit Water Demand	Population n %
Population Served %	50	60	70	80	82	84	86	88	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
Densely Populated Area	80	84	88	90	90	90	90	90	96	90	100	104	108	110	110	110	110	110
Public Tap or	50	50	50	10	50	50	50	50	50	10	50	50	50	50	50	50	50	50
Sparsely Populated or Separated Tap or	80	84	88	0	90	5	100	5	96	5	100	104	108	5	110	5	110	10
Public Tap or	50	50	50	100	50	50	50	95	50	95	50	50	50	95	50	95	50	90

Source : JICA Study Team

表 1.10 需要予測結果(2002年)

Province	Commune	2002						
		Population	Rate of Population Served %	Population Served	Average Water Demand m ³ /day	Average Daily Supply m ³ /day	Maximum Daily Supply m ³ /day	Maximum Daily Production m ³ /day
Thai Nguyen	Hoa Thuong	13,600	50	6,800	440	520	700	740
	Dong Bam	5,600	50	2,800	210	250	340	360
	Thinh Duc	6,600	50	3,300	190	220	300	320
	Nam Tien	6,700	50	3,400	250	290	390	410
	Sub total	32,500		16,300	1,070	1,280	1,730	1,830
Ha Noi	Dong Ngac	7,300	50	3,700	300	350	470	490
	Xuan Dinh	16,600	50	8,300	670	790	1,070	1,130
	Sub total	23,900		12,000	970	1,140	1,540	1,620
Ninh Binh	Dong Phong	10,500	50	5,300	410	480	650	680
	Quang Son	7,900	50	4,000	310	360	490	520
	Yen Thang	9,000	50	4,500	350	410	550	580
	Sub total	27,400		13,800	1,070	1,250	1,690	1,780
Thanh Hoa	Vinh Loc Town	5,500	50	2,800	280	330	450	470
	Vinh Thanh	6,400	50	3,200	250	290	390	410
	Dinh Tuong	6,900	50	3,500	270	320	430	450
	Thieu Hung	7,200	50	3,600	280	330	450	470
	Thieu Do	7,500	50	3,800	290	340	460	480
	Nong Cong Town	5,900	50	3,000	300	350	470	490
	Van Thang	7,100	50	3,600	280	330	450	470
	Sub total	46,500		23,500	1,950	2,290	3,100	3,240
Ha Tinh	Yea Ho	5,600	50	2,800	220	260	350	370
	Trung Le	3,700	50	1,900	140	160	220	230
	Bui Xa	4,700	50	2,400	180	210	280	290
	Duc Yen	4,100	50	2,100	160	190	260	270
	Sub total	18,100		9,200	710	820	1,110	1,160
Total		148,400		74,800	5,780	6,780	9,170	9,630
l/day/capita					77	91	123	129

Source : JICA Study Team

表 1.11 需要予測結果(2005年)

Province	Commune	2005						
		Population	Rate of Population Served %	Population Served	Average Water Demand m3/day	Average Daily Supply m3/day	Maximum Daily Supply m3/day	Maximum Daily Production m3/day
Thai Nguyen	Hoa Thuong	14,200	80	11,400	760	890	1,200	1,260
	Dong Bam	5,900	80	4,700	380	450	610	640
	Thinh Duc	6,900	80	5,500	330	390	530	560
	Nam Tien	7,000	80	5,600	450	530	720	760
	Sub total	34,000		27,200	1,920	2,260	3,060	3,220
Ha Noi	Dong Ngac	7,600	80	6,100	530	620	840	880
	Xuan Dinh	17,200	80	13,800	1,210	1,420	1,920	2,020
	Sub total	24,700		19,800	1,740	2,040	2,760	2,900
Ninh Binh	Dong Phong	10,800	80	8,600	720	850	1,150	1,210
	Quang Son	8,200	80	6,600	550	650	880	930
	Yen Thang	9,300	80	7,400	620	730	990	1,040
	Sub total	28,300		22,600	1,900	2,230	3,020	3,180
Thanh Hoa	Vinh Loc Town	5,800	80	4,600	460	540	730	770
	Vinh Thanh	6,700	80	5,400	450	530	720	760
	Dinh Tuong	7,200	80	5,800	490	580	780	820
	Thieu Hung	7,500	80	6,000	500	590	800	840
	Thieu Do	7,800	80	6,200	520	610	820	860
	Nong Cong Town	6,200	80	5,000	500	590	800	840
	Van Thang	7,400	80	5,900	500	590	800	840
	Sub total	48,600		38,900	3,420	4,030	5,450	5,730
Ha Tinh	Yen Ho	5,900	80	4,700	400	470	630	660
	Trung Le	4,000	80	3,200	270	320	430	450
	Bui Xa	5,000	80	4,000	340	400	540	570
	Duc Yen	4,400	80	3,500	290	340	460	480
	Sub total	19,300		15,400	1,290	1,530	2,060	2,160
Total		154,900		124,000	10,280	12,090	16,350	17,190
l/day/capita					83	98	132	139

Source : JICA Study Team

表 1.12 需要予測(2010年)

Province	Commune	2010						
		Population	Rate of Population Served %	Population Served	Average Water Demand m ³ /day	Average Daily Supply m ³ /day	Maximum Daily Supply m ³ /day	Maximum Daily Production m ³ /day
Thai Nguyen	Hoa Thuong	15,200	90	13,700	1,030	1,210	1,630	1,720
	Dong Bam	6,400	90	5,800	550	650	880	930
	Thinh Duc	7,400	90	6,700	440	520	700	740
	Nam Tien	7,500	90	6,800	640	750	1,010	1,060
	Sub total	36,500		32,900	2,650	3,130	4,220	4,450
Ha Noi	Dong Ngac	8,100	90	7,300	760	890	1,200	1,260
	Xuan Dinh	18,200	90	16,400	1,710	2,010	2,710	2,850
	Sub total	26,300		23,700	2,470	2,900	3,910	4,110
Ninh Binh	Dong Phong	11,300	90	10,200	1,010	1,190	1,610	1,690
	Quang Son	8,700	90	7,800	770	910	1,230	1,290
	Yen Thang	9,800	90	8,800	870	1,020	1,380	1,450
	Sub total	29,800		26,800	2,660	3,120	4,220	4,430
Thanh Hoa	Vinh Loc Town	6,300	90	5,700	650	760	1,030	1,080
	Vinh Thanh	7,200	90	6,500	640	750	1,010	1,060
	Dinh Tuong	7,700	90	6,900	680	800	1,080	1,140
	Thieu Hung	8,000	90	7,200	710	840	1,130	1,190
	Thieu Do	8,300	90	7,500	740	870	1,170	1,230
	Nong Cong Town	6,700	90	6,000	680	800	1,080	1,140
	Van Thang	7,900	90	7,100	700	820	1,110	1,170
	Sub total	52,100		46,900	4,830	5,640	7,610	8,010
Ha Tinh	Yen Ho	6,400	90	5,800	580	680	920	970
	Trung Le	4,500	90	4,100	410	480	650	680
	Bui Xa	5,500	90	5,000	500	590	800	840
	Duc Yen	4,900	90	4,400	440	520	700	740
	Sub total	21,300		19,200	1,910	2,270	3,070	3,230
Total		166,000		149,400	14,520	17,060	23,030	24,230
/day/capita					97	114	154	162

Source : JICA Study Team

1.6 水 源

1.6.1 優先される水源

水源は地下水とする。浅井戸水はしばしば汚染されているので、深井戸水とする。

1.6.2 水 質

水質試験結果によると、総溶存物質、塩素イオン、ナトリウムイオンが飲料水基準を超えて検出されている井戸が見られる。これらの物質は毒性物質ではないが過剰に存在すると、味を損なうので飲料水源としては不適格である。従ってこれらの井戸は希釈して使うしかない。その他の水質項目では飲料水道水源としての適格性を疑わせるものはない。

1.6.3 処理水質の目標

ヴェトナムには幾つかの水質基準があるが、適用される水質基準は、飲料水及び家事用水質基準（Bo y te 505 BYT/QD ngay 13-4-1992）である。この基準と井戸水水質試験結果を照らし合わせると、問題となるのは鉄、マンガンである。これらの除去法はその含有濃度及び共存物質によって異なるが通常ヴェトナムで行われているエアレーションー砂ろ過処理で除去できる。またバクテリアを利用した生物処理でも除去可能と思われる。

1.7 給水施設設計の規準

農村集落に対する給水施設設計画の基本的事項は以下の通りである。

1.7.1 給水施設

どのような施設設計画であれ、飲料適の水をパイプで給水するためには次の条件を満たさなければならない。

- ・ 給水される水は塩素消毒されていること。
- ・ 配水管、給水管は外部からの汚染を防止するために常に有圧であること。

従って給水施設は 24 時間連続運転でき、維持管理が容易で、経費の安い計画とする。

1.7.2 水 源

深井戸で計画水量に見合った本数を掘削する。予備は設けない。揚水は電動水中ポンプとする（試掘結果をもとに推定した各コミューンの深井戸適正揚水量は第2部参

照)。

1.7.3 浄水施設

鉄、マンガン除去の為の浄水施設を設ける。鉄、マンガン処理法は種々あるが、水質試験結果から、ヴェトナム国で行われている通常のエアレーション-砂ろ過、或いは生物処理で対応できる。鉄、マンガン含有濃度が高い場合は消毒用の塩素を酸化剤として使う化学処理で対応できる。しかし、生物処理とするか、化学処理とするかは運転上の問題であり施設はまったく同じ施設で対応できる。本マスタープランでは生物処理を基本とした施設計画を策定する。

1.7.4 配水管及び給水管

配水施設は配水池及び配水管で構成される。配水地は1日平均配水量の8時間分の容量とする。配水方式は、給水の安定を図る為、地形条件を生かして出来るだけ自然流下方式を取り入れる。また高架タンクも地形条件、給水条件によって考慮する。

給水管は水道システムの最大の弱点になる個所である。漏水の大半は給水管に起因しているケースが多い。給水管の設置基準、維持管理のあり方が将来の経営に影響を及ぼす。実施段階で慎重に検討を要する。

1.7.5 電 源

井戸揚水ポンプ、配水ポンプの電源は公共の電力会社から買う。非常時の自家発電設備は設置しない。このような時、部分的にも自然流下方式を取り入れていると有利である。

1.7.6 公共水栓

各戸給水を基本としているので公共水栓はマーケット等の極限られて場所に設置することになる。対象コミュニティの多くは人口密度が稠密な幾つかのハムレットで構成されている。しかし、人口密度が疎である、或いは遠隔地で各戸給水が困難な地域には公共水栓も考慮する。

1.7.7 メータ

全ての需要に対してメータを設置する。

1.7.8 消火栓

ヴェトナムの基準に従って設置する。

第2章 マスタープランの公式化

2.1 地方給水計画

本マスタープランによる地方給水計画はベトナム北部5省20コミューンを対象に、第1部第6章で述べた現行の地方給水制度の枠組みで実施する。

2.1.1 計画概要

- (1) 目標年次：2010年
- (2) 給水対象コミューン：ベトナム北部5省20コミューン
- (3) 給水形態：各戸給水（レベルIII）
- (4) 計画給水人口、給水量及び普及率：

年次	給水人口	給水量 m ³ /day (lcd)	普及率 (%)
2002	74,800	9,170 (123)	50
2005	124,000	16,350 (132)	80
2010	149,700	22,030 (154)	90

(注) lcd：1人1日当たり給水量（単位：リットル）

2.1.2 計画運営

本計画の実施主体はCERWASSである。中央及び地方CERWASSは計画策定、実施施設設計、建設及び施工管理の各段階を統括管理し、コミューンへの施設引渡しまで一切の運営管理についての責任と権限を持つ。一方、給水施設の所有者となるコミューンは施設完成・引渡し後の運営・維持管理について責任と権限を持たなければならない。

しかし、これまでもベトナム国の多くの既存地方給水施設では、計画・設計・建設は供給側（省あるいは中央政府側）が主体となって進められ、需要側であるコミューン住民の意向は必ずしも十分に反映されていない面が見うけられる。またコミューン内部にける運営維持管理に関する合意形成も不十分と思われる。

本マスタープランの成功の鍵は建設された給水施設の持続性にかかっている。さらに、持続性それ自体はO&M運営とコストの支払に関するコミューンの理解と受容如何にかかっている。それゆえ、給水施設建設に先だって実施主体であるCERWASS、省及び県関係機関はコミューンと十分な対話を行い、受け入れについての理解と公約を得なければならない。

一方コミューン内部においては、人民委員会（CPC）は給水施設の建設・運営を政策

政的観点の主たる関心事項である。そこでコミュニン内では、住民に対しO&Mの財政的義務に関しての理解と同時に、清潔な水を享受できることの利便性やそれが健康・衛生の改善に及ぼす効果について完全な理解を得ることが大事である。

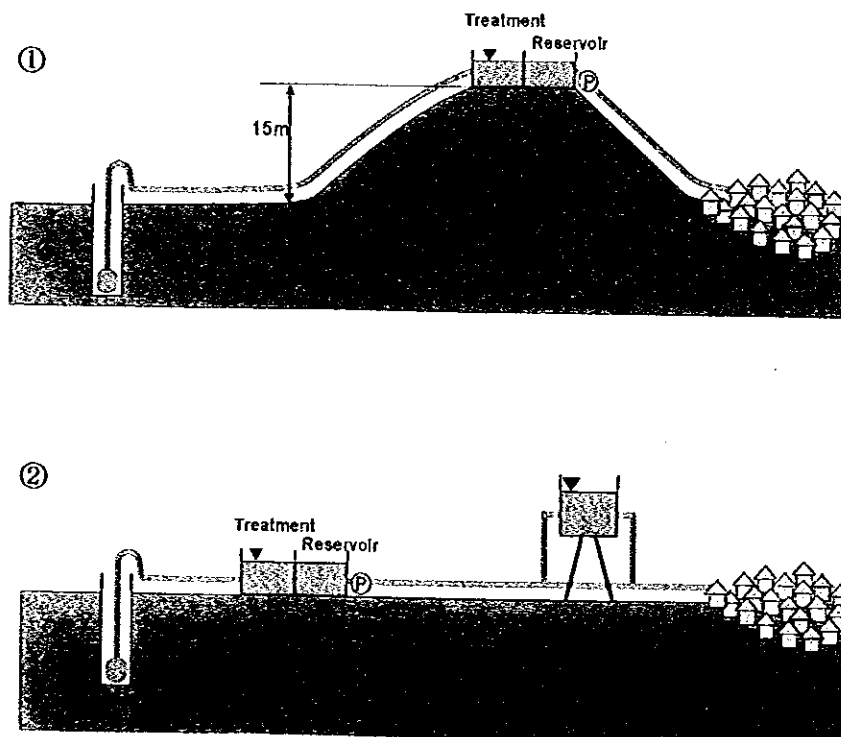
以上の観点を踏まえ本計画では計画段階から供給側と需要側の密接な連携、両者間の相互理解を進めることとする。すなわちコミュニンは計画の目的、内容、施設、資金、運営・維持管理方法、水料金、供給される水の衛生的安全性と効果等について住民に周知徹底し、住民自身による給水施設維持管理実施の合意を形成する。また、CERWASSなど供給側は、コミュニン側に必要な技術的支援や運営・維持管理に関する情報の提供、人的訓練、管理指導を行うものとする。

2.1.3 施設計画

前章で述べた給水施設設計規準に則り本マスタープランの給水施設は以下のシステムから構成する。

- (1) 水源施設：深井戸（ハティン省 4 コミュン及びタンホア省 Nong Cong Town を除く 15 コミュン）
河川水取水施設（ハティン省 4 コミュン及びタンホア省 Nong Cong Town の 5 コミュン）
- (2) 浄水施設：ろ過池、沈殿池
- (3) 配水施設：配水池、配水塔、配水管、給水管

システムのフロー概念は下図に示す通りである。



2.1.4 資金及び建設スケジュール

本マスタープランの実施に必要な投資資金の総額は 16.2 百万 US\$ (225,264 百万 VND) と見積もられる。20 コミューンの給水施設はハノイ省、ニンビン省、タイグエン省、タンホア省、ハティン省同時に着工し平均 1.5 年で施設を完成させる。建設スケジュール及び資金投資計画を図 2.1 に示す。

2.2 組織計画

2.2.1 実施組織の概要

本マスタープランは中央 CERWASS の下に設置されるプロジェクト管理ユニット (Project Management Unit : PMU) が中心となって施行するものとする。また、本マスタープランはヴィエトナム国における地方給水計画のモデルとして位置付けることから、中央 CERWASS の外に国家給水計画推進委員会 (National Program Steering Committee : NPSC) を設置し、他プロジェクトとの連携を計るとともに本マスタープランのモニタリングを行うことが望ましい。従って、以上の 2 組織を含め本マスタープランの施行に当たっては次のような機能を有する組織を新設する。

- ・ プロジェクト管理ユニット (PMU) : プロジェクトの詳細計画、管理運営、国家組織との連携、実施機関への支援提供、プロジェクトのモニター及び進行評価、国家給水計画推進委員会への報告。
- ・ 国家給水計画推進委員会 (NPSC) : 国家プロジェクトとの連携及びモニタリング
- ・ 中央訓練チーム (National Training Team : NTT) : 組織強化及び支援
- ・ 地方給水計画調整委員会 (Provincial Program Coordination Committee : PPCC) : プロジェクト施行の際の計画・調整 (各省に設置)
- ・ 地方給水計画コーディネーター (Provincial Program Coordinator : PPC) :
- ・ 地方訓練チーム (Provincial Training Team : PTT) : コミューンレベルの組織支援・強化

全体組織の関係は次の図 2.2 に示す通りである。

図 2.1 建設スケジュール (案)

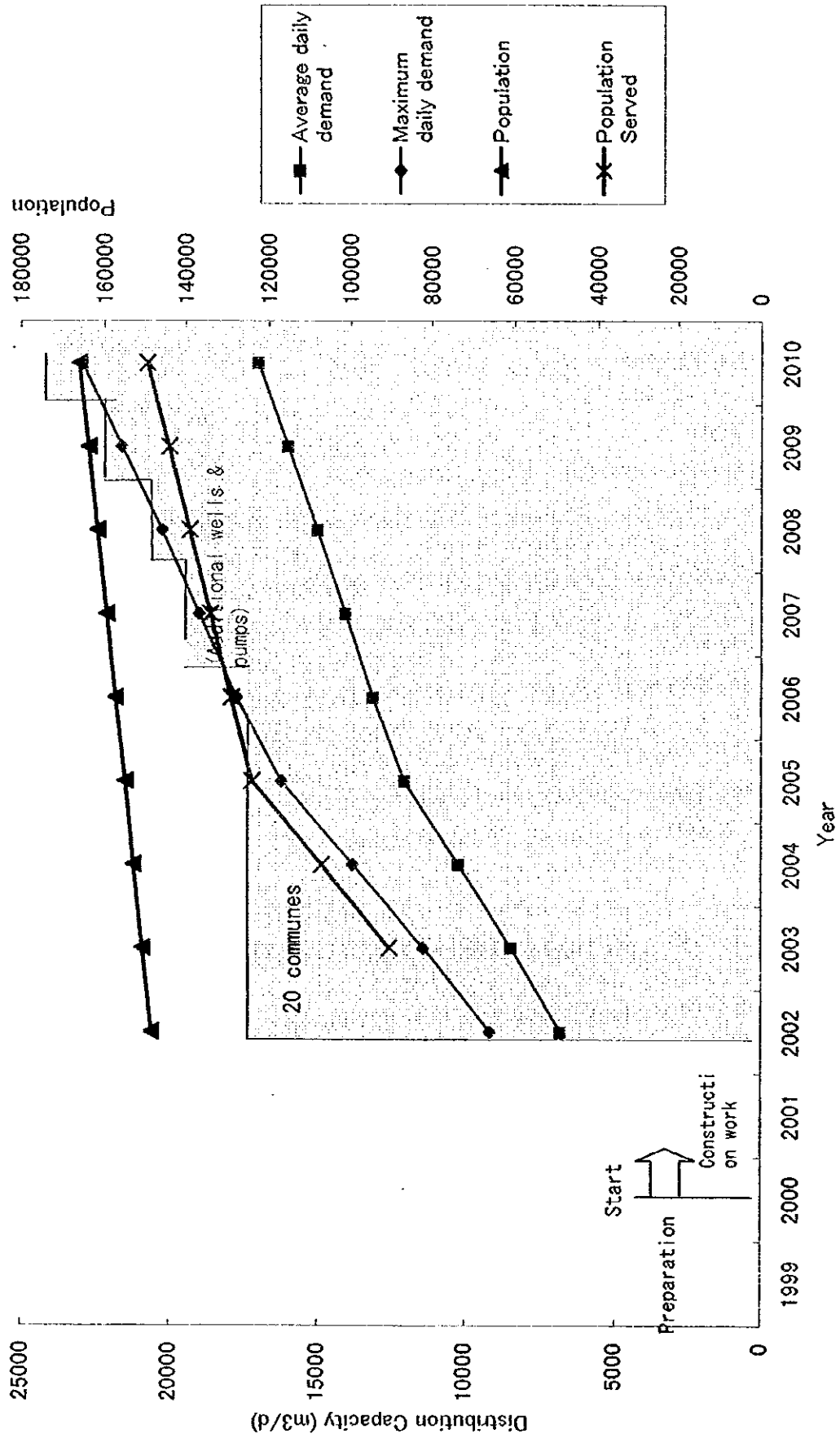
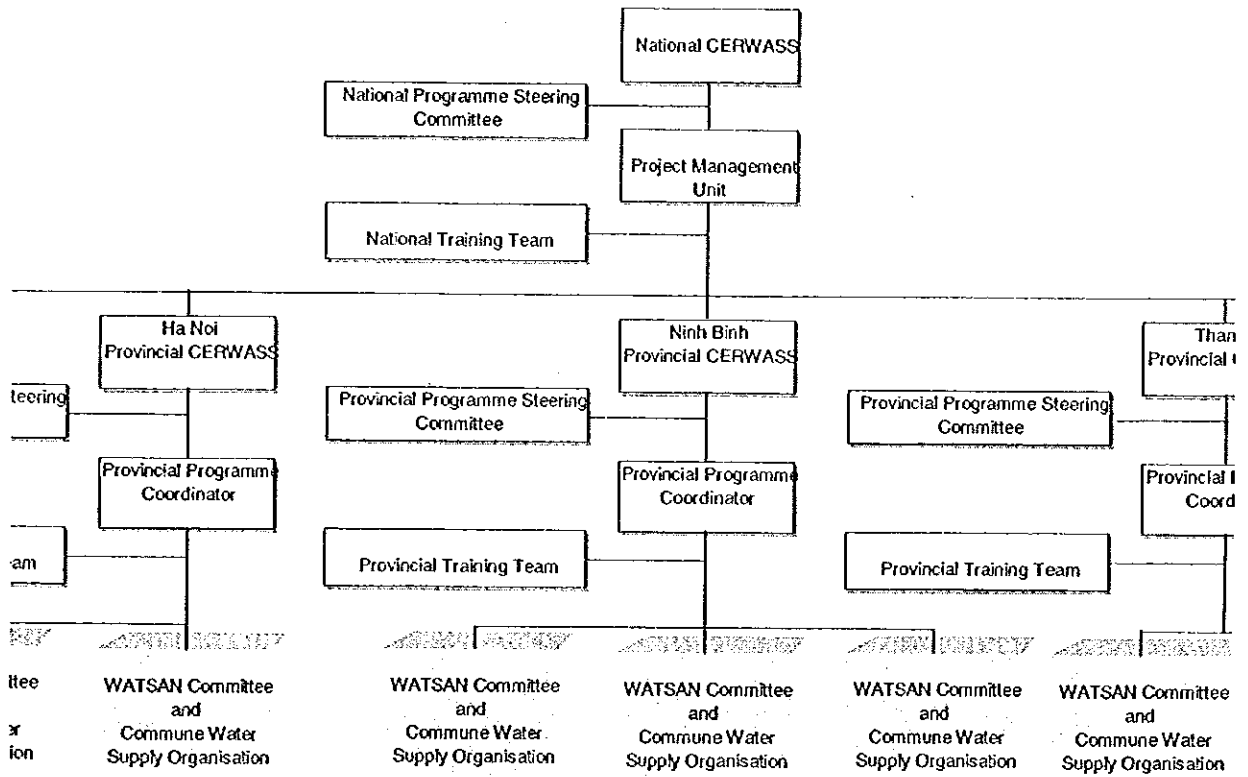


図2.2 マスタープラン施行の組織図



2.2.2 中央及び地方レベル組織

(1) PMU

PMUは中央CERWASSに設置される。NPSCはMARD、MOH、ヴェトナム婦人同盟（Vietnamese Women's Union：VMU）、中央CERWASSの各代表から構成する。PMUは定期的にNPSCにプロジェクトの進行状況を報告し必要に応じ国家的な支援を得る。

(2) NTT

NTTはPMUに付属しプロジェクトの詳細設計と組織強化を遂行する。またNTTは各省に設置されるPTTのトレーナーズトレーニング（TRT）を行いPTTがコミュンレベルで行う組織支援・強化の能力を開発する。

(3) PPCC

PPCCは各省毎に設置され、プロジェクトの進行を容易にするための関係機関相互の調整とモニタリングを行う。PPCCは省人民委員会（Provincial Peoples Committee）、地方CERWASS、地方保健部（Provincial Department of Health）及び県保健センター（District Health Center）、ヴェトナム婦人同盟（VMU）の各代表及び地方給水計画コーディネーターから構成される。

(4) PPC及びPTT

地方給水計画コーディネーター（PCC）はPTTを率いてコミュン住民組織を動員し各コミュン毎のWATSAN（Water and Sanitation）委員会及びコミュン給水組織（Commune Water Supply Organization：CWSO）の設立を支援する。PTTのメンバーは給水施設の建設監理とO&M訓練に経験がある地方CERWASSスタッフ及び住民動員と保健衛生教育の経験がある婦人同盟代表から構成する。

2.2.3 コミュンレベルの組織

(1) CPC

給水施設の建設前に各コミュン人民委員会（Commune Peoples Committee：CPC）は、事業実施機関である地方CERWASS及びPTTと協議し、その支援を受けつつコミュン内から住民動員要員（Village Mobilizer：VM）を選抜する。VMは効果的な情報・教育・伝達（Information, education and communication：IEC）を住民に対して行うための中核となって活動する。

(2) WATSAN委員会

CPCはVMの活動結果を受けコミュン内にWATSAN委員会を設立する。WATSAN委員会はCPCの下に置かれCPCの諮問機関として機能する。WATSAN委員会は水利用者・住民を代表し十分な量と質の飲料水が持続的に確保されるよう、新たに作成され

る管理規則に従いコミュン給水組織（CWSO）を指導する。また同委員会は清潔な水の使用に関連した保健・衛生改善キャンペーンを行う。水利用者・住民はWATSAN委員会を通して給水サービス、給水技術及び運営に関する意見を述べる事が可能となる。WATSAN委員会のメンバーはCPC代表、各大衆組織代表のほか、選挙により選ばれた利用者・住民代表から構成する。

(3) コミュン給水組織（CWSO）

コミュン給水組織（CWSO）は給水施設の日常的な運営・維持管理（O&M）を行うものでCPC内に設置される。CWSOは管理者、水道メーター検針係り・集金係り、会計、運転・管理要員から構成される。水道管理者は給水施設管理運営の全責任を持つ。これらの役職はWATSAN委員会により選任されるものとする。

2.3 財務計画

2.3.1 資本投資と各戸給水

本マスタープランの投資資金は中央政府及び地方政府との交渉により決定される予算によって賄われる。一方、各戸給水の接続費用は利用者により負担されなければならない。過去の例から見ると、この費用は所帯月収の半分に当たる 300,000～1,000,000 VND である。

大多数の住民は既存水源に多くの不満を抱えているので、水質の良い水が適切な価格で得られるのであれば新しい水道に切り替えていくものと思われる。各戸給水の接続費用や水料金については利用者・住民が十分討議し WATSAN 委員会において決定する必要がある。

各戸給水接続費用の負担が難しい貧困層については、

- － 所帯収入に応じた助成金導入
- － 配管作業への労働力の提供
- － 公共水栓の設置

等が検討されべきであろう。なお、公共水栓の設置に関しては、現地調査における各種のインタビューや PCM ワークショップでは否定的意見が多いが、給水施設運営の際には利用者間でよく検討することが望ましい。

原則的には、水料金には償却費として将来の施設更新費用を含めなければならない。これは所帯の収入レベルから見るとかなり難しいと思われるが、ハノイ近郊の 2 コミ

ューンのように収入レベルの高い地域では可能と思われる。

2.3.2 水料金の設定

(1) 水料金の水準

水料金支払可能額は電気代を代用して推定すると下表のようである。

表 2.1 対象コミュニティ所帯の最大支払可能額（月額）

省	収入 (VND)	電気代 (VND)	収入比 (%)	最大支払可能額 (VND/m ³)
	(a)	(b)	(c) = (b) / (a)	(d) = (b) / 11*
Ha Noi	800,000	50,000	6%	4,500
その他の省	600,000	20,000	3%	1,800

*1 所帯の水使用量を 11m³/月と仮定

住民の支払い意思を決定する要因は、代替品の水質と価格、他の地域の水料金、期待されるサービスの水準、水栓までの距離等である。また住民は都市地域での水料金の基準が 1,500~2,000 VND/m³であることも知っている。従って、設定された水料金が住民に受け入れられるためには、衛生キャンペーンなどを通じて清潔な水の価値を強調しなければならない。

(2) 水料金設定の手順

水料金収入は持続的なO&Mを行う上で最も重要な鍵となるので、対象コミュニティでは CERWASS や PTT の支援を受け給水建設前に以下の事項について十分な討議を行うものとする。

- O&M費用の内訳と利用者の負担部分の説明、内容の透明性の確保
- O&Mコストの支払可能額、従量料金制、償却費の検討
- 集金方法と記録保管、WATSAN委員会による監査

2.4 組織能力の強化

組織能力強化の目的は、給水施設の持続的な維持管理が可能ないように組織及びその構成員にスキル、知識、心構えなどを植え付けることである。本マスタープランでは国家、地方及びコミュニティの各レベルにおいて研修と訓練により組織能力の強化を行うものとする。

2.4.1 国家及び省レベル

本計画の推進母体である中央 CERWASS は UNICEF 等の国際機関の援助を通じて組織能力強化を進めている。また計画部門スタッフは本開発調査の一環として行われた

PCM ワークショップにおいて参加型計画手法の訓練を受けてきた。CERWASS は今後さらに国際機関、各ドナーのプロジェクトを通じて組織能力の開発を進めていく必要があるが、現状では中央訓練チーム（NTT）は主としてこれらの経験を積んだ中央 CERWASS スタッフが主体となるべきである。

地方給水計画調整委員会（PPCC）の役割は省内における給水関連事業の調整とモニタリングであるが、これらを円滑に進めるため、ワークショップを通じて組織能力の向上を図る。

地方訓練チーム（PTT）については、習得すべき技術の内容と幅を考慮するとセミナー、ワークショップだけでは困難と考えられるので、基礎訓練コースを開設し、中央訓練チーム（NTT）が PTT に対してトレーナーズトレーニング（TRT）を行う。また、実際の訓練はパイロット施設建設の過程を通じて実施することも試みられるべきである。

2.4.2 コミュニオンレベルでの組織能力強化

(1) コミュニオンPCの訓練

地方訓練チーム（PTT）はワークショップを開催し CPC メンバーに対して、住民動員の役割と社会参加の意義、保健及び環境衛生教育、財務管理と水料金の算定、給水施設 O&M のモニタリングと評価、紛争の解決等についての理解と受容を促進させる。

(2) 住民動員要員（VM）の訓練

地方訓練チーム（PTT）は中央訓練チーム（NTT）の支援を受け、VM に対し情報・教育・伝達（IEC）の詳細な内容について段階的な訓練を行う。また VM はこれを受けて住民集会と所帯訪問を行い計画内容の周知徹底を図る。

(3) WATSAN委員会の訓練

地方訓練チーム（PTT）は WATSAN 委員会メンバーに委員会の役割、水系病と衛生、水価格、参加型運営、ジェンダーの問題点、紛争・問題の解決、O&M 組織の定款と規則、水源の保護等について教育する。また O&M に関し管理運営手法、財務、水料金の設定、会計原則、集金システム、記録及び保管、消費者窓口、O&M スタッフの職掌、給水施設のモニター等について教育訓練を行う。

(4) コミュニオン給水組織の訓練

水道管理者は WATSAN 委員会メンバーに加わり前項の訓練を受けるがその後さらに特別な管理訓練を実施することが望ましい。また水道メーター検針と集金については建設期間中に実物を使用して訓練を行う。水処理施設、ポンプ、配水システムの運転

保守管理については建設前の各コミュニティ要員の集合研修、建設期間中の OJT、維持管理段階での定期的な研修・訓練を行う。

2.5 水及び衛生キャンペーン

水及び衛生キャンペーンは IEC 活動を通じ清浄で安全な生活用水の使用による保健・衛生環境の改善効果を広く住民に周知徹底することを目的とする。本マスタープランの対象コミュニティでは PCM ワークショップを行い保健衛生改善の目的分析が行われ表 2.2 に示すプロジェクト・デザイン・マトリックス (PDM) が提案されている。

2.5.1 キャンペーンの目的とゴール

キャンペーンの目的：2005 年末までに、全世帯のうち 10% が、「衛生的家族」（衛生活動への積極的参加と衛生的活動の実践をした家族に贈られる）の証明書を受ける。
最終ゴール：2005 年末までに、対象コミュニティ住民における水に関連する疾病が 10% 減少する。

2.5.2 成果、活動及びモニタリング

主な成果は衛生教材の作成、代替生活改善技術の導入及び衛生活動への参加である。WATSAN 委員会は住民動員 (Village Mobilizer : VM) によりこのキャンペーン活動を実施し結果についてモニタリングを行う。

2.5.3 投入、その他

人的資源、教育機材が主たる投入となる。キャンペーンに際しては可能な限り先進的な教育機材を用いる。またコミュニティ外部からの人的資源の投入として地方訓練チーム (PTT) の支援を受けヴェトナム婦人同盟などの大衆組織メンバーによる住民動員 (VM) を行う。

表 2.2 衛生キャンペーンのPDM

タイトル：水と衛生キャンペーン			
ターゲットグループ：対象コミュニティの住民			
期間：2001年1月より5年間		対象地域：(対象コミュニティ名)	
プロジェクト概要	指標	指標の入手手段	外部条件
上位目標 水に関連する疾病の減少	2005年末までに、対象コミュニティ住民における水に関連する疾病が10%減少する。	コミュニティ保健所 (Community Health Station) の記録 (入手責任者: CHS長および衛生委員会 (WATSAN))	政府が保健改善政策を継続して実行する。
プロジェクト目標 高いレベルの衛生知識が普及する。	2005年末までに、全世帯のうち10%が、「衛生的家族」(衛生活動への積極的参加と衛生的活動の実践をした家族に贈られる)の証明書を受ける。	PCおよびCHS長により認定された証明書の発行記録	水供給プロジェクトが順調に展開する。 住民の健康に影響するような自然災害がおこらない。
成果 1. IEC (Information, Education, Communication) の向上(責任者: CHS長) 2. 生活の質 (Quality of life) の改善(責任者: 女性組合、農民組合、青年組合) 3. 住民参加の促進(責任者: PC)	1.a 2005年末までに、少なくとも10個以上の衛生教材が、複数の宣伝媒体用に作成される。 2.a 5年間に10個の生活改善のための代替または改善技術が導入される。 2.b 2005年末までに、15才以上の20%の住民が、導入された代替・改善技術のうち、少なくとも1個を継続して使っている。 3.a 2005年末までに、15才以上の住民の30%が、少なくとも5回衛生活動に参加する。	1.a 作成教材数 (入手責任者: CHS長) 2.a 導入された技術の数 (入手責任者: 女性組合、農民組合、青年組合) 2.b 女性組合、農民組合、青年組合による直接観察。 3.a 活動への参加者リスト (入手責任者: PCおよびWATSAN)	コミュニティの経済状況が大きく悪化しない。