

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย  
ของการประปานครหลวง

จำอากาศเอก ปองศักดิ์ ป้อมสิงห์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเศรษฐศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต

พ.ศ.2548

ISBN 974-9746-39-2

**An Economic Analysis of Water Lose Improvement Project  
in Meteropolitan Waterworks Authority**

**SGT. Pongsak Pomsing**



**A Thesis Submitted in Partial Fullfilment of the Requirements**

**For the Degree of Master of Economics**

**Department of Economics**

**Graduate School , Dhurakij Pundit University**

**2005**

**ISBN 974-9746-39-2**

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี ทำให้ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในพระคุณของ รศ.ดร.บรรเทิง มาแสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ได้กรุณาใช้เวลาอันมีค่าให้คำแนะนำ และตรวจแก้วิทยานิพนธ์ ศศ.ดร.ธรรมนุญ พงษ์ศรีกูร , รศ.ดร.เรืองโร โตกฤษณะ , อาจารย์ ดร.เขวาลักษณ์ แพทยาคม ที่ได้กรุณาใช้เวลาให้คำแนะนำทางวิชาการ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณนายจเด็จ ป้อมสิงห์ และนางอำพร ป้อมสิงห์ บิดาและมารดา ให้ความรักความห่วงใยตลอดจนเป็นกำลังใจอันยิ่งใหญ่แก่ผู้เขียนและขอขอบคุณทุกคน ในครอบครัว นอกจากนี้ ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทั้งหลายและขอขอบคุณ คุณสุวรรณี กาญจนวิบูลย์ ผู้อำนวยการกองตรวจสอบ 1 และขอขอบคุณเพื่อนพนักงานการประสานครหลวง ทุกท่าน ที่คอยช่วยเหลือให้ข้อมูลทางวิชาการด้วยดีตลอดมา

อนึ่ง หากวิทยานิพนธ์นี้มีคุณค่าและมีประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้าของผู้สนใจ ผู้เขียนขออุทิศให้แก่บุพการี และผู้มีพระคุณทุกท่าน ส่วนความผิดพลาดและข้อบกพร่องใด ๆ ผู้เขียนขอน้อมรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

ปองศักดิ์ ป้อมสิงห์

พฤษภาคม 2548

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	๗
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	๙
กิตติกรรมประกาศ.....	๑
สารบัญตาราง .....	๗
สารบัญภาพ .....	๑๑
<b>บทที่</b>	
<b>1 บทนำ.....</b>	<b>1</b>
ความสำคัญของปัญหา .....	1
วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
ขอบเขตของการศึกษา.....	7
วิธีการศึกษา .....	7
นิยามศัพท์ .....	8
<b>2 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา.....</b>	<b>9</b>
ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	9
แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา.....	12
<b>3 การสูญเสียและวิธีการลดการสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวง.....</b>	<b>26</b>
การดำเนินการของการประปานครหลวง .....	26
การสูญเสียน้ำประปา .....	27
วิธีการลดการสูญเสียน้ำประปา.....	34
โครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	37
<b>4 การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....</b>	<b>40</b>
การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย ....	40

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่	
5 สรุปและข้อเสนอแนะ.....	71
สรุป.....	71
ข้อเสนอแนะ .....	74
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก.....	79

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1 จำนวนประชากรของแต่ละจังหวัดในเขตความรับผิดชอบ ของการประปานครหลวงปี 2536 – 2546.....	4
2 ประเภทและจำนวนผู้ใช้น้ำของการประปานครหลวงแยกตามขนาดมาตร ผู้ใช้น้ำปี 2536 – 2546 .....	5
3 ประมาณการทรัพยากรที่ใช้กรณีไม่มีโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	45
4 รายละเอียดต้นทุนขายน้ำประปาของการประปานครหลวง.....	46
5 ประมาณการเครื่องมือ อุปกรณ์ และทรัพยากรอื่นที่ใช้กรณีมีโครงการ ปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	49
6 ราคาต่อหน่วยที่นำมาใช้ประเมินของต้นทุนและผลประโยชน์กรณีมีโครงการฯ .....	50
7 ประมาณการปริมาณน้ำประปาที่ขายได้กรณีไม่มีโครงการ ปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	52
8 ประมาณการปริมาณน้ำประปาที่ขายได้กรณีมีโครงการปรับปรุง ระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	53
9 ประมาณการจำนวนต้นทุนกรณีไม่มีโครงการปรับปรุง ระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	55
10 มูลค่าทางการเงินของต้นทุนกรณีมีโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	56
11 อัตราค่าน้ำประปา (Water Tariffs) ของการประปานครหลวง .....	58
12 มูลค่าทางการเงินของผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการปรับปรุง ระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	60
13 มูลค่าทางการเงินของผลประโยชน์กรณีมีโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	61
14 มูลค่าทางเศรษฐกิจของกระแสเงินสดกรณีไม่มีโครงการ ปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	64
15 มูลค่าทางเศรษฐกิจของกระแสเงินสดกรณีมีโครงการ ระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย.....	65

## สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
16	66
กระแสนเงินสดผลประโยชน์สุทธิของโครงการโดยอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% .....	66
17	69
มูลค่าปัจจุบันของกระแสนเงินสดสุทธิกรณีมีโครงการอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% .....	69
18	70
สรุปผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการ.....	70
19	80
มูลค่าปัจจุบันของกระแสนเงินสดสุทธิกรณีมีโครงการ โดยกำหนดให้ อัตราน้ำสูญเสีย 30% ราคาประจูดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่ .....	80
20	81
กระแสนเงินสดผลประโยชน์สุทธิของโครงการโดยกำหนดเป้าหมาย เป้าหมายอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% ราคาประจูดแรงดันน้ำ เพิ่มขึ้น 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่.....	81
21	82
มูลค่าปัจจุบันของกระแสนเงินสดสุทธิกรณีมีโครงการ โดยกำหนดให้ อัตราน้ำสูญเสีย 35% อัตราคิดลด 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่.....	82
20	81
กระแสนเงินสดผลประโยชน์สุทธิของโครงการโดยกำหนดเป้าหมาย เป้าหมายอัตราน้ำสูญเสีย 35% อัตราคิดลด 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่ .....	81

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	อัตราน้ำสูญเสีย (%) ของการประปานครหลวงตั้งแต่ปี 2536 – 2546.....	6
2	แสดงผลได้สุทธิกรณีโครงการกับไม่มีโครงการ .....	22
3	ลักษณะที่จะพบน้ำบริเวณจุดรั่วซึม.....	32
4	แผนภาพแสดงต้นเหตุของเสียงที่เกิดจากท่อรั่ว .....	33
5	แสดงปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาของผู้ใช้น้ำกับกำลังการผลิตน้ำประปา ของการประปานครหลวง .....	51
6	แสดงผลประโยชน์สุทธิกรณีมีโครงการกับไม่มีโครงการอัตราน้ำสูญเสีย 30%.....	67



หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง
ชื่อนักศึกษา	จำอากาศเอก ปองศักดิ์ ป้อมสิงห์
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.บรรเทิง มาแสง
สาขาวิชา	เศรษฐศาสตร์
ปีการศึกษา	2547

### บทคัดย่อ

การประปานครหลวงมีภารกิจหลักในการผลิตน้ำประปาเพื่อบริการให้แก่ประชาชนครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี นับตั้งแต่ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2510 การประปานครหลวงได้ดำเนินโครงการเพื่อเพิ่มกำลังผลิตและขยายพื้นที่บริการสนองความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุผลข้อจำกัดด้านงบประมาณในการลงทุนประกอบกับระบบประปาพื้นฐาน ทำให้อัตราน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำจึงอยู่ในเกณฑ์สูงเป็นปัญหาและอุปสรรคในการบริหารการสูญจ่ายน้ำมากขึ้น การประปานครหลวงจึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงระบบประปาเพิ่มเติม โดยนำเทคโนโลยีการควบคุมการสูญจ่ายน้ำและควบคุมน้ำสูญเสียที่ทันสมัยมาใช้ เพื่อพัฒนาศักยภาพการบริหารงาน ควบคุมระบบจ่ายน้ำและการควบคุมอัตราน้ำสูญเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์ในการศึกษาครั้งนี้ เพื่อศึกษาถึงสภาพปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียและงานลดน้ำสูญเสีย ตลอดจนศึกษาถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย ด้วยการเปรียบเทียบต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่คาดว่าจะได้รับของกรณีไม่มีโครงการและมีโครงการ

จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง พบว่า หากกำหนดให้อัตราน้ำสูญเสียร้อยละ 30 คิดลดร้อยละ 5 จะได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 889.30 ล้านบาท อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน 1.01 และอัตราผลตอบแทนภายในมีค่าเท่ากับร้อยละ 12.81 แสดงว่าคุ้มค่าต่อการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย การวิเคราะห์ความอ่อนไหวหากกำหนดอัตราน้ำสูญเสีย ร้อยละ 35 อัตราคิดลดร้อยละ 10 ราคาประตุลดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้นร้อยละ 5 จะได้มูลค่าปัจจุบัน น้อยกว่าศูนย์ แสดงว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

<b>Thesis Title</b>	<b>An Economic Analysis of Water Lose Improvement Project in Metropolitan Waterworks Authority</b>
<b>Name</b>	<b>SGT. Pongsak Pomsing</b>
<b>Thesis Advisor</b>	<b>Dr. Banterng Masang</b>
<b>Department</b>	<b>Economics</b>
<b>Academic Year</b>	<b>2004</b>

#### **ABSTRCT**

A main purpose of Metropolitan Waterworks Authority (MWA) is to produce clean water to service people covering all three provinces that are Bangkok, Samut Prakan and Nonthaburi. MWA was established in 1967 after that MWA is trying to increase production of water supply and areas for service people in metropolitan that demand to use water increasing every year. Whereas a restriction of budget for investment and water distribution systems creates to lose water supply in high levels, it is a main problem and trouble for management of water supply service. Therefore, MWA try to use high and new technology to improve water supply service and fix water transmission system in order to have a low level of lose water supply and get high efficiency and effectiveness of management.

A main objective of this study is to investigate a main problem of water lose as well as to conduct economic feasibility study of water lose improvement project. Method used for this study is Cost – Benefit Analysis. The assessment criteria to measure the project worth are net present value , benefit cost ratio and internal rate of return.

In a base case of 30% of a water lose and 5% of real discount rate , it is a found that net present worth (NPV) is 882.64 million bath , benefit cost ratio is 1.01 and economic internal rate of return is 12.73%. It is conclude that the project is economically feasible. If installation of pressure reducing valve gate price increase by 5%. Net present value is –2,362.14 million bath , benefit cost ratio is 0.97 and economic internal rate of return is –5.44%. However , if the water lose increase by 35%. Net present value is –2,539.11 million bath , benefit cost ratio is 0.96% and economic internal rate of return is –6.63%. The project is worthless to implement.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.ความสำคัญของปัญหา

ทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ก็คือ “น้ำ” มนุษย์ได้พยายามคิดค้นวิธีต่าง ๆ เพื่อให้การใช้น้ำเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ระบบการประปาถือได้ว่าเป็นระบบหนึ่งที่ถูกคิดค้นและพัฒนาเพื่อตอบสนองวัตถุประสงค์ดังกล่าว ในประเทศไทยระบบการประปาได้เริ่มก่อตั้งขึ้นครั้งแรกในปี พ.ศ.2452 โดยพระราชประสงค์ของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทั้งนี้ เพื่อให้ประชาชนได้บริโภคน้ำที่สะอาด นับแต่นั้นมา น้ำประปาจึงได้กลายเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดำรงชีวิต แต่เดิมการผลิตน้ำประปาเพื่อการบริโภคนั้นสามารถผลิต เพื่อตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคได้อย่างเพียงพอ เมื่อจำนวนประชากรเพิ่มขึ้น และความเจริญทางเศรษฐกิจขยายตัวอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในเขตปริมณฑล เป็นสาเหตุให้ไม่สามารถผลิตน้ำประปาให้เพียงพอแก่ความต้องการทำให้หลาย ๆ ฝ่ายเกรงว่าในอนาคตอาจไม่มีน้ำเพียงพอที่จะใช้ในการบริโภค ในประเทศไทยการจัดสรรน้ำประปาเพื่อการบริโภคมีหลายองค์กรที่รับผิดชอบด้านการบริการและการจัดสรรน้ำให้แก่ผู้บริโภค เช่น กรมอนามัย เทศบาลจังหวัด การประปาส่วนภูมิภาค และการประปานครหลวง เป็นต้น

การประปานครหลวงมีภารกิจหลักในการผลิตน้ำประปา เพื่อบริการให้แก่ประชาชนที่เป็นผู้ใช้น้ำแต่ละประเภทซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกปี โดยอยู่ในความรับผิดชอบเป็นพื้นที่ทั้งสิ้น 3,192 ตารางกิโลเมตร (การประปานครหลวง,2546) ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี มีประชากรประมาณ 7,815,347 คน (ตารางที่ 1) มีผู้ใช้น้ำทั้งสิ้นประมาณ 1,540,203 ราย (ตารางที่ 2) และมีพื้นที่การให้บริการและพื้นที่การจ่ายน้ำ 1,515.10 ตารางกิโลเมตร (การประปานครหลวง,2546)

นับตั้งแต่ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2510 เป็นต้นมา การประปานครหลวงได้ดำเนินโครงการเพื่อเพิ่มกำลังผลิตและขยายพื้นที่บริการสนองความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีโรงงานผลิตน้ำขนาดใหญ่และโรงงานผลิตน้ำเสริม รวมกำลังผลิต 4.95 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีสถานีสูบน้ำ 13 สถานี มีโครงข่ายท่อประปากระจายครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบรวมความยาวประมาณ 18,000 กิโลเมตร ด้วยเหตุผลข้อจำกัดด้านงบประมาณในการลงทุน การประปานครหลวงจึงเลือกใช้ท่อและอุปกรณ์ที่ผลิตภายในประเทศซึ่งมีคุณภาพไม่สูงนัก และท่อที่มีอยู่ในปัจจุบันประมาณร้อยละ 30 ได้ใช้งานมานานเกินกว่าอายุการใช้งานเฉลี่ย 25 ปี

ประกอบด้วยระบบประปาพื้นฐาน เช่น ระบบควบคุมการสูบน้ำ ระบบควบคุมอัตราน้ำสูญเสีย ระบบแผนที่ท่อประปาและข้อมูลยังคงใช้เทคโนโลยีแบบเก่า ดังนั้น อัตราน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำจึงอยู่ในเกณฑ์สูงเป็นปัญหาและอุปสรรคในการบริหารการสูบน้ำมากขึ้นตามลำดับ

นับตั้งแต่ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ.2510 เป็นต้นมา การประปานครหลวงได้ดำเนินโครงการเพื่อเพิ่มกำลังผลิตและขยายพื้นที่บริการสนองความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันมีโรงงานผลิตน้ำขนาดใหญ่และโรงงานผลิตน้ำเสริม รวมกำลังผลิต 4.95 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน มีสถานีสูบน้ำ 13 สถานี มีโครงข่ายท่อประปากระจายครอบคลุมพื้นที่รับผิดชอบรวมความยาวประมาณ 18,000 กิโลเมตร ด้วยเหตุผลข้อจำกัดด้านงบประมาณในการลงทุน การประปานครหลวงจึงเลือกใช้ท่อและอุปกรณ์ที่ผลิตภายในประเทศซึ่งมีคุณภาพไม่สูงนัก และท่อที่มีอยู่ในปัจจุบันประมาณร้อยละ 30 ได้ใช้งานมานานเกินกว่าอายุการใช้งานเฉลี่ย 25 ปี ประกอบด้วยระบบประปาพื้นฐาน เช่น ระบบควบคุมการสูบน้ำ ระบบควบคุมอัตราน้ำสูญเสีย ระบบแผนที่ท่อประปาและข้อมูลยังคงใช้เทคโนโลยีแบบเก่า ดังนั้น อัตราน้ำสูญเสียในระบบจ่ายน้ำจึงอยู่ในเกณฑ์สูงเป็นปัญหาและอุปสรรคในการบริหารการสูบน้ำมากขึ้นตามลำดับ

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การประปานครหลวงได้ดำเนินแผนงานลดน้ำสูญเสียอย่างเป็นรูปธรรม 3 โครงการ คือ โครงการปรับปรุงท่อประปา (พ.ศ. 2521 – 2525) โครงการแผนหลักครั้งที่ 3 (พ.ศ. 2529 – 2534) และโครงการแผนหลักครั้งที่ 4 (พ.ศ. 2534 – 2537) มีการปรับปรุงท่อประปา ยาวรวมประมาณ 2,200 กิโลเมตร ใช้งบประมาณจากโครงการในส่วนงานลดน้ำสูญเสียประมาณ 2,800 ล้านบาท ในขณะเดียวกันได้ใช้งบลงทุนปกติเพื่อดำเนินกิจกรรมลดน้ำสูญเสียเรื่อยมาทุกปีจวบจนปัจจุบัน สำหรับโครงการแผนหลักครั้งที่ 3 ได้นำวิธีการลดน้ำสูญเสียระบบพื้นที่ (Block System) มาใช้เป็นเครื่องมือสนับสนุนการบริหารงานอย่างได้ผล สามารถลดอัตราน้ำสูญเสียจากร้อยละ 40.9 ในปี 2529 ลงเหลือร้อยละ 31.7 ในปี 2536 หลังจากนั้นอัตราน้ำสูญเสียเริ่มเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง จนกระทั่งสูงถึงร้อยละ 42.1 ในปี 2540 (ภาพที่ 1) ทั้งที่มีการทำกิจกรรมเพื่อลดน้ำสูญเสียเชิงรุกมากพอสมควรหลังจากปี 2540 เป็นต้นมา มีการจัดสรรงบประมาณเพื่อลงทุนด้านการลดน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นทุกปี โดยมุ่งหวังที่จะลดอัตราน้ำสูญเสียให้เหลือร้อยละ 30 ในปี 2544 (การประปานครหลวง, 2546) ตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนวิสาหกิจฉบับที่ 3 (ปีงบประมาณ 2540 – 2544) แต่ด้วยผลกระทบจากวิกฤติเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นตั้งแต่ปี 2540 เป็นอุปสรรคต่อแผนการลงทุน ประกอบกับประสิทธิภาพของระบบจ่ายน้ำ เทคนิคการควบคุมการสูบน้ำและการควบคุมน้ำสูญเสียระบบเดิม (Conventional) ที่ใช้งานมานานเริ่มมีข้อจำกัดมากขึ้น จึงทำให้การลดอัตราน้ำสูญเสียไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร รวมทั้งงบประมาณค่าใช้จ่ายในการทำกิจกรรมลดน้ำสูญเสียมิแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามลำดับ

ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงระบบประปาเพิ่มเติม โดยนำเทคโนโลยีการควบคุม การสูบน้ำและควบคุมน้ำสูญเสียที่ทันสมัยมาใช้ ทั้งนี้ เพื่อพัฒนาศักยภาพการบริหารงาน ควบคุมระบบจ่ายน้ำและการควบคุมอัตราการสูญเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด และสอดคล้องกับแผนวิสาหกิจฉบับที่ 4 (ปี 2545 – 2549) ของการประปานครหลวงที่ปรับเป้าหมาย การลดน้ำสูญเสียใหม่ให้เหลือร้อยละ 30 ภายในปี 2549 และการดำเนินการตามแผนการปรับปรุง ระบบประปาแผนหลักครั้งที่ 8 จะสามารถขยายการให้บริการ โดยสามารถขยายพื้นที่การให้บริการ ไป ยัง ฟังตะวันออกของแม่น้ำเจ้าพระยาในเขตพื้นที่ของกองประปาเมืองปทุมธานี เช่น ถนนรัตนพล ถนน ประชา ร่วมใจ ถนนมิตรไมตรี ถนนราษฎร์อุทิศ ถนนเลียบบวาริ ถนนฉลองกรุง และในพื้นที่ความ รับผิดชอบของสำนักงานประปาสาขาพระโขนง เช่น ถนนกิ่งแก้ว- รัตน โกสินทร์ 200 และถนนบางนา ตราด ซึ่งรวมเป็นพื้นที่ การให้บริการเป็น 1,573 ตารางกิโลเมตร ผู้ใช้น้ำได้รับบริการเพิ่มขึ้น เป็น 1.7 ล้านราย

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้เลือกโครงการปรับปรุงระบบประปาลดน้ำสูญเสียมา ทำการศึกษา เพื่อแสดงให้เห็นว่าผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นจะสูงกว่าต้นทุนของทรัพยากร ที่นำมาใช้ในโครงการหรือไม่

## 2.วัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.เพื่อศึกษาสภาพปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำประปา และงานลดน้ำสูญเสีย ของการประปานครหลวง
- 2.เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบ ประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย โดยเปรียบเทียบต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ที่คาดว่าจะได้รับ

## 3.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.ทำให้ทราบถึงปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำประปาและงานลดน้ำสูญเสีย ของการประปานครหลวง

2.ทำให้ทราบถึงความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย

#### 4.ขอบเขตของการศึกษา

ในการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวงนี้ จะมุ่งศึกษาเฉพาะพื้นที่ในเขตความรับผิดชอบการจ่ายน้ำประปาของการประปานครหลวง ซึ่งประกอบไปด้วยพื้นที่ในเขตจังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี สมุทรปราการ และทำการศึกษากการสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวงซึ่งมีสาเหตุมาจากท่อแตก ท่อรั่ว

#### 5.วิธีการศึกษา

##### 1.การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้จากการค้นคว้าและเก็บรวบรวมจากเอกสาร หนังสือ รายงาน บทความ วารสาร เว็บไซต์ของหน่วยงานต่าง ๆ ของการประปานครหลวง

##### 2.การวิเคราะห์ข้อมูล

2.1 วิเคราะห์เชิงพรรณนา เป็นการอธิบายถึงสภาพปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำประปา และงานลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง

2.2 วิเคราะห์เชิงปริมาณ เป็นการวิเคราะห์และประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ

#### 6.นิยามศัพท์

จำนวนราย	ผู้ใช้น้ำที่ได้รับเลขทะเบียนผู้ใช้น้ำ (ป) จากการประปานครหลวง
น้ำสูญเสีย	ปริมาณน้ำในระบบท่อประปาที่สูญเสียไปโดยไม่สามารถระบุจำนวน เวลา และสถานที่ได้
การประปานครหลวง	มีหน้าที่หลักในการผลิตน้ำประปาเพื่อบริการให้แก่ประชาชนในเขตพื้นที่ความรับผิดชอบ คือ กรุงเทพมหานคร สมุทรปราการ และนนทบุรี

DRU

## บทที่ 2

### ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

#### 1. ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. ชุตินัน ประมูลมาก (2545) ได้ศึกษาเรื่อง ปัจจัยการกำหนดอุปสงค์ค่าน้ำประปา ประเภทที่อยู่อาศัย กรณีศึกษาสำนักงานประปาเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี การศึกษาเป็นการวิเคราะห์ปัจจัยในการกำหนดอุปสงค์ ได้แบ่งพื้นที่ศึกษาออกเป็นพื้นที่ในเขตเทศบาล และนอกเขตเทศบาล ซึ่งผลการศึกษาปรากฏว่า ปัจจัยที่เป็นตัวกำหนดที่สำคัญส่วนใหญ่จะเป็นปัจจัยตัวแปรทางด้านภาวะเศรษฐกิจและสังคม ประกอบด้วย ราคาน้ำประปา รายได้ของประชากร รวมทั้งความหนาแน่นของประชากร เมื่อพิจารณาตามหลักของทฤษฎีอุปสงค์ พบว่า ความยืดหยุ่นของปริมาณการใช้น้ำประปาต่อราคา ความยืดหยุ่นต่อรายได้และความยืดหยุ่นต่อความหนาแน่นของประชากรมีค่าความยืดหยุ่นค่อนข้างต่ำคือ มีน้อยกว่า 1 (Inelastic) เนื่องจาก น้ำประปาเป็นสินค้าจำเป็นในการครองชีพของประชาชน และการพยากรณ์ความต้องการใช้น้ำประปาของจังหวัดเพชรบุรี ในช่วงปี 2545-2551 ปรากฏว่า ความต้องการใช้น้ำในเขตเทศบาลมีความต้องการใช้น้ำประปาเพิ่มร้อยละ 0.91 ต่อปี ในขณะที่นอกเขตเทศบาลมีความต้องการใช้น้ำประปาเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 1.34 ต่อปี และความต้องการใช้น้ำประปารวมมีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยร้อยละ 1.17 ต่อปี โดยความต้องการใช้น้ำประปาที่พยากรณ์ได้มีอัตราการเพิ่มเฉลี่ยใกล้เคียงกับการประมาณความต้องการใช้น้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคในปัจจุบัน

2. ณัชชา ลิขิตแสงเจริญ (2546) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การประหยัดต่อขนาดของการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง โดยแบ่งการวิเคราะห์เป็น 4 กรณี ได้แก่ กรณีโรงงานผลิตน้ำสามเสน กรณีโรงงานผลิตน้ำบางเขน กรณีการรวมการบริหารโรงงานผลิตน้ำสามเสนและโรงงานผลิตน้ำบางเขน และกรณีการรวมการผลิตโรงงานผลิตน้ำสามเสนและโรงงานผลิตน้ำบางเขน ผลการศึกษาสรุปได้ว่า การศึกษาการประหยัดต่อขนาดการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวงทั้งสี่กรณี โดยกรณีการรวมการผลิตโรงงานผลิตน้ำสามเสน และโรงงานผลิตน้ำบางเขน มีประสิทธิภาพน้ำสูงสุด กรณีโรงงานผลิตน้ำสามเสนเป็นลำดับที่สอง กรณีการรวมการบริหารโรงงานผลิตน้ำสามเสน และโรงงานผลิตน้ำบางเขนเป็นลำดับที่สาม กรณีโรงงานผลิตน้ำบางเขนเป็นลำดับสุดท้าย โดยค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรปริมาณน้ำผลิตมีค่าน้อยกว่า 1 ซึ่งเท่ากับ 0.797 , 0.847 , 0.913 และ 0.972 ตามลำดับ และผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการผลิตน้ำประปาสรุปได้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์และอัตราส่วนต่อต้นทุนการผลิตน้ำประปารวมของปัจจัยการผลิตทั้งหมดนั้น



ค่าสัมประสิทธิ์ของค่าสารเคมีและค่าไฟฟ้า และอัตราส่วนของค่าสารเคมีและค่าไฟฟ้าต่อต้นทุนการผลิตน้ำประปารวมมีค่าสูงที่สุด ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการประหยัดต่อขนาดของการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวงจะมีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้โดยการลดค่าใช้จ่ายของค่าสารเคมีและค่าไฟฟ้าให้ต่ำลง

3. นัยดา ใจชื่อสมบุรณ์ (2541) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การศึกษาแนวโน้มการผลิตและความต้องการใช้น้ำประปาในเขตพื้นที่การประปานคร ผลการศึกษาสรุปได้ว่า ตัวแบบที่เหมาะสม มีลักษณะสมการอุปสงค์เส้นตรงแบบ Static โดยเหลือตัวแปรอธิบายเพียง 3 ตัว คือ อัตราค่าน้ำเฉลี่ย จำนวนครัวเรือนผู้ใช้น้ำ และรายได้ที่แท้จริงของครัวเรือน ส่วนตัวแปรทางด้านปริมาณฝนมีค่าสถิติ  $t$  ไม่ถึงเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อจำกัดทางด้านคุณภาพของข้อมูลยังไม่ดีพอ เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์เป็นไปตามที่คาดหมายไว้แต่แรก กล่าวคือ อัตราค่าน้ำเป็นลบ (-) จำนวนครัวเรือนผู้ใช้น้ำและรายได้ที่แท้จริงของครัวเรือนเป็นบวก (+) โดยค่าความยืดหยุ่นของตัวแปรทั้ง 3 ตัว มีค่าคือ  $-0.423$  ,  $0.89$  และ  $0.15$  ตามลำดับ เนื่องจากอุปสงค์การใช้น้ำมีค่าความยืดหยุ่นของอุปสงค์ต่อรายได้ต่ำ ดังนั้น การเพิ่มขึ้นของรายได้จึงมีผลน้อยต่ออุปสงค์การใช้น้ำ จึงกล่าวได้ว่า แนวโน้มของการใช้น้ำจึงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลา ซึ่งอาจส่งผลทำให้ราคาน้ำประปาสูงขึ้นได้ แต่เนื่องจากผลการคาดคะเนแนวโน้มปริมาณการผลิตน้ำประปายังมีมากกว่าปริมาณอุปสงค์จึงไม่จำเป็นต้องขึ้นราคาค่าน้ำประปาและจากการศึกษาถึงปริมาณการผลิตและปริมาณอุปสงค์การใช้น้ำของการประปานครหลวงนั้น พบว่า ปริมาณการผลิตสูงกว่าปริมาณอุปสงค์มาก ซึ่งจะสะท้อนให้เห็นว่าในการผลิตน้ำของการประปานครหลวงนั้น อาจเกิดจากการสูญเสียในขั้นตอนการผลิตและการจำหน่าย ดังนั้น เพื่อให้การวิเคราะห์ได้ผลที่ถูกต้องและตรงกับความเป็นจริง ควรจะนำตัวเลขปริมาณน้ำสูญเสียมาช่วยในการวิเคราะห์

4. เพชรา เงินกร (2539) ได้ศึกษาเรื่อง อุปสงค์ต่อน้ำประปาของผู้ใช้ประเภทที่พักอาศัยในเขตการประปานครหลวง ซึ่งผลการศึกษาปรากฏว่าตัวแบบที่เหมาะสมมีลักษณะเป็น Static Model ในรูป Logarithmic Form โดยยังคงเหลือตัวแปรอธิบายเพียง 3 ตัว คือ ราคาค่าน้ำ อุณหภูมิ และจำนวนผู้ใช้น้ำ ส่วนตัวแปรรายได้และปริมาณน้ำฝนมีค่าสถิติไม่ถึงเกณฑ์ที่เป็นที่ยอมรับ ซึ่งอาจเป็นเพราะข้อจำกัดด้านคุณภาพของข้อมูลหรือวิธีการหาค่าเฉลี่ยของทั้ง 2 ตัวนี้ยังไม่ดีพอ เครื่องหมายหน้าสัมประสิทธิ์ของตัวแปรเป็นไปตามที่คาดหมายไว้แต่แรก คือ สัมประสิทธิ์ของราคาเป็นลบ (-) อุณหภูมิและจำนวนผู้ใช้น้ำเป็นบวก (+) โดยค่าความยืดหยุ่นของทั้งตัวแปรทั้ง 3 ตัว มีค่าคือ  $-0.22$  ,  $0.45$  และ  $0.69$  ตามลำดับ การปรับปรุงราคาค่าน้ำประปาไม่มีผลทำให้ลักษณะโครงสร้างการใช้น้ำของผู้ใช้ประเภทที่พักอาศัยเปลี่ยนแปลง เนื่องจากอุปสงค์การใช้น้ำมีค่าความยืดหยุ่นต่ำ การคาดคะเนแนวโน้มของการใช้น้ำสูงขึ้นตามระยะเวลา

5. วิชัย ทศนีย์ภาพ (2537) ได้ศึกษาเรื่อง การประเมินทางเศรษฐกิจของโครงการลดการสูญเสียประปาของการประปานครหลวง โดยเป็นการวิเคราะห์ต้นทุน-ผลประโยชน์

ทางเศรษฐกิจ (Economic Cost-Benefit Analysis) ซึ่งผลการศึกษาพบว่า ในด้านผลประโยชน์ การศึกษานี้คิดมูลค่าน้ำที่ประหยัดได้ตามลักษณะความแตกต่างระหว่างอุปทานและอุปสงค์ น้ำประปาการมีโครงการ ช่วยให้การประปานครหลวงสามารถประหยัดน้ำสูญเสียได้ประมาณ 1.79 ล้านลูกบาศก์เมตร ในปี 2529 และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนถึง 20.845 ล้านลูกบาศก์เมตรในปี 2532 และเมื่อประเมินมูลค่าของผลประโยชน์ที่เป็นตัวเงินการศึกษานี้ประเมินผลประโยชน์ออกเป็น 4 ประการ คือ 1) ผลประโยชน์ที่ผู้บริโภคได้รับจากการบริโภคน้ำประปาเพิ่มขึ้น 2) ผลประโยชน์จากการประหยัดต้นทุนในการผลิตน้ำประปาส่วนเพิ่ม ซึ่งเกิดขึ้นในช่วงที่อุปทานของน้ำประปามากกว่าอุปสงค์ (ปี 2539 - 2543) 3) ผลประโยชน์จากการประหยัดต้นทุนค่าเสียโอกาสเนื่องจากการเลื่อนการลงทุนขยายกำลังการผลิตไม่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำประปาที่ประหยัดได้มีจำนวนไม่มากพอที่จะทำให้การลงทุน และ 4) ผลประโยชน์จากการที่ผู้บริโภคได้รับแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น ซึ่งไม่สามารถคำนวณได้เนื่องจากข้อจำกัดในด้านข้อมูล

การศึกษานี้วิเคราะห์ความเหมาะสมของโครงการ โดยเปรียบเทียบระหว่างการมีและไม่มีโครงการ (With and Without Project Approach) และมีข้อสมมติว่าการมีโครงการจะช่วยในการค้นหาและซ่อมแซมส่วนที่รั่วไหลได้เร็วกว่าการไม่มีโครงการเป็นเวลา 1 ปี พบว่ามูลค่าปัจจุบัน (NPV) ณ อัตราคิดลดร้อยละ 7.36 เท่ากับ 119.6 ล้านบาท ค่าอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนเท่ากับ 1.187 ในขณะที่ไม่สามารถคำนวณอัตราผลตอบแทนทางเศรษฐกิจได้ เนื่องจากผลประโยชน์สุทธิมีค่าบวกและลบสลับไปมาระหว่างช่วงปีที่ศึกษา การศึกษานี้ วิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการ โดยเปลี่ยนแปลงข้อสมมติฐานที่สำคัญคือ ก) เปลี่ยนอัตราคิดลดจากร้อยละ 7.36 เป็นร้อยละ 12 ข) เปลี่ยนข้อสมมติการมีโครงการจะช่วยให้พบการรั่วไหลเร็วกว่าไม่มีโครงการจาก 1 ปี เป็นระยะเวลา 2 ปี และ ค) สมมติให้ในช่วงปี 2537-2543 ปริมาณน้ำประปาที่ประหยัดได้ในแต่ละปีมีแนวโน้มลดลงในอัตราร้อยละ 14.21 ต่อปี ผลการวิเคราะห์พบว่าในทุกกรณี โครงการลดการสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวงมีความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ และยังการมีโครงการใช้ระยะเวลาค้นหาจุดรั่วไหลเร็วกว่าไม่มีโครงการยิ่งมากเท่าใดโครงการก็จะมีความเหมาะสมทางเศรษฐกิจมากยิ่งขึ้น เท่านั้น

6.เสาวนีย์ วิเศษธาร (2538) ได้ศึกษาเรื่อง การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโครงการปรับปรุงขยายการผลิตน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาคที่การประปาอ้อมน้อย อำเภอกะทู้มแบน จังหวัดสมุทรสาคร โดยเป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนทางการเงินและทางสังคมของโครงการปรับปรุงขยายการประปาอ้อมน้อย ผลการศึกษาพบว่า เมื่อคิดอัตราค่าน้ำอัตราปกติที่แตกต่างกัน 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่อยู่อาศัยลูกบาศก์เมตรละ 6.50 บาท กลุ่มราชการ รัฐวิสาหกิจและธุรกิจขนาดเล็กลูกบาศก์เมตรละ 9 บาท กลุ่มอุตสาหกรรมและธุรกิจขนาดใหญ่ ลูกบาศก์เมตรละ 16.75 บาท โครงการให้ผลวิเคราะห์ทางการเงิน คือ ไม่มีระยะเวลาคืนทุน มูลค่าปัจจุบันเท่ากับ -152,573,514.42 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 0.57 และอัตรา

ผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ -5.81 จากตัวชี้วัดดังกล่าว โครงการนี้ไม่เหมาะสมในการลงทุนแต่อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์โดยกำหนดให้อัตราราคาส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1 จะทำให้ได้ค่าอัตราราคาน้ำประปาที่เหมาะสมเท่ากับ 13.39 บาทต่อลูกบาศก์เมตรสำหรับผู้ใช้น้ำทุกกลุ่ม นอกจากนี้เมื่อวิเคราะห์เพิ่มเติมโดยคิดอัตราราคาน้ำเพิ่มจากอัตราราคาปกติ 2 กรณี เพื่อให้โครงการคุ้มค่าในการลงทุน คือ 1) เมื่อเพิ่มอัตราราคาน้ำร้อยละ 70 ทุก ๆ 5 ปี โครงการสามารถคืนทุนได้ในเวลา 12 ปี มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 17,490,109.49 บาท อัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1 และอัตราผลตอบแทนภายในโครงการเท่ากับร้อยละ 16.89 2) เมื่อเพิ่มอัตราราคาน้ำร้อยละ 9 ทุก ๆ ปี ปรากฏว่าโครงการสามารถคืนทุนได้ในเวลา 12 ปีเช่นกัน แต่มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับ 22,928,223.56 บาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุนเท่ากับ 1 และอัตราผลตอบแทนภายในของโครงการเท่ากับร้อยละ 17.41 สำหรับผลตอบแทนทางสังคมไม่สามารถประมาณค่าเป็นตัวเลขได้ แต่การมีโครงการผลิตน้ำประปาจะเป็นประโยชน์ในรูปของการบริการขั้นพื้นฐานให้แก่ประชาชนในชุมชนอ้อมน้อยทุกกลุ่ม

## 2.แนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษา

ทฤษฎีเศรษฐศาสตร์อยู่บนรากฐานความเชื่อที่ว่า พฤติกรรมการเลือกของบุคคลในการดำเนินกิจกรรมจะเป็นไปอย่างมีเหตุมีผลเสมอ ในการตัดสินใจทุกครั้งบุคคลจะเปรียบเทียบผลประโยชน์และต้นทุน และดำเนินกิจกรรมเมื่อคำนวณว่าผลประโยชน์มากกว่าต้นทุน การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ เป็นเทคนิคการวิเคราะห์นโยบายหรือโครงการทั่วไป สำหรับการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคมมาจากพื้นฐานแนวคิดเดียวกัน แต่เป็นวิธีการคำนวณหามูลค่าทางเศรษฐศาสตร์เพื่อช่วยในการตัดสินใจของภาครัฐ ทั้งนี้ โดยการแทนที่ต้นทุนและผลประโยชน์ส่วนบุคคลด้วยต้นทุนและผลประโยชน์ทางสังคม

เมื่อส่วนต่าง ๆ ของระบบเศรษฐกิจต่างมีความเกี่ยวพันซึ่งกันและกัน การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่เกิดขึ้นในระบบเศรษฐกิจส่วนใดส่วนหนึ่ง จะส่งผลกระทบต่อการจัดสรรทรัพยากรในทุก ๆ ส่วนที่เหลืออยู่ในระบบเศรษฐกิจ การจัดสรรทรัพยากรในระบบเศรษฐกิจที่เกิดขึ้นนั้นเป็นผลให้สวัสดิการของสังคมเพิ่มขึ้นหรือลดลง อันเป็นเรื่องของเศรษฐศาสตร์สวัสดิการที่เกี่ยวข้องกับการประเมิน สถานภาพทางเศรษฐกิจของสังคมโดยส่วนรวม (วิโรจน์ มโนพิโมกษ์, 2545 : 1)

**การจัดสรรที่เป็นเลิศตามหลักการของพาเรโต (เยาเวสศ ทับพันธุ์, 2541:16-31)**

การจัดสรรทรัพยากรที่เป็นเลิศตามหลักของพาเรโต หมายถึง สถานการณ์ที่สังคมไม่สามารถปรับปรุงการจัดสรรให้ดีขึ้นได้อีก โดยที่ “ดีขึ้น” ตามหลักของพาเรโตคือ การที่สามารถทำให้บุคคลหนึ่งบุคคลใดหรือกลุ่มคนหนึ่งได้รับผลประโยชน์สูงขึ้นกว่าเดิม โดยไม่ทำให้ผู้อื่น

ต้องได้รับผลเสียหายหรือเสียผลประโยชน์ที่เลยได้รับแม้แต่คนเดียวสังคม ที่ไม่มีทางปรับปรุง ให้การจัดสรร “ดีขึ้น” ได้อีกตามหลักทฤษฎีความขาดทุนจึงถือได้ว่าสังคมนั้น ๆ อยู่ในภาวะที่ดีที่สุดแล้ว สังคมที่จะมีการจัดสรรทรัพยากรที่มีประสิทธิภาพเป็นเลิศตามความหมายข้างต้นได้ จะต้องบรรลุเงื่อนไขที่จำเป็น 3 ประการคือ

1. **ความมีประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยน** การจัดสรรแลกเปลี่ยนสินค้าและบริการต่าง ๆ ในหมู่ผู้บริโภคจะมีประสิทธิภาพสูงสุดเมื่ออัตราการทดแทนในการบริโภคหน่วยสุดท้ายระหว่างสินค้า 2 ชนิดใด ๆ (ซึ่งในที่นี้สมมติให้เป็นสินค้า X และ Y) ระหว่าง X และ Y ( $MRS_{XY}$ ) ของทุก ๆ คนในสังคมเท่ากัน นั่นคือ

$$MRS^A_{XY} = MRS^B_{XY} = MRS^C_{XY} \dots\dots\dots = MRS^N_{XY}$$

โดยที่ A , B , C , .....N คือ ผู้บริโภคในสังคม

และ X , Y แทนสินค้า 2 ชนิดใด ๆ

ดังนั้น ทราบว่าที่  $MRS_{XY}$  ของบุคคลในสังคมยังมีค่าไม่เท่ากัน การแลกเปลี่ยนที่จะนำไปสู่ความพอใจรวมที่สูงขึ้นย่อมทำได้ แสดงว่า ในภาวะที่  $MRS_{XY}$  ของคนในสังคมไม่เท่ากัน ประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนและการบริโภคยังไม่ดีที่สุด สังคมยังสามารถที่จะแลกเปลี่ยน การบริโภคสินค้ากันเพื่อให้สังคมดีขึ้นได้ นั่นคือ สังคมยังไม่อยู่ ณ จุดดุลยภาพ แต่เมื่อใด  $MRS_{XY}$  ของสินค้าแต่ละคู่ของทุก ๆ คนในสังคมมีค่าเท่ากัน การแลกเปลี่ยนต่อไปจะไม่ช่วยให้สังคมดีขึ้น แต่ประการใด เพราะการแลกเปลี่ยนนั้นจะทำให้คนหนึ่งมีความพอใจสูงขึ้น ในขณะที่อีกคนหนึ่ง พอลงน้อยลงเสมอ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของความพอใจในทิศทางตรงกันข้ามเช่นนี้ไม่สามารถระบุ ได้ว่าสังคมโดยรวมดีขึ้นตามหลักทฤษฎีความขาดทุนได้

2. **ดุลยภาพทั่วไปและประสิทธิภาพในการ** การจัดสรรปัจจัยการผลิตชนิดต่าง ๆ ที่ระบบเศรษฐกิจมีอยู่ไปใช้ในการผลิตสินค้าและบริการต่าง ๆ จะมีประสิทธิภาพสูงที่สุดเมื่ออัตราการทดแทนในการใช้ปัจจัยหน่วยสุดท้ายระหว่างปัจจัย L และ K ( $MRTS_{LK}$ ) เท่ากันในการผลิตสินค้า แต่ละชนิดนั้นคือ

$$MRTS^X_{LK} = MRTS^Y_{LK} = \dots\dots\dots = MRTS^Z_{LK}$$

โดยที่ L คือ ปัจจัยแรงงาน

และ K คือ ปัจจัยทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้า X , Y และ Z

3. **ดุลยภาพทั่วไปทั้งการแลกเปลี่ยนและการผลิต หรือประสิทธิภาพในการกำหนดปริมาณการผลิต** จะเกิดขึ้นเมื่อเกิดประสิทธิภาพในการผลิตและการบริโภคที่สอดคล้องกัน อันนำไปสู่ภาวะดุลยภาพทั่วไปของระบบเศรษฐกิจ และระบบเศรษฐกิจโดยรวมจะมีประสิทธิภาพ

สูงสุด เมื่ออัตราการทดแทนในการบริโภคหน่วยสุดท้ายของสินค้า 2 ชนิดใด ๆ ( $MRS_{XY}$ ) และอัตราการทดแทนในการผลิตหน่วยสุดท้ายของสินค้า 2 ชนิดนั้น ๆ (Marginal Rate of Transformation =  $MRT_{XY}$ ) มีค่าเท่ากัน หรือ  $MRS_{XY} = MRT_{XY}$  ในขณะที่  $MRS_{XY}$  แสดงอัตราการทดแทนกันในความรู้สึกของผู้บริโภคระหว่างสินค้า 2 ชนิด

แม้ว่าเงื่อนไขทั้ง 3 ข้างต้นจะเป็นเงื่อนไขที่จำเป็น ที่จะทำให้สังคมมีประสิทธิภาพที่สูงสุดในการผลิตและการบริโภค แต่เงื่อนไขดังกล่าวไม่เพียงพอที่จะนำสังคมไปสู่เป้าหมายสวัสดิการสังคมสูงสุด ซึ่งสังคมข้างต้นอาจจะเป็นสังคมที่อยู่ร่วมกันแบบสังคมนิยมหรือทุนนิยมก็ได้ ตราบเท่าที่สังคมนั้น ๆ มีกลไกที่สามารถจัดสรรทรัพยากรเพื่อการผลิตและการบริโภคให้เป็นไปตามเงื่อนไขข้างต้นได้ทุกประการ

### หลักการชดเชย

ตามหลักทฤษฎีของพาเรโต การเปลี่ยนแปลงที่จะทำให้สังคมดีขึ้นคือการเปลี่ยนแปลงที่มีผลให้บุคคลอย่างน้อยหนึ่งคนดีขึ้น ในขณะที่ไม่มีบุคคลใดเลยที่รู้สึกเลวลง แต่เกณฑ์ในการตัดสินข้างต้นมีขอบเขตการใช้ได้แคบมาก เพราะทุกวันนี้การเปลี่ยนแปลงใด ๆ ย่อมก่อให้เกิดบุคคลหรือกลุ่มบุคคลที่ได้รับผลประโยชน์ และบุคคลหรือกลุ่มบุคคลผู้สูญเสียผลประโยชน์เสมอ ในกรณีเช่นนี้ หลักทฤษฎีของพาเรโตไม่สามารถตัดสินได้ว่าการเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ทำให้สังคมโดยรวมดีขึ้นหรือเลวลง เพราะมีทั้งคนได้และคนเสีย แต่ในการเปลี่ยนแปลงที่มีทั้งคนที่ได้ผลประโยชน์และคนที่เสียผลประโยชน์ ถ้าสามารถพิสูจน์ได้ว่าขนาดของผลประโยชน์โดยรวมที่คนกลุ่มหนึ่งได้รับมากกว่าขนาดของผลประโยชน์ที่คนอีกกลุ่มหนึ่งเสียไป การเปลี่ยนแปลงนั้น ๆ ก็มีความเป็นไปได้ที่จะทำให้สังคมโดยรวมดีขึ้น นักเศรษฐศาสตร์เรียกกรณีเช่นนี้ว่า “การปรับปรุงศักยภาพของพาเรโต (Potential Pareto Improvement)” ซึ่งแนวความคิดนี้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในโลกแห่งความเป็นจริงได้อย่างกว้างขวาง เมื่อเป็นเช่นนี้จึงเกิดแนวคิดที่จะใช้ในการทดสอบขนาดของผลประโยชน์และผลเสียที่บุคคลสองฝ่ายขัดแย้งกัน ซึ่งหลักการชดเชยของ Kaldor และ Hicks หรือที่รู้จักกันในชื่อว่า “Kaldor-Hicks criterion” เป็นวิธีการทดสอบวิธีหนึ่ง ซึ่งหลักการชดเชยของ Kaldor และ Hicks มีใจความว่า “ถ้าการเปลี่ยนแปลงใดมีผลให้บางคนในสังคมดีขึ้นบางคนในสังคมรู้สึกเลวลง และคนที่ดีขึ้นสามารถชดเชยคนที่เลวลงในลักษณะที่ในที่สุดแล้วไม่มีใครเลวลง การเปลี่ยนแปลงน่าจะทำให้สังคมโดยรวมดีขึ้น (ถึงแม้จะไม่ต้องมีการชดเชยกันจริง เพียงแต่ทดสอบว่าการชดเชยในลักษณะดังกล่าวมีความเป็นไปได้)”

### อัตราคิดลดทางสังคม

ส่วนใหญ่โครงการมักมีอายุโครงการมากกว่า 1 ปี เครื่องมือที่ช่วยในการปรับมูลค่า ต้นทุนและผลประโยชน์ให้มีมูลค่าเป็นมูลค่า ณ ปีใดปีหนึ่งและตัดสินใจการลงทุนในโครงการนั้น ๆ ก็คือ อัตราคิดลดทางสังคม ซึ่งมีแนวคิดต่าง ๆ กัน สามารถที่จะแบ่งแนวคิดเป็น 2 ฝ่ายหลัก ๆ คือ

1.การคิดอัตราชดเชยการบริโภคข้ามเวลาของสังคม (Social Rate of Time Preference : SRTF) หมายถึง การคิดอัตราเปรียบเทียบความพอใจในการบริโภคของสังคมในอนาคตกับการบริโภคของสังคมในปัจจุบัน ตัวอย่างเช่น สังคมหนึ่งมีการบริโภคเป็นมูลค่า 100 บาท ในปัจจุบัน สมมติว่าสังคมนี้จะต้องเลื่อนการบริโภคสินค้าและบริการมูลค่า 100 บาท ออกไปอีก 1 ปี เพื่อให้สังคมมีความพึงพอใจกับการบริโภคในอนาคตเท่ากับการได้บริโภคในปัจจุบัน ปริมาณการบริโภคของสังคมในอนาคตจึงต้องมีมูลค่ามากกว่า 100 บาท สมมติให้มีมูลค่า 110 บาท ส่วนแตกต่างมูลค่า 10 บาทนี้เพื่อเป็นการชดเชยที่สังคมนี้ต้องรอคอยการบริโภคออกไปอีก 1 ปี ในตัวอย่างนี้ อัตราคิดลดของสังคมจึงเท่ากับร้อยละ 10 ทั้งนี้ โดยตั้งอยู่บนข้อสมมติที่ว่า โดยปกติแล้วถ้าไม่มีการชดเชยทางการบริโภคข้ามเวลาบุคคลในสังคมชอบที่จะบริโภคในปัจจุบันมากกว่าในอนาคต

2.อัตราค่าเสียโอกาสของสังคม (Social Opportunity Cost Rate : SOCR) ตามหลักการนี้ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนในโครงการใด ๆ ที่เกิดขึ้นใหม่หน่วยสุดท้ายควรมากกว่าหรือเท่ากับค่าเสียโอกาสของทรัพยากรที่สังคมใช้ไปในโครงการนั้น ๆ เช่น ถ้ารัฐนำทรัพยากรไปใช้เพื่อลงทุนในโครงการของรัฐ อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนของรัฐอย่างน้อยที่สุดควรจะเท่ากับอัตราผลตอบแทนการลงทุนหน่วยสุดท้ายโดยภาคเอกชน

นอกจากนี้ ยังเป็นที่ยอมรับว่าอัตราค่าเสียโอกาสของสังคมควรเท่ากับอัตราผลตอบแทนการลงทุนในภาคเอกชนก่อนภาษี เพราะถึงแม้ว่าการเก็บภาษีรายได้ภาคเอกชนของรัฐบาล จะทำให้อัตราผลตอบแทนจากการลงทุนของภาคเอกชนลดลง (ในความคิดของภาคเอกชน) แต่ถ้าพิจารณาสังคมโดยรวมแล้ว ผลประโยชน์ที่สังคมได้รับจากการลงทุนของภาคเอกชนยังคง เท่าเดิม เพียงแต่มีการถ่ายโอนผลประโยชน์บางส่วนจากภาคเอกชนไปสู่ภาครัฐ ดังนั้น อัตราคิดลดของสังคมจึงควรจะเท่ากับอัตราผลตอบแทนการลงทุนหน่วยสุดท้ายของภาคเอกชนก่อนภาษี

### วิธีกำหนดอัตราคิดลดของสังคมในทางปฏิบัติ

อัตราที่ผู้วิเคราะห์โครงการนิยมใช้แทนอัตราชดเชยของการบริโภคต่างเวลาของสังคม SRTF คือ อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล ซึ่งโดยทั่วไปมักเป็นอัตราดอกเบี้ยต่ำสุดสำหรับพันธบัตรระยะยาว การที่บุคคลหนึ่งยังคงถือพันธบัตรรัฐบาลอยู่ทั้ง ๆ ที่ให้ผลตอบแทนต่ำ แสดงว่าอัตราการชดเชยการบริโภคต่างเวลาของคนกลุ่มนี้ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของสังคมอยู่ในเกณฑ์ที่ไม่สูงไปกว่า

อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาล ส่วนกลุ่มคนอื่น ๆ ที่ไม่ถือพันธบัตรรัฐบาลก็อาจจะมีอัตราดอกเบี้ย  
การบริโภคต่างเวลาไม่ต่างไปจากคนกลุ่มที่ถือพันธบัตรรัฐบาลมากนัก

ส่วนอัตราที่จะสะท้อนค่าเสียโอกาสของสังคมหรืออัตราผลตอบแทนจากการลงทุน  
หน่วยสุดท้ายในภาคเอกชนก่อนการหักภาษี ในทางปฏิบัติมักนิยมใช้อัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสุด  
(ที่ทางสถาบันการเงินคิดกับลูกค้าชั้นดี มีความเสี่ยงต่ำ เป็นค่าประมาณของอัตราผลตอบแทนจาก  
การลงทุนที่มีความเสี่ยงต่ำหลังหักภาษีแล้วแต่รวมเอาอัตราเงินเฟ้อเข้าไว้ด้วย)  
อัตราผลตอบแทนการลงทุนก่อนหักภาษีจึงสามารถหาได้โดยปรับอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ต่ำสุดนั้นด้วย  
อัตราภาษีรายได้ธุรกิจ ผลที่ได้จะเป็นอัตราค่าเสียโอกาสที่ยังไม่ได้จัดอัตราเงินเฟ้อ ถ้าต้องการใช้  
อัตราคิดลดของสังคมที่เป็นอัตราที่แท้จริงต้องหักอัตราข้างต้นออกด้วยอัตราเงินเฟ้อ  
อีกทีหนึ่ง

ในหลาย ๆ ประเทศโดยเฉพาะประเทศที่พัฒนาแล้วอย่างประเทศอังกฤษ  
รัฐบาลจะกำหนดอัตราคิดลดทางสังคมไว้ แต่ว่าในประเทศไทยรัฐบาลหรือหน่วยงานวางแผน  
ของภาครัฐยังไม่กำหนดอัตราคิดลดทางสังคมไว้ ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้จึงใช้อัตราดอกเบี้ย  
พันธบัตรรัฐบาลเป็นอัตราคิดลด

#### **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของโครงการ**

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการ เป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการ  
โดยคำนึงถึงสังคมโดยรวม การศึกษามีแนวคิดที่ว่าทรัพยากรที่นำมาใช้ในโครงการไม่ใช่เป็น  
ของบุคคลใดบุคคลหนึ่งแต่ว่าเป็นของประเทศ การจัดสรรทรัพยากรจะต้องให้เกิดประโยชน์สูงสุด  
แก่ประเทศชาติโดยรวม การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจเป็นวิธีหนึ่งที่น่ามาใช้  
ในการคัดเลือกโครงการ เพื่อหาโครงการที่ดีนำไปดำเนินการ

#### **การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ**

สามารถตีมูลค่าต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ของโครงการได้หลายวิธีคือ  
ใช้ราคาตลาดและวิธีอื่น ๆ เพื่อสะท้อนถึงค่าเสียโอกาสและความยินดีจ่ายของสังคม สำหรับ  
ราคาตลาดที่ใช้ตีมูลค่าต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์นั้น อาจเป็นราคาตลาดถูกบิดเบือนไป  
และปัจจัยที่ทำให้ราคาตลาดบิดเบือนไปมีหลายประการ เช่น ตลาดอยู่ภายใต้การแข่งขัน  
ที่ไม่สมบูรณ์ รัฐบาลเข้าไปแทรกแซงตลาดในรูปแบบต่าง ๆ เกิดการประหยัดอันเนื่องมาจากขนาด  
สินค้าและบริการสาธารณะและผลกระทบภายนอกที่เกิดจากโครงการ เป็นต้น ปัจจัยเหล่านี้ทำให้  
ราคาสินค้าและบริการไม่แสดงมูลค่าที่แท้จริง ดังนั้น ในการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ  
นักเศรษฐศาสตร์จึงได้คำนวณราคาเงาขึ้นมา เพื่อตีมูลค่าต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์

ของโครงการ เพราะการใช้ราคาเงาซึ่งเป็นราคาประสิทธิภาพ จะมีผลทำให้การจัดสรรทรัพยากร มีประสิทธิภาพมากขึ้น

นอกจากนี้ การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจจะเกี่ยวข้องกับการใช้ทรัพยากรแท้จริง ไม่เกี่ยวกับการโอนสิทธิทรัพยากรจากบุคคลหนึ่งไปยังอีกบุคคลหนึ่งในสังคม ดังเช่นภาษีและเงินอุดหนุนเป็นรายการประเภทเงินจ่าย โอนจึงไม่นับรวมว่าเป็นต้นทุนและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ

สำหรับการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการนี้ ผู้วิเคราะห์จะใช้ราคาตลาดตีมูลค่า ต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ แต่เนื่องจากราคาตลาดของสินค้าและบริการส่วนใหญ่ ถูกบิดเบือน และถ้าคำนวณราคาเงาของสินค้าและบริการทุกชนิดโดยตรง ก็ไม่สามารถจะทำได้ ดังนั้น ในการศึกษาจึงใช้ราคาตลาดตีมูลค่าต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ของโครงการ ซึ่งค่าที่จะได้เป็นมูลค่าทางการเงิน จากนั้นจึงแปลงมูลค่าทางการเงินเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจสำหรับ ตัวแปลงค่าแบ่งเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ (บรรเทิง มาแสง : 2546 , 79-80)

### 1. ตัวแปลงค่ามาตรฐาน (SCF)

SCF คือ สัดส่วนระหว่างอัตราแลกเปลี่ยนทางการ (OER) กับอัตราแลกเปลี่ยนเงา (SER) หรือ

$$SCF = \frac{OER}{SER}$$

เมื่อ SCF = ตัวแปลงค่ามาตรฐาน

SER = อัตราแลกเปลี่ยนเงา

OER = อัตราแลกเปลี่ยนทางการ

โดยหากถ้า SCF = 1 หมายถึง ไม่มีการบิดเบือนของอัตราแลกเปลี่ยน

การคำนวณ

$$SCF = \frac{1 + E}{(1 + il) + (E + eE)}$$

โดยที่ E = มูลค่าสินค้าส่งออก

1 = มูลค่าสินค้านำเข้า

i = อัตราเฉลี่ยของภาษีนำเข้า

e = อัตราเฉลี่ยภาษีขาออก

eE = มูลค่าภาษีขาออก

il = มูลค่าภาษีนำเข้า

ดังนั้น อาจกล่าวได้ว่า SCF คือ ตัวแปลงค่าของระบบเศรษฐกิจทั้งหมดที่รวมค่าของ ปัจจัยการผลิตและผลผลิตของสินค้าที่มีการซื้อขายระหว่างประเทศ



## 2. ตัวแปลงมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ (Conversion factors : CF)

จะแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. ตัวแปลงค่าเฉพาะ (Specific conversion factor : SCF) สิ้นค้าใดสินค้านั้น  
คำนวณจาก

$$CF = \frac{\text{ราคาทางเศรษฐกิจของสินค้า}}{\text{ราคาทางการเงินของสินค้า}}$$

$$CF = \frac{\text{ราคาเงา}}{\text{ราคาตลาด}}$$

โดยหากถ้า  $CF = 1$  (ราคาตลาดเท่ากับราคาเงา) แสดงว่าราคาตลาดไม่บิดเบือน

2. ตัวแปลงค่าทั่วไป (General conversion factors : GF)

เป็นตัวแปลงค่าเฉลี่ยของกลุ่มสินค้าและบริการ เช่น สินค้าบริโภคสินค้าทุน  
ขนส่ง ไฟฟ้า อาจแยกเป็นเป็นสินค้า Traded Goods และ Non-traded Goods

โดยหากถ้าค่าใกล้เคียง 1 แสดงว่าการบิดเบือนของกลุ่มสินค้านั้นน้อย

สำหรับกระบวนการในการวิเคราะห์นั้น ในการศึกษานี้จะจำแนกต้นทุนและ  
ผลประโยชน์ ประเมินการต้นทุนและผลประโยชน์ ตลอดจนอายุของโครงการ และมูลค่าต้นทุน  
และผลประโยชน์ด้วยราคาตลาด จากนั้นจึงแปลงมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ  
ของกรณีไม่มีโครงการกับกรณีโครงการ ทำการสร้างตารางกระแสเงินสด และคำนวณเกณฑ์ที่ใช้  
ในการประเมินมี 3 เกณฑ์ คือ NPV , B/C และ EIRR โดยมีวิธีการดังนี้

### 1. ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการ (Economic Cost Without Project : ECWOP)

$Y_{jt}$  เป็นรายจ่ายทางการเงินของการลดน้ำสูญเสียกรณีไม่มีโครงการ รายการที่  $j$  ปี  
ที่  $t$  แปลงให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยใช้ตัวปรับค่าจะได้ว่า

$$EY_{jt} = CF_j \cdot Y_{jt} \quad \dots\dots\dots (1)$$

เมื่อ  $EY_{jt}$  คือ รายจ่ายทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  ( $j = 1, 2, \dots, d$  และ  $t = 1, 2, \dots, n$ )  
 $CF_j$  คือ ตัวปรับค่ารายการที่  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, d$ ) รายจ่ายทางเศรษฐกิจทุกรายการของกรณีไม่มีโครงการ  
(ECWOP) ได้จากผลรวมของรายจ่ายทางเศรษฐกิจทุกรายการจะได้ว่า

$$ECWOP_t = \sum_{j=1}^d EY_{jt} \quad \dots\dots\dots (2)$$

เมื่อ  $ECWOP_t$  = ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการในปีที่  $t$

$$EY_{jt} = \text{รายจ่ายทางเศรษฐกิจรายการที่ } j$$

### 2. ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการ (Economic Cost With Project : ECWP<sub>t</sub>)

$X_{jt}$  เป็นรายจ่ายทางการเงินของการลดน้ำสูญเสียกรณีมีโครงการรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  แปลงให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยใช้ตัวปรับค่าจะได้ว่า

$$EX_{jt} = CF_j \cdot X_{jt} \quad \dots\dots\dots (3)$$

เมื่อ  $EX_{jt}$  คือ รายจ่ายทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  ( $j = 1, 2, \dots, c$  และ  $t = 1, 2, \dots, n$ )  $CF_j$  คือ ตัวปรับค่ารายการที่  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, c$ ) รายจ่ายทางเศรษฐกิจทุกรายการของกรณีมีโครงการ (ECWP<sub>t</sub>) ได้จากผลรวมของรายจ่ายทางเศรษฐกิจทุกรายการจะได้ว่า

$$ECWP_t = \sum_{j=1}^c EX_{jt} \quad \dots\dots\dots (4)$$

เมื่อ  $ECWP_t$  = ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการในปีที่  $t$   
 $EX_{jt}$  = รายจ่ายทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$

### 3. ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการ (Economic Benefit Without Project : EBWOP<sub>t</sub>)

$B_{jt}$  เป็นผลประโยชน์ทางการเงินของการลดน้ำสูญเสียกรณีไม่มีโครงการรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  แปลงให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยใช้ตัวปรับค่าจะได้ว่า

$$EB_{jt} = CF_j \cdot B_{jt} \quad \dots\dots\dots (5)$$

เมื่อ  $EB_{jt}$  คือ ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  ( $j = 1, 2, \dots, d$  และ  $t = 1, 2, \dots, n$ )  $CF_j$  คือ ตัวปรับค่ารายการที่  $j$  ( $j = 1, 2, \dots, d$ ) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทุกรายการของกรณีไม่มีโครงการ (EBWOP<sub>t</sub>) ได้จากผลรวมของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทุกรายการจะได้ว่า

$$EBWOP_t = \sum_{j=1}^d EB_{jt} \quad \dots\dots\dots (6)$$

เมื่อ  $EBWOP_t$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการในปีที่  $t$   
 $EB_{jt}$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$

**4.ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการ (Economic Benefit With Project : EBWP)**

$A_{jt}$  เป็นผลประโยชน์ทางการเงินของการลดน้ำสูญเสียกรณีมีโครงการรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  แปลงให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยใช้ตัวปรับค่าจะได้ว่า

$$EA_{jt} = CF_j \cdot A_{jt} \quad \dots\dots\dots (7)$$

เมื่อ  $EA_{jt}$  คือ ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$  ปีที่  $t$  ( $j = 1,2,\dots,c$  และ  $t = 1,2,\dots,n$ )  $CF_j$  คือ ตัวปรับค่ารายการที่  $j$  ( $j = 1,2,\dots,c$ ) ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทุกรายการของกรณีมีโครงการ (EBWP) ได้จากผลรวมของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจทุกรายการจะได้ว่า

$$EBWP_t = \sum_{j=1}^c EA_{jt} \quad \dots\dots\dots (8)$$

เมื่อ  $EBWP_t$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการปีที่  $t$   
 $EA_{jt}$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจรายการที่  $j$

**5.ต้นทุนเพิ่ม (Incremental Costs :  $IC_t$ )** ได้จากต้นทุนกรณีมีโครงการสมการที่ 4 ลบด้วยต้นทุนกรณีไม่มีโครงการสมการที่ 2 จะได้ว่า

$$IC_t = ECWP_t - ECWOP_t \quad \dots\dots\dots (9)$$

เมื่อ  $ECWP_t$  = ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการในปีที่  $t$   
 $ECWOP_t$  = ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการในปีที่  $t$

**6.ผลประโยชน์เพิ่ม (Incremental Benefit :  $IB_t$ )** ได้จากได้ผลกรณีมีโครงการสมการที่ 8 ลบด้วยผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการสมการที่ 6 จะได้ว่า

$$IB_t = EBWP_t - EBWOP_t \quad \dots\dots\dots (10)$$

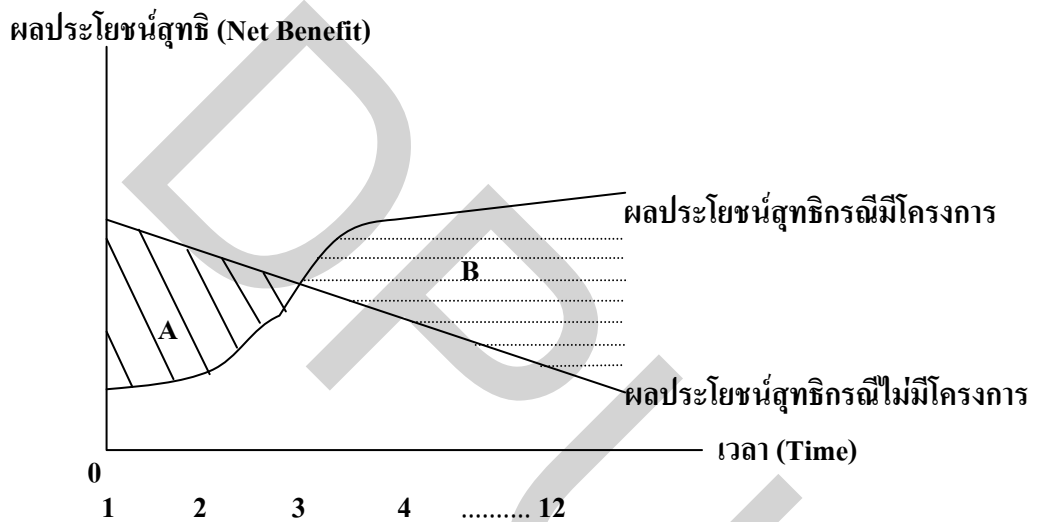
เมื่อ  $EBWP_t$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการในปีที่  $t$   
 $EBWOP_t$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการในปีที่  $t$

**7.ผลประโยชน์สุทธิที่เพิ่มขึ้น (Incremental Net Benefit :  $INB$ )** ได้จากผลประโยชน์เพิ่มสมการที่ 10 ลบด้วยต้นทุนเพิ่มสมการที่ 9

$$INB_t = IB_t - IC_t \quad \dots\dots\dots (11)$$

- เมื่อ  $INB_t$  = ผลประโยชน์สุทธิที่เพิ่มขึ้นในปีที่  $t$   
 $IB_t$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการในปีที่  $t$   
 $IC_t$  = ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการในปีที่  $t$

ภาพที่ 2 แสดงผลประโยชน์สุทธิกรณีมีโครงการกับไม่มีโครงการ



จากภาพที่ 2 หากการประปานครหลวงไม่มีการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียแล้วผลประโยชน์สุทธิจะลดลง แต่เมื่อการประปานครหลวงมีการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย ในระยะแรกผลประโยชน์สุทธิยังต่ำ เพราะโครงการมีค่าใช้จ่ายในการลงทุนสูงทำให้ผลประโยชน์สุทธิที่เพิ่มขึ้นมีค่าเป็นลบ (พื้นที่ A) เนื่องจากมีการลงทุนเพิ่ม ผลประโยชน์สุทธิกรณีมีโครงการจะสูงขึ้นทำให้ผลประโยชน์สุทธิที่เพิ่มขึ้นมีค่าเป็นบวก (พื้นที่ B) และจะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตลอดอายุโครงการ หากการประปา นครหลวงสามารถลดน้ำสูญเสียได้ร้อยละ 30

**การวัดความคุ้มค่าของโครงการ**

**1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV)**

หมายถึง ค่าความแตกต่างระหว่างมูลค่าปัจจุบันของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุน ซึ่งสามารถเขียนในรูปสมการ ดังนี้

$$NPV = \frac{\sum_{t=1}^n INB_t}{(1+r)^t} \dots\dots\dots (12)$$

โดยที่  $INB_t$  = มูลค่าผลประโยชน์ที่เพิ่มขึ้นในปีที่  $t$   
 $r$  = อัตราคิดลดทางสังคมที่เหมาะสม  
 $n$  = อายุของโครงการหรือปีที่สิ้นสุดของโครงการ

**เกณฑ์การตัดสินใจ**

ถ้า  $NPV > 0$                       แสดงว่าการลงทุนให้ผลคุ้มค่า  
 $NPV = 0$                          แสดงว่าการลงทุนมีความเป็นไปได้  
 $NPV < 0$                          แสดงว่าการลงทุนให้ผลไม่คุ้มค่า

**2. อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน (Benefit-cost Ratio : B/C)**

หมายถึง อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันของได้กับมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนทั้งหมด ซึ่งสามารถเขียนในรูปสมการ ดังนี้

$$B/C = \frac{\sum_{t=1}^n IB_t}{\sum_{t=1}^n IC_t} \dots\dots\dots (13)$$

โดยที่  $IB_t$  = มูลค่าผลประโยชน์เพิ่มขึ้นในปีที่  $t$  (สมการที่ 10)  
 $IC_t$  = มูลค่าต้นทุนเพิ่มขึ้นในปีที่  $t$  (สมการที่ 9)  
 $r$  = อัตราคิดลดทางสังคมที่เหมาะสม  
 $n$  = อายุของโครงการหรือปีที่สิ้นสุดของโครงการ

**เกณฑ์การตัดสินใจ**

ถ้า  $B/C > 1$                       แสดงว่าการลงทุนให้ผลคุ้มค่า  
 $B/C = 1$                          แสดงว่าการลงทุนมีความเป็นไปได้  
 $B/C < 1$                          แสดงว่าการลงทุนให้ผลไม่คุ้มค่า

**3. อัตราผลตอบแทนภายใน (Economic Internal Rate of Return : EIRR)**

หมายถึง อัตราดอกเบี้ยสูงสุดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันของต้นทุนเท่ากับมูลค่าปัจจุบันของได้ หรืออีกนัยหนึ่งก็คือ อัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเท่ากับศูนย์ สูตรที่ใช้ในการคำนวณคือ

$$EIRR = r_1 + (r_u - r_1) \left[ \frac{NPV_1}{NPV_1 - NPV_u} \right] \dots\dots\dots (14)$$

- เมื่อ  $r_1$  = อัตราการคิดลดต่ำที่ทำให้ค่า NPV เป็นบวก  
 $r_u$  = อัตราการคิดลดสูงที่ทำให้ค่า NPV เป็นลบ  
 $NPV_1$  = มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้โดยใช้อัตราการคิดลดต่ำ  
 $NPV_u$  = มูลค่าปัจจุบันสุทธิที่คำนวณได้โดยใช้อัตราการคิดลดสูง

**เกณฑ์การตัดสินใจ**

- |                                 |                                |
|---------------------------------|--------------------------------|
| ถ้า $EIRR >$ อัตราคิดลดทางสังคม | แสดงว่าการลงทุนให้ผลคุ้มค่า    |
| $EIRR =$ อัตราคิดลดทางสังคม     | แสดงว่าการลงทุนมีความเป็นไปได้ |
| $EIRR <$ อัตราคิดลดทางสังคม     | แสดงว่าการลงทุนให้ผลไม่คุ้มค่า |

## การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

การวิเคราะห์ความไว เป็นการวิเคราะห์ความไม่แน่นอน (Uncertainty) เมื่อตัวแปรเปลี่ยนไปใน 3 ด้านคือ

1. ด้านผลประโยชน์
  - จำนวนผลผลิตลดลง
  - ราคาผลผลิตลดลง
2. ด้านต้นทุน
  - ราคาปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้น
3. อัตราดอกเบี้ยที่ใช้เป็นค่าเสียโอกาสเพิ่มขึ้น
4. การวิเคราะห์จะต้องตอบคำถามว่าโครงการยังคงมีความเป็นไปได้หรือไม่
5. เกณฑ์ที่ใช้ประเมินความไว มี 2 กลุ่ม คือ
  - 5.1 ใช้ NPV , IRR , BCR , N/K
  - 5.2 ใช้ Switching Value

### Switching Value

ประเมินการเปลี่ยนแปลงใน 2 ด้าน คือ ด้านผลประโยชน์และต้นทุน

1. การเปลี่ยนแปลงด้านต้นทุน เรียกว่า “ Switching Value of Cost (SVC) ”

คำนวณจาก

$$SVC = \frac{PV \text{ ผลประโยชน์} - PV \text{ ต้นทุน}}{PV \text{ ต้นทุน}} \times 100 \dots\dots\dots (15)$$

ค่า SVC จะบอกว่าต้นทุนเพิ่มขึ้นได้สูงสุดร้อยละเท่าไร ซึ่งค่าสูงกว่าระดับนี้แล้ว ผลตอบแทนจากโครงการจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

2. การเปลี่ยนแปลงด้านผลประโยชน์ เรียกว่า “ Switching Value of Benefit (SVB)” คำนวณจาก

$$SVB = \frac{PV \text{ ผลประโยชน์} - PV \text{ ต้นทุน}}{PV \text{ ผลประโยชน์}} \times 100 \dots\dots\dots (16)$$

ค่า SVB จะบอกว่าผลประโยชน์ลดลงได้มากที่สุดเท่าไร ถ้ามากกว่านี้แล้ว ผลตอบแทนจากโครงการจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

### บทที่ 3

## การประปานครหลวงกับการสูญเสียและวิธีการลดการสูญเสียน้ำประปา

### การดำเนินการของการประปานครหลวง

การประปานครหลวงเริ่มกิจการครั้งแรกเมื่อวันที่ 14 พฤศจิกายน 2457 โดยพระราชดำริของพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ 5 ให้ทำการก่อสร้างโรงงานผลิตน้ำสามเสน ซึ่งมีกำลังการผลิตน้ำประปาสูงสุด 28,800 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน โดยนำน้ำดิบมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ที่อำเภอสามแฉก จังหวัดปทุมธานี ซึ่งห่างจากปากแม่น้ำเจ้าพระยาเป็นระยะทาง 90 กิโลเมตร และเป็นบริเวณที่น้ำทะเลขึ้นมาไม่ถึง การก่อสร้างในครั้งนั้นใช้เงินลงทุนทั้งสิ้น 4,153,139.13 บาท อย่างไรก็ตามประชาชนที่อาศัยอยู่ห่างไกลจากโรงงานผลิตน้ำสามเสน ก็ยังคงขาดแคลนน้ำที่สะอาดในการบริโภค จนกระทั่งในปี พ.ศ.2496 จึงได้มีการขุดเจาะบ่อน้ำบาดาลขึ้น เพื่อช่วยเหลือประชาชนที่ไม่มีน้ำประปาใช้ เนื่องจากการขุดบ่อน้ำบาดาลเป็นวิธีที่ง่ายและลงทุนต่ำ

ต่อมาได้มีการเพิ่มกำลังการผลิตน้ำประปาที่โรงงานผลิตน้ำสามเสน เพื่อรองรับกับการขยายตัวของจำนวนประชากร จนกระทั่งสามารถผลิตน้ำประปาได้ 331,200 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ในปี พ.ศ.2504 และในปีเดียวกันนี้ รัฐบาลได้จ้างบริษัท ดีเจมอนด์ จำกัด (Degremont) แห่งประเทศฝรั่งเศสมาก่อสร้างปรับปรุงโรงงานผลิตน้ำสามเสน เพื่อให้สามารถผลิตน้ำประปาเพิ่มขึ้นอีกวันละ 216,000 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน และก่อสร้างโรงงานผลิตน้ำแห่งใหม่ขึ้นที่ธนบุรี โดยมีกำลังการผลิตน้ำประปา 172,800 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ซึ่งงานก่อสร้างทั้งหมดได้แล้วเสร็จในปี พ.ศ.2506 และคาดว่าจะสามารถรองรับความต้องการในการใช้น้ำประปาของประชาชนได้ถึงปี พ.ศ.2510

ในปี พ.ศ.2509 รัฐบาลได้จัดตั้งคณะกรรมการป้องกันและแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาขึ้น ซึ่งมีรัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยเป็นประธาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาในพื้นที่ของกรุงเทพมหานครอย่างถาวร ในที่สุดคณะกรรมการก็ได้มีมติเห็นชอบที่จะจ้างบริษัทวิศวกรที่ปรึกษามาจัดทำแผนแม่บทระยะยาว เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการในการใช้น้ำประปาของประชาชนที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและในปี พ.ศ.2510 บริษัท แคมป์ ดริสเซอร์ แอนด์ แมกกี อิงค์ จำกัด (Camp Dresser and McKee Inc.) ก็ได้รับอนุมัติจากรัฐบาลให้จัดทำแผนแม่บทระยะยาวดังกล่าวแก่การประปานครหลวง ซึ่งจัดทำแล้วเสร็จในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ.2513

แผนแม่บทระยะยาวฉบับนี้มีระยะเวลาดำเนินการทั้งสิ้น 30 ปี โดยแบ่งระยะเวลาการก่อสร้างออกเป็น 4 ระยะ และคาดว่าจะเสร็จสมบูรณ์ในปี พ.ศ.2543 สามารถเพิ่มกำลังการผลิต



น้ำประปาจากโรงงานผลิตน้ำทั้งหมด 3 แห่ง ของการประปานครหลวงเป็น 5.5 ล้านลูกบาศก์เมตร ต่อวัน และสามารถให้บริการประชาชนได้ 8.5 ล้านคน ในระยะแรกของการก่อสร้างการประปานครหลวงจะทำการก่อสร้างโรงงานผลิตน้ำบางเขน โดยมีกำลังการผลิตน้ำประปาวันละ 1.2 ล้านลูกบาศก์เมตร ซึ่งสามารถเปิดดำเนินการได้ในปี พ.ศ.2518

สืบเนื่องจากปัญหาการขาดแคลนเงินลงทุนและวิกฤตการณ์ทางน้ำมัน ส่งผลให้ราคา ค่าก่อสร้างและค่าวัสดุสูงขึ้น โครงการก่อสร้างในระยะ แรกจึงจำเป็นต้องเลื่อนออกไปจากแผนเดิม การประปานครหลวงจึงแบ่งปริมาณงานโครงการระยะแรกออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ได้แก่ โครงการปรับปรุงกิจการประปาแผนหลักครั้งที่ 1 และช่วงที่ 2 ได้แก่ โครงการปรับปรุงกิจการประปาแผนหลักครั้งที่ 2

การประปานครหลวงได้ทำการแก้ไขและปรับปรุงแผนแม่บทขึ้นใหม่อีก 2 ครั้ง ในปี พ.ศ.2527 และ พ.ศ.2533 โดยแผนแม่บทฉบับหลังสุดนั้นได้จัดทำโดยบริษัทวิศวกรที่ปรึกษา คือ บริษัท ไทย ดีซีไอ จำกัด (Thai DCI Co.,Ltd.) และ บริษัท ซาเฟท คอนเซาท์ติ้ง อินจิเนียร์ จำกัด (Safege Consulting Engineers) โดยแผนแม่บทฉบับนี้มีระยะเวลา 30 ปี เริ่มตั้งแต่ พ.ศ.2530 ถึง พ.ศ.2560

## การสูญเสียน้ำประปา

### 1. สาเหตุของการสูญเสีย

การสูญเสียน้ำประปา เป็นปริมาณน้ำในระบบท่อประปาที่สูญหายไปโดยไม่สามารถระบุจำนวน เวลา และสถานที่ได้ ซึ่งการสูญเสียน้ำประปาจากระบบท่อนั้นจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบแรงดันของน้ำประปา กล่าวคือ ทำให้ผู้ใช้น้ำที่อาศัยอยู่ปลายเส้นท่อของท่อประปา จะได้ไม่ได้รับน้ำประปาที่การประปานครหลวงสูบจ่ายให้ และยังเกิดผลทำให้ผู้ใช้น้ำประปาตามแนวเส้นท่อประปาได้รับ ผลกระทบจากน้ำประปาที่ไหลอ่อนอีกด้วย

การสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวงนั้น อาจเกิดจากสาเหตุต่าง ๆ ได้หลายกรณี แต่ประมาณกว่าร้อยละ 90 มีสาเหตุเกิดจากท่อแตก ท่อรั่ว

สาเหตุของการสูญเสียในระบบประปาของการประปานครหลวง สามารถแยกได้เป็น 2 ประเภท คือ

#### 1.1 การสูญเสียที่เกิดจากการบริหารและการจัดการ มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ

##### (1) การวัดน้ำคลาดเคลื่อน

- การอ่านมาตรวัดน้ำผิดพลาดและต่ำกว่าความเป็นจริง กรณีนี้เกิดจากพนักงานของการประปานครหลวงที่ทำหน้าที่อ่านมาตรและออกใบแจ้งหนี้ด้วยเครื่องอ่านมาตรมือถือพร้อมออกใบแจ้งหนี้ได้ไปอ่านน้ำจากมาตรวัดน้ำ ณ สถานที่ใช้น้ำ และด้วยสาเหตุใดก็ตามทำให้พนักงานอ่านมาตร ทำการอ่านมาตรวัดน้ำด้วยตัวเลขที่ต่ำกว่าเป็นจริง

- การออกไปแข็งหนี้ตลาดเคลื่อน การออกบิลที่ผิดพลาดไม่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง และจำเป็นต้องยกเลิกในภายหลัง ทำให้ต้องลดหย่อนค่าน้ำหรือคืนเงินค่าน้ำทำให้เกิดการสูญเสียน้ำประปา

- การลดมาตรวัดน้ำ เนื่องจากยกเลิกใช้น้ำหรือเนื่องจากค้างชำระค่าน้ำเกิดจากกรณีที่ผู้ใช้น้ำของการประปานครหลวง ยกเลิกการใช้น้ำและมีหนี้ค่าน้ำประปาค้างชำระแต่ผู้ใช้น้ำรายนั้น ๆ ไม่ยอมนำเงินค่าน้ำประปาที่ค้างมาชำระให้แก่การประปานครหลวง

- บางกรณีที่ระบบท่อภายในของผู้ใช้น้ำเกิดการรั่วไหล แต่การประปานครหลวง ต้องรับภาระลดหย่อนค่าน้ำที่รั่วไหล สาเหตุนี้เกิดจากการที่ท่อน้ำประปาภายในที่พักอาศัยของผู้ใช้น้ำเกิดการแตกรั่วโดยผู้ใช้น้ำไม่ทราบ จึงทำให้ค่าน้ำประปาสูงกว่าปกติที่ควรจะเป็น เมื่อผู้ใช้น้ำร้องขอให้การประปานครหลวงดำเนินการตรวจสอบ การประปานครหลวงก็จะทำการตรวจสอบให้และเมื่อพบว่าเกิดท่อแตกรั่วภายในที่พักอาศัย การประปานครหลวงจะลดหย่อนค่าน้ำประปาให้กับผู้ใช้น้ำ ซึ่งการประปานครหลวงจะเรียกกรณีเช่นนี้ว่า “ลดหย่อนค่าน้ำประปาที่รั่วภายใน” ซึ่งการลดหย่อนค่าน้ำประปาที่เกิดจากท่อแตก ท่อรั่วภายในที่พักอาศัยนั้น การประปานครหลวงมีการกำหนดอำนาจหน้าที่ และอัตราที่พนักงานในแต่ละระดับสามารถจะลดหย่อนให้ได้

- การใช้น้ำในการก่อสร้างวางท่อประปา การติดตั้งประปาใหม่ การบำรุงรักษาระบบท่อ จำเป็นต้องใช้น้ำในการทดสอบแรงดันและทำความสะอาดท่อ ซึ่งอาจมีการคำนวณปริมาณการใช้น้ำประปาจากกิจกรรมดังกล่าวต่ำกว่าความเป็นจริง

- การใช้น้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์ ได้แก่ การใช้น้ำประปาเพื่อกิจการสาธารณประโยชน์ เช่น ล้างถนน รดน้ำสวนสาธารณะ ก๊อกน้ำสาธารณะ เพื่อการดับเพลิง การล้างท่อน้ำ เป็นต้น

### (2) การลักใช้น้ำ – ใช้น้ำไม่ผ่านมาตร

- เจตนาลักใช้น้ำ โดยการลักลอบต่อท่อจากระบบจ่ายน้ำของการประปานครหลวงโดยไม่ผ่านมาตรวัดน้ำ

- ลักลอบใช้น้ำจากหัวดับเพลิง และก๊อกสาธารณะ

### (3) การควบคุมการสูญจ่ายน้ำ

เนื่องจากปริมาณการใช้น้ำในแต่ละช่วงของวันไม่สม่ำเสมอ บางช่วงเวลาใช้น้ำมากบางช่วงเวลาใช้น้ำน้อย หากขาดการบริหารและการควบคุมการสูญจ่ายน้ำที่มีประสิทธิภาพ จะมีผลกระทบต่อปริมาณการสูญเสียรวมถึงความคงทนถาวรของระบบท่อ เช่น ในบางเวลาต้องส่งน้ำประปาคด้วยปริมาณและแรงดันสูงมากกว่าปกติเพื่อให้มีน้ำเพียงพอ กับความต้องการของผู้ใช้น้ำทำให้ท่อชำรุดเสียหายและเกิดการสูญเสียขึ้น

## 1.2 การสูญเสียจากงานด้านเทคนิค มีองค์ประกอบที่สำคัญคือ

(1) จากมาตรฐานและอุปกรณ์วัดปริมาณน้ำคลาดเคลื่อน เช่น

- มาตรฐานวัดน้ำเดินไม่เที่ยงตรงตามสภาพอายุการใช้งาน
- มาตรฐานวัดน้ำไม่เดิน
- ติดตั้งมาตรฐานวัดน้ำบิดหรือเอียง
- มาตรฐานวัดน้ำสูญหาย
- มาตรฐานวัดน้ำถูกทำลาย
- มาตรฐานวัดน้ำจมดิน ฝ้ามัว อ่านได้ไม่ชัดเจน

(2) การออกแบบก่อสร้างวางท่อ ไม่มีข้อมูลใต้ดินหรือแผนที่ใต้ดินที่ชัดเจน ทำให้การออกแบบไม่สมบูรณ์ เมื่อมีการก่อสร้างจะพบปัญหาบางครั้งท่อหรืออุปกรณ์ประกอบที่วางอยู่ใต้หรือบนสิ่งก่อสร้างของระบบสาธารณูปโภคอื่น ๆ ภายหลังเมื่อมีการท่อดำเนินการทำให้เกิดการเบียดเสียดกันเกิดการรั่วไหลในระบบท่อ

(3) การท่อดำเนินการของดิน เนื่องจากมีการใช้น้ำบาดาลเป็นจำนวนมาก ทำให้ดินในกรุงเทพและปริมณฑลเกิดการทรุดตัว ระบบท่อที่ก่อสร้างไว้บางครั้งไม่สามารถท่อดำเนินการตามได้ หรือบางครั้งการท่อดำเนินการไม่สม่ำเสมอหรือไม่พร้อมกัน จึงเป็นสาเหตุทำให้ท่อรั่วได้

(4) การกัดกร่อนเนื่องจากคุณสมบัติของดิน ซึ่งบางแห่งมีการกัดกร่อนสูงหรือบางแห่งมีความต่างศักย์ของกระแสไฟฟ้าก็ทำให้เกิดการกัดกร่อนขึ้นได้และเกิดการรั่วไหลเร็วกว่าสภาพปกติ

(5) แรงกระทำภายนอก ระบบท่อประปาส่วนมากวางอยู่ใต้พื้นดินเมื่อมีแรงกดหรือแรงอัดเหนือผิวดินหรือรอบผิวดินของระบบท่อทำให้เกิดการรั่วไหล

(6) การเลือกใช้ท่อและอุปกรณ์ เนื่องจากการประปานครหลวงมีงบประมาณจำกัดในการขยายเขตบริการและบำรุงรักษาท่อเดิม จำเป็นต้องเลือกใช้ท่อและอุปกรณ์ที่มีคุณภาพต่ำเป็นสาเหตุทำให้เกิดการรั่วไหลได้ง่าย

(7) ความเร่งรีบของช่วงเวลาการก่อสร้าง เนื่องจากระบบการจราจรของกรุงเทพและปริมณฑลมีสภาพแออัด ขาดระเบียบวินัย การก่อสร้างวางท่อต้องดำเนินการในลักษณะเร่งรีบเพื่ออำนวยความสะดวกในการสัญจรไปมาของประชาชนเป็นเหตุให้งานก่อสร้างขาดคุณภาพ

(8) การประสานงานของหน่วยงาน เนื่องจากการก่อสร้างวางท่อประปาเป็นงานก่อสร้างในพื้นที่เปิด (Open area) และมักจะมีสิ่งก่อสร้างอื่น ๆ ที่อยู่ใต้ดินหรือบนผิวดินอยู่แล้ว บางครั้งหากไม่มีการประสานงานที่ดีจะทำให้สิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เหล่านั้นชำรุดเสียหายในเวลาอันรวดเร็ว และบางครั้งจำเป็นต้องมีการรื้อย้าย ปรับเปลี่ยนใหม่ทำให้เกิดการสูญเสีย

## 2. สาเหตุทำให้เกิดท่อประปาชำรุดแตกรั่ว

สาเหตุสำคัญที่มีผลทำให้ท่อประปาชำรุดแตกรั่ว ประกอบด้วย

2.1 การเคลื่อนตัวและการทรุดตัวของดิน เกิดจากสาเหตุต่าง ๆ เช่น การก่อสร้างอาคารสูง ๆ การก่อสร้างใกล้เคียงแนวท่อประปา การลดลงของระดับน้ำใต้ดิน ฯลฯ เหล่านี้ ทำให้ท่อหรือข้อต่อท่อแตกหลุดจากกัน เพราะท่อไม่สามารถทนต่อแรงนี้ได้ หรือการก่อสร้างวางท่อไม่ถูกต้อง ตามหลักเกณฑ์ทางวิศวกรรม ก่อสร้าง ผิดไปจากแบบมาก และการเลือกชนิดท่อหรืออุปกรณ์ท่อที่ไม่ถูกต้อง เมื่อดินมีการเคลื่อนและทรุดตัวเป็นผลให้ท่อแตกหักเสียหาย ทำให้เกิดการรั่วไหลของน้ำประปาในระบบท่อได้

2.2 การกัดกร่อน ในสภาพที่พื้นดินเป็นกรด-ด่าง หรือมีความเค็ม เป็นเหตุให้ท่อที่เป็นโลหะผุกร่อนจากภายนอกเข้าไป หรือหากน้ำประปานั้นไม่บริสุทธิ์เพียงพอ ท่อก็จะถูกกัดกร่อนจากภายในออกมาได้ การรั่วไหลของน้ำประปาจึงเกิดขึ้น จึงควรเปลี่ยนใช้ท่อที่ไม่ใช่โลหะแทน หรือเลือกใช้ท่อที่มีการเคลือบผิวเพื่อป้องกันการกัดกร่อนไว้เป็นอย่างดี

2.3 สภาพการจราจร แรงสั่นสะเทือนที่เกิดจากการจราจรหรือรถที่น้ำหนักบรรทุกมาก ก็เป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้ท่อสั่นคลอนและอาจเกิดการแตกรั่วได้ในที่สุด ดังนั้นในการวางท่อจึงควรหลีกเลี่ยงการวางใต้ผิวจราจรให้มากที่สุด หรืออาจต้องพิจารณาวางท่อให้ลึกพอสมควรแต่ต้องไม่ลึกเกินไป เพราะจะไม่สะดวกในการตรวจสอบดูแลบำรุงรักษาและขุดซ่อมเมื่อมีการชำรุดรั่วไหลเกิดขึ้น

2.4 อายุการใช้งานของท่อและอุปกรณ์ท่อ ท่อและอุปกรณ์ท่อทุกชนิดมีอายุการใช้งานเมื่อถึงเวลาที่สมควรจึงควรเปลี่ยนวางท่อใหม่ทดแทนท่อเดิม ท่อที่จะต้องเปลี่ยนเหล่านี้จะสังเกตได้จากการที่มีการรั่วแตกอยู่เสมอและต้องซ่อมบ่อยครั้ง ซึ่งการเปลี่ยนจะคุ้มต่อการลงทุนมากกว่าการที่จะต้องซ่อมอยู่เป็นประจำ

2.5 พฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงาน ความละเอียดรอบคอบในการปฏิบัติงานก็เป็นสิ่งสำคัญที่ทำให้หลีกเลี่ยงปัญหาท่อแตกรั่วได้ทางหนึ่ง ตัวอย่างเช่น ในการปิดเปิดประตุน้ำ หากปิดเปิดไม่เต็มที่อาจทำให้ประตุน้ำรั่วซึมได้ หรือการใช้น้ำจากหัวดับเพลิงแล้วลืมปิดประตุน้ำ ก็อาจทำให้น้ำรั่วออกมาทางฝากรอบได้

## 3. ลักษณะของท่อแตก ท่อรั่วและเทคนิคในการสำรวจหาท่อแตก ท่อรั่ว

**ท่อรั่วบนดิน** หมายถึงท่อรั่วที่มองเห็นน้ำรั่วที่ผิวดินหรือผิวจราจร ไม่ว่าจะท่อที่รั่วนั้นจะอยู่บนดินหรือฝังอยู่ใต้ดินก็ตาม

**ท่อรั่วใต้ดิน** หมายถึง ท่อรั่วที่มองไม่เห็นน้ำที่รั่ว เพราะน้ำนี้จะไหลลงสู่ใต้ดิน หรือ ไหลลงสู่ท่อระบายน้ำ เป็นต้น และส่วนใหญ่จะเกิดกับท่อที่วางฝังไว้ใต้ดิน จึงต้องใช้เทคนิค พร้อมทั้งประสบการณ์ และเครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว เพื่อค้นหาตำแหน่งรั่ว

สำหรับเทคนิคในการสำรวจหาท่อแตก ท่อรั่วใต้ดิน ที่การประปานครหลวงใช้อยู่ในปัจจุบัน คือ

3.1 วิธีการสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน การสำรวจหาตำแหน่งรั่วไหลในระบบท่อประปาที่ฝังอยู่ใต้ดิน ซึ่งไม่สามารถค้นหาได้ด้วยสายตานั่น แบ่งวิธีการเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ ๆ สรุปได้ดังนี้

(1) เมื่อเริ่มปฏิบัติงาน จะต้องพิจารณาค้นหาตำแหน่งรั่ว "อย่างคร่าว ๆ" ซึ่งเรียกว่าเป็นการหาบริเวณรั่ว โดยวิธี "เดินโดยละเอียด" เพื่อสังเกตหาสิ่งผิดปกติไปตามแนวท่อประปาและพิจารณาหาจุดรั่วไหล

- สังเกตน้ำที่นองผิวจราจรหรือทางเดินเท้าโดยตรวจดูลักษณะการไหลวนหรือความไม่นิ่งของน้ำ แต่ต้องพิจารณาให้แน่ใจว่าเกิดจากน้ำทิ้งหรือน้ำท่วมขังหรือไม่

- สังเกตรอยทรุดระหว่างตัวอาคารกับทางเท้า ซึ่งมักเป็นสาเหตุที่ทำให้ท่อประปาบรรจบเข้ากับมาตรวัดน้ำชำรุดแตกหลุด

- ทดสอบแรงดันน้ำโดยการวัดหรือสอบถามผู้ใช้น้ำว่าแรงดันน้ำที่ใช้ลดลงบ้างหรือไม่

- กรณีสำรวจหาท่อรั่วในเวลากลางคืนในช่วงเวลาที่มีอากาศเย็นมากหรือหนาวจัดให้ทดลองใช้ไฟฉายส่องไปยังที่ที่มีน้ำนอง หากเป็นน้ำประปารั่วก็อาจเห็นไอจาง ๆ เนื่องจากน้ำประปามีอุณหภูมิสูงกว่าภายนอก และสูงกว่าน้ำอื่น ๆ ที่ไหลนองอยู่แล้ว

(2) เมื่อได้ดำเนินการตามข้อ 1.1 แล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องใช้เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว ทำการตรวจหาเพื่อ "กำหนดตำแหน่งรั่วที่แน่นอน" ต่อไป

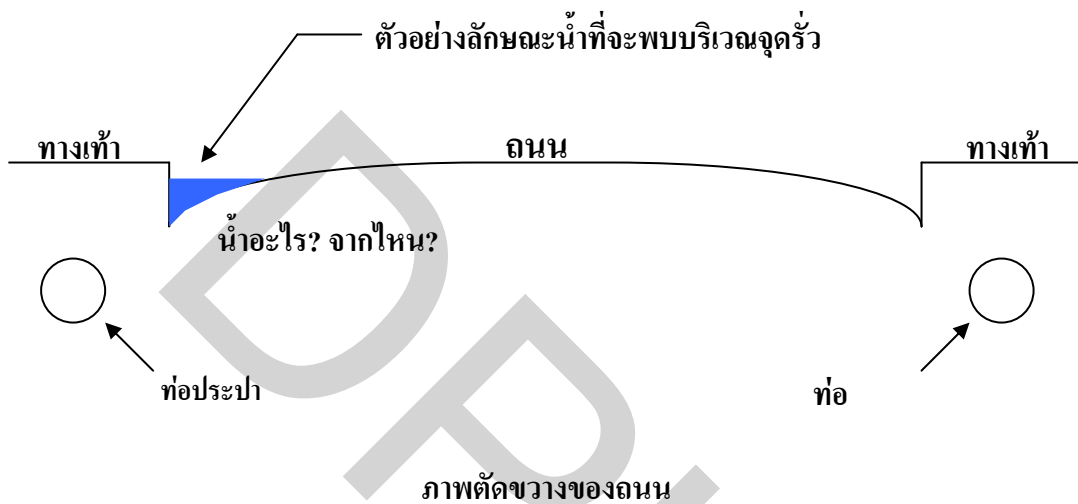
3.2 อุปสรรคที่ทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนในการกำหนดตำแหน่งที่ท่อประปารั่ว ที่พบเห็นประจำ มีดังนี้

(1) กรณีท่อแตกรั่วเป็นจุดใหญ่ในบริเวณที่น้ำประปามีแรงดันสูงและท่อประปาฝังอยู่ภายใต้พื้นดินที่ร่วนและอ่อน น้ำที่รั่วไหลออกมามักจะไปกระทบกับวัตถุแข็ง เช่น ปูนหรือก้อนหิน เป็นต้น ทำให้เกิดเสียงของแรงฉุด เป็นเหตุให้ผู้สำรวจโดยใช้เครื่องมือเข้าใจผิดคิดว่าจุดที่ได้ยินเสียงนั้นคือจุดรั่วที่แท้จริง ในกรณีนี้จึง มีความจำเป็นที่จะต้องนำแผนที่หรือแผนผังแสดงแนวและตำแหน่งท่อประปาใช้ประกอบในการสำรวจหาตำแหน่งรั่วด้วย จะได้ทราบว่าจุดรั่วจริงนั้นควรอยู่ที่ตำแหน่งใด

(2) สภาพของพื้นผิวที่จะต้องค้นหาตำแหน่งรั่ว เช่น ผิวจราจรที่เป็นคอนกรีตหนา จะทำให้เสียงฉุดของน้ำประปากระจายไปทั่วและอาจจางหายไปหรือค่อยลงมาก ในกรณีนี้ควรขุดทรายให้เป็นแอ่งและวัดหรือสูบน้ำที่นองออกให้หมด แล้วสังเกตว่าน้ำขึ้นมา

ตรงจุดใดมากที่สุด จากนั้นควรพยายามขุดให้ใกล้เส้นท่อที่ฝังอยู่เพื่อใช้เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว กำหนดตำแหน่งรั่วที่แน่นอน แต่หากดำเนินการเองไม่ได้ ควรขอความร่วมมือจากหน่วยซ่อมขุด ให้ถึงหลังท่อที่สงสัยแล้วจึงใช้เครื่องมือสำรวจตรวจฟังที่หลังท่อที่ขุดแล้ว ก็จะสามารถระบุได้ว่า ท่อเส้นนั้นรั่วหรือไม่ แต่บางครั้งแม้ว่าขุดถึงหลังท่อแล้วก็ตามก็ยังไม่พบน้ำรั่วขึ้นมาให้เห็น แม้ว่าตรงนั้นจะเป็นจุดรั่วจริงทั้งนี้เพราะเป็นการรั่วใต้ตัวท่อ และน้ำรั่วได้ไหลเซาะลงไปทำให้เกิด เป็นโพรง ในกรณีนี้จำเป็นต้องขุดลงไปถึงใต้ตัวท่อก็จะพบจุดรั่วดังกล่าว

ภาพที่ 3 ลักษณะที่จะพบน้ำบริเวณจุดรั่วซึม



(3) ความลึกของท่อประปาก็เป็นอุปสรรคที่สำคัญต่อการตรวจหาจุดรั่วหรือ กรณีที่ท่อฝังอยู่ภายใต้พื้นทรายล้วน ๆ เพราะเสียงที่เกิดจากน้ำประปารั่วจะจางหายไปมาก ทำให้ใช้เครื่องมือตรวจหาไม่พบ

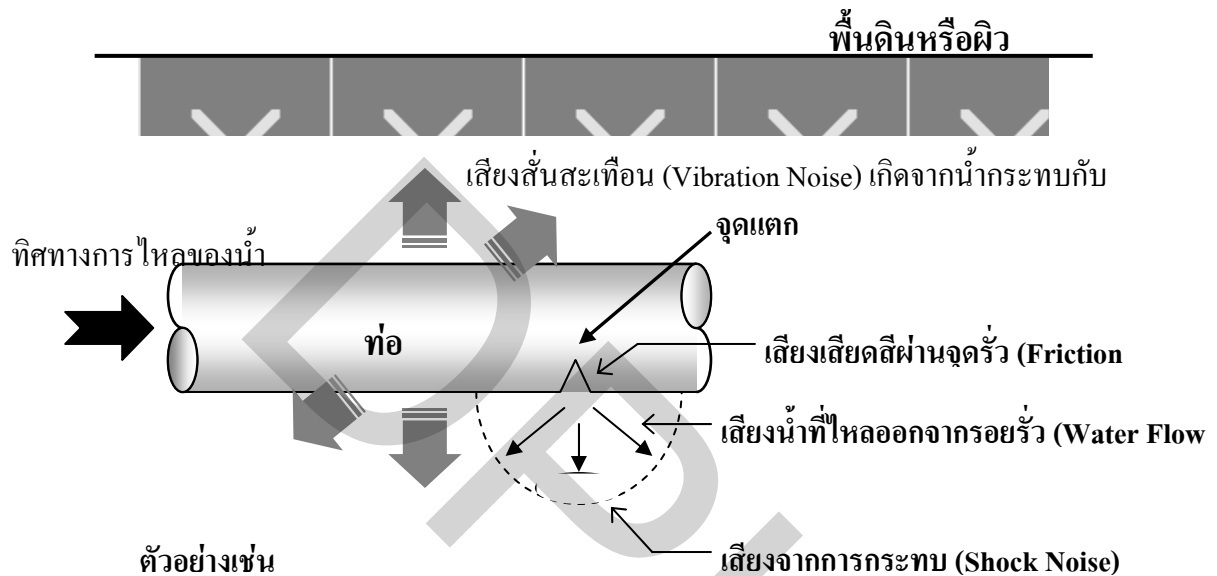
(4) เสียงรบกวนต่าง ๆ เช่น เสียงจากหม้อแปลงไฟฟ้า เสียงเครื่องปรับอากาศ เสียงตู้แช่น้ำอัดลมแบบหยอดเหรียญ เสียงปั๊ม-มอเตอร์ เสียงลม เสียงน้ำทิ้งไหลลงท่อระบายน้ำ เสียงรถยนต์ และเสียงไฟฟ้าไหลลงสู่ดิน ฯลฯ เป็นต้น เหล่านี้ เป็นอุปสรรคที่สำคัญมาก ต่อการสำรวจหาท่อรั่วใต้ดิน เพราะทำให้ผู้ปฏิบัติงานไขว้เขวและตรวจหาจุดรั่วลำบากขึ้น หากพบเสียงเหล่านี้ก็ต้องค้นหาสาเหตุของดินเสียงให้ได้ และเป็นความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง หมั่นฝึกฝนทักษะประสบการณ์ในการพิจารณาแยกเสียงต่าง ๆ ที่คล้ายกับเสียงน้ำรั่วและเสียง ที่รบกวนการสำรวจจนกระทั่งเกิดความชำนาญ

#### ลักษณะของเสียงน้ำประปาที่เกิดจากท่อแตก ท่อรั่ว

เสียงที่เกิดจากท่อแตกรั่วนั้น เป็นเสียงผสมที่มีความถี่อยู่ในช่วงประมาณ 100 ถึง 2,000 เฮิรตซ์ (Hertz : Hz) ซึ่งเกิดขึ้นจาก

- เสียงการสั่นสะเทือนที่เกิดจากน้ำประปาที่ไหลในเส้นท่อกระทบกับผิวในของท่อ ซึ่งมักมีตะกอนเกิดขึ้น ท่อเก่าจึงมักมีเสียงน้ำไหลดังกว่าท่อใหม่
- เสียงเสียดสีที่เกิดจากน้ำไหลผ่านรอยแตกรั่วของท่อ
- เสียงน้ำที่ไหลออกมาจากรอยรั่วของท่อตามข้อ 2
- เสียงที่เกิดจากน้ำที่รั่วไหลออกมานั้นไปกระทบกับก้อนหินหรือวัสดุที่อยู่ใต้ดินบริเวณที่ท่อรั่ว

ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงต้นเหตุของเสียงที่เกิดจากท่อรั่ว



ตัวอย่างเช่น

- ถ้าน้ำมีแรงดันสูง แต่ขนาดของรอยรั่วเล็ก ทำให้มีการเสียดสีที่รอยรั่วมาก เสียงที่ได้ยินก็จะเป็นเสียงความถี่สูง แต่เสียงที่กระทบกับวัตถุภายนอกจะค่อยๆ และปริมาณน้ำรั่วไหลก็จะน้อยกว่ากรณีรอยรั่วใหญ่
- ถ้ารอยรั่วใหญ่ เสียงเสียดสีจะน้อย แต่เสียงกระทบจะดัง ทำให้เกิดเสียงความถี่ต่ำ

วิธีการลดการสูญเสียประปา

1.มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย

มาตรการป้องกันน้ำสูญเสีย แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่

1.1 มาตรการพื้นฐานขั้นต้น (Fundamental Measure) จะมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

- จัดหาและเตรียมสถิติข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งแหล่งที่มาของข้อมูล จัดทำแผนที่ระบบท่อประปาและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ประตูน้ำ ประตูระบายอากาศ มาตรวัดน้ำ หัวดับเพลิง กำหนดพื้นที่ที่จะดำเนินการสำรวจ และ ตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์เครื่องวัดน้ำต่าง ๆ เป็นต้น

- ตรวจสอบสภาพที่แท้จริง เป็นการหาปริมาณหรืออัตราการรั่วไหลในระบบการจ่ายน้ำ วัดแรงดันน้ำในระบบส่งและจ่ายน้ำ ตรวจสอบสาเหตุที่ทำให้ท่อแตกรั่วแล้วนำผลที่ได้มาวิเคราะห์

- ศึกษา ปรับปรุง และพัฒนาท่อ-อุปกรณ์ท่อ ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงชนิด ขนาดของท่อ และอุปกรณ์ ต่าง ๆ เช่น ประตุน้ำ ข้อต่อท่อ มาตรฐานน้ำ ให้ทันสมัยและเหมาะสมกับสภาพที่ใช้งานอยู่เสมอ

- พัฒนาเทคโนโลยี โดยการศึกษาวิธีการวัดน้ำสูญเสียที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ศึกษาวิธีและเทคนิคในการตรวจหาที่รั่วใต้ดิน วิธีตรวจสอบหาตำแหน่งท่อ ประตุน้ำ ที่จุ่ม และวิธีการซ่อมท่อ ฯลฯ

### 1.2 มาตรการแก้ไข (Symptamatic Measure)

- การแก้ไขเร่งด่วน คือทำการซ่อมที่รั่ว "ทุกจุด" ในทันทีที่ทราบถึงการรั่วไหลของน้ำประปา

- งานที่ต้องปฏิบัติตลอดเวลา ดำรงรักษาตำแหน่งที่ที่รั่ว "ใต้ดิน" และที่รั่ว "บนดิน" ที่ต้องใช้เครื่องมือกำหนดตำแหน่ง และรีบซ่อมทันที

- วางแผนงานป้องกัน การวางแผนงานต้องผนวกงานสำรวจที่รั่วเข้าไว้ด้วย

### 1.3 มาตรการปรับปรุงป้องกัน (Preventive Measure)

- งานออกแบบและก่อสร้าง ต้องออกแบบและก่อสร้างวางท่อและอุปกรณ์ท่อให้ทนต่อแรงกระทำจากภายนอก เช่น พื้นดินทรุด แผ่นดินไหว การถูกกัดกร่อนจากสภาพความเป็นกรดเป็นด่างของดิน ฯลฯ เลือกชนิดท่อที่คงทนได้ในแต่ละลักษณะของพื้นที่วางท่อ เพื่อให้มีอายุการใช้งานยาวนาน ท่อและข้อต่อจะต้องสามารถกันการรั่วซึมได้ และต้องหล่อแทนและตอกเข็มเพื่อเสริมความมั่นคงแข็งแรงที่ท่อสามทางหรือท่อโค้งเสมอ

- ป้องกันระบบท่อ ทำการป้องกันท่อประปาและอุปกรณ์ท่อไม่ให้ชำรุดหรือผุกร่อนง่าย เช่น เคลือบผิวท่อทั้งภายในและภายนอก หล่อแทนและตอกเข็มรับโค้ง ดัดตั้งมาตรฐานน้ำในตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อความสะดวกในการตรวจสอบดูแลบำรุงรักษา เป็นต้น

- ตระเวนตรวจตราระบบท่อประปาอย่างสม่ำเสมอ โดยการจัดหน่วยออกตระเวนตรวจตราระบบท่อประปา พร้อมทั้งให้คำแนะนำแก่หน่วยที่ปฏิบัติงานสนาม และผู้ใช้น้ำ หรือหน่วยงานอื่นที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดจากงานก่อสร้างขององค์กรอื่น โดยจะต้องกระทำอย่างต่อเนื่องสม่ำเสมอ

- ควบคุมแรงดันน้ำ ทำการควบคุมการปิดเปิดหรือหริ้ประตุน้ำในระบบจ่ายน้ำ ควบคุมแรงดันน้ำในระบบสูบน้ำโดยพิจารณาถึงเวลาที่มีการใช้น้ำประปา กำหนดจุดติดตั้งประตุน้ำไว้ในที่ ที่เหมาะสม เช่น บริเวณท่อแยก และติดตั้งประตุน้ำลดแรงดันไว้ในพื้นที่ที่จำเป็น เป็นต้น



## 2. เครื่องมือที่เกี่ยวข้องกับงานสำรวจหาท่อแตก ท่อรั่วใต้ดิน

เนื่องจากการสำรวจตรวจหาจุดรั่วของท่อประปาใต้ดินนั้น จะต้องทราบถึงแนวและตำแหน่งของท่อประปาและประตุน้ำ ขนาดและชนิดของท่อประปา และต้องทราบว่าบริเวณนั้น น้ำประปามีแรงดันพอที่จะทำการสำรวจหาท่อรั่วหรือไม่ รวมทั้งต้องทราบว่าบริเวณที่วางท่อนั้นดินมีสภาพเช่นใดหรือเป็นดินชนิดใด ต้องทราบถึงบริเวณที่มีการรั่วและต้องหาหรือกำหนดตำแหน่งที่ท่อรั่ว "ให้ได้" ดังนั้นในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการ คั่นหาระบบท่อประปาและตำแหน่งท่อรั่วนี้ พอดีจะจำแนกเครื่องมือเกี่ยวข้องที่สำคัญ คือ

### 2.1 เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว แบ่งตามขอบเขตของการใช้งานเป็น 2 ประเภท คือ

#### (1) เครื่องมือสำรวจหาบริเวณที่มีท่อรั่ว

เป็นเครื่องช่วยในการค้นหาบริเวณที่มีท่อประปารั่วเท่านั้น แต่ไม่สามารถใช้ชี้ชัดลงไปได้ว่าท่อนั้นรั่วตรงจุดใด เครื่องมือเหล่านี้ผลิตและพัฒนาขึ้นมาเพื่อประหยัดเวลาของการเดินสำรวจหาท่อรั่วนั้นเอง

#### (2) ชุดตรวจสอบคลอรีนคงเหลือในน้ำประปา (Residual Chlorine Test Kit)

เมื่อพบน้ำที่สงสัยให้หยอดน้ำยาหรือเม็ดยา (แล้วแต่ชนิดของการผลิต) ลงในตัวอย่างน้ำที่ตักขึ้นมา หากน้ำเปลี่ยนเป็นสีเหลือง (กรณีใช้น้ำยา) หรือสีม่วง (กรณีใช้เม็ดยา) ก็แสดงว่าเป็นน้ำประปาแน่นอน แต่หากสีไม่เปลี่ยนก็อย่าเพิ่งแน่ใจว่าไม่ใช่ น้ำประปา เพราะคลอรีนอาจหมดไปแล้วหรือตัวยาอาจเสื่อมสภาพ ให้ใช้เครื่องมือชนิดอื่น ๆ ตรวจหาบริเวณรั่วแทน

#### (3) เครื่องสັกท่อ

เครื่องมือนี้ก็คือ Plunger Bar หรือ Boring Bar หลักการใช้คือเมื่อตอกส่วนล่างลงไปในดินแล้ว หากมีท่อรั่วบริเวณนั้นน้ำประปาก็อาจไหลขึ้นมาตามรูที่เจาะ หรือเมื่อชักส่วนล่างขึ้นมาแล้วปรากฏว่าแท่งโลหะนั้นเปียก ก็อาจเกิดจากน้ำประปา ทำให้สงสัยได้ว่าบริเวณตรงนั้นมีท่อรั่ว

#### (4) เครื่องดักฟังเสียงน้ำรั่ว (Aqua Phone หรือ Water Phone หรือ Acoustic Rod หรือ Sounding Rod)

เครื่องมือนี้มีลักษณะคล้ายกับหูฟังโทรศัพท์ที่มีส่วนปลายแหลมด้านแหลมนี้ทำด้วยโลหะหรือไม้หรือวัสดุแข็งอื่น ๆ ซึ่งมีความยาวแตกต่างกันแล้วแต่วัตถุประสงค์และพื้นที่ที่จะใช้งานว่าจะตรวจฟังที่กำแพง ที่ตัวท่อหรือที่หัวเก็บของประตุน้ำ ซึ่งถ้าบริเวณนั้นมีน้ำรั่วไหลออกจากระบบท่อประปาก็จะได้ยินเสียงเครื่องมือนี้มีทั้งแบบใช้หูฟังธรรมดาและแบบมีวงจรอิเล็กทรอนิกส์เป็นภาคขยายเสียง

(5) เครื่องมือวิเคราะห์หาบริเวณที่มีท่อรั่วแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Leak Zone Tester, Leak Analyzer, Aqua Log หรือ Noise Logger)

เครื่องมือเหล่านี้ใช้หลักการประยุกต์จากเครื่องมือในข้อ (3) แต่มีภาคขยายเสียงหรือปัจจุบันมีชุดวิเคราะห์ความดัง ลักษณะเสียง และช่วงระยะเวลาที่เกิดเสียง และบางชนิดก็สามารถใช้ติดตั้งเข้ากับหัวดับเพลิงได้ (ซึ่งเหมาะกับท่อที่เป็นโลหะและน้ำประปามีแรงดันสูงพอสมควร)

## 2.2 เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่ว

หลังจากที่ตรวจหาบริเวณที่มีท่อรั่วพบแล้ว ก็จะใช้เครื่องมือที่จะกล่าวถึงนี้เพื่อช่วยในการตัดสินใจและชี้ชัดลงไปว่าจุดรั่วได้ดินนั้นอยู่ตรงตำแหน่งใด เครื่องมือเหล่านี้มีหลายชนิด เช่น

### (1) เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วแบบแยกเสียง (Globe Geophone หรือ Geophone)

เครื่องมือนี้ได้พัฒนามาจากเครื่องตรวจฟังการเต้นของหัวใจที่แพทย์ใช้ แต่ด้านที่ใช้ในการดักฟังเสียงจะแยกเป็น 2 ข้าง ซ้ายและขวา เพื่อใช้ส่งผ่านเสียงเข้าสู่หูซ้ายและหูขวาของผู้สำรวจในการตรวจฟังอาจดักฟังเสียงบนตัวท่อหรืออุปกรณ์ท่อต่าง ๆ ได้โดยตรง (เป็นการหาบริเวณรั่ว) หรือใช้ดักฟังบนผิวจราจร-ผิวดิน (เป็นการหาตำแหน่งรั่ว) การฟังด้วยหูทั้งสองข้าง ทำให้สามารถแยกเสียงได้ว่าดังมาจากที่ใด และจุดไหนพบว่ามีเสียงดังที่สุด จุดที่ได้ยินเสียงดังที่สุด "เหนือแนวท่อ" ก็คือตำแหน่งที่ท่อประปารั่วได้ดินนั่นเอง เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือสำรวจหาท่อรั่วที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดในขณะนี้ สามารถช่วยค้นหาตำแหน่งรั่วได้แม้ในบริเวณที่ น้ำประปามีแรงดันต่ำ แต่ผู้ใช้จะต้องหมั่นฝึกฝนหาทักษะและประสบการณ์ให้มากเป็นพิเศษ

### (2) เครื่องมือกำหนดตำแหน่งรั่วแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Water Leakage Detector)

เครื่องมือนี้พัฒนามาจากเครื่องมือตาม ข้อ (1) แต่ได้เพิ่มภาคขยายเสียงช่วยในการขยายเสียง และบางรุ่นก็มีภาคตัดความถี่เสียงที่ไม่ต้องการฟังออก ทำให้สามารถตรวจหาท่อรั่วได้ดีขึ้น แต่ ผู้ใช้งานก็จะต้องมีความชำนาญในการแยกเสียงต่าง ๆ ด้วยเช่นกัน

### (3) เครื่องมือวิเคราะห์หาตำแหน่งรั่วแบบคอมพิวเตอร์ (Leak Noise Correlator)

เครื่องมือนี้ใช้เครื่องมือไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาช่วยในการวิเคราะห์เสียงที่เกิดจากน้ำรั่วไหลในช่วงท่อประปาที่สำรวจ ในการใช้งานจะต้องป้อนข้อมูลความยาวท่อชนิดและขนาดท่อลงไป หลักการทำงานของเครื่องใช้วิธีเปรียบเทียบความเร็วของเสียงที่เกิดจากการรั่วที่วิ่งไปตามเนื้อท่อผ่านไปถึงเครื่องดักฟังที่ติดตั้งไว้ที่ช่วงท่อประปานั้นสองจุด และเครื่องมือก็สามารถตอบได้ว่าจุดรั่วในระยะที่ทำการตรวจหาอยู่นั้นอยู่ที่ตำแหน่งใดของท่อช่วงนั้น

เครื่องมือต่าง ๆ เหล่านี้ ยังมีอีกมากมายหลายชนิดและหลายประเภท เช่น เครื่องมือที่ใช้เรดาร์ในการตรวจหาตำแหน่งรั่ว เครื่องส่องดูภายในท่อ (Endoscope) และการใช้แก๊สค้นหาจุดรั่ว ฯลฯ เป็นต้น แต่เครื่องมือที่พัฒนาไปมากราคาก็จะสูงตามขึ้นไปด้วย จึงต้องพิจารณาว่า

จะคุ้มค่าในการซื้อมาลงทุนใช้งานหรือไม่และเหมาะสมกับสภาพพื้นที่ที่จะสำรวจหรือไม่ ต้องไม่ลืมว่าสิ่งสำคัญที่สุดในการสำรวจนั้นก็คือ "ผู้ปฏิบัติ" นั่นเอง เครื่องมือต่าง ๆ เป็นเพียง สิ่งที่ช่วยเหลือเท่านั้น

### โครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย

การลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปา นครหลวง มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาศักยภาพของระบบสูบน้ำ (Distribution Control) ระบบ ควบคุมการจ่ายน้ำ (Leakage Control) และระบบควบคุมน้ำสูญเสียให้มีขีดความสามารถสูงขึ้น โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยสามารถใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐาน ในการบริหารงานสูบน้ำ และงานกิจกรรมป้องกันแก้ไขปัญหาสูญเสียให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด ตามมาตรฐานของระบบท่อประปาและอุปกรณ์ที่ใช้งาน โดยการประปานครหลวงตั้งเป้าหมายที่จะ ลดการสูญเสียและรักษาให้อยู่ที่ระดับร้อยละ 30 อย่างมีเสถียรภาพและอย่างยั่งยืน โดยมีระยะเวลา การดำเนินการตามโครงการ 3 ปี คือตั้งแต่ปี 2547 - 2549

การจัดทำโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียจำเป็นต้องลงทุน เพื่อพัฒนาระบบประปาหลัก 2 ส่วน ให้มีขีดความสามารถสูงขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้ คือ

#### 1. ปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ ประกอบด้วยงาน

(1) ปรับปรุงสถานีสูบน้ำ โดยติดตั้ง ปรับปรุง หรือเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำ ปรับปรุง Sub Station และอุปกรณ์ภายในสถานีสูบน้ำให้มีสมรรถนะสูงขึ้น

(2) เพิ่มจุดจ่ายน้ำ เพื่อเสริมสมรรถนะและความเชื่อมั่นระบบสูบน้ำ โดยเสริมจุดจ่ายน้ำ (Take Off) จากอุโมงค์ส่งน้ำหรือท่อส่งน้ำ ณ ตำแหน่ง Valve Chamber เข้าระบบท่อประปาโดยตรงนอกเหนือจากการจ่ายน้ำจากสถานีสูบน้ำตามปกติ ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นทางเลือกเสริมกำลังน้ำในกรณีต่างๆ เช่น การเพิ่มแรงดันน้ำพื้นที่ที่มีแรงดันน้ำต่ำในช่วงที่มีการใช้น้ำเร่งด่วน หรือการจ่ายน้ำทดแทนสถานีสูบน้ำในช่วงที่มีการใช้น้ำต่ำสุดช่วงเวลากลางคืน เพื่อลดค่าใช้จ่าย หรือการจ่ายน้ำทดแทนกรณีต้องหยุดซ่อมบำรุงสถานีสูบน้ำจ่ายน้ำฉุกเฉิน หรือตามวาระปกติรวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมประตุน้ำทางไกลอัตโนมัติที่สถานีสูบน้ำ และท่อประปา เพื่อควบคุมการผันน้ำ ณ ช่วงเวลาต่างๆในแต่ละพื้นที่บริการ

(3) ประตุน้ำลดแรงดัน (Pressure Reducing Valve : PRV) เพื่อใช้เป็น เครื่องมือปรับลดแรงดันน้ำของท่อประปาบริเวณใกล้เคียงสถานีสูบน้ำให้เหมาะสม ไม่สูงเกินกว่าขีดความสามารถของสภาพท่อจะรับได้

2. งานปรับปรุงเทคโนโลยี ประกอบด้วยงานพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมการสูบน้ำและการลดน้ำสูญเสียให้มีมาตรฐานสูงขึ้น 2 ระบบดังนี้

(1) ระบบควบคุมการสูบน้ำอัตโนมัติ (Supervisory Control and Data Acquisition : SCADA) เนื่องจากการวางแผนการสูบน้ำประปาเพื่อให้บริการผู้ใช้น้ำของการประปานครหลวงเป็นระบบ Conventional ปัจจุบันยังต้องส่งเจ้าหน้าที่ออกสนามเพื่อเก็บรวบรวมสถิติข้อมูลอัตราการไหลและแรงดันน้ำจากเส้นท่อประธาน ณ จุดที่สำคัญๆ เป็นเครื่องมือในการพยากรณ์ความต้องการน้ำในแต่ละช่วงเวลาของวัน เดือน ฤดูกาลเป็นหลัก ดังนั้น การบริหารงานสูบน้ำจึงอาจมีความคลาดเคลื่อนไม่สอดคล้องกับปริมาณความต้องการใช้น้ำของประชาชนในแต่ละช่วงเวลาและพื้นที่อย่างแท้จริงมีผลให้มีท่อประปาและอุปกรณ์แตกรั่วและมีปริมาณน้ำสูญเสียในแต่ละวันเป็นจำนวนมากในขณะที่บางพื้นที่น้ำประปาอาจไม่ไหลหรือไหลอ่อน

(2) ระบบเฝ้าระวังตรวจสอบน้ำสูญเสีย (District Metering Area – DMA.) เนื่องจากประสิทธิภาพการควบคุมน้ำสูญเสียของระบบ Block System ใช้งานเดิมมีข้อจำกัด และค่าใช้จ่ายในการทำกรรมลดน้ำสูญมีแนวโน้มเพิ่มสูงมากขึ้นตามลำดับรวมทั้งไม่มีอุปกรณ์ที่ใช้เป็นเครื่องมือเฝ้าระวังตรวจสอบเพื่อป้องกันและแก้ไขปัญหาน้ำสูญเสียที่มีประสิทธิภาพ

## บทที่ 4

### การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจ ของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียเป็นการวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจ เพื่อตอบคำถามว่าผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจที่จะเกิดขึ้นกับสังคมจะสูงกว่าต้นทุนของทรัพยากรที่จะนำมาใช้ในโครงการหรือไม่ เป็นการวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ ส่วนการประเมินมูลค่าต้นทุนและผลประโยชน์ใช้ราคาตลาด แต่เนื่องจากราคาตลาดของน้ำประปาเป็นราคาที่เป็นบิดเบือนเพราะการควบคุมของรัฐบาล นอกจากนี้ราคาของทรัพยากรหรือปัจจัยการผลิตที่จะนำมาประเมินมูลค่าของทรัพยากรเป็นราคาที่เป็นบิดเบือนด้วยสาเหตุต่าง ๆ เช่นกัน ดังนั้น ในการศึกษาค้างนี้จะใช้วิธีการแปลงมูลค่าทางการเงินให้เป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ โดยใช้ตัวปรับค่า (Conversion Factor : CF) ทั้งนี้เพื่อให้มูลค่าของปัจจัยการผลิตและผลผลิตสะท้อนถึงค่าเสียโอกาสและความยินดีจ่าย (Willingness to pay) ของสังคม สำหรับเกณฑ์ที่นำมาใช้พิจารณาความเป็นไปได้ในการลงทุนของโครงการคือ มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) , อัตราผลตอบแทนภายใน (EIRR) , และอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุน (BCR)

การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจ มีขั้นตอนในการวิเคราะห์ดังนี้

1. จำแนกต้นทุนและผลประโยชน์
2. ประมาณการจำนวนทรัพยากรและจำนวนผลประโยชน์ตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ
3. ประเมินมูลค่าผลผลิตและปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากร
4. แปลงมูลค่าทางการเงินเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ตัวปรับค่า (Conversion Factor : CF)
5. การคำนวณเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโครงการ
6. การวิเคราะห์ความอ่อนไหว

สำหรับในการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของโครงการมีข้อสมมติฐานดังนี้

1. ราคาคงที่ใช้ประเมินมูลค่าปัจจัยการผลิตและผลผลิตของโครงการ เป็นราคาคงที่ (Constant Prices) โดยใช้ราคาปี 2547 เป็นปีฐาน
2. ใช้อัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอัตราต่ำสุดคือร้อยละ 5 เป็นอัตราคิดลดหรืออัตราค่าเสียโอกาสของเงินลงทุน และเป็นอัตราที่แท้จริง (Real discount rate)

3.อายุของโครงการที่ใช้ในการวิเคราะห์ 12 ปี ซึ่งเท่ากับอายุการใช้งานของ  
ประตูดแรงดันน้ำ

### การจำแนกต้นทุนและผลประโยชน์

การลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย เป็นการลงทุน  
เพื่อพัฒนาระบบประปาใน 2 ส่วน เพื่อให้มีขีดความสามารถสูงขึ้น คือ การปรับปรุงประสิทธิภาพ  
ของระบบสูบน้ำ ซึ่งประกอบด้วยงานปรับปรุงสถานีสูบน้ำ งานเพิ่มจุดจ่ายน้ำ  
เพื่อเสริมสมรรถนะและความเชื่อมั่นระบบสูบน้ำ งานปรับปรุงท่อประปา งานติดตั้งประตูด  
แรงดันน้ำ ในส่วนที่สองเป็นการปรับปรุงเทคโนโลยี ประกอบด้วยงานพัฒนาเทคโนโลยี  
การควบคุมการสูบน้ำและการลดน้ำสูญเสียให้มีมาตรฐานสูงขึ้น 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมการ  
สูบน้ำอัตโนมัติ และระบบเฝ้าระวังตรวจสอบน้ำสูญเสีย

การจำแนกต้นทุนจะจำแนกเป็นต้นทุนกรณีมีโครงการและไม่มีโครงการปรับปรุง  
ระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้

#### 1. ต้นทุนกรณีไม่มีโครงการ

ต้นทุนของทรัพยากรกรณีที่ไม่มีโครงการ ประกอบด้วย

(1) ค่าซ่อมท่อ

(2) ค่าสำรวจท่อรั่ว

เมื่อมีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียเกิดขึ้น จะส่งผลให้  
ทรัพยากรที่นำมาใช้ในการซ่อมท่อและสำรวจท่อรั่วลดลง

(3) ต้นทุนขายน้ำประปา ประกอบด้วย

- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน คือ เงินเดือน ค่าจ้าง เงินสวัสดิการ  
ค่าตอบแทน ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าบริการภายนอก (ค่าจ้างกิจการภายนอก) ค่าวัสดุ ค่าใช้จ่าย  
ดำเนินงานอื่น

- ค่าใช้จ่ายอื่น คือ ค่าเสื่อมราคา ค่าตัดจำหน่ายสินทรัพย์ที่ไม่มีตัวตน  
รายจ่ายตัดจ่าย ดอกเบี้ยจ่ายและค่าธรรมเนียมผูกพันเงินกู้ ค่าใช้จ่ายอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการดำเนินงาน  
(กำไรหรือขาดทุนจากการจำหน่ายทรัพย์สิน) ขาดทุนจากอัตราแลกเปลี่ยน

#### 2. ต้นทุนกรณีมีโครงการ

จะประกอบด้วย 2 กลุ่ม คือ ปัจจัยการผลิตหรือทรัพยากรที่เป็นค่าลงทุน  
และปัจจัยการผลิตที่เป็นค่าดำเนินงาน ซึ่งต้นทุนในแต่ละประเภท ดังนี้

2.1 ต้นทุนทรัพยากรที่เป็นค่าลงทุน

การจัดทำโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย เป็นการลงทุนเพื่อพัฒนาระบบประปาหลัก 2 ส่วน ให้มีขีดความสามารถที่สูงขึ้น ดังนี้

(1) การปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบสูบน้ำ ประกอบด้วย

- ประตุลดแรงดันน้ำ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือปรับแรงดันน้ำ ของท่อประธานบริเวณใกล้เคียงสถานีสูบน้ำทั้ง 16 แห่ง ให้เหมาะสมและไม่สูงเกินกว่าขีดความสามารถของสภาพท่อจะรับได้ ซึ่งประกอบไปด้วยงานติดตั้งประตุลดแรงดันน้ำที่สถานีสูบน้ำบางเขน,มหาสวัสดิ์,สามเสน,ธนบุรี,ท่าพระ,เพชรเกษม,ราษฎร์บูรณะ,พลโยธิน,ลุมพินี, คลองเตย,ลำโพง,ลาดพร้าว,ลาดกระบัง,มีนบุรี,บางพลู และประชานุกูล

- เครื่องมือสูบน้ำ เพื่อเสริมสร้างสมรรถนะและความเชื่อมั่นของระบบสูบน้ำ โดยการเสริมจุดจ่ายน้ำจากอุโมงค์หรือท่อส่งน้ำ ณ ตำแหน่ง ลิ้นปิดเปิด (Valve Chamber) เข้าระบบท่อประธานโดยตรงนอกเหนือจากการจ่ายน้ำจากสถานีสูบน้ำตามปกติ ทั้งนี้ เพื่อให้เป็นทางเลือกในการเสริมกำลังน้ำในกรณีต่าง ๆ เช่น การเพิ่มแรงดันน้ำในพื้นที่ที่มีแรงดันน้ำต่ำในช่วงโมงที่มีการใช้น้ำเร่งด่วน หรือการจ่ายน้ำทดแทนสถานีสูบน้ำในชั่วโมงน้ำต่ำสุดช่วงเวลากลางคืน เพื่อลดค่าใช้จ่าย หรือการจ่ายน้ำทดแทนกรณีต้องหยุดซ่อมบำรุงสถานีสูบน้ำฉุกเฉินหรือตามวาระปกติ

- งานปรับปรุงอุปกรณ์ในสถานีสูบน้ำ เป็นการปรับปรุงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการสูบน้ำที่สถานีสูบน้ำบางเขน เป็นการเพิ่มสมรรถนะในระบบสูบน้ำจากโรงงานผลิตน้ำบางเขนไปตามอุโมงค์ส่งน้ำ ไปยังสถานีสูบน้ำต่าง ๆ

- งานปรับปรุงสถานีไฟฟ้าย่อย เป็นงานปรับปรุงสถานีไฟฟ้าย่อยที่สถานีสูบน้ำลุมพินี โดยการปรับปรุงเครื่องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มีขนาด 5 – 7.5 MVA.

(2) การปรับปรุงเทคโนโลยี เป็นงานพัฒนาเทคโนโลยีการควบคุมการสูบน้ำและการลดน้ำสูญเสียให้มีมาตรฐานสูงขึ้น มีดังนี้

งานติดตั้งระบบควบคุมการสูบน้ำอัตโนมัติ (Automatic Distribution Control) ชนิด SCADA ประกอบด้วย

- เครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์พร้อมอุปกรณ์สื่อสารแบบต่อเนื่อง (Real time)

- เครื่องมือสื่อสารเชื่อมสัญญาณระบบรับส่งข้อมูล

- อุปกรณ์ควบคุมประตูน้ำระยะไกล

- อุปกรณ์ควบคุมเชื่อมระหว่างอุโมงค์ส่งน้ำและท่อประธาน

- อุปกรณ์ควบคุมการสูบน้ำ

- อุปกรณ์ต่อเชื่อมระหว่างสำนักงานใหญ่และสามเสน

- อุปกรณ์จ่ายน้ำ

## - อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ

การใช้อุปกรณ์ควบคุมระยะไกลอัตโนมัติในการเก็บข้อมูลและควบคุมการจ่ายน้ำ (SCADA) ทั้งระบบ เป็นแนวทางหนึ่งที่จะทำให้การจ่ายน้ำมีประสิทธิภาพสูงขึ้นทันต่อเหตุการณ์ สามารถลดอัตราน้ำสูญเสียจากท่อแตกรั่วอย่างได้ผลและเป็นรูปธรรม เนื่องจากศูนย์ควบคุมระบบส่งและจ่ายน้ำสามารถรับทราบหรือติดตามเฟืองระวางความต้องการใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ในทุกช่วงเวลาได้อย่างแม่นยำจากเครื่องวัดปริมาณและแรงดันน้ำที่ติดตั้งกระจายอยู่ในระบบเส้นท่อและสถานีจ่ายน้ำต่างๆ ที่ส่งสัญญาณเข้ามายังศูนย์เพื่อประมวลผลอย่างต่อเนื่อง (Real Time) ตลอด 24 ชั่วโมง และสามารถสั่งงานให้สถานีจ่ายน้ำและโรงงานผลิตน้ำต่างๆ จ่ายน้ำเข้าระบบได้ตามความต้องการของผู้ใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ตามช่วงเวลาที่เหมาะสมทันต่อเหตุการณ์ที่เกิดการเปลี่ยนแปลง

งานจัดทำระบบเฟืองระวางตรวจสอบน้ำสูญเสีย (DMA) มีการลงทุนติดตั้งระบบควบคุมน้ำสูญเสียชนิด (District Metering Area : DMA.) เพื่อใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานบริหารงานกิจกรรมลดน้ำสูญเสียเชิงรุก (Active Leakage Control) รายปีตามหลักสากลนิยม โดยการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อวัดน้ำเข้า-น้ำออก รวมทั้งแรงดันน้ำในพื้นที่ ซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนย่อยเปรียบเทียบกับการใช้น้ำเพื่อหาอัตราการสูญเสียในแต่ละพื้นที่ เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการที่จะต้องเข้าไปทำกิจกรรมลดน้ำสูญเสีย จะทำให้ขีดความสามารถควบคุมน้ำสูญเสียของระบบประปาตกลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เกิดประสิทธิภาพและประสิทธิผลสูงสุด สามารถประหยัดปริมาณน้ำสูญเสียและค่าใช้จ่ายงบประมาณการทำกิจกรรมในแต่ละปีได้มาก เนื่องจากการค้นหาและซ่อมท่อแตกรั่วซึมได้ดินหรือการพิจารณาเลือกเส้นทางการปรับปรุงท่อที่เป็นต้นเหตุของน้ำสูญเสียที่แท้จริงของแต่ละพื้นที่ย่อยสามารถทำได้รวดเร็วตามลำดับความสำคัญก่อนหลังและความรุนแรงของปัญหา

### 2.2 ต้นทุนของทรัพยากรที่เป็นค่าดำเนินการ ประกอบด้วย

(1) ทรัพยากรที่ใช้ในงานดำเนินการฝึกอบรม เป็นการฝึกอบรมพนักงานของการประปานครหลวงที่ต้องปฏิบัติงานเกี่ยวกับระบบต่าง ๆ อันเกี่ยวข้องกับการลดน้ำสูญเสียที่ใช้อยู่เดิม เมื่อมีการปรับปรุงระบบการปฏิบัติงานเพื่อลดน้ำสูญเสียด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่

(2) ทรัพยากรที่ใช้ในงานซ่อมท่อ

(3) ทรัพยากรที่ใช้ในงานสำรวจท่อรั่ว

งานซ่อมท่อและงานสำรวจหาท่อรั่ว เมื่อมีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย ส่งผลให้จำนวนทรัพยากรที่ใช้ในด้านซ่อมท่อและสำรวจท่อรั่วลดลง

### 2.3 ต้นทุนขายน้ำประปา ประกอบด้วย



- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน คือ เงินเดือน ค่าจ้าง เงินสวัสดิการ ค่าตอบแทน ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าบริการภายนอก (ค่าจ้างกิจการภายนอก) ค่าวัสดุ ค่าใช้จ่ายดำเนินงานอื่น

- ค่าใช้จ่ายอื่น คือ ค่าตัดจำหน่ายสินทรัพย์ไม่มีตัวตน รายจ่ายตัดจ่าย ดอกเบี้ยจ่ายและค่าธรรมเนียมผูกพันเงินกู้ ค่าใช้จ่ายอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการดำเนินงาน (กำไรหรือขาดทุนจากการจำหน่ายทรัพย์สิน) ขาดทุนจากอัตราแลกเปลี่ยน

### 3. ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการและกรณีมีโครงการ

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากกรณีไม่มีโครงการและมีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวงนั้นก็คือ ปริมาณน้ำประปาที่ขายได้

#### การประมาณการจำนวนของทรัพยากรและจำนวนผลประโยชน์

การประมาณการจำนวนของทรัพยากรและจำนวนผลประโยชน์ เป็นการประมาณการ ปัจจัยการผลิตและจำนวนผลผลิตที่จะเกิดขึ้นตลอดอายุทางเศรษฐกิจของโครงการ ประกอบด้วย

##### 1. จำนวนของทรัพยากรกรณีไม่มีโครงการ

ในกรณีไม่มีโครงการรายจ่ายประกอบด้วย ค่าดำเนินการ (Recurrent Cost) คือ ค่าซ่อมท่อ ค่าสำรวจท่อรั่ว และต้นทุนขายน้ำประปา (ตารางที่ 3 )

จากตารางที่ 3 ค่าซ่อมท่อ ในปีที่ 1 หากไม่มีโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสีย การประปานครหลวงจะต้องดำเนินการซ่อมท่อจำนวน 270,000 จุด และในปีที่ 2 จำนวน 283,500 จุด จนมีปริมาณงานซ่อมท่อ 461,785 จุด ในปีที่ 12 ค่าสำรวจท่อรั่ว ในปีที่ 1 – 5 จำนวนงานสำรวจท่อรั่ว 2 ครั้งต่อปี และเพิ่มขึ้นเป็น 3 ครั้งต่อปี ในปีที่ 7 - 12 และต้นทุนขายน้ำประปา จะใช้ต้นทุนขายน้ำประปากงที่คือ 8.48 บาทต่อลบ.ม. ( ตารางที่ 4)

##### 2. จำนวนของทรัพยากรกรณีมีโครงการ

จำนวนของทรัพยากรกรณีมีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย ประกอบด้วย ค่าลงทุน (Investment Cost) และค่าดำเนินงาน มีดังนี้

###### 2.1 จำนวนของทรัพยากรที่เป็นค่าลงทุน

การดำเนินการตามโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย จะมีต้นทุนที่เป็นค่าลงทุน เป็นการลงทุนเพื่อก่อให้เกิดทรัพย์สินในช่วง 3 ปีแรก สำหรับค่าดำเนินการ คือ ค่าซ่อมท่อ ค่าสำรวจท่อรั่ว และต้นทุนผลิตน้ำประปา (ตารางที่ 5) มีดังนี้

- ประตุลดแรงดันน้ำ จำนวน 260 ชุด
- เครื่องมือสูบน้ำ จำนวน 18 ชุด

- งานปรับปรุงอุปกรณ์ในสถานีสูบน้ำ จำนวน 7 งาน
- งานปรับปรุงสถานีไฟฟ้าย่อย จำนวน 1 งาน
- เครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์พร้อมอุปกรณ์สื่อสารเพื่อประมวลผล อย่างต่อเนื่อง Real time จำนวน 105 ชุด
- เครื่องมือสื่อสารเชื่อมสัญญาณระบบส่งข้อมูล จำนวน 110 ชุด
- อุปกรณ์ควบคุมประตุน้ำระยะไกล จำนวน 95 ชุด
- อุปกรณ์ควบคุมเชื่อมระหว่างอุโมงค์ส่งน้ำและท่อประทาน จำนวน 99 ชุด

- อุปกรณ์ควบคุมการสูบน้ำ จำนวน 1 ชุด
  - อุปกรณ์ต่อเชื่อมระหว่างสำนักงานใหญ่และสามเสน จำนวน 1 ชุด
  - อุปกรณ์สูบน้ำ จำนวน 2,040 ชุด
  - อุปกรณ์ควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ จำนวน 1 ชุด
  - งานจัดทำระบบเฝ้าระวังตรวจสอบน้ำสูญเสีย จำนวน 15 งาน
- 2.2 จำนวนทรัพยากรที่เป็นค่าดำเนินการ (ตารางที่ 5) ประกอบด้วย
- ค่าดำเนินการฝึกอบรม จำนวน 24.20 ล้านบาท
  - จำนวนงานซ่อมท่อ ในปีที่ 1 จำนวน 256,000 ครั้ง และลดลงเป็น 243,675 ครั้งในปีที่ 2 เป็นต้น
  - จำนวนงานสำรวจท่อรั่ว 1 ครั้งต่อปี

- 2.3 จำนวนทรัพยากรที่เป็นค่าขนานน้ำประปา ประกอบด้วย
- ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน คือ เงินเดือน ค่าจ้าง เงินสวัสดิการ ค่าตอบแทน ค่าไฟฟ้า ค่าสารเคมี ค่าบริการภายนอก (ค่าจ้างกิจการภายนอก) ค่าวัสดุ ค่าใช้จ่ายดำเนินงานอื่น
  - ค่าใช้จ่ายอื่น คือ ค่าตัดจำหน่ายสินทรัพย์ไม่มีตัวตน รายจ่ายตัดจ่าย ดอกเบี้ยจ่ายและค่าธรรมเนียมผูกพันเงินกู้ ค่าใช้จ่ายอื่นที่ไม่เกี่ยวกับการดำเนินงาน (กำไรหรือขาดทุนจากการจำหน่ายทรัพย์สิน) ขาดทุนจากอัตราแลกเปลี่ยน

จากตารางที่ 5 จะเห็นว่า ต้นทุนที่เป็นค่าลงทุนจะเกิดขึ้นในช่วง 3 ปีแรก เช่น ประตุลดแรงดันน้ำ ลงทุนทั้งสิ้น 260 ชุด โดยลงทุนในปีที่ 1 จำนวน 200 ชุด ในปีที่ 2 จำนวน 39 ชุด และในปีที่ 3 จำนวน 19 ชุด เป็นต้น สำหรับงานดำเนินการฝึกอบรมไม่ได้มีการกำหนดจำนวนครั้งที่จะต้องดำเนินการฝึกอบรม แต่ได้กำหนดให้ในปีที่ 1 การประสานครหลวงจะต้องจ่ายค่าใช้จ่าย

เกี่ยวกับการดำเนินการฝึกรอบรวมจำนวน 15 ล้านบาท และ 9.20 ล้านบาทในปีที่ 2 รวมเป็นค่าดำเนินการฝึกรอบรวมทั้งสิ้น 24.20 ล้านบาท ในส่วนของค่าดำเนินการ คือ งานซ่อมท่อ ในปีที่ 1 จะดำเนินการซ่อมท่อจำนวน 256,500 จุด ในปีที่ 2 ซ่อมท่อจำนวน 243,675 จุด ซึ่งจะมีจำนวนจุดแตกรั่ว ของท่อลดลงจำนวน 12,825 จุด (256,500-243,675) และจุดแตกรั่วของท่อจะมีปริมาณลดลงในทุก ๆ ปี โดยในปีที่ 12 จุดแตกรั่วของท่อเหลือเพียง 145,894 จุด เป็นต้น สำหรับงานสำรวจท่อรั่ว หากมีการดำเนินการตามโครงการแล้ว การประปานครหลวงจะมีการสำรวจท่อรั่วในปีที่ 1 – 12 ปีละ 1 ครั้ง ต้นทุนขายน้ำประปาในปีที่ 1 – 12 จะใช้ราคาคงที่คือ 8.48 บาท

### 3. ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการ

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากกรณีไม่มีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปาฯ นั้นก็คือ ปริมาณน้ำประปาขาย (ตารางที่ 6 , ภาพที่ 5)

จากตารางที่ 6 การประปาฯ ได้ประมาณการปริมาณน้ำจ่าย โดยใช้ในปีที่ 1 ของการเริ่มดำเนินการตามโครงการเป็นฐาน กล่าวคือในปีที่ 1 การประปาฯ ประมาณการปริมาณน้ำผลิตจ่ายจำนวน 1,470 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำสูญเสีย 38.3% ปริมาณน้ำขายเท่ากับ 61.70% จะมีปริมาณน้ำประปาขายเท่ากับ 906.99 ล้าน ลบ.ม. ในปีที่ 2 ประมาณการปริมาณน้ำผลิตจ่ายเพิ่มขึ้นเป็น 1,497 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นเป็น 41.60% ปริมาณน้ำขาย 58.40% จะมีปริมาณน้ำประปาขายเท่ากับ 874.25 ล้าน ลบ.ม. เป็นต้น

### 4. ผลประโยชน์กรณีมีโครงการ

ผลประโยชน์ที่ได้รับจากกรณีมีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปาฯ นั้นก็คือ ปริมาณน้ำประปาขาย (ตารางที่ 7 , ภาพที่ 5)

จากตารางที่ 7 การประปาฯ ได้ประมาณการปริมาณน้ำจ่ายโดยใช้ในปีที่ 1 ของการเริ่มดำเนินการตามโครงการซึ่งเป็นปีฐาน โดยในปีที่ 1 การประปาฯ ประมาณการปริมาณน้ำผลิตจ่ายจำนวน 1,470 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำสูญเสีย 38.3% ปริมาณน้ำขาย 61.70% ปริมาณน้ำประปาขาย 906.99 ล้าน ลบ.ม. ในปีที่ 2 การประปาฯ ประมาณการปริมาณน้ำผลิตจ่ายเพิ่มขึ้นเป็น 1,497 ล้าน ลบ.ม. ปริมาณน้ำสูญเสียลดลงเหลือ 36.60% ปริมาณน้ำขาย 63.40% ก็คือ 949.10 ล้าน ลบ.ม. เป็นต้น

### การประเมินมูลค่าปัจจัยการผลิตและผลผลิต

ราคาที่ใช้ในการประเมินมูลค่าปัจจัยการผลิตและผลผลิต เป็นราคาคงที่โดยใช้ราคาในปี 2547 เป็นปีฐาน

#### 1. ต้นทุนกรณีไม่มีโครงการ

ต้นทุนกรณีไม่มีโครงการมีเฉพาะ ค่าใช้จ่ายดำเนินการ(ตารางที่ 8)  
ประกอบด้วย

1.1 ต้นทุนของทรัพยากรที่ใช้ในการซ่อมท่อ และสำรวจท่อรั่ว

1.2 ต้นทุนขายนํ้าประปา

จากตารางที่ 8 การซ่อมท่อกรณีไม่มีโครงการในปีที่ 1 ปริมาณท่อแตกท่อรั่ว จำนวน 270,000 จุด การประปานครหลวงจะต้องจ่ายค่าซ่อมท่อแตกท่อรั่ว ในราคา 1,000 บาท ต่อจุด (ตารางที่ 9) ในปีที่ 1 ค่าซ่อมท่อมูลค่า 270 ล้านบาท เป็นต้น ในส่วนของการสำรวจท่อรั่ว จะมีค่าใช้จ่ายในการสำรวจท่อรั่ว 2,000 บาท ต่อกิโลเมตร ปัจจุบันการประปานครหลวง มีท่อประปายาวทั้งสิ้นประมาณ 18,000 กิโลเมตร กรณีไม่มีโครงการจะต้องมีการสำรวจหาท่อรั่ว ในปีที่ 1 – 6 ปีละ 2 ครั้ง เป็นจำนวนเงินปีละ 72 ล้านบาท และในปีที่ 7 – 12 ปีละ 3 ครั้ง จำนวนเงินปีละ 108 ล้านบาท

1.2 ต้นทุนขายนํ้าประปา การประปานครหลวงมีต้นทุนขายนํ้าประปา 8.48 บาทต่อ ลบ.ม. (ตารางที่ 4)

## 2. ต้นทุนกรณีมีโครงการ (ตารางที่ 10)

ต้นทุนของทรัพยากรกรณีมีโครงการ ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายลงทุน และค่าใช้จ่ายดำเนินการ คำนวณได้โดยการนำจำนวนหน่วยคูณราคาต่อหน่วย (ตารางที่ 9)

จากตารางที่ 10 จะเห็นว่าต้นทุนกรณีมีโครงการจะประกอบด้วยค่าใช้จ่ายลงทุน และค่าใช้จ่ายดำเนินการ อธิบายได้ว่า

2.1 ค่าใช้จ่ายลงทุน เช่น ค่าประตุแรงดันน้ำ ในปีที่ 1 จำนวน 200 ชุด ในปีที่ 2 จำนวน 39 ชุด และในปีที่ 3 จำนวน 19 ชุด ราคาชุดละ 1.20 ล้านบาท จะเป็นค่าประตุลดแรงดันน้ำจำนวน 240 ล้านบาท 46.80 ล้านบาท และ 22.80 ล้านบาท ในปีที่ 1 ปีที่ 2 และปีที่ 3 ตามลำดับ

2.2 ค่าใช้จ่ายดำเนินการ

(1) ค่าฝึกอบรม การฝึกอบรมไม่มีการกำหนดจำนวนครั้งที่จะต้องจัดให้มีการฝึกอบรมไว้ โดยจะเริ่มทำการฝึกอบรมในปีที่ 2 ซึ่งการประปานครหลวงจะต้องจ่ายค่าดำเนินการฝึกอบรมจำนวน 15 ล้านบาท และในปีที่ 3 จำนวน 9.20 ล้านบาท

(2) ค่าซ่อมท่อการประปานครหลวง จะต้องจ่ายค่าซ่อมท่อแตกท่อรั่วในอัตรา 1,000 บาทต่อจุด เช่น ในปีที่ 1 จะมีท่อแตกท่อรั่วจำนวน 256,600 จุด ค่าซ่อมท่อจะเท่ากับ 256.50 ล้านบาท เป็นต้น

(3) ค่าสำรวจท่อรั่ว จะมีการสำรวจหาท่อรั่วตลอดอายุของโครงการ จำนวน 1 ครั้งต่อปี โดยค่าใช้จ่ายในการสำรวจท่อรั่ว 2,000 บาทต่อกิโลเมตร ปัจจุบันการประปา

นครหลวงมีท่อประปายาวทั้งสิ้นประมาณ 18,000 กิโลเมตร ดังนั้น การการประปานครหลวง จะต้องจ่ายค่าสำรวจท่อรั่วตลอดอายุโครงการจำนวนปีละ 36 ล้านบาท

2.3 ต้นทุนขายน้ำประปา การประปานครหลวงมีต้นทุนขายน้ำประปา 8.48 บาทต่อ ลบ.ม. (ตารางที่ 4)

### 3. ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการและมีโครงการ

ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการและมีโครงการ คือ ปริมาณน้ำประปา ที่ขายได้ ซึ่งหากการประปานครหลวงสามารถบริหารจัดการให้อัตราน้ำสูญเสียลดลง ก็จะทำให้ ปริมาณน้ำที่ขายได้ขายเพิ่มขึ้นส่งผลให้การประปานครหลวงมีรายได้ค่าขายน้ำประปาเพิ่มขึ้น ซึ่งรายได้ค่าขายน้ำประปา คำนวณได้จาก

รายได้ค่าขายน้ำประปา = ปริมาณน้ำประปาขาย X ราคาขายน้ำประปาเฉลี่ยต่อหน่วย

ราคาขายน้ำประปาของการประปานครหลวงที่กำหนดไว้จะเป็นอัตราก้าวหน้า นอกจากนี้ยังแบ่งเป็น 2 ประเภท ประเภทที่ 1 คือ ประเภทที่พักอาศัย และประเภทที่ 2 คือ ประเภท ธุรกิจ ราชการ รัฐวิสาหกิจ อุตสาหกรรมและอื่น ๆ โดยราคาขายเหมา (Bulk Sale) มีราคาเฉลี่ย ของประเภทที่ 1 ที่ 10.50 บาท/ลบ.ม. และประเภทที่ 2 ราคา 13.00 บาท/ลบ.ม. (ตารางที่ 11) ดังนั้น จึงต้องนำราคาค่าน้ำประปาเฉลี่ยของทั้ง 2 ประเภท มาหาค่าเฉลี่ยเป็นราคาค่าน้ำประปา ที่จะใช้ในการคำนวณผลประโยชน์ คือ

$$\text{ราคาขายน้ำประปาเฉลี่ย} = \frac{\text{ราคาขายน้ำประปาเฉลี่ยประเภทที่ 1} + \text{ประเภทที่ 2}}{2}$$

จะได้ว่า

$$\text{ราคาขายน้ำประปาเฉลี่ย} = \frac{10.50 + 13.00}{2} = 11.75 \text{ บาท}$$

3.1 ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการ การประปานครหลวงมีปริมาณ น้ำประปาขายในปีที่ 1 เท่ากับ 906.99 ล้าน ลบ.ม. จึงทำให้การประปานครหลวงมีรายได้ ค่าขายน้ำประปา 10,657.13 ล้านบาท (906.99 x 11.75) และมีปริมาณน้ำขายลดลงเป็น 874.25 ล้าน ลบ.ม. จึงทำให้รายได้ค่าขายน้ำประปาในปีที่ 2 เท่ากับ 10,272.41 ล้านบาท (874.25 x 11.75) เป็นต้น (ตารางที่ 12)

3.2 ผลประโยชน์กรณีมีโครงการ ในปีที่ 1 การประปานครหลวงมีปริมาณ น้ำขายจำนวน 906.99 ล้าน ลบ.ม.ซึ่งทำให้การประปานครหลวงได้รับรายได้ค่าขายน้ำประปา เท่ากับ 10,657.13 ล้านบาท (906.99 x 11.75) และเพิ่มขึ้นเป็น 11,151.90 ล้านบาท (984.10 x 11.75)

ในปีที่ 2 เนื่องจาก การมีโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียทำให้อัตราน้ำสูญเสียลดลงมีผลทำให้การประปานครหลวงมีรายได้ค่าขายน้ำประปาเพิ่มขึ้น เป็นต้น (ตารางที่ 13)

### การแปลงมูลค่าทางการเงินเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจ

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการ (Economic Analysis) คือ การประเมินขีดความสามารถของโครงการในการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่สังคมส่วนรวม การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจโครงการจึงใช้ราคาเงาประเมินมูลค่าของปัจจัยการผลิตและผลผลิต เพราะราคาตลาดส่วนใหญ่เป็นราคาที่บิดเบือน ซึ่งราคาเงานี้จะสะท้อนถึงการใช้ทรัพยากรที่แท้จริง แต่ในการศึกษานี้จะตีมูลค่าด้วยราคาตลาด มูลค่าที่ได้จึงเป็นมูลค่าทางการเงิน ซึ่งไม่ใช่มูลค่าที่แท้จริง จากนั้นจึงแปลงมูลค่าทางการเงินมาเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ตัวแปลงค่า (Conversion Factor : CF) ของธนาคารโลก

#### 1. กระแสเงินสดจ่ายของต้นทุนทางเศรษฐกิจของโครงการ

##### 1.1 กรณีไม่มีโครงการ

ต้นทุนกรณีไม่มีโครงการ จะประกอบด้วย ค่าซ่อมท่อ และค่าสำรวจท่อรั่ว ซึ่งการคำนวณมูลค่าทางเศรษฐกิจของต้นทุนกรณีไม่มีโครงการจะคำนวณได้จากนำค่าใช้จ่ายดำเนินการในส่วนของคุณค่าซ่อมท่อและค่าสำรวจท่อรั่ว คูณด้วย CF ของตัวแปลงค่ามาตรฐานคือ 0.791 จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจของค่าซ่อมท่อและค่าสำรวจท่อรั่ว เช่น ในปีที่ 1 ค่าซ่อมท่อ 270 ล้านบาท คูณด้วย CF ของตัวแปลงค่ามาตรฐานคือ 0.791 จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจของค่าซ่อมท่อ 213.57 ล้านบาท และค่าสำรวจท่อรั่ว 57 ล้านบาท เป็นต้น (ตารางที่ 14) จะได้ค่าต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการ (ECWOPt) ตามสมการที่ (1) ในบทที่ 2 และนำต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการทุกรายการรวมกันจะได้ผลรวมของต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการตามสมการที่ (2) ในบทที่ 2

##### 1.2 กรณีมีโครงการ

ต้นทุนของโครงการ แบ่งเป็นค่าใช้จ่ายลงทุน และค่าใช้จ่ายดำเนินการ ซึ่งการคำนวณหามูลค่าทางเศรษฐกิจของต้นทุนทางเศรษฐกิจของโครงการจะคำนวณได้จากการนำค่าใช้จ่ายลงทุน เช่น ค่าประตุลดแรงดันน้ำ ค่าเครื่องมือสูบน้ำ ค่าปรับปรุงอุปกรณ์ในสถานีสูบน้ำบางเขน ฯลฯ และค่าใช้จ่ายดำเนินการ เช่น ค่าดำเนินการฝึกอบรม ค่าซ่อมท่อ ค่าสำรวจท่อรั่ว คูณด้วยค่า CF ก็จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจของค่าใช้จ่ายลงทุนและค่าใช้จ่ายดำเนินการแต่ละประเภท เช่น ค่าประตุลดแรงดันน้ำ ในปีที่ 1 มีมูลค่าต้นทุน 240 ล้านบาท คูณด้วย

CF ของตัวแปลงค่า Non-trade จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจเท่ากับ 146.88 ล้านบาท สำหรับค่าใช้จ่ายดำเนินการก็ใช้วิธีเดียวกับค่าใช้จ่ายลงทุน เช่น ค่าดำเนินการฝึกอบรม ในปีที่ 2 มีมูลค่า 15 ล้านบาท คุณด้วย CF ของตัวแปลงค่ามาตรฐาน คือ 0.612 จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจของค่าดำเนินการฝึกอบรม 11.87 ล้านบาท เป็นต้น (ตารางที่ 15) ซึ่งจะทำให้ได้ค่าของต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการ (ECWPt) ดังสมการที่ (3) ในบทที่ 2 และนำต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการทุกรายการรวมกันจะได้ผลรวมของต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการตามสมการที่ (4) ในบทที่ 2

## 2. กระแสเงินสดรับของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจของโครงการ

### 2.1 กรณีไม่มีโครงการ

ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการได้จากนำมูลค่าจากข้อ 3.1 คุณด้วยค่า CF จะได้มูลค่าผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ ในปีที่ 1 การประปานครหลวงมีรายได้ค่าขายน้ำประปาเท่ากับ 10,657.13 ล้านบาท คุณด้วย CF ของตัวแปลงค่า Non-trade คือ 0.612 จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจของรายได้ค่าขายน้ำประปา คือ 6,522.17 ล้านบาท (ตารางที่ 14) เป็นต้น ซึ่งจะทำให้ได้ค่าของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการ (EBWOPt) ตามสมการที่ (5) ในบทที่ 2 และนำผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการของทุกรายการรวมกันจะได้ผลรวมของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการตามสมการที่ (6) ในบทที่ 2

### 2.2 กรณีมีโครงการ

ผลประโยชน์กรณีมีโครงการได้จากนำมูลค่าจากข้อ 3.2 คุณด้วยค่า CF จะได้มูลค่าผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ กล่าวคือ ในปีที่ 1 การประปานครหลวงมีรายได้ค่าขายน้ำประปาเท่ากับ 10,657.13 ล้านบาท คุณด้วย CF ของตัวแปลงค่า Non-trade คือ 0.612 จะได้มูลค่าทางเศรษฐกิจของรายได้ค่าขายน้ำประปา คือ 6,522.17 ล้านบาท (ตารางที่ 15) ซึ่งจะทำให้ได้ค่าของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการ (EBWPt) ดังสมการ (7) ในบทที่ 2 และนำผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการของทุกรายการรวมกันจะได้ผลรวมของผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการตามสมการที่ (8) ในบทที่ 2

3. **คำนวณหาต้นทุนเพิ่ม (Incremental Cost : ICt)** โดยการนำมูลค่าทางเศรษฐกิจของต้นทุนจากกรณีไม่มีโครงการลบด้วยต้นทุนกรณีมีโครงการ จะได้ต้นทุนเพิ่มตามสมการที่ (9) ในบทที่ 2 เช่น ในปีที่ 1 ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีไม่มีโครงการจำนวน 7,692.04 ล้านบาท ลบ ต้นทุนทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการจำนวน 6,354.32 ล้านบาท จะได้ต้นทุนเพิ่มขึ้น 1,337.72 ล้านบาท เป็นต้น (ตารางที่ 16)

4. **คำนวณหาผลประโยชน์เพิ่ม (Incremental Benefit : IBt)** โดยการนำมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลประโยชน์จากกรณีไม่มีโครงการลบด้วยผลประโยชน์กรณีมีโครงการ จะได้ผลประโยชน์เพิ่มตามสมการที่ (10) ในบทที่ 2 เช่น ในปีที่ 1 ผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการจำนวน 6,522.17 ล้านบาท ลบ ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการจำนวน

6,522.17 ล้านบาท ผลประโยชน์เป็นศูนย์ แต่ในปีที่ 2 ประโยชน์ทางเศรษฐกิจกรณีมีโครงการ มีจำนวน 6,824.98 บาท ลบ ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการ 6,286.73 ล้านบาท จะได้ผลประโยชน์ เพิ่มขึ้น 538.25 ล้านบาท เป็นต้น (ตารางที่ 16)

5.ผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น (Incremental Net Benefit) โดยการนำ มูลค่าทางเศรษฐกิจของผลประโยชน์เพิ่มลบด้วยมูลค่าทางเศรษฐกิจของต้นทุนเพิ่ม จะได้ผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น ตามสมการที่ (11) ในบทที่ 2 เช่น ในปีที่ 1 ผลประโยชน์เป็นศูนย์ ลบ ต้นทุนเพิ่ม 1,337.72 ล้านบาท จึงได้ว่า ผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น -1,337.72 ล้านบาท ในปีที่ 2 ผลประโยชน์เพิ่มขึ้น 538.25 ล้านบาท ลบ ต้นทุนเพิ่ม 1,109.76 ล้านบาท มีผลประโยชน์สุทธิ เพิ่มขึ้น -571.51 ล้านบาท เป็นต้น (ตารางที่ 16 , ภาพที่ 6)

### การคำนวณเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโครงการ

จากผลการวิเคราะห์แสดงให้เห็นว่า ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจในการลงทุน ในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง มีความเป็นไปได้ที่จะลงทุน เนื่องจาก มูลค่าปัจจุบัน (NPV) มีค่ามากกว่า 0 คือ 882.64 ล้านบาท (ตารางที่ 17) อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (BCR) มีค่ามากกว่า 1 คือ 1.01 และอัตราผลตอบแทนภายใน (EIRR) มีค่าเท่ากับ 12.73% ซึ่งมีค่ามากกว่าอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอัตราต่ำสุดคือ 5%

### การวิเคราะห์ความอ่อนไหว (Sensitivity Analysis)

สำหรับการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการปรับปรุงระบบประปา เพื่อลดน้ำสูญเสีย หากกำหนดให้เป้าหมายอัตราน้ำสูญเสีย 30% และอัตราคิดลด 5% จะพบว่า

6.1 การเปลี่ยนแปลงด้านต้นทุน (Switching Value of Cost : SVC) คำนวณได้จาก สมการที่ 15 ในบทที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.29% โดย SVC ของโครงการสามารถเพิ่มขึ้นได้สูงสุด 1.29% ซึ่งหากมีค่าสูงกว่านี้ ผลตอบแทนจากโครงการจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน (ตารางที่ 18)

6.2 การเปลี่ยนแปลงด้านผลประโยชน์ (Switching Value of Benefit : SVB) คำนวณได้จากสมการที่ 16 ในบทที่ 2 มีค่าเท่ากับ 1.27% โดย SVB ของโครงการสามารถลดลง ได้ต่ำสุด 1.27% ซึ่งหากมีค่าต่ำกว่านี้ ผลตอบแทนจากโครงการจะไม่คุ้มค่ากับการลงทุน (ตารางที่ 18)



ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหว โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% แต่ราคาของประตูดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น 5% มูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ -2,362.14 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน 0.97 และอัตราผลตอบแทนภายใน -5.42 แสดงว่าการลงทุนไม่คุ้มค่า

2. อัตราน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นเป็น 35% อัตราคิดลด 5% มูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ -2,539.11 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนต่อต้นทุน 0.96 และอัตราผลตอบแทนภายใน -6.63 แสดงว่าการลงทุนไม่คุ้มค่า

ตารางที่ 18 สรุปผลการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการ

รายการ	เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินโครงการ				
	NPV (ล้านบาท)	BCR (เท่า)	EIRR (%)	SVC (%)	SVB (%)
1. อัตราน้ำสูญเสีย 30%					
- อัตราคิดลด 5%	882.64	1.01	12.73	1.29	1.27
- ราคาประจุแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น 5%	-2,355.47	0.97	-5.42	-	-
2. อัตราน้ำสูญเสีย 35%					
- อัตราคิดลด 5%	-2,532.45	0.96	-6.61	-	-

ที่มา : จากการคำนวณ

ตารางที่ 19 มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิกรณีมีโครงการกำหนดอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% ราคาประตูดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่ (หน่วย : ล้านบาท)

รายการ	ปีที่												รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
กระแสเงินสดรับ	6,522.17	6,824.98	7,076.66	7,357.69	7,593.12	7,857.61	8,114.32	8,376.08	8,582.46	8,808.98	9,040.53	9,302.28	<b>95,456.86</b>
กระแสเงินสดจ่าย	8,887.74	8,444.93	8,214.08	7,065.59	7,276.51	7,514.95	7,746.57	7,983.27	8,168.69	8,373.25	8,582.85	8,820.93	<b>97,079.35</b>
อัตราคิดลด 5%	0.952	0.907	0.864	0.823	0.784	0.746	0.711	0.677	0.645	0.614	0.585	0.557	
<b>มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ</b>	<b>6,209.10</b>	<b>6,190.26</b>	<b>6,114.24</b>	<b>6,055.38</b>	<b>5,953.01</b>	<b>5,861.77</b>	<b>5,769.28</b>	<b>5,670.60</b>	<b>5,535.69</b>	<b>5,408.71</b>	<b>5,288.71</b>	<b>5,181.37</b>	<b>69,238.11</b>
<b>มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย</b>	<b>8,461.12</b>	<b>7,659.55</b>	<b>7,096.97</b>	<b>5,814.98</b>	<b>5,704.78</b>	<b>5,606.15</b>	<b>5,507.81</b>	<b>5,404.67</b>	<b>5,268.81</b>	<b>5,141.18</b>	<b>5,020.97</b>	<b>4,913.26</b>	<b>71,600.25</b>
<b>มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น</b>	<b>-2,252.02</b>	<b>-1,469.30</b>	<b>-982.73</b>	<b>240.39</b>	<b>248.23</b>	<b>255.62</b>	<b>261.48</b>	<b>265.93</b>	<b>266.88</b>	<b>267.53</b>	<b>267.74</b>	<b>268.11</b>	<b>-2,362.14</b>

ตารางที่ 20 กระแสเงินสดผลประโยชน์สุทธิของโครงการกำหนดอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% ราคาประตูดังตันน้ำเพิ่มขึ้น 5%  
โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่ ( หน่วย : ล้านบาท )

รายการ	ปีที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ต้นทุน</b>												
ต้นทุนกรณีมีโครงการ	8,887.74	8,444.93	8,214.08	7,065.59	7,276.51	7,514.95	7,746.57	7,983.27	8,168.69	8,373.25	8,582.85	8,820.93
ต้นทุนกรณีไม่มีโครงการ	6,354.32	6,145.39	5,867.77	5,551.87	5,491.19	4,758.61	4,387.15	3,929.17	3,380.35	2,735.95	1,995.02	1,141.15
<b>ต้นทุนเพิ่มขึ้น</b>	<b>2,533.41</b>	<b>2,299.54</b>	<b>2,346.31</b>	<b>1,513.72</b>	<b>1,785.32</b>	<b>2,756.34</b>	<b>3,359.42</b>	<b>4,054.10</b>	<b>4,788.35</b>	<b>5,637.30</b>	<b>6,587.83</b>	<b>7,679.78</b>
<b>ผลประโยชน์</b>												
ผลประโยชน์กรณีมีโครงการ	6,522.17	6,824.98	7,076.66	7,357.69	7,593.12	7,857.61	8,114.32	8,376.08	8,582.46	8,808.98	9,040.53	9,302.28
ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการ	6,522.17	6,286.73	5,977.09	5,625.81	5,547.50	4,748.22	4,335.38	3,829.06	3,224.59	2,516.85	1,704.77	770.73
<b>ผลประโยชน์เพิ่มขึ้น</b>	<b>0.00</b>	<b>538.25</b>	<b>1,099.58</b>	<b>1,731.88</b>	<b>2,045.62</b>	<b>3,109.39</b>	<b>3,778.94</b>	<b>4,547.01</b>	<b>5,357.87</b>	<b>6,292.13</b>	<b>7,335.75</b>	<b>8,531.55</b>
<b>ผลประโยชน์สุทธิ</b>												
ผลประโยชน์สุทธกรณีมีโครงการ	-2,365.57	-1,619.95	-1,137.42	292.09	316.62	342.65	367.76	392.81	413.77	435.72	457.68	481.34
ผลประโยชน์สุทธกรณีไม่มีโครงการ	167.84	141.34	109.32	73.94	56.31	-10.39	-51.77	-100.11	-155.76	-219.10	-290.25	-370.42
<b>ผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น</b>	<b>-2,533.41</b>	<b>-1,761.29</b>	<b>-1,246.74</b>	<b>218.16</b>	<b>260.30</b>	<b>353.04</b>	<b>419.52</b>	<b>492.92</b>	<b>569.52</b>	<b>654.82</b>	<b>747.93</b>	<b>851.77</b>

BCR            0.97  
EIRR          -5.44%

ตารางที่ 21 มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิกรณีมีโครงการโดยกำหนดเป้าหมายอัตรานำสุญเสีย 35% อัตราคิดลด 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่  
(หน่วย : ล้านบาท)

รายการ	ปีที่												รวม
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
กระแสเงินสดรับ	6,522.17	6,824.98	7,076.66	7,357.69	7,593.12	7,296.35	7,534.73	7,777.79	7,969.43	8,179.76	8,394.77	8,637.83	91,165.27
กระแสเงินสดจ่าย	8,880.39	8,443.50	8,213.38	7,065.59	7,276.51	6,991.42	7,205.93	7,425.19	7,596.86	7,786.33	7,980.50	8,201.14	93,066.74
อัตราคิดลด 5%	0.952	0.907	0.864	0.823	0.784	0.746	0.711	0.677	0.645	0.614	0.585	0.557	
มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดรับ	6,209.10	6,190.26	6,114.24	6,055.38	5,953.01	5,443.08	5,357.19	5,265.56	5,140.28	5,022.37	4,910.94	4,811.27	66,472.67
มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดจ่าย	8,454.13	7,658.25	7,096.36	5,814.98	5,704.78	5,215.60	5,123.41	5,026.85	4,899.98	4,780.81	4,668.59	4,568.04	69,011.79
มูลค่าปัจจุบันของกระแสเงินสดสุทธิผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น	-2,245.03	-1,468.00	-982.13	240.39	248.23	227.48	233.78	238.71	240.30	241.57	242.35	243.23	-2,539.11

ตารางที่ 22 กระแสเงินสดผลประโยชน์สุทธิของโครงการโดยกำหนดเป้าหมายอัตรานำสุญเสีย 35% อัตราคิดลด 5% โดยปัจจัยอื่น ๆ คงที่  
(หน่วย : ล้านบาท)

รายการ	ปีที่											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>ต้นทุน</b>												
ต้นทุนกรณีมีโครงการ	8,880.39	8,443.50	8,213.38	7,065.59	7,276.51	6,991.42	7,205.93	7,425.19	7,596.86	7,786.33	7,980.50	8,201.14
ต้นทุนกรณีไม่มีโครงการ	6,354.32	6,145.39	5,867.77	5,551.87	5,491.19	4,758.61	4,387.15	3,929.17	3,380.35	2,735.95	1,995.02	1,141.15
<b>ต้นทุนเพิ่มขึ้น</b>	<b>2,526.07</b>	<b>2,298.11</b>	<b>2,345.61</b>	<b>1,513.72</b>	<b>1,785.32</b>	<b>2,232.81</b>	<b>2,818.78</b>	<b>3,496.02</b>	<b>4,216.52</b>	<b>5,050.38</b>	<b>5,985.48</b>	<b>7,059.99</b>
<b>ผลประโยชน์</b>												
ผลประโยชน์กรณีมีโครงการ	6,522.17	6,824.98	7,076.66	7,357.69	7,593.12	7,296.35	7,534.73	7,777.79	7,969.43	8,179.76	8,394.77	8,637.83
ผลประโยชน์กรณีไม่มีโครงการ	6,522.17	6,286.73	5,977.09	5,625.81	5,547.50	4,748.22	4,335.38	3,829.06	3,224.59	2,516.85	1,704.77	770.73
<b>ผลประโยชน์เพิ่มขึ้น</b>	<b>0.00</b>	<b>538.25</b>	<b>1,099.58</b>	<b>1,731.88</b>	<b>2,045.62</b>	<b>2,548.13</b>	<b>3,199.35</b>	<b>3,948.72</b>	<b>4,744.84</b>	<b>5,662.91</b>	<b>6,690.00</b>	<b>7,867.10</b>
<b>ผลประโยชน์สุทธิ</b>												
ผลประโยชน์สุทธิกรณีมีโครงการ	-2,358.23	-1,618.52	-1,136.72	292.09	316.62	304.93	328.80	352.60	372.56	393.43	414.28	436.69
ผลประโยชน์สุทธิกรณีไม่มีโครงการ	167.84	141.34	109.32	73.94	56.31	-10.39	-51.77	-100.11	-155.76	-219.10	-290.25	-370.42
<b>ผลประโยชน์สุทธิเพิ่มขึ้น</b>	<b>-2,526.07</b>	<b>-1,759.86</b>	<b>-1,246.04</b>	<b>218.16</b>	<b>260.30</b>	<b>315.32</b>	<b>380.57</b>	<b>452.70</b>	<b>528.32</b>	<b>612.53</b>	<b>704.53</b>	<b>807.11</b>

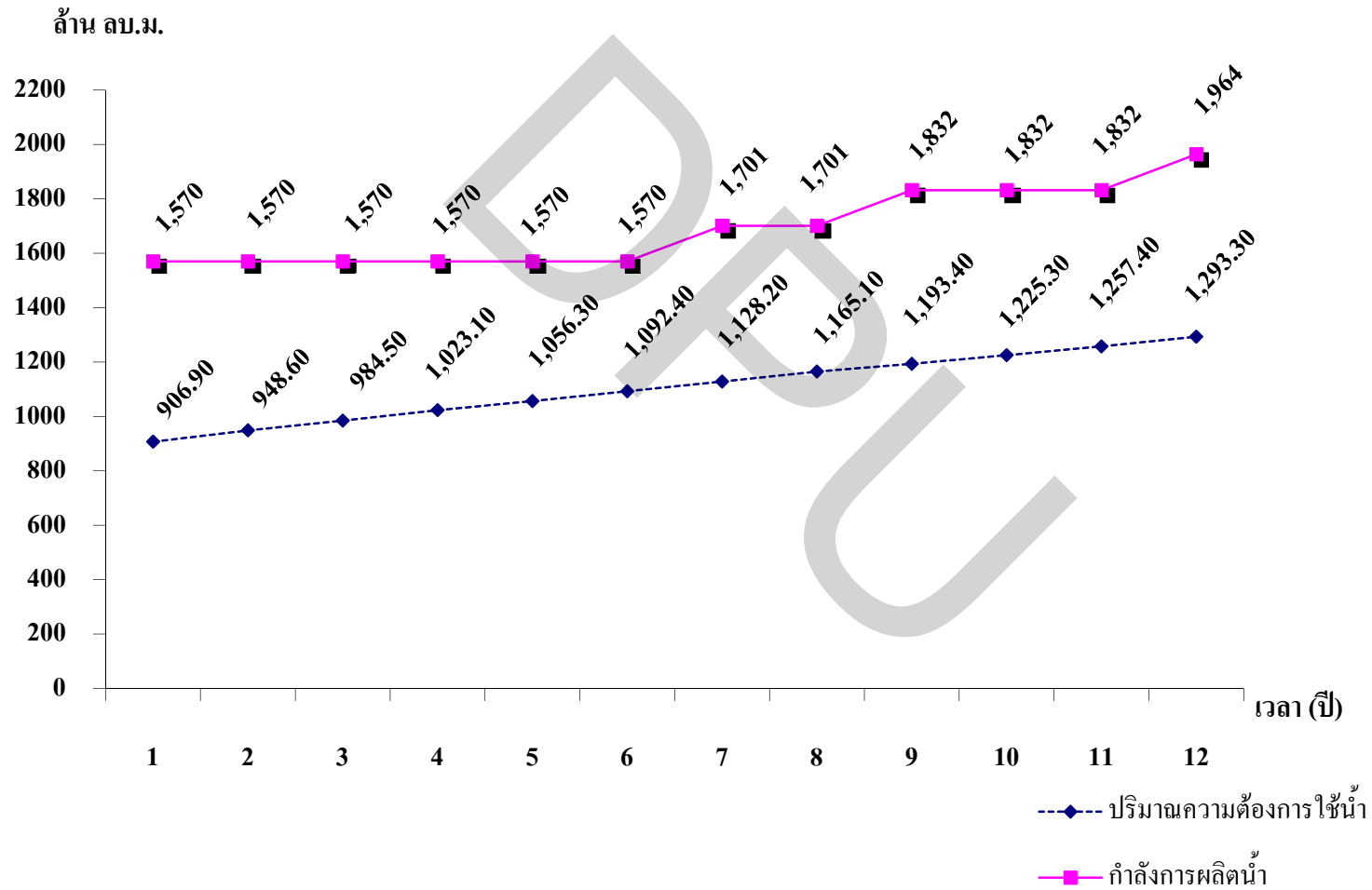
BCR            0.96  
EIRR          -6.63%

2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558
906.9	948.6	984.5	1023.1	1056.3	1092.4	1128.2	1165.1	1193.4	1225.3	1257.4	1293.3
1570	1570	1570	1570	1570	1570	1701	1701	1832	1832	1832	1964

ปริมาณความต้องการใช้น้ำ  
กำลังการผลิตน้ำ

DRPU

ภาพที่ 5 แสดงปริมาณความต้องการใช้น้ำประปาของผู้ใช้น้ำกับกำลังการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง





## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### สรุป

การประปานครหลวงมีภารกิจหลักในการผลิตน้ำประปา เพื่อให้บริการแก่ประชาชนที่เป็นผู้ใช้น้ำแต่ละประเภทซึ่งมีปริมาณเพิ่มขึ้นในทุกปี นับตั้งแต่ก่อตั้งเมื่อปี 2510 เป็นต้นมา การประปานครหลวงได้ดำเนินโครงการเพื่อเพิ่มกำลังการผลิตและขยายพื้นที่บริการสนองความต้องการใช้น้ำที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ด้วยเหตุผลข้อจำกัดด้านงบประมาณในการลงทุนจึงเลือกใช้ท่อและอุปกรณ์การผลิตที่ผลิตภายในประเทศซึ่งมีคุณภาพไม่สูงนัก ประกอบกับระบบประปาพื้นฐาน เช่น ระบบควบคุมอัตราการสูญเสีย ยังคงใช้เทคโนโลยีแบบเก่า ดังนั้น อัตราการสูญเสียในระบบจ่ายน้ำจึงอยู่ในเกณฑ์สูงเป็นปัญหาและอุปสรรคในการบริการการสูญจ่ายน้ำมากขึ้น

ตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา การประปานครหลวงดำเนินแผนงานลดน้ำสูญเสียอย่างเป็นรูปธรรม 3 โครงการ คือ โครงการปรับปรุงท่อประปา โครงการแผนหลักครั้งที่ 3 และโครงการแผนหลักครั้งที่ 4 ใช้งบประมาณจากโครงการในส่วนงานลดน้ำสูญเสียประมาณ 2,800 ล้านบาท ทั้งที่มีการทำกิจกรรมเพื่อลดน้ำสูญเสียมากพอสมควรแต่ยังมีอัตราการสูญเสียที่เพิ่มสูงขึ้น การประปานครหลวงจึงมีการจัดสรรงบประมาณเพื่อลงทุนด้านการลดน้ำสูญเสียโดยมุ่งหวังจะลดอัตราการสูญเสียให้เหลือร้อยละ 30 ดังนั้น จึงมีความจำเป็นต้องปรับปรุงระบบเพิ่มเติมโดยนำเทคโนโลยีการควบคุมการสูญจ่ายน้ำและควบคุมน้ำสูญเสียที่ทันสมัยมาใช้ เพื่อพัฒนาศักยภาพการบริหารงานควบคุมระบบจ่ายน้ำและควบคุมอัตราการสูญเสียให้อยู่ในเกณฑ์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยการประปานครหลวงมีเป้าหมายจะลดน้ำสูญเสียให้เหลือร้อยละ 30 ในปี 2549

โครงการลดน้ำสูญเสียเป็นโครงการลงทุนปรับปรุงและบำรุงรักษาระบบสูญจ่ายน้ำประปาเพื่อควบคุมอัตราการสูญเสียที่เกิดขึ้นตามสภาพการใช้งานให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมไม่เป็นอุปสรรคต่อการส่งจ่ายน้ำและอยู่ในระดับที่สากลยอมรับ สำหรับระบบของการประปา นครหลวงตั้งเป้าหมายที่จะลดการสูญเสียและรักษาให้อยู่ที่ระดับร้อยละ 30 โดยการดำเนินการโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย

การศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวงในครั้งนี้ เป็นการศึกษาถึงสภาพปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสีย น้ำประปาและงานลดน้ำสูญเสีย และความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของการลงทุนในโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย โดยเปรียบเทียบต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ทางเศรษฐกิจ ที่คาดว่าจะได้รับของกรณีไม่มีโครงการและกรณีมีโครงการ การวิเคราะห์ต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ จะทำการจำแนกต้นทุนของทรัพยากรและผลประโยชน์ ประมาณการจำนวนของทรัพยากรและจำนวนผลประโยชน์ตลอดอายุโครงการ ประเมินมูลค่าผลผลิตและปัจจัยการผลิตแปลงมูลค่าทางการเงินเป็นมูลค่าทางเศรษฐกิจโดยใช้ตัวปรับค่า (Conversion Factor : CF) แล้วจึงนำมูลค่าทางเศรษฐกิจของโครงการมาคำนวณเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินคือ NPV , BCR , EIRR และทำการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของโครงการในส่วนของการเปลี่ยนแปลงทางด้านต้นทุน (SVC) และการเปลี่ยนแปลงด้านผลประโยชน์ (SVB)

ในการศึกษาถึงสภาพปัญหาที่ทำให้เกิดการสูญเสียน้ำประปาและงานลดน้ำสูญเสียพบว่า การสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวงมาจาก 2 สาเหตุ โดยสาเหตุแรกสูญเสียน้ำประปาที่เกิดจากการบริหารและการจัดการ เช่น การวัดน้ำคลาดเคลื่อน เป็นการสูญเสียเกิดขึ้น เนื่องจาก การอ่านมาตรวัดน้ำผิดพลาดและต่ำกว่าความเป็นจริง การออกไปแจ้งหนี้ผิดพลาดไม่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริง การถอดมาตรวัดน้ำเนื่องจากการยกเลิกการใช้ น้ำและ ผู้ใช้น้ำไม่ยอมชำระเงินค่าน้ำประปาภายหลังการถอดมาตรวัดน้ำแล้ว การลดหย่อนค่าน้ำเนื่องจาก ระบบท่อรั่วภายในที่พักอาศัยของผู้ใช้น้ำ , การใช้น้ำเพื่อทดสอบแรงดันและทำความสะอาดท่อ รวมถึงการใช้น้ำเพื่อสาธารณะประโยชน์ สาเหตุที่สองเนื่องจากงานด้านเทคนิค คือ มาตรวัดน้ำและอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณน้ำคลาดเคลื่อนเนื่องจากมาตรวัดน้ำหมดอายุการใช้งานหรือไม่เดิน การออกแบบก่อสร้างวางท่อ โดยไม่มีข้อมูลใต้ดินหรือแผนที่ที่ชัดเจนหรือเนื่องจากการใช้น้ำบาดาลเป็นจำนวนมากทำให้ภายหลังเมื่อดินทรุดตัวทำให้ท่อเกิดการรั่วไหล การกัดกร่อนเนื่องจากคุณสมบัติของดิน เป็นต้น

ในส่วนของการป้องกันการสูญเสียน้ำประปานั้น การประปานครหลวงมีมาตรการในการป้องกัน 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 คือมาตรการพื้นฐานขั้นต้น โดยจะทำการจัดหาและเตรียมสถิติข้อมูลต่าง ๆ พร้อมทั้งแหล่งที่มาของข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่ระบบท่อประปาและอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อกำหนดพื้นที่ที่จะดำเนินการสำรวจและตรวจสอบความถูกต้อง หรือพัฒนาเทคโนโลยี โดยการศึกษาวิธีการวัดน้ำสูญเสียที่เหมาะสมในแต่ละพื้นที่ ขั้นตอนที่ 2 มาตรการแก้ไข โดยการซ่อมท่อรั่วทุกจุดในทันทีที่ทราบการรั่วไหลของน้ำประปาและต้องสำรวจหาตำแหน่งที่ท่อรั่วทั้งใต้ดินและบนดิน ขั้นตอนที่ 3 มาตรการปรับปรุงป้องกัน เป็นการออกแบบ

และก่อสร้างวางท่อและอุปกรณ์ท่อให้ทนต่อแรงกระทำภายนอก เช่น พื้นดินทรุด แผ่นไหว การถูกกัดกร่อนของสภาพดิน ควบคุม แรงดันน้ำโดยปิดเปิดหรือหริ้ประตูน้ำในระบบจ่ายน้ำ โดยพิจารณาถึงเวลาที่มีการใช้น้ำประปา

การวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย เป็นการวิเคราะห์เชิงเศรษฐกิจ (Economic Analysis) ซึ่งต้นทุนของทรัพยากร ประกอบด้วย ค่าใช้จ่ายต่าง ๆ ที่ใช้เพื่อซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ รวมถึงทรัพยากรที่ใช้ในการซ่อมท่อ ตำรวจท่อรั่ว และต้นทุนผลิตน้ำประปา ซึ่งผลประโยชน์ก็คือ รายได้ค่าขายน้ำประปาที่การประปานครหลวงจำหน่ายให้กับผู้ใช้น้ำ จากการศึกษาความเป็นไปได้ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง พบว่า หากกำหนดเป้าหมายอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% จะได้มูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value : NPV) มีค่ามากกว่า 0 ( $NPV > 0$ ) คือ 882.64 ล้านบาท อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio : BCR) มีค่ามากกว่า 1 ( $BCR > 1$ ) คือ 1.01 และอัตราผลตอบแทนภายใน (Economic Internal Rate of Return : EIRR) มีค่าเท่ากับ 12.73% ซึ่งมีความสูงกว่าอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอัตราต่ำสุดคือ 5% ในการวัดความคุ้มค่าของโครงการโดยใช้เกณฑ์ประเมินทั้ง 3 จะเห็นว่า โครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวงนั้น มีความเป็นไปได้และการลงทุนในโครงการนี้ให้ผลคุ้มค่าต่อการลงทุน เนื่องจากให้ค่า  $NPV > 0$  ,  $BCR > 1$  และ EIRR มากกว่าอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอัตราต่ำสุด ในการวิเคราะห์ความอ่อนไหวของกรณีฐาน (Base Case) คืออัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% และราคาประตุลดแรงดันน้ำเพิ่มขึ้น 5% จะได้มูลค่าปัจจุบัน -2,362.14 ล้านบาท อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน 0.97 และอัตราผลตอบแทนภายใน -5.44% หากกำหนดอัตราน้ำสูญเสียเพิ่มขึ้นเป็น 35% , อัตราคิดลด 5% จะได้มูลค่าปัจจุบัน -2,539.11 ล้านบาท อัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน 0.96 และอัตราผลตอบแทนภายใน -6.63% แสดงว่าไม่คุ้มค่าต่อการลงทุน

### ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาในครั้งนี้

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสียของการประปานครหลวง พบว่า

- สาเหตุของการสูญเสียน้ำประปาของการประปานครหลวง เกิดจาก 2 สาเหตุ คือ การสูญเสียน้ำประปาที่เกิดจากการบริหารและการจัดการ และการสูญเสียน้ำประปาจากงานด้านเทคนิค จากสาเหตุดังกล่าว การประปานครหลวงควรจะดำเนินการดังนี้

- จัดตั้งคณะทำงานด้านลดน้ำสูญเสียของแต่ละสำนักงานประปาสาขา เพื่อสนับสนุนบริหารและจัดการงานด้านลดน้ำสูญเสีย

- เน้นการดำเนินงานเพื่อลดน้ำสูญเสียด้านเทคนิค โดยให้ความสำคัญต่อการหาท่อรั่วและซ่อมท่อ โดยเฉพาะท่อรั่วใต้ดินซึ่งส่งผลโดยตรงต่อการลดน้ำสูญเสีย การดำเนินการอาจจะประกอบด้วย การประสานครหลวงดำเนินการเองและจ้างเหมาเอกชนดำเนินการ

- ดำเนินการปรับปรุงท่อจ่ายน้ำ-บริการ โดยพิจารณาปรับปรุงจากอายุ ชนิด ขนาด ความลึก หรือตำแหน่งและสถิติการแตกรั่วของเส้นท่อ โดยพิจารณาด้านความคุ้มค่าเปรียบเทียบกับค่าบำรุงรักษา

- ดำเนินการย้ายมาตรผู้ใช้น้ำออกนอกบริเวณบ้านเพื่อให้การอ่านมาตรเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและถูกต้องตรงตามความเป็นจริง รวมทั้งดำเนินการขุดยกซ่อมเปลี่ยนมาตรที่มีปัญหาและครบวาระใช้งานอย่างต่อเนื่อง

- ป้องปรามการลักใช้น้ำ โดยมีระเบียบและคณะกรรมการว่าด้วยการนี้ ซึ่งเน้นการเปรียบเทียบปรับเมื่อตรวจพบ

จากการวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย หากกำหนดเป้าหมายอัตราน้ำสูญเสีย 30% อัตราคิดลด 5% จะได้มูลค่าปัจจุบัน (Net Present Value : NPV) มีค่ามากกว่า 0 ( $NPV > 0$ ) คือ 882.64 ล้านบาท อัตราส่วนของผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit – Cost Ratio : BCR) มีค่ามากกว่า 1 ( $BCR > 1$ ) คือ 1.01 และอัตราผลตอบแทนภายใน (Economic Internal Rate of Return : EIRR) มีค่าเท่ากับ 12.73% ซึ่งมีความมากกว่าอัตราดอกเบี้ยพันธบัตรรัฐบาลที่มีอัตราต่ำสุดคือ 5% (ตารางที่ 18) ดังนั้น การประสานครหลวงควรดำเนินการตามโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย เพราะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าต่อการลงทุน

### ข้อเสนอแนะจากผลการศึกษาในครั้งต่อไป

การวิเคราะห์ทางเศรษฐกิจของโครงการปรับปรุงระบบประปาเพื่อลดน้ำสูญเสีย ในครั้งนี้ได้ใช้ตัวแปลงค่า (Conversion Factor : CF) ของธนาคารโลก ซึ่งในการศึกษาครั้งต่อไป ควรมีการคำนวณตัวแปลงค่าเฉพาะหมวดใหญ่ และถ้าคำนวณตัวแปลงค่าเฉพาะ (Specific Conversion Factor) ให้คำนวณเฉพาะค่านี้

การศึกษาค้างนี้ประมาณการผลประโยชน์จากความสามารถในการผลิตและปริมาณ น้ำจ่าย ดังนั้น ในการศึกษาค้างต่อไปควรจะประมาณผลประโยชน์จากอุปสงค์หรือประมาณ จากความต้องการ น้ำประปาของผู้ใช้น้ำ

## บรรณานุกรม

### ภาษาไทย

#### หนังสือ

เยาวเรศ ทับพันธุ . การประเมินโครงการตามแนวทางเศรษฐศาสตร์. กรุงเทพฯ :  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2541

#### เอกสารอื่น ๆ

วิโรจน์ มโนพิโมกษ์. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิเคราะห์และประเมินโครงการ.  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต , 2545

บรรเทิง มาแสง. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิเคราะห์และประเมินโครงการ.  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต , 2546

รายงานประจำปี 2543 , 2544 , 2545 , 2546 ของการประปานครหลวง  
รายงานโครงการสำรวจความพึงพอใจของผู้ใช้บริการของการประปานครหลวงประจำปี  
งบประมาณ 2545 , ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
รายงานความสำเร็จของโรงงานผลิตน้ำมหาสวัสดิ์และคลองประปาฝั่งตะวันตก ประจำปี 2545  
ธนาคารแห่งประเทศไทย. 2547 อัตราดอกเบี้ยในตลาดเงิน. <http://www.bot.go.th> , มิถุนายน 2547

#### วิทยานิพนธ์

ชุตินัน ประมูลมาก. “ ปัจจัยในการกำหนดอุปสงค์น้ำประปา ประเภทที่อยู่อาศัย กรณีศึกษา  
สำนักงานประปาเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี” วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต  
มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย , 2545

ณัชชา ลิขิตแสงเจริญ . “การประหยัดต่อขนาดของการผลิตน้ำประปาของการประปานครหลวง”  
วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต , 2546

นัชดา ใจซื่อสมบูรณ์ . “การศึกษาแนวโน้มการผลิตและความต้องการน้ำประปาในเขตพื้นที่  
การประปานครหลวง” วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต  
มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต , 2541

เพชรรา เงินกร . “อุปสงค์ต่อน้ำประปาของผู้ใช้น้ำประเภทที่พักอาศัยในเขตการประปานครหลวง”  
วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต , 2539

วิชัย ทศนีย์ภาพ. “การประเมินผลทางเศรษฐกิจของโครงการลดการสูญเสียน้ำประปา

ของการประปานครหลวง” วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต  
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ , 2537

เสาวนีย์ วิเศษธาร. “การวิเคราะห์ต้นทุนและผลตอบแทนโครงการปรับปรุงขยายการผลิตน้ำประปา  
ของการประปาส่วนภูมิภาคที่การประปาอ้อมน้อย อำเภอกระทุ่มแบน  
จังหวัดสมุทรสาคร” วิทยานิพนธ์เศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2538

DRPU