บทที่ 2

การตรวจสอบเอกสาร

2.1 ปริมาณความต้องการน้ำ

1. ปริมาณความต้องการน้ำสำหรับชุมชน

โดยปกติแล้ว ปริมาณความต้องการน้ำใช้สำหรับชุมชนใดๆ จะถูกแบ่งโดยกิจกรรมที่มีการใช้น้ำที่แตกต่างกันออกไป ดังตัวอย่างการแบ่งประเภทการใช้น้ำของกิจกรรมต่างๆในเขตจ่ายน้ำการประปาชลบุรีในปีพ.ศ.2535 แสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การแบ่งประเภทการใช้น้ำ เขตจ่ายน้ำการประปาชลบุรี ในปี พ.ศ.2535
(ที่มา : PWA " Master Plan and Feasibility Study , Chonburi Water Supply System " ,1992)

	จำนวนผู้ใช้น้ำ (ราย)	ปริมาณน้ำ (ลบ.ม.)	เปอร์เซ็นต์ของการใช้น้ำ	เปอร์เซ็นต์ของน้ำผลิต
ใช้เพื่อการอยู่อาศัย	33922	9,714,880	60.6	46.5
ราชการ หน่วยงาน สถาบัน	192	2,372,517	14.8	11.4
ค่ายทหาร	1	1,245,565	7.8	6.0
โรงแรมและการท่องเที่ยว	47	459,267	2.9	2.2
พาณิชยกรรม	336	922,680	5.8	4.4
อุตสาหกรรม	124	1,304,939	8.1	6.2
ปริมาณการใช้น้ำ	34622	16,019,848	100.0	76.7
น้ำประปาที่ไม่มีรายได้		4,876,188		23.3
ปริมาณน้ำผลิตทั้งหมด		20,896,036		100.0

ซึ่งการแยกประเภทของกิจกรรมการใช้น้ำนี้จะแตกต่างกันไป แล้วแต่หน่วยงานซึ่งบริหารการใช้น้ำในแต่ละท้องที่หรือแต่ละชุมชน แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำที่ผลิตจากโรงกรองน้ำนั้น เมื่อเริ่มจ่ายเข้าสู่ระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำแล้ว จะสามารถแบ่งปริมาณน้ำที่ถูกใช้โดยกิจกรรมต่างๆ ออกเป็นส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

1) น้ำใช้ในครัวเรือน คือปริมาณน้ำที่ถูกใช้โดยประชากรในชุมชน โดยใช้ภายในอาคาร บ้านเรือนพักอาศัย เคหสถานทั่วไป

2) น้ำใช้ในการพาณิชยกรรม คือปริมาณน้ำที่ถูกใช้โดยประชากรในหรือนอกชุมชน โดยใช้ในสถานที่ที่มีไว้เพื่อการพาณิชย์ เช่น ห้องอาหาร, โรงแรม, อาคารพาณิชย์, ศูนย์การค้า, สถานบันเทิง, อาคารมหรสพ ฯลฯ

3) น้ำใช้สำหรับราชการ หน่วยงานและสถาบัน คือปริมาณน้ำที่ถูกใช้โดยประชากรในหรือนอกชุมชน โดยใช้ในสถานที่ที่จัดว่าเป็นสถานที่สาธารณะ เช่น โรงเรียน, โรงพยาบาล, สถานที่ราชการ ฯลฯ

4) น้ำใช้ภาคอุตสาหกรรม คือปริมาณน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ โดยประชากรในชุมชนไม่ได้ใช้น้ำโดยตรง ปริมาณการใช้น้ำในส่วนนี้ถือเป็นปริมาณการใช้น้ำที่ถูกจำกัดได้

5) น้ำสูญเสีย คือปริมาณน้ำที่ถูกใช้หรือสูญเสียไปแบบเรียกค่าตอบแทนไม่ได้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

5.1) น้ำสูญเสียโดยทราบสาเหตุ

- สูญเสียจากหัวดับเพลิง เช่น ใช้ในการดับเพลิง, ใช้ล้างถนน, ใช้ล้างท่อระบายน้ำเสีย
- สูญเสียจากผู้ใช้น้ำที่ไม่ได้ต่อมาตรวัดน้ำ เช่น อาคารสาธารณะ, สวนสาธารณะ, สถานที่ราชการบางแห่ง

5.2) น้ำสูญเสียโดยไม่ทราบสาเหตุ

- สูญเสียจากการรั่วออกจากระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำ
- การใช้น้ำโดยผิดกฎหมาย เช่น การขโมยน้ำใช้, การแอบต่อท่อจ่ายน้ำ
- มาตรวัดน้ำวัดด้วยอัตราที่ผิดพลาด
- ผู้อ่านมาตรวัดน้ำอ่านค่าไม่ถูกต้อง

2. ปริมาณความต้องการน้ำใช้ส่วนบุคคล

สัดส่วนของความต้องการน้ำใช้ประเภทต่างๆ ในข้อ 1.จะมีความแตกต่างกันไปแล้วแต่ชุมชน แต่อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำใช้สำหรับการพาณิชยกรรม และปริมาณน้ำใช้สำหรับราชการหน่วยงานและสถาบันนั้น มีความเกี่ยวข้องเกือบจะโดยตรง กับปริมาณน้ำใช้สำหรับอาคารบ้านเรือน กล่าวคือปริมาณน้ำใช้ทั้งสามส่วนนี้จะเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากปัจจัยชุดเดียวกัน เช่น จำนวนประชากร ระดับรายได้ของประชากร พฤติกรรมการใช้น้ำของประชากร และเป็นการใช้น้ำด้วยจุดมุ่งหมายเดียวกัน คือใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค, ใช้ในห้องสุขากับสุขภัณฑ์ต่างๆ, ใช้เพื่อการซักล้างทำความสะอาด ฯลฯ ส่วนปริมาณน้ำใช้สำหรับการอุตสาหกรรมและน้ำสูญเสียแบบเรียกค่าตอบแทนไม่ได้นั้น จะมีจุดมุ่งหมายและวิธีการใช้น้ำที่แตกต่างออกไปอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นจึงอาจรวมปริมาณน้ำใช้ที่ถูกใช้โดยประชากรในชุมชน คือปริมาณน้ำใช้สำหรับอาคารบ้านเรือน ปริมาณน้ำใช้สำหรับการพาณิชยกรรม และปริมาณน้ำใช้สำหรับราชการหน่วยงานสถาบันเข้าด้วยกัน คิดเป็นปริมาณความต้องการใช้น้ำต่อหน่วย หรือต่อคน ดังตัวอย่างแสดงในตารางที่ 2.2

3. ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการน้ำ

ค่าปริมาณความต้องการน้ำต่อคนหรือต่อหน่วยย่อมไม่คงที่แน่นอนเสมอไป ทั้งนี้เพราะปริมาณความต้องการน้ำเป็นกิจกรรมอันเกิดจากมนุษย์ ซึ่งพฤติกรรมของมนุษย์เปลี่ยนไปตามสภาพแวดล้อมและปัจจัยภายนอกที่มีผลกระทบต่อมนุษย์ สามารถแบ่งกลุ่มของปัจจัยภายนอกนั้นได้เป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- ข้อมูลเกี่ยวกับประชากรและขนาดของครัวเรือน
- สภาพเศรษฐกิจและสังคม
- นโยบายการจำกัดการใช้น้ำ
- สภาพภูมิอากาศ
- มาตรฐานความเป็นอยู่ของประชากร
- อุปกรณ์การใช้น้ำหรือสุขภัณฑ์ที่ทันสมัย

ตารางที่ 2.2 ปริมาณการใช้น้ำต่อคน ในการศึกษาสำหรับบางชุมชนในประเทศ

ชุมชน	อัตรา การใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)	อัตรา การเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน/วัน)
ชุมชนเมืองใหม่แหลมฉบัง (1)	200 (2543)	170 (2543)
	225 (2553)	195 (2553)
เทศบาลเมืองนครปฐม (2)	260 (2531)	210 (2531)
เทศบาลเมืองนครสวรรค์ (3)	300	
เทศบาลเมืองพิษณุโลก (3)	300	
เทศบาลเมืองราชบุรี (4)	350	
เทศบาลเมืองชลบุรี (5)		165–200
เมืองพัทยา ** (5)	190 (2533)	165–200
	210 (2543)	
	220 (2503)	
เมืองพัทยา **(6)	230 (2533)	184 (2533)
	239 (2534)	191 (2534)
	286 (2543)	229 (2543)
	308 (2553)	246 (2553)
บางแสน **(7)	160 (2538)	
	160 (2548)	

* อัตราการสูญเสีย 23–33 %

** เฉพาะบ้านพักอาศัย

(1) รายงานศึกษาความเหมาะสม ยธ. (2533)

(2) รายงานศึกษาความเหมาะสม ยธ. (2532)

(3) รายงานศึกษาความเหมาะสม โครงการพัฒนาเมืองชนลัก สพม. (2531)

(4) รายงานศึกษาความเหมาะสม ยธ. (2528)

(5) รายงานศึกษาความเหมาะสม กปภ. (2530)

(6) รายงานศึกษาความเหมาะสม ยธ. (2533)

(7) รายงานศึกษาความเหมาะสม กปภ. (2528)

รายละเอียดปลีกย่อยของปัจจัยต่างๆเหล่านี้แสดงในตารางที่ 2.3 แต่ละปัจจัยเหล่านี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณความต้องการน้ำแตกต่างกันออกไป และมากน้อยต่างกัน ซึ่งเรื่องนี้ได้มีผู้ทำการศึกษาแยกไว้ต่างหากโดยเฉพาะ

ตารางที่ 2.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความต้องการน้ำ

(ที่มา : Gardinor V. and Herington P. " Water Demand Forecasting ")

ตัวแปร	ปัจจัย	ตัวแปร	ปัจจัย
สถิติประชากร	จำนวนประชากร	สภาพสังคม	รสนิยมของประชากร
	ความหนาแน่นของบ้านเรือน		กฎหมายและข้อกำหนด
	ชนิดของตัวบ้าน		วัฒนธรรมความเป็นอยู่
	จำนวนผู้อยู่อาศัยต่อบ้าน		การศึกษา
	ระดับราคาของบ้าน		นโยบายที่เกี่ยวข้องกับการใช้น้ำ
	จำนวนบ้าน		
	เขตจ่ายน้ำ	ลักษณะภูมิอากาศ	อุณหภูมิ
	การระบายน้ำ		ปริมาณฝน
	แหล่งน้ำเพื่อการพักผ่อน		ความแห้งแล้ง
			สภาพภูมิประเทศที่หนหานต่อความแห้งแล้ง
สภาพเศรษฐกิจ	ระดับรายได้		
	อุปนิสัยการใช้จ่าย	วิทยาการใหม่ๆ	การตรวจซ่อมระบบท่อที่ชำรุด
	ราคาค่าน้ำ		โปรแกรมตรวจสอบการรั่วไหลของระบบท่อ
	โครงสร้างของค่าน้ำ		ประสิทธิภาพของอุปกรณ์ที่ใช้น้ำ
			ความดันของน้ำในเส้นท่อ
			ประสิทธิภาพของการจ่ายน้ำ
			คุณภาพน้ำ

2.2 การพยากรณ์ความต้องการน้ำ

1. การพยากรณ์จำนวนประชากร

จำนวนประชากรในปีเป้าหมาย และปีศึกษาของโครงการเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดไม่แต่เฉพาะในเรื่องของการพยากรณ์ความต้องการน้ำเท่านั้น แต่ยังเกี่ยวเนื่องไปถึงเรื่องของการวางแผนพัฒนา, การวางแผนทางเศรษฐกิจ เนื่องมาจากทุกสิ่งทุกอย่างต่างก็จัดหาและจัดทำขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ทั้งสิ้น การเปลี่ยนแปลงจำนวนประชากรขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายๆ ประการ ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากสลับซับซ้อนต่อการพิจารณา และไม่ใช่ประเด็นหลักของการวิจัยครั้งนี้ แต่อย่างไรก็ตาม การพยากรณ์จำนวนประชากรโดยวิธีง่ายๆนั้น มีทั้งวิธีที่ใช้หลักวิชาการทางคณิตศาสตร์และไม่ได้ใช้ แสดงพอเป็นสังเขปดังนี้

- วิธีอาริสเมติก
- วิธีจีโอเมตริก
- วิธีเอกโปเนนเชียล
- วิธีเพิ่มในสัดส่วนที่ลดลง
- วิธีลอจิสติก
- วิธีเทียบสัดส่วน
- วิธีต่อเส้นกราฟ
- โดยการประมาณ
- โดยนโยบายและข้อกำหนดอื่นๆ

วิธีต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้นนี้ มีทั้งวิธีการที่ต้องอาศัยข้อมูลในอดีต และไม่ต้องใช้ ทั้งนี้การจะเลือกใช้จำนวนประชากรตามที่พยากรณ์โดยวิธีใดวิธีหนึ่งนั้น ต้องพิจารณาเป็นกรณีๆไป แล้วแต่จุดมุ่งหมายของการนำไปใช้งาน

2. การพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำส่วนบุคคล

รายละเอียดเกี่ยวกับเรื่องปริมาณความต้องการน้ำส่วนบุคคล ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 2.1. ส่วนการคาดการณ์การเปลี่ยนแปลง หรือตัวเลขปริมาณความต้องการน้ำส่วนบุคคลที่เวลาต่างๆกันนั้น เป็นเรื่องที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องอาศัยวิธีการทางเศรษฐศาสตร์และ

ทางสถิติเข้าช่วย แต่ในการวิจัยครั้งนี้จะประมาณปริมาณความต้องการน้ำส่วนบุคคลโดยวิธีการตามที่กล่าวในเรื่องการพยากรณ์จำนวนประชากร และศึกษาจากผลที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว

3. การพยากรณ์ความต้องการน้ำ

การพยากรณ์ความต้องการน้ำสำหรับชุมชนหนึ่งๆ จะอาศัยตัวแปร 2 ประการหลักคือ จำนวนประชากร และอัตราการใช้น้ำต่อหน่วย ในการพิจารณาให้ความสำคัญเป็นอันดับต้นๆ ทั้งนี้เนื่องจากทั้ง 2 ประการนั้นจะแปรผันตามเวลา ไม่คงที่แน่นอนค่าใดค่าหนึ่ง ส่วนความต้องการน้ำโดยกิจกรรมอื่นๆนั้น เราสามารถที่จะควบคุมและวางแผนกำหนดได้ ดังนั้น สามารถเขียนสมการแสดงความสัมพันธ์เพื่อใช้ในการพยากรณ์ความต้องการน้ำสำหรับชุมชนใดชุมชนหนึ่ง ที่ระยะเวลาใดระยะเวลาหนึ่งได้ดังนี้

$$TWD_N = (P_N * U_N) + IU_N + OU_N \qquad \text{----------(1)}$$

โดยที่ TWD_N = ปริมาณความต้องการน้ำทั้งหมด ณ ช่วงเวลาที่กำหนด

P_N = จำนวนของประชากร ณ ช่วงเวลาที่กำหนด

U_N = อัตราความต้องการน้ำต่อหน่วยของประชากร ณ ช่วงเวลาที่กำหนด

IU_N = ปริมาณความต้องการน้ำในภาคอุตสาหกรรม ณ ช่วงเวลาที่กำหนด

OU_N = ปริมาณความต้องการน้ำจากส่วนอื่น ณ ช่วงเวลาที่กำหนด

N = ช่วงเวลาเป้าหมายที่พิจารณา

ค่าปริมาณความต้องการน้ำที่พยากรณ์ได้นี้จะเป็นค่าเฉลี่ย คือเป็นปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ยต่อวัน หรือปริมาณความต้องการน้ำเฉลี่ยต่อเดือนหรือต่อปี ซึ่งยังไม่สามารถนำค่าที่ได้ไปใช้งานโดยละเอียดในทันที เพราะในงานออกแบบหลายๆงานนั้นต้องมีปัจจัยอื่นๆมาเกี่ยวข้องกับค่าปริมาณความต้องการน้ำอีก เช่นค่าสัดส่วนอัตราการใช้น้ำสูงสุดรายวันต่อปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย, สัดส่วนอัตราการใช้น้ำสูงสุดรายชั่วโมงต่อปริมาณการใช้น้ำเฉลี่ย, ร้อยละของปริมาณน้ำสูญเสียต่างๆ ซึ่งต้องมีการศึกษาเพื่อพิจารณาค่าปัจจัยต่างๆที่เหมาะสมต่อการใช้งาน แล้วแต่กรณีๆไป

ซึ่งจะไม่ขอกล่าวในที่นี้

ตัวอย่างการพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำและการประเมินปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นสำหรับการศึกษาในโครงการต่างๆในประเทศ แสดงในตารางที่ 2.4 ถึงตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.4 การพยากรณ์ปริมาณการเกิดน้ำเสีย เมืองพัทยา

(ที่มา : ยธ."โครงการศึกษาความเหมาะสมและออกแบบรายละเอียดก่อสร้างระบบระบายน้ำและระบบบำบัดน้ำเสียเมืองพัทยา",2533)

บริเวณ	ปี		
	2534	2543	2553
1. นาเกลือ			
–ประชากร ,คน	34455	48400	65124
–ปริมาณน้ำเสีย ,ลบ.ม./วัน	11963	20647	28832
–ค่า BOD ,มก./ล.	120	170	170
–ปริมาณ BOD ,(กก./วัน)	1436	3510	4901
2. พัทยา			
–ประชากร ,คน	48127	81047	109178
–ปริมาณน้ำเสีย ,ลบ.ม./วัน	30293	59765	83722
–ค่า BOD ,มก./ล.	120	170	170
–ปริมาณ BOD ,(กก./วัน)	3635	10160	14233
3. นาจอมเทียน			
–ประชากร ,คน	15473	37497	61743
–ปริมาณน้ำเสีย ,ลบ.ม./วัน	14906	32482	50220
–ค่า BOD ,มก./ล.	120	170	170
–ปริมาณ BOD ,(กก./วัน)	1789	5522	8537

หมายเหตุ : ประชากร คือ ประชากรที่อยู่อาศัยจริงๆ ในพื้นที่ ยังไม่รวมผู้มาใช้บริการจากภายนอก

ตารางที่ 2.5 การพยากรณ์ปริมาณความต้องการใช้น้ำ การประปาชลบุรี

ที่มา : PWA " Master Plan and Feasibility Study , Chonburi Water Supply System " ,1992

ปี	การใช้น้ำในส่วนเพื่อการอยู่อาศัย					การใช้น้ำในส่วนราชการ,อุตสาหกรรมขนาดเล็ก		การใช้น้ำในส่วนโรงแรมและการท่องเที่ยว			อุตสาหกรรมขนาดใหญ่	ปริมาณการใช้น้ำรวม	ปริมาณน้ำเรียกเก็บแบบแรงไม่ได้	รวมปริมาณความต้องการน้ำ	ปริมาณน้ำใช้ในโรงกรอง	ปริมาณน้ำดิบต้องการ	ปริมาณน้ำดิบต้องการ
	จำนวนประชากร	เปอร์เซ็นต์บริการ	ประชากรในเขตจ่ายน้ำ	การใช้น้ำต่อหน่วย (ลิตร/คน/วัน)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	เปอร์เซ็นต์จาก (5)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	จำนวนนักท่องเที่ยวต่อวัน	การใช้น้ำต่อหน่วย (ลิตร/คน/วัน)	ปริมาณการใช้น้ำ (ลบ.ม./วัน)	(ลบ.ม./วัน)	(ลบ.ม./วัน)	(%)	(ลบ.ม./วัน)	(5%) (ลบ.ม./วัน)	(ลบ.ม./วัน)	(ล้านลบ.ม./ปี)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
เขตจ่ายน้ำชลบุรี																	
2535	252,545	67	169,205	166	28,089	45	12,640	33,783	30	1,013	6,400	48,141	31	69,770	3,488	73,258	26.7
2538	270,464	68	183,929	170	31,268	45	14,071	36,066	31	1,205	6,900	53,443	29	74,227	3,711	77,938	28.4
2543	301,550	69	208,070	174	36,204	45	16,292	47,961	32	1,536	7,700	61,731	24	81,226	4,061	85,286	31.1
2548	334,301	71	237,416	177	42,023	45	18,910	60,000	32	2,179	8,800	71,912	20	89,890	4,495	94,385	34.5
2553	369,458	73	269,704	180	48,547	45	21,846	96,664	33	3,190	10,100	83,583	20	104,603	5,230	109,834	40.1
2558	407,316	75	305,487	182	55,599	45	25,019	137,232	34	4,666	11,600	96,884	20	121,105	6,055	127,160	46.4
พื้นที่ด้านเหนือ																	
2535	11,333	0	0	166	0	45	0	0	0	0	18,950	18,950	15	22,294	1,115	23,409	8.5
2538	12,635	50	6,318	170	1,074	45	483	0	0	0	31,400	32,957	15	38,773	1,939	40,712	14.9
2543	15,186	70	10,632	174	1,850	45	832	0	0	0	54,700	57,382	15	67,509	3,375	70,884	25.9
2548	16,322	71	13,009	177	2,303	45	1,036	0	0	0	59,800	63,139	15	74,281	3,714	77,995	28.5
2553	22,183	73	16,194	180	2,915	45	1,312	0	0	0	60,700	64,927	15	76,384	3,819	80,203	29.3
2558	26,958	75	20,219	182	3,680	45	1,656	0	0	0	62,300	67,636	15	79,571	3,979	83,550	30.5

ตารางที่ 2.6 การพยากรณ์การเกิดน้ำเสีย เมืองเชียงใหม่

(ที่มา : วล."โครงการศึกษาความเป็นไปได้ ระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสีย เมืองเชียงใหม่)

รายการ	ปี					อัตราเพิ่มต่อปี
	2527	2528	2529	2530	2531	%
ผู้ใช้น้ำ (ครัวเรือน,ราย)	17,470	16,502	17,655	18,658	20,197	9.2
ประชากรผู้ใช้น้ำ (คน)	87,019	92,411	95,337	97,022	100,985	4.0
ปริมาณน้ำใช้ต่อปี (ล้าน ลบ.ม.)	8.300	8.800	8.642	8.614	9.257	2.9
ปริมาณน้ำสูญเสีย (%)	29.89	25.40	24.23	21.98	19.51	-8.7
อัตราใช้น้ำ (ลิตร/คน/วัน)	183	195	188	190	202	2.6
ปริมาณน้ำเสีย (ลิตร/คน/วัน) (80% ของน้ำใช้)	146.4	156.0	150.4	152.0	161.6	2.6
อัตราเพิ่มต่อปี (%)	-	6.6	-3.6	1.1	6.3	2.6

2.3 แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการน้ำ

1. แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการน้ำวิธีตารางย่อย

มีวิธีการหลายวิธีการในการประยุกต์ใช้ตัวแปรพื้นฐานที่สำคัญ 2 ตัว คือจำนวนประชากร และอัตราความต้องการน้ำต่อหน่วย เพื่อหาเป็นปริมาณความต้องการน้ำรวม ซึ่งแต่ละวิธีการต่างก็มีภาพรวมและจุดมุ่งหมายรายละเอียดปลีกย่อยแตกต่างกันออกไป ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างถึงหน่วยงานที่สำคัญ ด้านการจัดหาน้ำประปาเพื่อการอุปโภคบริโภคในประเทศ คือการประปาส่วนภูมิภาค โดยการวางแผนดำเนินการจัดการระบบผลิตน้ำประปา ระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำของหน่วยงานนี้ ในการศึกษาสำหรับโครงการต่างๆในอดีต สามารถสรุปเป็นขั้นตอนได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดอายุของโครงการที่มีเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 ประเมินจำนวนประชากรของโครงการที่ปีเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 3 ประเมินปริมาณความต้องการน้ำ จากการประมาณอัตราการใช้น้ำต่อหน่วย จากการประมาณปริมาณการใช้น้ำโดยส่วนอื่นๆ และร้อยละของการบริการ

ขั้นตอนที่ 4 ได้ค่าปริมาณความต้องการน้ำที่ปีเป้าหมาย เพื่อใช้ในการออกแบบระบบจัดหาน้ำดิบ, ระบบการจัดสรรน้ำดิบ, โรงกรองน้ำ, จัดช่วง

ของงบประมาณและการก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้ข้อมูลด้านการวางผังเมือง และการใช้ที่ดินในอนาคต เป็นตัวกำหนด หาความหนาแน่นและการกระจายตัวของประชากรในแต่ละหน่วยพื้นที่

ขั้นตอนที่ 6 วางผังระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำ

ขั้นตอนที่ 7 หาพื้นที่บริการของแต่ละจุดจ่ายน้ำ แล้วนำไปหาจำนวนประชากรที่ต้องบริการ

ขั้นตอนที่ 8 ประเมินปริมาณความต้องการน้ำของแต่ละจุดจ่ายน้ำได้ นำค่าที่ได้ไปดำเนินการออกแบบระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำ

จะเห็นว่าการดำเนินงานแต่ละโครงการนั้น มีขั้นตอนการทำงานที่ไม่ยุ่งยากมากนัก แต่มีขั้นตอนที่สามารถเกิดการผิดพลาดได้ง่ายนั้นหลายขั้นตอน ซึ่งการผิดพลาดในแต่ละขั้นตอนนั้นไม่เพียงแต่จะส่งผลไปยังขั้นตอนต่อไปเท่านั้น แต่ยังส่งผลกระทบย้อนหลังอีกด้วย ยิ่งในกรณีที่ไม่ได้ซอฟแวร์คอมพิวเตอร์ช่วยในการคิดคำนวณ หรือใช้ไม่เกิดประโยชน์สูงสุดแล้ว จะยิ่งทำให้เสียเวลาในการทำงานมากขึ้นกว่าเดิม การประเมินปริมาณความต้องการน้ำของแต่ละพื้นที่ที่เกิดความผิดพลาดนั้น ถ้าพื้นที่โครงการเป็นชุมชนขนาดเล็กแล้ว ปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะไม่รุนแรงมากนัก เช่นบางพื้นที่อาจขาดแคลนน้ำประปาเป็นช่วงสั้นๆ หรือความดันของน้ำในเส้นท่อต่ำ และในการที่จะปรับปรุงขยายกำลังการผลิต หรือขยายและเสริมแนวท่อนั้น กระทำได้โดยง่าย แต่ถ้าพื้นที่โครงการเป็นชุมชนขนาดใหญ่แล้ว การแก้ปัญหาในเรื่องนี้กระทำได้ค่อนข้างยาก และมักมีผลกระทบกับส่วนอื่นๆ อีกมาก

แบบจำลองการพยากรณ์ความต้องการน้ำวิธีตารางย่อย ได้พัฒนาขึ้นโดยมีขั้นตอนการดำเนินการเกือบจะกลับกันกับวิธีการที่กล่าวไว้ข้างต้น มีจุดประสงค์เพื่อใช้แบบจำลองนี้ ในการประเมินปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละหน่วยพื้นที่ตาราง และปริมาณความต้องการน้ำโดยรวมทั้งพื้นที่สำหรับโครงการที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ และมีความแตกต่างของการกระจายตัวของประชากรหลายแบบ ตัวอย่างของโครงการในประเทศที่พัฒนาแบบจำลองนี้มาใช้งานคือ โครงการแผนหลักระบบผลิตและแจกจ่ายน้ำประปา ของการประปานครหลวง (พ.ศ.2531) โดยได้ว่าจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษาไทยดีซีไอร่วมกับบริษัทอื่นอีก 3 บริษัท เป็นผู้ดำเนินการศึกษา สำหรับขั้นตอนการวางแผน

ออกแบบโดยใช้แบบจำลองวิธีตารางย่อย สามารถสรุปได้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 กำหนดอายุของโครงการที่มีเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 2 แบ่งพื้นที่โครงการออกเป็นพื้นที่ตารางย่อยขนาดเท่ากันทุกตาราง

ขั้นตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลการใช้ที่ดินจากข้อมูลจริงในอดีต เพื่อวิเคราะห์ถึงการกระจายตัวของชุมชนในพื้นที่โครงการ

ขั้นตอนที่ 4 ประเมินจำนวนประชากรของโครงการที่มีเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 5 ประเมินอัตราการใช้น้ำต่อหน่วย และปริมาณความต้องการน้ำของส่วนอื่นๆ ในพื้นที่โครงการ

ขั้นตอนที่ 6 ใช้ข้อมูลจากจำนวนประชากร และการวิเคราะห์การใช้ที่ดินหาจำนวนประชากรในแต่ละพื้นที่ตารางย่อยในอนาคต

ขั้นตอนที่ 7 หาค่าปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละตารางย่อย และแต่ละปีเป้าหมาย

ขั้นตอนที่ 8 ประเมินปริมาณความต้องการน้ำโดยรวมทั้งพื้นที่โครงการ

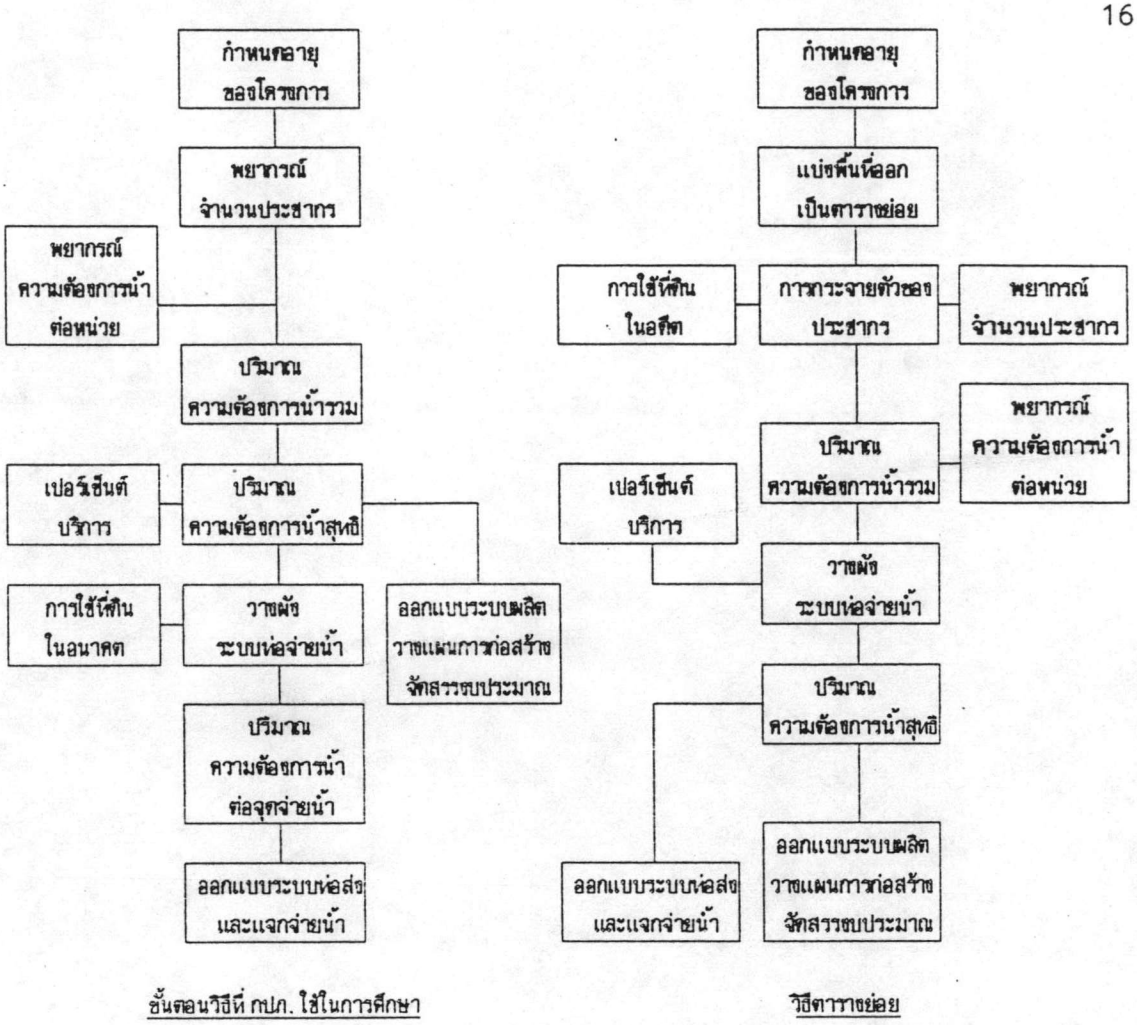
ขั้นตอนที่ 9 วางแผนกำหนดเขตพื้นที่ที่จะให้บริการจากผังระบบแนวท่อในอดีตและแผนการในอนาคต

ขั้นตอนที่ 10 ทราบปริมาณความต้องการน้ำที่วางแผน จากผลรวมของปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละตารางย่อย ได้ค่าปริมาณความต้องการน้ำในการออกแบบระบบจัดหาน้ำดิบ, ระบบการจัดสรรน้ำดิบ, ระบบผลิตน้ำ, จัดช่วงของงบประมาณและการก่อสร้าง

ขั้นตอนที่ 11 วางผังแนวระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำ

ขั้นตอนที่ 12 ใช้ค่าปริมาณความต้องการน้ำรวมของแต่ละพื้นที่ ออกแบบระบบท่อส่งและแจกจ่ายน้ำ

สามารถเปรียบเทียบขั้นตอนการพยากรณ์ความต้องการน้ำของทั้ง 2 วิธี ดังแสดงในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 เปรียบเทียบการพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำโดยแบบจำลองกับวิธีของ กปภ.

ส่วนข้อดีและข้อเสียของการใช้แบบจำลองวิธีตารางย่อยนั้นมีดังนี้

ข้อดี

- แยกข้อมูลในแต่ละหน่วยพื้นที่ได้เด่นชัด ทำให้สะดวกต่อการวางแผนการบริการในอนาคต และสะดวกต่อการแก้ไขข้อมูล
- มีรายละเอียดของข้อมูลมาก
- แก้ไขและเปรียบเทียบข้อมูลในช่วงเวลาที่แตกต่างกันได้ชัดเจน
- แยกข้อมูลพื้นฐานออกเป็นส่วนๆ ทำให้แยกพิจารณาได้ง่าย

- เหมาะสำหรับชุมชนขนาดใหญ่ที่มีลักษณะการใช้ที่ดิน และการกระจายตัวของประชากรแตกต่างกันหลายแบบ

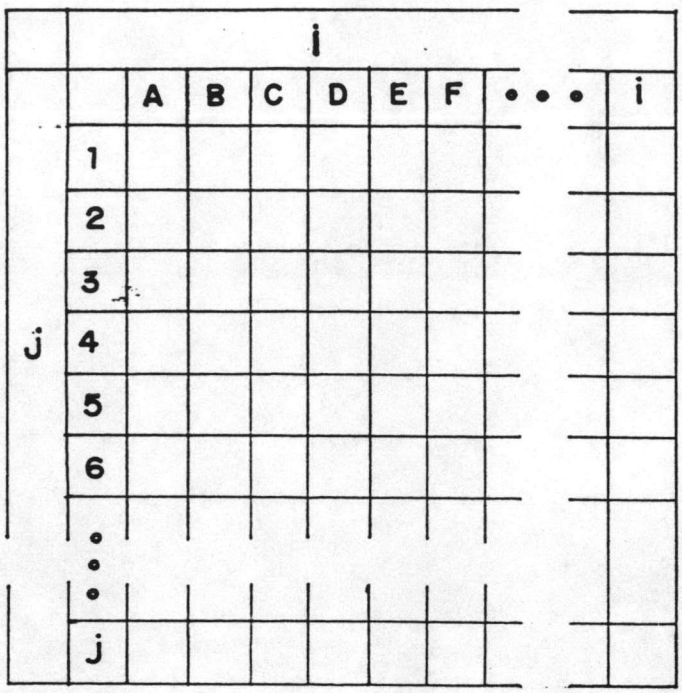
ข้อเสีย

- ต้องอาศัยข้อมูลพื้นฐานเป็นจำนวนมาก
- การปฏิบัติการค่อนข้างสลับซับซ้อน
- สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย
- ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานสำหรับการวิเคราะห์
- ละเอียดเกินไปสำหรับงานบางประเภท

2. ทฤษฎีของแบบจำลอง

1) ข้อมูลพื้นฐาน

1.1) หน่วยพื้นที่ตารางย่อย พื้นที่โครงการจะถูกแบ่งออกเป็นตารางพื้นที่ขนาดเล็ก ซึ่งจากนี้ไปจะเรียกตารางย่อยเล็กๆ นี้ว่า "กริด" แต่ละกริดจะมีขนาดกว้างและยาวเท่ากันเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ส่วนระยะด้านกว้างและระยะด้านยาวจะแตกต่างกันไป แล้วแต่ความละเอียดที่ต้องการ เช่น กริดขนาด 250x250 เมตร, 500x500 เมตร, 2000x2000 เมตร กริดเหล่านี้มีตำแหน่งที่แน่นอน ซึ่งสามารถอ้างถึงได้ และกำหนดด้วยพิกัด i และพิกัด j โดยในแนวแกน X จะเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษไล่ตามลำดับ A, B, C, D,....แทนค่า i และในแนวแกน Y จะเป็นตัวเลขไล่ตามลำดับ 1, 2, 3, 4,... แทนค่า j จากลักษณะเช่นนี้ทำให้สามารถเก็บข้อมูลของพารามิเตอร์ต่างๆ ของแต่ละกริดได้ด้วยโปรแกรมซอฟท์แวร์ที่มีลักษณะการทำงานเป็นกระดาษตาราง เช่น LOTUS 123, EXCEL



ภาพที่ 2.2 ลักษณะของตารางย่อยในแบบจำลอง

1.2) การใช้ที่ดิน ในแต่ละกริดนั้น การพยากรณ์ปริมาณความต้องการเฉลี่ยจะขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์การใช้ที่ดินเป็นสำคัญ โดยในแต่ละปีเป้าหมายนั้นแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ส่วนคือ พื้นที่พัฒนามาใช้ประโยชน์แล้วและพื้นที่ที่ยังไม่ได้พัฒนามาใช้ประโยชน์ และในพื้นที่ที่พัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์แล้วนั้นก็ยังสามารถแบ่งประเภทของการใช้ที่ดินได้อีกเป็น 4 ประเภทด้วยกันคือ

- พื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย
- พื้นที่ใช้เป็นที่ตั้งของหน่วยราชการ, หน่วยงาน, รัฐวิสาหกิจ
- พื้นที่สำหรับธุรกิจขนาดใหญ่
- พื้นที่เพื่อการอุตสาหกรรม

1.3) การพยากรณ์จำนวนประชากร ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.2.

1.4) อัตราการใช้น้ำต่อหน่วย ได้กล่าวแล้วในหัวข้อที่ 2.2. โดยมีหน่วยของ

อัตราการใช้น้ำต่อหน่วยเป็น

- ลิตร/คน/วัน สำหรับการใช้น้ำโดยประชากรในเขตเพื่อการอยู่อาศัย
- ลบ.ม./ตร.กม./วัน สำหรับการใช้น้ำในส่วนอื่น

1.5) ปริมาณความต้องการน้ำ เมื่อข้อมูลทั้งหมดได้ถูกจัดเตรียมและปรับแก้เรียบร้อยแล้ว จะคำนวณหาปริมาณความต้องการน้ำโดยรวมโดยใช้โปรแกรม LOTUS เข้าช่วย

2.) พารามิเตอร์

2.1) การวิเคราะห์การใช้ที่ดิน ความถูกต้องแม่นยำของผลการพยากรณ์จำนวนประชากรขึ้นอยู่กับตัวแปรในเรื่องของการใช้ที่ดิน 4 ค่าด้วยกัน คือ

ก.) เปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาที่ดิน ค่าเปอร์เซ็นต์การพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์ในแต่ละปีเป้าหมายที่พิจารณาจะเป็น

$$C^{n}_{ij}$$

โดยที่ C = เปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์

n = ปีเป้าหมายที่พิจารณา , n = n0,n1,n2,n3,...

ij = ตำแหน่งของกริด ที่แกน x = i และแกน y = j ในพิกัดที่กำหนดไว้แล้ว

ค่า C^{n}_{ij} นี้จะเป็นฟังก์ชั่นแปรตามค่า C^{n0}_{ij} และแปรตามเวลา โดยที่ ค่า C^{n}_{ij} ย่อมมากกว่าหรือเท่ากับ C^{n0}_{ij} เช่น C^{n}_{H8} = 0.30 หรือ 30% หมายความว่า ที่ปีที่ n นั้น กริด H8 มีการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์แล้ว 30% (อีก 70% ยังไม่ได้พัฒนามาใช้เป็นประโยชน์ เช่นยังเป็นพื้นที่เกษตรกรรม, ป่า, แหล่งน้ำอยู่)

ข.) ความหนาแน่นของประชากร ค่าความหนาแน่นของประชากรในเขตพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย จะมีค่าไม่เท่ากันในแต่ละกริด และจะแปรตามเวลาอีกด้วย ค่าความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละปีเป้าหมายที่พิจารณาจะเป็น

$$D^{n}_{ij}$$

โดยที่ D = ความหนาแน่นของประชากรในเขตพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยในกริด (คน/ตร.กม)

ค่า D^{n}_{ij} นี้ปรับตามผลการพยากรณ์จำนวนประชากรโดยรวมทั้งพื้นที่ โดยจะปรับเทียบในขั้นตอนสุดท้าย และค่า D^{n}_{ij} นี้จะแปรตามช่วงเวลาดังสมการ

$$D^{n1}_{ij} = D^{n0}_{ij} * f(n) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

โดยที่ f(n) = ค่าตัวแปรการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นของประชากรในเขตเพื่อการอยู่อาศัย จากปีที่ n0 ไปยังปีที่ n1 ได้จากการปรับเทียบในขั้นตอนของการทำนายจำนวนประชากรในแต่ละกริด

ค.) จูนนิ่ง พารามิเตอร์ เป็นฟังก์ชั่นสำหรับการคำนวณค่า C^{n}_{ij} โดยใช้พารามิเตอร์ 2 ชุด คือ อัลฟา (α) และเบตา (β) ซึ่งการขยายตัวของค่า C นั้นมีทั้งการขยายตัวเมื่อระยะเวลาผ่านไป (ใช้พารามิเตอร์อัลฟา) และการขยายตัวสู่พื้นที่ช้างๆ ที่ยังไม่มีการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์ (ใช้พารามิเตอร์เบตา)

ง.) ประเภทการใช้ที่ดิน แบ่งประเภทการใช้ที่ดินในส่วนของที่ดินที่มีการพัฒนามาใช้ประโยชน์แล้ว (C) ออกเป็นหลายประเภทดังนี้

R^{n}_{ij} = สัดส่วนพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย ,%

G^{n}_{ij} = สัดส่วนพื้นที่ในส่วนราชการ หน่วยงานสถาบัน สวนสาธารณะ ,%

B^n_{ij} = สัดส่วนพื้นที่ในกิจการธุรกิจขนาดใหญ่ ,%

I^n_{ij} = สัดส่วนพื้นที่เพื่อการอุตสาหกรรม ,%

ทั้งนี้ $R^n_{ij} + G^n_{ij} + B^n_{ij} + I^n_{ij} = 100\%$ .....(3)

ในบางครั้งเพื่อให้สะดวกในการคำนวณปริมาณความต้องการน้ำ อาจแบ่งพื้นที่ที่มีการพัฒนาแล้วออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย (R^n_{ij}) และส่วนพื้นที่ที่ไม่ใช้เพื่อการอยู่อาศัย (NR^n_{ij})

ทั้งนี้ $R^n_{ij} + NR^n_{ij} = 100\%$ .....(4)

ขนาดของประเภทการใช้ที่ดินเหล่านี้ หาได้จากการ เปรียบเทียบที่แผนที่แสดงการใช้ที่ดินในอดีต 2 ชุดหรือ 2 ช่วงเวลาเป็นอย่างน้อย

2.2) ข้อมูลประชากร

ก.) พื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย พื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละกริดในแต่ละปีเป้าหมายที่พิจารณาจะเป็นดังนี้

$T^n_{ij} = C^n_{ij} * R^n_{ij} * a$ .....(5)

โดยที่ T^n_{ij} = ขนาดพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยในกริด ij (ตร.กม.)

C^n = เปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์

a = ขนาดพื้นที่รวมทั้งสิ้นในกริด ซึ่งจะเท่ากับ ความกว้าง*ความยาว

ข.) จำนวนประชากร จำนวนประชาการในพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัยในแต่ละกริดในแต่ละปีเป้าหมายที่พิจารณาจะเป็นดังนี้

$$p^{n}_{ij} = D^{n}_{ij} * T^{n}_{ij} \quad \text{.....(6)}$$

โดยที่ p = จำนวนประชากรในกริด ij (คน)
และจำนวนประชากรทั้งหมดของพื้นที่ศึกษาจะเป็น

T = ขนาดพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย

$$P_{n} = \Sigma_{ij} p^{n}_{ij} \quad \text{.....(7)}$$

โดยที่ P = จำนวนประชากรทั้งพื้นที่ (คน)

2.3) ปริมาณความต้องการน้ำต่อหน่วย พารามิเตอร์ในส่วนของปริมาณความต้องการน้ำเป็นดังนี้

H^{n}_{ij} = ลบ.ม./ตร.กม./วัน สำหรับพื้นที่ส่วนของหน่วยราชการ หน่วยงานสถาบัน รวมทั้งสวนสาธารณะ ที่ปีเป้าหมาย

L^{n}_{ij} = ลบ.ม./ตร.กม./วัน สำหรับพื้นที่ส่วนของการพาณิชยกรรม ที่ปีเป้าหมาย

M^{n}_{ij} = ลบ.ม./ตร.กม./วัน สำหรับพื้นที่เพื่อการอุตสาหกรรม ที่ปีเป้าหมาย

Q^{n}_{ij} = ลิตร/คน/วัน สำหรับประชากรในเขตพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย ที่ปีเป้าหมาย

สามารถสรุปลักษณะของพารามิเตอร์ต่างๆ ดังที่กล่าวมาแล้วดังตารางที่ 2.7 และสรุปผังความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ แสดงในภาพที่ 2.3

ตารางที่ 2.7 ลักษณะของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

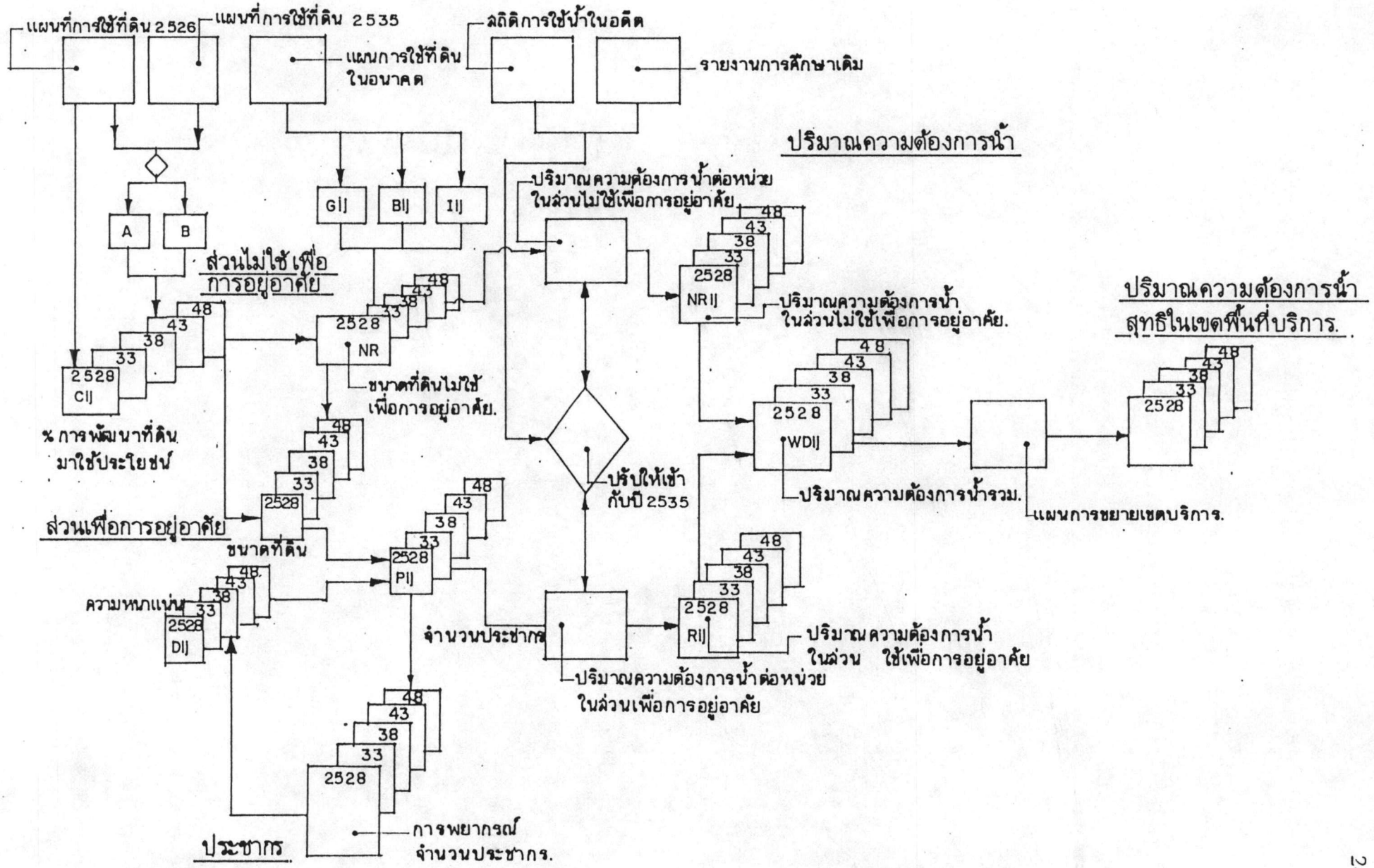
ตัวย่อของพารามิเตอร์	ความหมาย	ประเภท			
		1	2	3	4
alfa	ตัวปรับการขยายตัวของการใช้ที่ดิน		X		
beta	ตัวปรับการขยายตัวของการใช้ที่ดิน		X		
C (ij)	%ของการใช้ประโยชน์ที่ดิน		X	X	X
D (ij)	ความหนาแน่นของประชากรในเขตที่ดินเพื่อการอยู่อาศัย		X	X	X
G (ij)	%ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนของราชการ หน่วยงาน	X		X	
B (ij)	%ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนของธุรกิจขนาดใหญ่	X		X	
I (ij)	%ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนของการอุตสาหกรรม	X		X	
R (ij)	%ของการใช้ประโยชน์ที่ดินในส่วนเพื่อการอยู่อาศัย	X		X	
T (ij)	ขนาดพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย		X	X	
p (ij)	จำนวนประชากร		X	X	
Hn	ปริมาณความต้องการน้ำต่อหน่วยในส่วนของราชการ หน่วยงาน		X		X
Ln	ปริมาณความต้องการน้ำต่อหน่วยในส่วนของธุรกิจขนาดใหญ่		X		X
Mn	ปริมาณความต้องการน้ำต่อหน่วยในส่วนของการอุตสาหกรรม		X		X
Qn	ปริมาณความต้องการน้ำต่อหน่วยในส่วนเพื่อการอยู่อาศัย		X		X

1 คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา

2 เปลี่ยนแปลงตามเวลา

3 เปลี่ยนตามตำแหน่งของกริด

4 ปรับเทียบให้ตรงกับข้อมูลจริง



ภาพที่ 2.3 ผังแสดงความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์ในแบบจำลอง

3.) สมการของปริมาณความต้องการน้ำ

3.1) ในแต่ละกริด สมการของปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละกริด ในแต่ละปีเป้าหมายที่พิจารณาจะประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกัน คือ

ก.) ปริมาณความต้องการน้ำในส่วนของพื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย

$$WDR^{n}_{ij} = Q^{n}_{ij} * p^{n}_{ij} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (8)$$

โดยที่ WDR = ปริมาณความต้องการน้ำเพื่อการอยู่อาศัย ในแต่ละกริดในปีเป้าหมายที่พิจารณา

Q = ปริมาณความต้องการน้ำต่อหน่วยหรือต่อคน

p = จำนวนประชากร

ข.) ปริมาณความต้องการน้ำในส่วนของพื้นที่ที่ไม่ใช่เพื่อการอยู่อาศัย

$$WDNR^{n}_{ij} = a * C^{n}_{ij}(H^{n}_{ij} * G^{n}_{ij} + L^{n}_{ij} * B^{n}_{ij} + M^{n}_{ij} * I^{n}_{ij}) \ldots (9)$$

โดยที่ WDNR = ปริมาณความต้องการน้ำที่ไม่ใช้เพื่อการอยู่อาศัย ในแต่ละกริดในปีเป้าหมายที่พิจารณา

a = ขนาดพื้นที่รวมในแต่ละกริด เท่ากับ ความกว้าง*ความยาว

ดังนั้น ปริมาณความต้องการน้ำในแต่ละกริดในปีเป้าหมายที่พิจารณาจะเป็น

$$WD^{n}_{ij} = WDR^{n}_{ij} + WDNR^{n}_{ij} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (10)$$

โดยที่ WD_{ij} = ปริมาณความต้องการน้ำรวมทั้งสิ้น ในแต่ละกริดในปีเป้าหมายที่พิจารณา

3.2) ทั้งพื้นที่รวม สมการของปริมาณความต้องการน้ำโดยรวม ทั้งพื้นที่ศึกษาจะเป็นตามสมการ

$$WD_n = \Sigma_{ij} WD^n_{ij} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (11)$$

4.) สมมติฐานในเรื่องของการใช้ที่ดิน

เปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาที่ดิน C^n_{ij} จะเปลี่ยนแปลงตามตำแหน่งพิกัดต่างกันและที่เวลาต่างกัน ทั้งนี้พิจารณาว่า C^n_{ij} มีค่าตั้งแต่ 0-100 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ถ้า $C^n_{ij} = 0$ นั้น แสดงว่ายังไม่มีการพัฒนาที่ดินขึ้นมาทำประโยชน์อื่น นอกจากเป็นพื้นที่ป่า พื้นที่เกษตรกรรม หรือแหล่งน้ำ และถ้า $C^n_{ij} = 100$ นั้น แสดงว่ามีการพัฒนาที่ดินมาใช้งานในกิจกรรมต่างๆ 4 ประเภทเต็มทั้งพื้นที่ คือ

- พื้นที่เพื่อการอยู่อาศัย
- พื้นที่ใช้เป็นที่ตั้งของสถานที่ราชการ หน่วยงาน สถาบันและสวนสาธารณะ
- พื้นที่สำหรับสถานประกอบการพาณิชยกรรม
- พื้นที่เพื่อประกอบการอุตสาหกรรม

และมีสมมติฐานในด้านของการใช้ที่ดินดังนี้

4.1) การขยายตัวของการใช้ที่ดิน จะมีการขยายตัวทั้ง 2 ทางคือ

ก.) การขยายตัวเพิ่มมากขึ้นในแต่ละกริดเอง อันเนื่องมาจากการตั้งถิ่นฐานและใช้ประโยชน์ที่ดินขยายตัวเพิ่มมากขึ้นตามแนวถนนและตามธรรมชาติของการขยายตัวของเมือง สามารถพิจารณาการขยายตัวแบบนี้ด้วยพารามิเตอร์อัลฟา (α)

ข.) การขยายตัวไปสู่กริดข้างๆ ที่ยังไม่มีการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์การขยายตัวนั้น ด้วยเหตุผลเดียวกับข้อ ก.) สามารถพิจารณาถึงการขยายตัวในส่วนนี้ ด้วยพารามิเตอร์

เบตา (β) เนื่องจากยังไม่มีค่าเปอร์เซ็นต์การพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์ ที่ช่วงเวลาก่อนหน้ามาก่อน

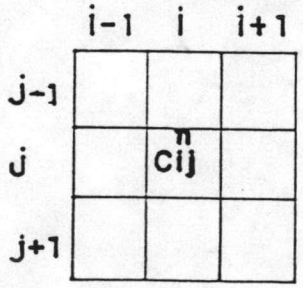
4.2) ถ้าค่า $C^{n0}_{ij} = 100$ แล้วค่า $C^{n1}_{ij} = 100$ ด้วย แสดงถึงว่าถ้ามีการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์เต็มขนาดพื้นที่แล้ว ก็จะยังคงเป็นอย่างนั้นอยู่ในช่วงเวลาถัดไป

4.3) ถ้าในกริดมีการพัฒนาที่ดินมาใช้ประโยชน์ไม่เต็มพื้นที่ ($0<C^{n}_{ij}<100$) แล้วค่าเปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาที่ดินจะเพิ่มขึ้นตามสมการแบบจีโอเมตริกเป็นดังนี้

$$C^{n1}_{ij} = C^{0}_{ij} * f(\alpha) \qquad \text{.....(12)}$$

โดยที่ $f(\alpha)$ = ค่าตัวแปรแบบจีโอเมตริกในการเปลี่ยนแปลงของอัตราการขยายตัวของการใช้ประโยชน์ของที่ดินแปรผันตามเวลา

4.4) ถ้าในกริดยังไม่มีการพัฒนาที่ดินมาใช้งาน ($C^{n0}_{ij} = 0$) แล้ว ค่าเปอร์เซ็นต์ของการพัฒนาที่ดินจะเพิ่มขึ้นแปรผันตามกริดรอบข้าง โดยที่ค่า C^{n1}_{ij} จะเป็นค่าเฉลี่ยของกริดอีก 8 กริดรอบข้างที่มีการขยายตัวแบบจีโอเมตริกตามสมมติฐานในข้อ 4.3) ดังสมการ



$$C^{n1}_{ij} = \frac{(1+\beta)}{8} * \sum_{\substack{i=i-1,i+1 \\ j=j-1,j+1}} C^{n0}_{ij}$$

โดยที่ β = พารามิเตอร์ในการขยายตัวของการใช้ประโยชน์ของที่ดินในด้านข้าง

4.5) การปรับเทียบค่าพารามิเตอร์อัลฟาและพารามิเตอร์เบตา ดำเนินการโดยการวิเคราะห์จากแผนที่แสดงการใช้ประโยชน์ที่ดินในอดีต

2.4 <u>พื้นที่ศึกษา เขตจ่ายน้ำการประปาขอนแก่น</u>

เป็นเขตจ่ายน้ำของการประปาขอนแก่น ปัจจุบัน (พ.ศ.2536)ได้ทำการจ่ายน้ำครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 20 ตารางกิโลเมตรในเขตเทศบาลเมืองขอนแก่นเป็นส่วนใหญ่ และตำบลอื่นอีกบางส่วน จำหน่ายน้ำบริการประชากรประมาณ 100,000 คน และจำนวนผู้ใช้น้ำประมาณ 20,000 ราย เหตุที่เลือกเขตจ่ายน้ำการประปาขอนแก่นเป็นพื้นที่ศึกษานั้น มีดังนี้

1.) มีขนาดกำลังการผลิตที่พอเพียงในปัจจุบัน ไม่มีปัญหาเรื่องการขาดแคลนน้ำประปา ดังนั้นปริมาณน้ำที่จะถูกใช้ จะเป็นปริมาณความต้องการน้ำจริงๆ

2.) มีผลการศึกษาที่ได้ดำเนินการไว้ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2528 ทำให้มีข้อมูลจำนวน 2 ชุดในการเปรียบเทียบ และตรวจสอบความถูกต้องแม่นยำของการใช้แบบจำลองในการวิจัย คือ ผลการศึกษาช้างต้น และข้อมูลสถิติการใช้น้ำในอดีตเป็นเวลา 9 ปี (พ.ศ.2528–พ.ศ.2536)

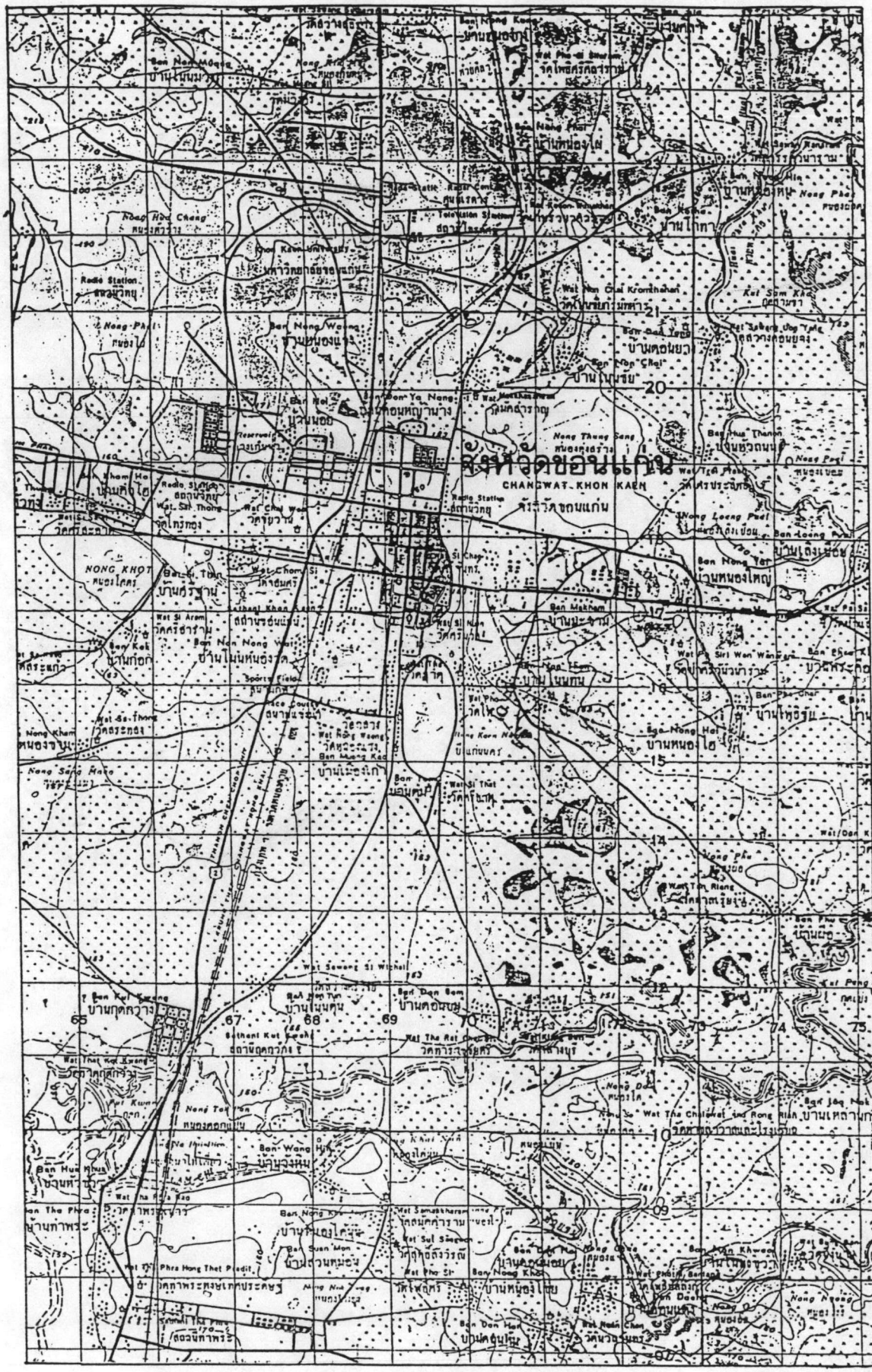
3.) การเก็บรักษาข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณน้ำของหน่วยงานกระทำได้ค่อนข้างสมบูรณ์ เนื่องจากที่ทำการประปาเขตมีที่ตั้งในเขตพื้นที่ศึกษา

4.) ขนาดของชุมชนค่อนข้างใหญ่ ลักษณะการใช้ที่ดินแตกต่างกันมาก เหมาะที่จะใช้แบบจำลองในการพยากรณ์ปริมาณความต้องการน้ำ

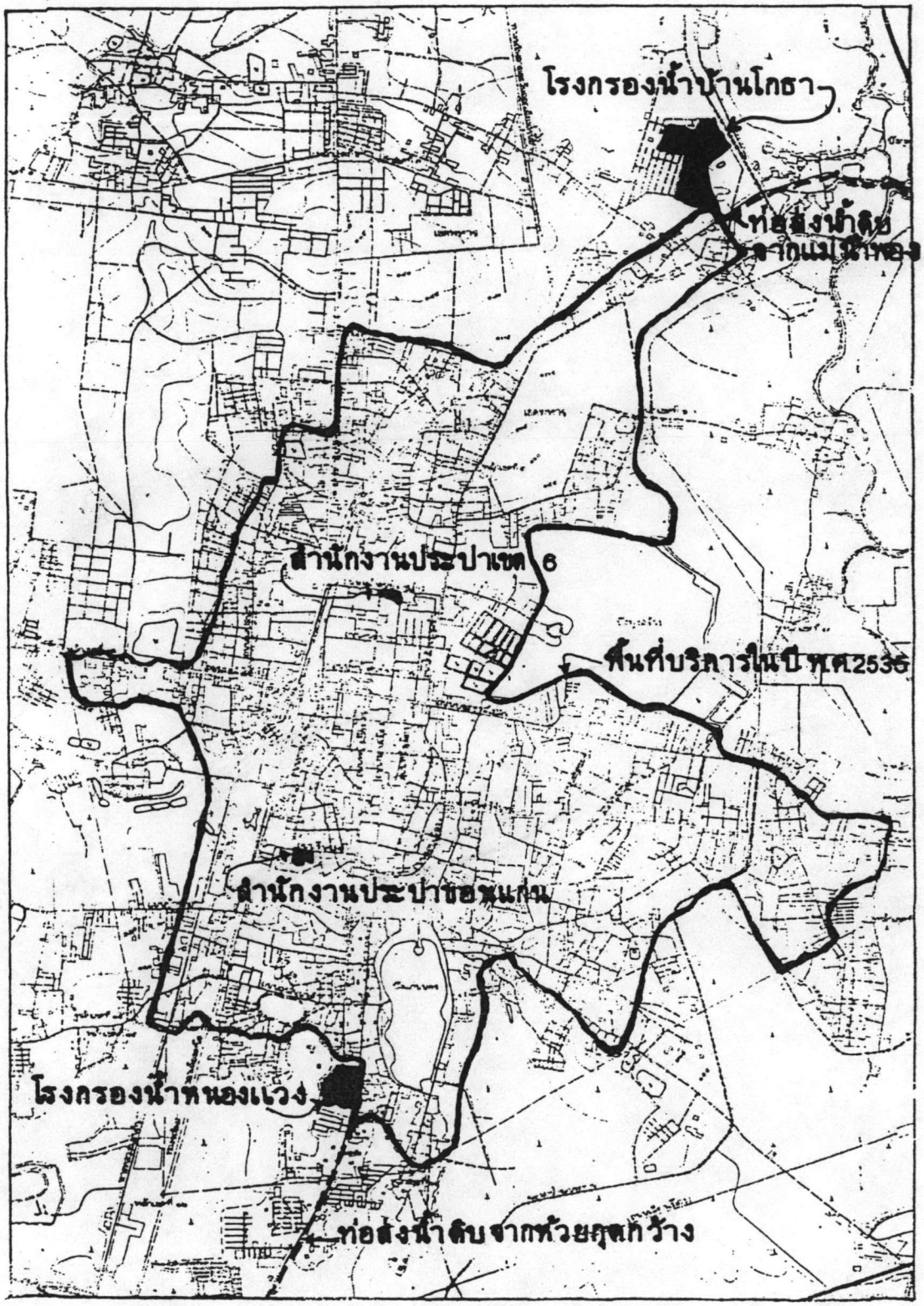
5.) เป็นชุมชนค่อนข้างใหม่ ลักษณะการวางผังเมืองกระทำได้ตามแผน ทำให้ความผิดพลาดในส่วนของข้อมูลการใช้ที่ดินในอนาคตมีน้อย

2.5 <u>ความต้องการน้ำประปา เขตจ่ายน้ำการประปาขอนแก่น</u>

โดยนโยบายของการประปาภูมิภาค(กปภ.)แล้ว ทางกปภ.มีหน้าที่รับผิดชอบ ในการจัดหาน้ำประปาให้แก่ชุมชนต่างๆทั่วประเทศ ยกเว้นแต่เขตจ่ายน้ำของการประปานครหลวง ซึ่งได้แก่ กรุงเทพมหานคร จังหวัดนนทบุรี และจังหวัดสมุทรปราการ ทั้งนี้ กปภ.จะเป็นผู้ดำเนิน



ภาพที่ 2.4 พื้นที่ศึกษา



ภาพที่ 2.5 เขตจ่ายน้ำการประปาขอนแก่น

(ที่มา : การประปาขอนแก่น "เอกสารสรุปการดำเนินกิจการ" ,2536)

การออกแบบก่อสร้างและดำเนินการจำหน่ายน้ำแก่ชุมชน ให้แก่ชุมชนที่ยังไม่มีระบบประปาและชุมชนที่จะต้องดำเนินการขยายกำลังการผลิตและแจกจ่ายน้ำของระบบประปา และดำเนินการรับโอนระบบประปาเอกชนของชุมชนสำหรับชุมชนที่มีระบบประปาเป็นของตนเองแล้ว มาอยู่ในความรับผิดชอบ ดำเนินการจ่ายน้ำ และอื่นๆ ต่อไป

การประปาขอนแก่น อยู่ในสังกัดของสำนักงานประปาเขต 6 ขอนแก่น ซึ่งรับผิดชอบการประปาย่อยทั้งสิ้น 14 แห่ง การประปาขอนแก่นเริ่มเปิดดำเนินกิจการประปาบริการให้แก่ประชาชนในเขตจำหน่ายน้ำเมื่อเดือนมีนาคม พ.ศ.2498 ที่ขนาดอัตราการผลิต 40 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (ลบ.ม./ชม.) โดยผลิตน้ำจากโรงกรองน้ำบ้านหนองแวง ซึ่งใช้ห้วยกุดกว้างเป็นแหล่งน้ำดิบ และได้ปรับปรุงขยายขนาดอัตราการผลิต การเดินท่อจ่ายน้ำ เป็นระยะเรื่อยมา จนในพ.ศ.2514 ได้มีการก่อสร้างโรงกรองน้ำแห่งใหม่ที่บ้านโกทา โดยใช้น้ำจากแม่น้ำพอง ซึ่งอยู่ทางเหนือของโรงกรองน้ำเป็นแหล่งน้ำดิบ โรงกรองน้ำที่บ้านโกทานี้ ได้ขยายให้มีกำลังการผลิตรวม 3000 ลบ.ม./ชม.ในปี พ.ศ.2531 และยังคงขนาดกำลังการผลิตนี้อยู่ในปัจจุบัน (พ.ศ.2536) และในพ.ศ.2536 ได้เลิกทำการผลิตน้ำจากโรงกรองน้ำบ้านหนองแวง เนื่องจากมีปัญหาด้านปริมาณน้ำดิบจากห้วยกุดกว้างมีจำกัด และหันมาใช้การผลิตน้ำจากโรงกรองน้ำบ้านโกทา เพียงแห่งเดียว

สำหรับระบบประปาขนาดใหญ่ เช่นการประปาขอนแก่นนี้ กปภ.จะดำเนินการศึกษาเพื่อวางแผนหลักสำหรับการจัดการระบบประปาทุกๆ 10 ปีโดยประมาณ เพื่อจะได้จัดสรรงบประมาณและวางแผนดำเนินการได้ถูกต้อง และมีการศึกษาเพื่อทบทวนแผนหลัก และศึกษาความเป็นไปได้ทุก 5 ปีโดยประมาณ หรือครึ่งระยะของการศึกษาแผนหลัก ทั้งนี้การศึกษาแผนหลัก และศึกษาความเป็นไปได้ของการประปาขอนแก่นได้จัดทำไว้ในปีพ.ศ.2525 โดยว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษา C.Lotti & Associati Societa di Engeneria di Roma (LOTTI) เป็นผู้ดำเนินการ และได้มีการศึกษาเพื่อทบทวนแผนหลักและศึกษาความเป็นไปได้ในปีพ.ศ. 2528 โดยได้ว่าจ้างบริษัทที่ปรึกษา NIHON SUIDO CONSULTANTS CO.,LTD.,TOKYO ร่วมกับบริษัท ไทยเอนจิเนียริ่ง คอนซัลแตนท์ จำกัด (NIHON SUIDO & TEC) เป็นผู้ดำเนินการ โดยดำเนินการศึกษาในขั้นทบทวนแผนหลักในระยะเวลาที่เร็วขึ้นกว่าปกติ เนื่องจากเทศบาลเมืองขอนแก่นมีการขยายตัวอย่างรวดเร็ว การศึกษาในขั้นทบทวนแผนหลักครั้งหลัง(พ.ศ.2528) ได้ทำการศึกษาถึงสภาพ

ของระบบประปาขอนแก่นในขณะนั้น ศึกษาถึงการพยากรณ์จำนวนประชากรและปริมาณความต้องการน้ำในอนาคต ศึกษาถึงแหล่งน้ำที่จะนำน้ำดิบมาใช้ผลิตน้ำประปา ทบทวนระบบผลิตน้ำประปาและระบบท่อจ่ายน้ำ ที่ได้ศึกษาในขั้นแผนหลักและความเหมาะสมเดิม ตลอดจนศึกษาถึงการวิเคราะห์ด้านเศรษฐศาสตร์และวางแผนการลงทุน ทั้งนี้ได้ศึกษาวางแผนไว้จนถึงปีพ.ศ.2548 และได้สรุปผลการศึกษาในด้านของการประเมินปริมาณความต้องการน้ำและปริมาณการผลิตน้ำ ในตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ผลการศึกษาการประเมินปริมาณความต้องการน้ำ การประปาขอนแก่น โดย กปภ.

(ที่มา : PWA "Revised Master Plan and Feasibility ,Khon Kaen Water Supply System",1986)

		หน่วย	ปี					
			2527	2528	2533	2538	2543	2548
i	ประชากร							
	1 ประชากรทั้งหมดในเขตเทศบาล	คน	118,982	122,300	157,580	199,690	248,860	304,280
	2 ประชากรที่ได้รับน้ำจากการประปา	คน	88,184	92,384	131,721	173,667	226,811	287,350
	3 คิดเป็นเปอร์เซ็นต์	%	74	76	84	87	91	94
ii	ความต้องการน้ำ							
	1 ความต้องการน้ำเฉลี่ยต่อวัน							
	1)บ้านพักอาศัยและธุรกิจขนาดเล็ก	ลบ.ม./วัน	10,911	11,000	21,075	30,739	43,775	60,344
	2) ธุรกิจขนาดใหญ่	ลบ.ม./วัน	2,192	2,200	3,883	5,446	7,288	9,753
	3) หน่วยงานราชการ องค์การ รัฐวิสาหกิจ	ลบ.ม./วัน	4,912	4,900	7,402	9,006	10,440	11,908
	4) ทั้งหมด	ลบ.ม./วัน	18,035	18,100	32,360	45,191	61,503	82,005
	2 น้ำซึ่งไม่มีรายได้	%	29	29	29	25	23	22
	3 ความต้องการน้ำเฉลี่ยต่อวัน	ลบ.ม./วัน	25,290	25,493	45,577	60,255	79,874	105,134
	4 ความต้องการน้ำสูงสุดต่อวัน	ลบ.ม./วัน	32,946	33,239	60,419	80,474	108,299	143,817
	5 ชั่วโมงการใช้น้ำสูงสุด	ลบ.ม./วัน	44,423	44,859	62,681	111,486	150,937	201,840
iii	ความสามารถในการผลิตน้ำประปา	ลบ.ม./วัน	25,400	25,400	80,000	80,000	145,000	145,000
iv	น้ำประปาที่ขาย							
	1 น้ำประปาที่ผลิต	ลบ.ม./วัน	25,290	25,493	45,577	60,255	79,874	105,134
	2 น้ำประปาที่ขาย	ลบ.ม./วัน	18,035	18,100	32,360	45,191	62,503	82,005
	3 น้ำประปาที่ไม่มีรายได้	%	29	29	29	25	23	22