บทที่ 4

ผลการศึกษา

ในการศึกษาความเป็นไปได้ของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ ของการประปานครหลวง ได้ทำการศึกษาถึงการนำเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) มาใช้ในระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ และวิเคราะห์ต้นทุนและผลประโยชน์ด้านต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ของการประปานครหลวง อาจจะเป็นทั้งในส่วนต้นทุนและผลประโยชน์ที่ปรากฏจากการใช้จ่ายจริง และส่วนที่ต้องประเมินขึ้น เพื่อนำเอาต้นทุนและผลประโยชน์ที่ประมาณได้นำไปวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ของโครงการดังกล่าว โดยผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

4.1 ความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) มาใช้ในระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์

ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ เป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดคำนวณราคาค่าน้ำประปาตามยูนิตน้ำที่ใช้ไปในแต่ละรอบบิล โดยใช้คอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เป็นตัวควบคุมทั้งหมด ซึ่งจะสามารถทำการควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดคำนวณราคาค่าน้ำประปาอัตโนมัติ ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ ที่นำมาใช้ในระบบจะเป็นแบบ Real Time ตลอดเวลา พร้อมทั้งทำการเก็บข้อมูล, ตรวจสอบระบบ และรายงานปริมาณการใช้น้ำพร้อมกับคำนวณราคาค่าน้ำประปาของแต่ละสถานที่โดยอัตโนมัติ ในแบบ Real Time โดยมิต้องรอการรายงานจากพนักงานของการประปานครหลวงที่เดินไปจดปริมาณการใช้น้ำตามบ้านอย่างที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ทำให้สามารถบริหารงาน, วางแผนและควบคุมการใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบเก่ากับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่

ข้อดี

ตารางที่ 4.1

ข้อดีของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบเก่ากับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่

ระบบแบบเก่า	ระบบแบบใหม่
1. ต้นทุนต่ำ	1.ลดระยะเวลาในการทำงาน เนื่องจากความเร็วในการรับ-ส่งข้อมูลอยู่ที่ 10 ms
2. กระบวนการทำงานของระบบไม่ซับซ้อน	2. ลดจำนวนตัวแทนอ่านมาตร ทำให้ค่าใช้จ่ายลดลง
	3. ป้องกันการทุจริตของเจ้าหน้าที่ เช่นอาจมีการติดสินบนในการถอดมาตรวัดน้ำ
	4. สามารถดูค่าน้ำประปาบนมาตรวัดน้ำเองได้
	5. เมื่อโดนตัดน้ำ แล้วมาชำระเงิน สามารถใช้น้ำได้ทันทีโดยไม่ต้องเสียเวลารอนาน
	6. ลดปัญหาการอ่านค่าน้ำจากมาตรวัดน้ำคลาดเคลื่อน
	7. ผู้ใช้น้ำสามารถดูราคาค่าน้ำบนมาตรวัดน้ำแบบดิจิตอลได้เอง
	8. เพื่อช่วยให้มีรายได้เพิ่มขึ้นจากการเที่ยงตรงของมาตรวัดน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์
	9. มีบริการส่ง SMS ค่าน้ำประปาเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่

ข้อเสีย

ตารางที่ 4.2

ข้อเสียของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบเก่ากับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์แบบใหม่

ระบบแบบเก่า	ระบบแบบใหม่
1. ระยะเวลาในการออกไปอ่านมาตรวัดน้ำทั้งมาตรรายใหญ่ และมาตรราชการ นาน	1.ต้นทุนสูง
2. เสียค่าใช้จ่ายในการจ้างตัวแทนอ่านมาตร	2. กระบวนการทำงานของระบบค่อนข้างซับซ้อน
3. อาจเกิดการทุจริตของเจ้าหน้าที่ เช่นอาจมีการติดสินบนให้กับเจ้าหน้าที่ เพื่อไม่ให้เจ้าหน้าที่ถูกลวด หรือถอดมาตรวัดน้ำ	3. ส่งข้อมูลผ่านระบบ Computer Network อาจทำให้ถูกผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาแก้ไขข้อมูลได้ถ้าไม่มีการป้องกันที่ดี
4. หลังจากโดนตัดมาตรวัดน้ำ ต้องเสียเวลาในการรอเจ้าหน้าที่มาต่อมาตรวัดน้ำให้	4. ผู้มีความรู้เกี่ยวกับระบบยังมีค่อนข้างจำกัด
5. อาจเกิดการอ่านค่าน้ำจากมาตรวัดน้ำคลาดเคลื่อน	
6. เวลาน้ำไหลอ่อน จะทำให้มาตรวัดน้ำแบบเดิมอ่านไม่ได้ ทำให้เกิดการเสียรายได้ส่วนหนึ่งเกิดขึ้น	

4.1.1 <u>การวิเคราะห์สถานการณ์ (SWOT Analysis) ของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA)</u>

การวิเคราะห์สภาพแวดล้อมจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค (SWOT) ของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) ของการประปานครหลวง เป็นการพิจารณาสภาวะแวดล้อมและตัวแปรตัวแปรต่างๆ ทั้งจุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และภัยคุกคาม ซึ่งล้วนแต่มีผลกระทบต่อการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการ

คิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์และการลงทุนของการประปานครหลวง ซึ่งสามารถสรุปตามลำดับความสำคัญ ได้ดังนี้

จุดแข็ง (Strengths)

1. การประปานครหลวงเป็นหน่วยงานรัฐวิสาหกิจที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับระบบน้ำประปา ซึ่งเป็นธุรกิจที่ผูกขาดภายในประเทศไทย ดังนั้นจึงเหมาะสมแก่การลงทุนในการวางระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA)

2. ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) เป็นระบบที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลระยะไกล สามารถทำการควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินได้ศูนย์ควบคุม (การประปานครหลวง) ทำให้ระบบการทำงานมีประสิทธิภาพและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

3. ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) เป็นระบบที่มีความเที่ยงตรงสูง

4. ผู้ใช้น้ำสามารถที่จะดูอัตราการใช้น้ำและค่าน้ำของตนเอง ณ เวลาปัจจุบันได้ โดยดูจากมาตรวัดน้ำแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะทำให้ผู้ใช้น้ำสามารถควบคุมการใช้น้ำของตนเองให้อยู่ในปริมาณที่เหมาะสม

5. ป้องกันการทุจริตของเจ้าหน้าที่เพราะมีข้อมูลการใช้น้ำและค่าน้ำเก็บอยู่ในฐานข้อมูล ซึ่งสามารถทำการตรวจสอบได้ตลอดเวลา

6. เป็นระบบที่สามารถพัฒนาอุปกรณ์ขึ้นมาใช้งานเองได้ ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องของอุปกรณ์

จุดอ่อน (Weaknesses)

1. ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) เป็นระบบที่ต้องใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูงในส่วนของตัวอุปกรณ์ต่างๆ ซอร์ฟแวร์ และค่าติดตั้งต่างๆ เป็นต้น

2. .ในการติดตั้งในส่วนของ หน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit) และระบบสื่อสาร (Communication System) ในที่นี้เราจะใช้สายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Optic) เป็นสายนำสัญญาณของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยี

สกาด้า (SCADA) จะมีปัญหาเกิดขึ้นในกรณีที่ต้องเข้าไปทำการติดตั้งในพื้นที่ที่เข้าถึงได้ยาก ซึ่งอาจทำให้มีการใช้งานในเฉพาะในตัวเมืองเท่านั้นในช่วงระยะแรกๆ

3. การประปานครหลวงยังขาดบุคลากรที่มีทักษะ ความรู้ความสามารถทางด้านเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) ซึ่งอาจมีปัญหาในเรื่องของการใช้งานในระยะแรกๆ

4. ข้อจำกัดด้านงบประมาณของภาครัฐ

โอกาส (Opportunities)

1. ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) มีโอกาสเติบโตออกใช้ไปงานตามต่างจังหวัดในอนาคตในส่วนของบ้านเรือน และแหล่งอุตสาหกรรมต่างๆ

2. ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) เป็นระบบที่มีประสิทธิภาพสูง คาดว่าทางภาครัฐจะให้การสนับสนุนในเรื่องของเงินลงทุนในอนาคต

อุปสรรค (Threats)

1. อาจทำให้พนักงานที่ทำการอ่านมาตรวัดน้ำในระบบเก่าเกิดความไม่พอใจเกิดขึ้น ถ้าจะลดจำนวนพนักงานลง ในกรณีที่ทางการประปานครหลวงวางระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์เสร็จสมบูรณ์

2. เนื่องจากระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) เป็นการส่งข้อมูลโดยใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์เป็นหลัก ซึ่งอาจมีผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาทำการแก้ไขข้อมูลต่างๆ ในระบบศูนย์กลางของทางการประปานครหลวง

3. แรงจูงใจในการพัฒนาระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ในอนาคต

4.1.2 หลักการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA)

จากที่ได้กล่าวไปแล้วในบทที่ 2 เรื่อง ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ว่าเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) จะประกอบไปด้วย 3 ส่วน หลักๆ ดังภาพที่ 4.1 คือ

1. หน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit)

2. ระบบสื่อสาร (Communication System)

3. สถานีหลัก หรือศูนย์ควบคุม (Master Station)

ภาพที่ 4.1

ส่วนประกอบหลักของเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA)

จากผลการศึกษาเราสามารถที่จะนำเอาเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) มาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ได้ดังต่อไปนี้

4.1.2.1 <u>ในส่วนของลูกค้าที่มีการบริโภคน้ำประปา</u>

โดยปกติแล้วที่อาคารบ้านเรือนของผู้ใช้น้ำประปา จะมีท่อจ่ายน้ำที่จ่ายน้ำมาจากทางการประปานครหลวง ซึ่งต่อเข้ากับมาตรวัดน้ำของแต่ละอาคารบ้านเรือน เมื่อทางผู้ใช้น้ำมีการใช้น้ำประปาไปเท่าไรนั้น ทางการประปาจะรู้ได้ก็ต่อเมื่อมีเจ้าหน้าที่หรือตัวแทนอ่านมาตรของทางการประปานครหลวงเข้าไปเก็บข้อมูลการใช้น้ำประปาที่มาตรวัดน้ำของแต่ละอาคารบ้านเรือน ดังแสดงดังภาพที่ 4.2

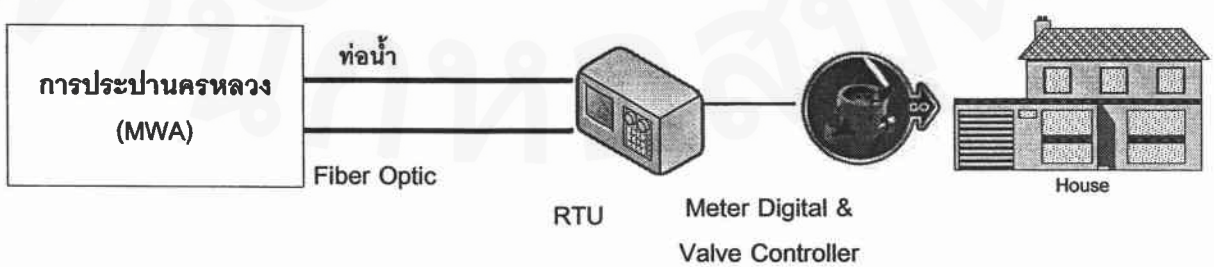
ภาพที่ 4.2

การเชื่อมระบบการใช้น้ำและการเก็บข้อมูลการใช้น้ำประปาในปัจจุบัน

ซึ่งจะเห็นได้ว่าวิธีการดังกล่าวจะทำให้ทางการประปานครหลวงได้ข้อมูลการใช้น้ำประปาของผู้ใช้น้ำในแต่ละอาคารบ้านเรือนค่อนข้างจะล่าช้า และไม่มีความเที่ยงตรงเท่าที่ควร เนื่องจากเจ้าหน้าที่หรือตัวแทนอ่านมาตรต้องเสียเวลาในการไปอ่านมาตรวัดน้ำตามสถานที่ต่างๆ ดังนั้นเราจึงนำเอาเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) เข้ามาใช้ในส่วนของหน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit) โดยการต่อเข้ากับมาตรวัดน้ำแบบดิจิตอลตามอาคารบ้านเรือนของผู้ใช้น้ำประปา ส่วนระบบสื่อสาร (Communication System) ในที่นี้เราจะใช้สายไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Optic) เป็นสายนำสัญญาณ ดังแสดงดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3

การเชื่อมระบบการจ่ายน้ำและการเก็บข้อมูลการใช้น้ำโดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA)



จากรูปข้างต้น สามารถอธิบายหลักการการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1) เมื่อมีการใช้น้ำที่อาคารบ้านเรือนของผู้ใช้น้ำทางการประปานครหลวงก็จะทำการจ่ายน้ำมาให้ผู้ใช้น้ำได้ใช้งานผ่านมาทางท่อจ่ายน้ำที่ได้ทำการวางไว้ในแต่ละแห่ง

2) จากเดิมในการเก็บข้อมูลการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำเราจะให้เจ้าหน้าที่หรือตัวแทนอ่านมาตรของการประปานครหลวงไปเก็บข้อมูลตามที่ได้กล่าวไปข้างต้น แต่เมื่อเรานำเอาเทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) มาประยุกต์ใช้กับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์นี้ ทางการประปานครหลวงจะทำเก็บข้อมูลการใช้น้ำได้ทันที เป็นแบบ Real Time โดยเมื่อผู้ใช้น้ำได้ทำการใช้น้ำ ตัวมาตรวัดน้ำที่เป็นแบบดิจิตอลก็จะทำการอ่านค่าการใช้น้ำว่ามีการใช้ไปเท่าไร โดยข้อมูลที่อ่านได้นั้นจะส่งไปยังศูนย์ควบคุม (Control Center) ซึ่งผ่านทางหน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit) โดยผ่านสายนำสัญญาณไฟเบอร์ออฟติก (Fiber Optic) มายังศูนย์ควบคุม (Control Center) ที่การประปานครหลวง

3) ในกรณีที่ผู้ใช้น้ำไม่ได้ทำการชำระเงินค่าน้ำประปาตามระยะเวลาที่กำหนด ซึ่งทางการประปานครหลวงนั้นมีข้อมูลดังกล่าวเก็บอยู่ในฐานข้อมูล (Database) อยู่แล้ว ทางการประปานครหลวงจึงสามารถที่จะระงับการใช้น้ำประปาของแต่ละอาคารบ้านเรือนได้ทันที โดยผ่านสถานีหลัก หรือศูนย์ควบคุม (Master Station) ไปควบคุมที่ตัวหน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit) ให้ทำการปิดวาล์วน้ำ เพื่อไม่ให้มีการจ่ายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำที่ยังไม่ทำการชำระเงินที่ค้างอยู่ และเป็นตัวควบคุมให้มีการเปิดวาล์วน้ำเพื่อทำการจ่ายน้ำไปยังผู้ใช้น้ำ ที่ชำระเงินค่าน้ำประปา รวมถึงค่าธรรมเนียมต่างๆเป็นที่เรียบร้อยแล้ว

4.1.2.2 <u>ในส่วนของศูนย์ควบคุมระบบ (Control Center) ของการประปานครหลวง</u>

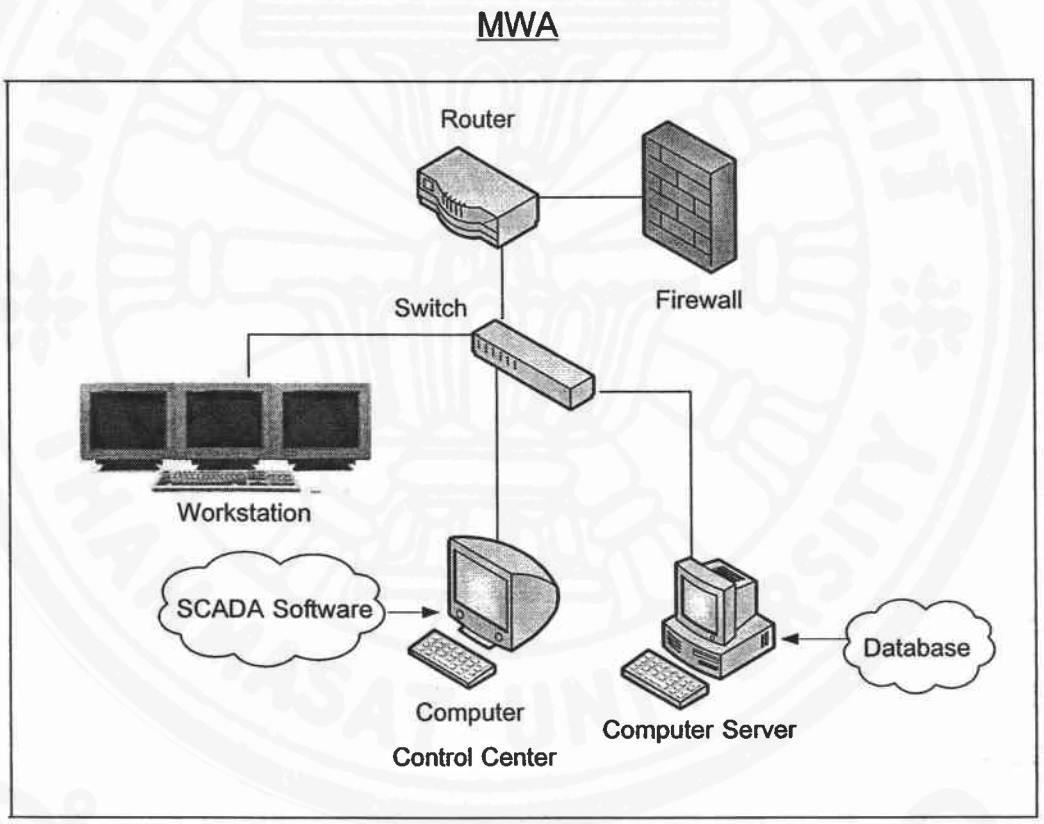
ทางการประปานครหลวงจะเปรียบเสมือนเป็นสถานีหลัก หรือศูนย์ควบคุม (Master Station) เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) ซึ่งในศูนย์ควบคุมระบบนี้ จะประกอบด้วย 6 ส่วนหลัก ดังภาพที่ 4.4 คือ

- Firewall
- Router
- Switch

- Computer Server
- Computer Control Center
- Workstation

ภาพที่ 4.4

องค์ประกอบภายในของศูนย์ควบคุมระบบ (Contol Center) ของการประปานครหลวง



จากรูปข้างต้น สามารถอธิบายหลักการการทำงานได้ดังต่อไปนี้

1) Firewall จะทำการป้องกันเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายในของการประปานครหลวง จากอันตรายที่มาจากเครือข่ายคอมพิวเตอร์ภายนอก เช่น ผู้บุกรุก หรือ Hacker โดย Firewall จะ

เป็นตัวอนุญาตให้เฉพาะข้อมูลที่มีคุณลักษณะตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ผ่านเข้าออกระบบเครือข่ายภายในการประปานครหลวงเท่านั้น ในที่นี้จะเป็นข้อมูลการใช้น้ำประปาของผู้ใช้น้ำ

2) Router จะทำการเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายภายในการประปานครหลวงเข้ากับเครือข่ายภายนอก และทำการควบคุมการรับส่งข้อมูลการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำระหว่างเครือข่าย

3) Switch จะทำการขยายพอร์ตการใช้งานในเครือข่ายของการประปานครหลวงให้มีปริมาณที่เพิ่มมากขึ้น

4) Computer Server ทำหน้าที่ในการรวบรวม แสดงผลข้อมูลและรายงานผลข้อมูลการใช้น้ำประปาของแต่ละอาคารบ้านเรือน ซึ่งข้อมูลดังกล่าวจะถูกเก็บบันทึกไว้ในฐานข้อมูล (Database) ของทางการประปานครหลวง

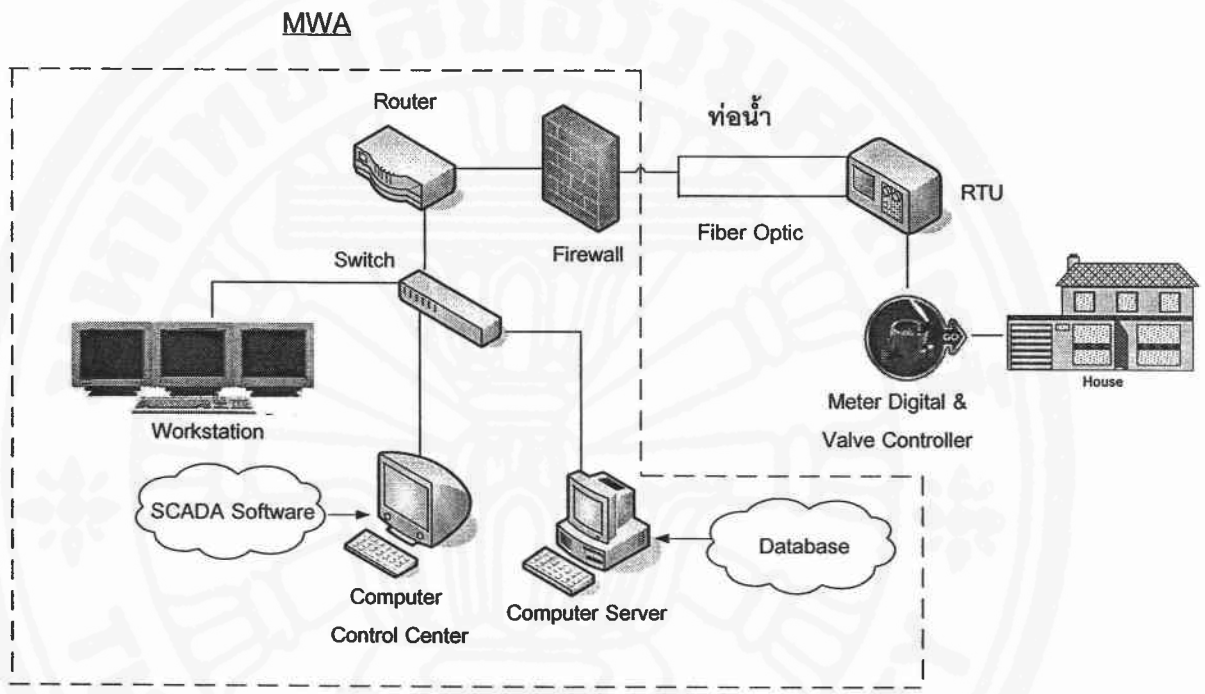
5) Computer Control Center จะมีตัว SCADA Software ซึ่งคอยทำการประมวลผลข้อมูลการใช้น้ำประปาที่ได้รับจาก RTU แต่ละตัวของแต่ละอาคารบ้านเรือนให้เป็นไปตามความต้องการของระบบควบคุม และยังสามารถที่จะควบคุมการจ่ายน้ำประปาไปยังบ้านเรือนต่างๆ เช่น กรณีที่ผู้ใช้น้ำยังไม่ชำระเงินค่าน้ำประปาตามระยะเวลาที่กำหนด ก็จะถูกระงับการใช้น้ำโดยทางการประปานครหลวงจะใช้ Computer Control Center สั่งการไปที่ตัว RTU ของแต่บ้าน เป็นต้น แล้วส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

6) Workstation ทำหน้าที่นำเอาข้อมูลจากฐานข้อมูลที่มีอยู่ไปใช้ในการทำงานทางด้านเอกสาร เช่น ใบแจ้งหนี้ชำระค่าน้ำประปา เป็นต้น

จากที่ได้อธิบายหลักการทำงานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA) สามารถที่จะแสดงเครือข่ายโดยรวมได้ดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5

ส่วนประกอบทั้งหมดของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้เทคโนโลยีสกาด้า (SCADA)

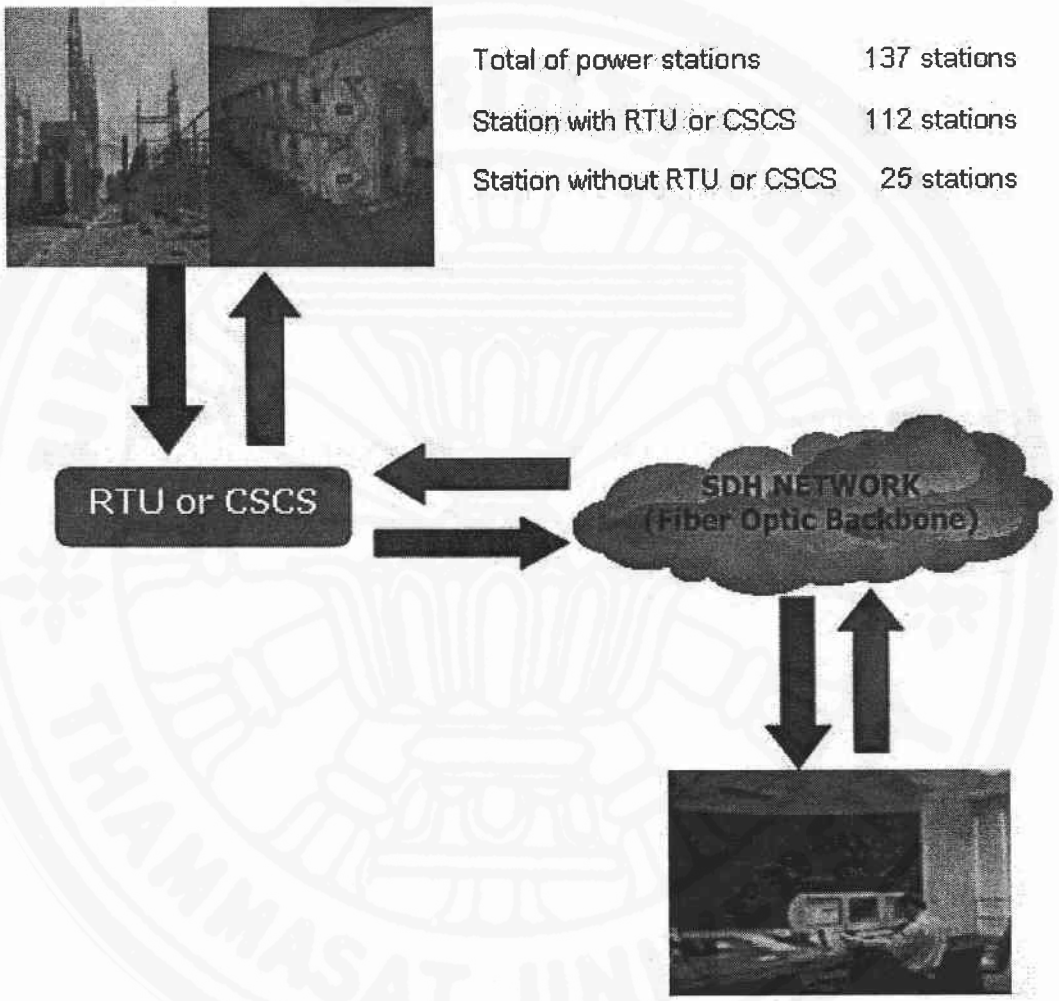


ผลการสัมภาษณ์ผู้ดูแลระบบ SCADA ของการไฟฟ้านครหลวง

จากการสัมภาษณ์ คุณอรุณ ทับทิมเทศ ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า 9 ประจำกองจัดการและสั่งการระบบไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง และคุณเจษฎา แก้วลังกา ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า 8 ประจำกองจัดการและสั่งการระบบไฟฟ้า การไฟฟ้านครหลวง ซึ่งเป็นผู้ดูแลเกี่ยวกับระบบสกาด้า (SCADA) ของการไฟฟ้านครหลวง โดยได้ผลการสัมภาษณ์เป็น ดังต่อไปนี้

ทางการไฟฟ้านครหลวงได้มีการนำระบบสกาด้า(SCADA) มาใช้ โดยมีศูนย์ควบคุมอยู่ที่การไฟฟ้านครหลวง สาขาชิดลม และการไฟฟ้านครหลวง สาขา แจ้งวัฒนะ ซึ่งการที่มีศูนย์ควบคุมนี้อยู่สองที่เนื่องจากสาขาใด สาขาหนึ่งเป็น Back up สำรอง เพื่อป้องกันการเสียหาย

ระบบ Network ในการติดตั้งสกาด้า (SCADA) ของการไฟฟ้านครหลวง เป็นดังต่อไปนี้



หน้าที่การทำงานและหลักการทำงานของระบบสกาด้า (SCADA) ที่ใช้ในการไฟฟ้านครหลวง

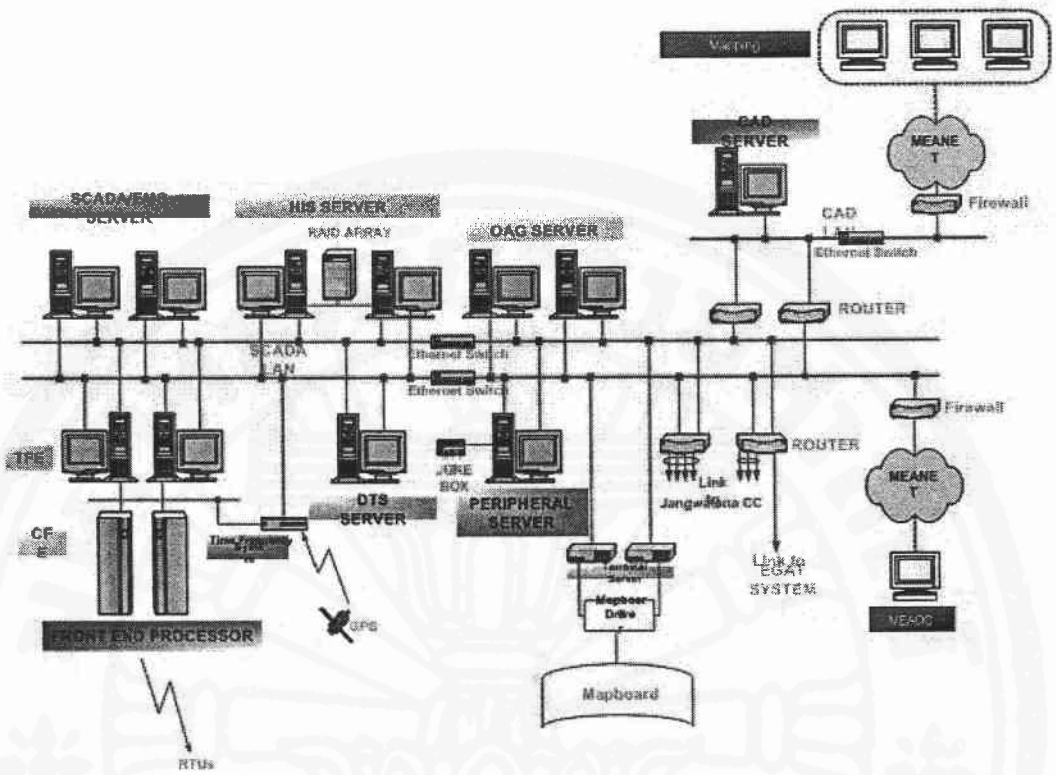
1. หน้าที่การทำงานหลักๆ ของระบบสกาด้า (SCADA) ที่ใช้ในการไฟฟ้านครหลวงมี 2 อย่าง คือ

1) ทำการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่รับมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ทางการไฟฟ้านครหลวงต้องการ ก่อนที่จะส่งเข้าไปยังจุดจ่ายไฟฟ้าไปยังอาคารบ้านเรือนต่างๆ
2) ควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังสาขาต่างๆ ของการไฟฟ้านครหลวง

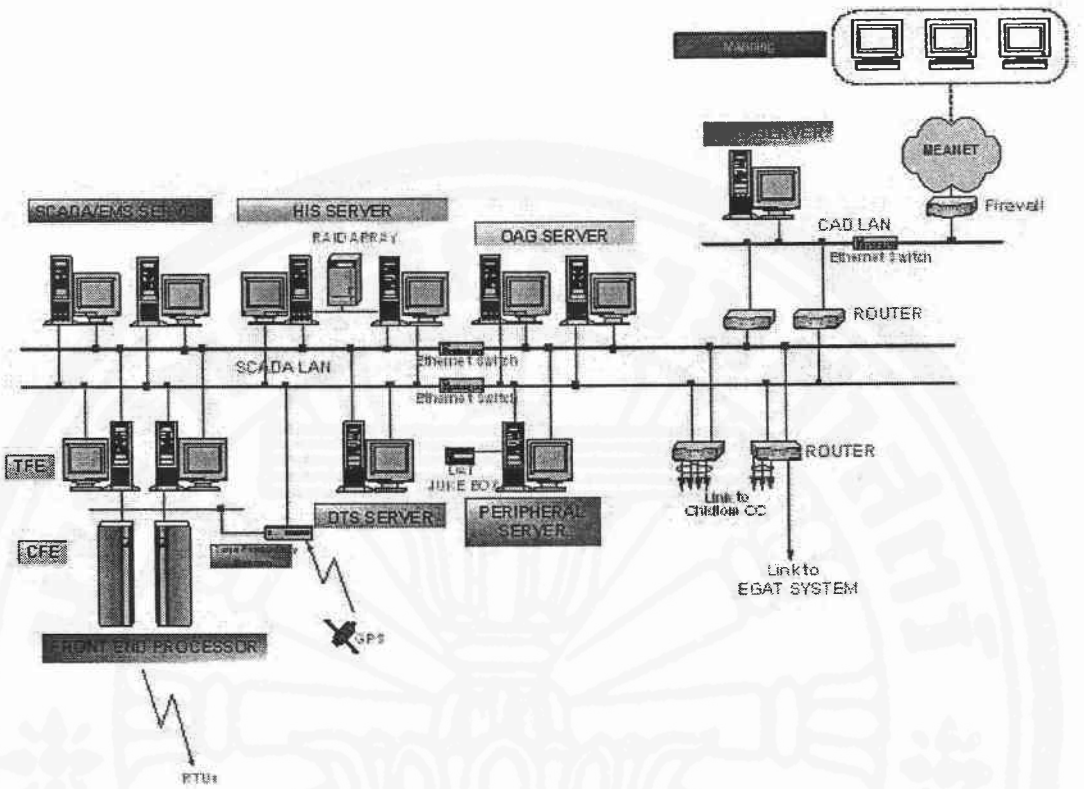
2. หลักการทำงานของระบบสกาด้า (SCADA) ที่ใช้ในการไฟฟ้านครหลวง ประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ คือ

1) หน่วยควบคุมระยะไกล (Remote Terminal Unit) จะติดตั้งตามสาขาต่างๆ ที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปตามอาคารบ้านเรือนต่างๆ โดยจะใช้ในการรับส่งข้อมูลการจ่ายกระแสไฟฟ้า และติดตั้งไว้ที่สาขาซิดลมและแจ้งวัฒนะเพื่อควบคุมแรงดันแรงดันไฟฟ้าที่รับมาจากแหล่งกำเนิดไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่ทางการไฟฟ้านครหลวงต้องการ
2) ระบบสื่อสาร (Communication System) ทางการไฟฟ้านครหลวงใช้แบบ SDH Network โดยส่งผ่านสาย Fiber Optic
3) สถานีหลัก หรือศูนย์ควบคุม (Master Station) มี 2 ที่คือ

- ที่การไฟฟ้านครหลวง สาขาซิดลม (Control Center)



- ที่การไฟฟ้านครหลวง สาขาแจ้งวัฒนะ (Control Center)



เมื่อการทำงานในระบบสกาด้า (SCADA) ของสาขาใดสาขาหนึ่ง down ลงไปอีกสาขาหนึ่งจะทำหน้าที่เป็นตัว back up คอยทำงาน ทำให้ระบบไม่เกิดความเสียหาย

ส่วนประกอบหลักของ Control Center ของการไฟฟ้านครหลวง มีดังนี้

1. Firewall
2. Router
3. Switch
4. Computer Server
5. Computer Control Center (SCADA System)
6. Testing System

ทางการไฟฟ้านครหลวงมีโครงการที่จะนำเอาระบบสกาด้า (SCADA) มาใช้ในการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าตามอาคารบ้านเรือนว่ามีการใช้ไฟฟ้าไปเท่าไร และควบคุมการจ่ายไฟฟ้าไปตามอาคารบ้านเรือนโดยใช้สายไฟฟ้าแรงสูงเป็นสื่อสัญญาณ

สรุปการสัมภาษณ์การไฟฟ้านครหลวง

สิ่งที่ได้จากการสัมภาษณ์การไฟฟ้านครหลวง แล้วนำมาใช้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์

1. สามารถนำเอารูปแบบของระบบเครือข่ายสกาด้า (SCADA) ของทางการไฟฟ้านครหลวง มาเป็นแบบอย่างในการใช้ออกแบบเครือข่ายการใช้งานระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ของการประปานครหลวงว่าควรจะประกอบด้วยอะไรบ้าง

2. รู้ถึงหลักการทำงานของระบบเครือข่ายสกาด้า (SCADA) ของทางการไฟฟ้านครหลวงว่ามีการทำงานอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถประเมินได้ว่าจะสามารถนำเอาเทคโนโลยีสกาด้ามาใช้กับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ของการประปานครหลวงได้หรือไม่

3. ได้รับคำแนะนำในเรื่องของการออกแบบเครือข่ายสกาด้า (SCADA) ว่าควรมีศูนย์ควบคุม 2 สถานีเพื่อที่ว่าสถานีใดสถานีหนึ่งเกิดเหตุขัดข้อง อีกสถานีจะเป็นตัว Back up เพื่อไม่ให้ระบบได้รับความเสียหาย

4.2 ความคุ้มค่าในด้านการลงทุนในการเปลี่ยนระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์

การคำนวณต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการ จะทำการประเมินต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการออกมาเป็นมูลค่าทางการเงินและมูลค่าทางเศรษฐศาสตร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลทั้งหมดก่อนนำมาวิเคราะห์ความเป็นไปได้ทางเศรษฐศาสตร์ของระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์ โดยในการวิเคราะห์มีสมมติฐานว่า ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์จะสามารถนำมาใช้แทนระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบเดิมได้จริง ซึ่งรายละเอียดการคำนวณต้นทุนและผลประโยชน์ของโครงการเป็นดังต่อไปนี้

การคิดหาต้นทุนทั้งระบบที่ใช้อยู่เดิม และระบบ Scada

4.2.1 การติดตั้งมาตรในรูปแบบปัจจุบัน

การคำนวณต้นทุนการติดตั้งและการอ่านมาตรในปัจจุบันดังสามารถคำนวณได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3

การคำนวณต้นทุนการติดตั้งและการอ่านมาตรในปัจจุบันดังสามารถคำนวณได้

ต้นทุน	จำนวน		ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน
1. ค่าจ้างตัวแทนอ่านมาตร 7 คน	12	เดือน	18,600	1,562,400
2. ค่าเครื่อง Handheld	7	เครื่อง	50,000	350,000
3. ค่าเครื่องพิมพ์ใบแจ้งหนี้	7	เครื่อง	50,000	350,000
4. ราคามาตรที่ใช้ติดตั้งอยู่ในปัจจุบัน	2,799	เครื่อง		38,310,200

ซึ่งการคิดค่าจ้างตัวแทนอ่านมาตร เฉลี่ยตามอัตราส่วนของจำนวนมาตรวัดน้ำรายใหญ่ และมาตรวัดน้ำราชการ ของสำนักงานประปาสาขาแม้นศรี เนื่องจากสำนักงานประปาสาขาแม้นศรีเป็นสาขาที่มีปริมาณการใช้น้ำของผู้ใช้น้ำรายใหญ่สูง ส่วนราคาค่ามาตรวัดน้ำที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของมาตรวัดน้ำรายใหญ่ และมาตรวัดน้ำราชการ เป็นดังตารางข้างล่าง

โดยการคำนวณต้นทุนของมาตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน สามารถคำนวณแยกตามขนาดมาตรดังแสดงได้ในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4

การคำนวณต้นทุนของมาตรที่ใช้อยู่ในปัจจุบันโดยคำนวณแยกตามขนาดมาตร

ขนาดมาตร	1 1/2"	2"	3"	4"	6"	8"
ราคามาตร	8,600	10,400	14,000	22,000	38,000	45,000
จำนวนมาตร	844	957	433	406	150	9
รวมต้นทุน	7,258,400	9,952,800	6,062,000	8,932,000	5,700,000	405,000

หน่วย : บาท

ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ลงทุนจ่ายครั้งแรกเพียงครั้งเดียว ประกอบด้วย ค่าเครื่อง Handheld ค่าเครื่องพิมพ์ใบแจ้งหนี้ และค่ามาตรที่ใช้ในการติดตั้ง รวมเป็นเงิน 39,010,200.00 บาท

2. ส่วนที่ต้องจ่ายต่อเนื่องเป็นรายเดือน คือ ค่าจ้างตัวแทนอ่านมาตร คิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปี เท่ากับ 1,562,400.00 บาท

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งมาตรในรูปแบบปัจจุบัน

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งครั้งแรก	=	38,310,200 + 350,000 + 350,000
	=	39,010,200 บาท
ค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายรายเดือน	=	1,562,400
รวม	=	40,572,600 บาท

4.2.2 การติดตั้งโดยใช้ระบบ Scada

จากการสัมภาษณ์ บริษัท EDA Instruments & Systems จำกัด ได้ข้อมูลเกี่ยวกับราคาอุปกรณ์การลงทุนต่างๆ ดังนี้

1. ค่าสัญญาณแบบ unlimited , ค่าOPC และค่า Software Scada ราคา 705,000 บาท
2. ค่า Programming Engineer ราคา 2,000,000 บาท
3. ค่า Flow Meter ราคา 18,000 บาท
4. ค่า maintainance ราคา 200,000 บาท / ปี

การคำนวณต้นทุนการติดตั้งและการอ่านมาตรโดยใช้ระบบ Scada ดังสามารถคำนวณได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

การคำนวณต้นทุนการติดตั้งและการอ่านมาตรโดยใช้ระบบ Scada

ราคาต้นทุน	จำนวน		ราคาต่อหน่วย	จำนวนเงิน
1. ค่า Maintenance	1	ปี	200,000	200,000
2. ค่าสัญญาณ + OPC + ค่าSoftware Scada	1	ครั้ง	705,000	705,000
3. ค่า Computer สำหรับใช้เป็น Server	1	ชุด	80,000	80,000
4. ค่า Programming Engineer	1	ครั้ง	2,000,000	2,000,000
5. ค่าสาย Fiber Optic + ค่าติดตั้ง	1	ครั้ง	12,250,000	12,250,000
6. ค่าสายทองแดง	1	ครั้ง	1,000,000	1,000,000
7. ค่า Flow Meter	2,799	ชุด	18,000	50,382,000
รวม				66,617,000

ซึ่งค่าสาย Fiber Optic และค่าติดตั้ง ได้ข้อมูลจาก บริษัท ทีโอที จำกัด โดยคิดราคาต่อ 1 กิโลเมตร เท่ากับ 100,000 บาท โดยทำการติดตั้งจากศูนย์รวบรวมข้อมูลไปยังตู้ RTU ซึ่งมีจำนวน 70 จุด เป็นระยะทางโดยเฉลี่ย 1.75 กิโลเมตร ซึ่งคิดเป็นเงินจำนวน 12,250,000 บาท และค่าสายทองแดง จาก RTU ไปยัง มาตรวัดน้ำ เป็นเงินจำนวน 1,000,000 บาท

ข้อจำกัด

ข้อมูลเกี่ยวกับราคาค่าติดตั้งระบบสกาด้า(SCADA) ได้ข้อมูลเพียงบริษัทเดียว ส่วนบริษัทอื่นๆไม่สามารถหาข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบได้ เนื่องจากข้อมูลด้านตัวเลขเป็นความลับของบริษัท ซึ่งไม่สามารถเปิดเผยได้

ซึ่งค่าใช้จ่ายดังกล่าวสามารถแยกออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ลงทุนจ่ายครั้งแรกเพียงครั้งเดียวรวมเป็นเงิน 66,417,000.00 บาท

2. ส่วนที่ต้องจ่ายต่อเนื่องเป็นรายเดือน คือ ค่า Maintenance คิดเป็นค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 200,000.00 บาท

การคำนวณค่าใช้จ่ายในการติดตั้งโดยใช้ระบบ SCADA

ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งครั้งแรก	=	66,417,000 บาท
ค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่ายรายเดือน	=	200,000 บาท
รวม	=	66,617,000 บาท

4.2.3 การคิดวิเคราะห์หาความคุ้มทุนของโครงการ

ผลจากการลงทุนในโครงการจะส่งผลกระทบทำให้กำไรสุทธิของสำนักงานประปาสาขาแม้นศรีเพิ่มขึ้นใน 2 แง่ คือ

1. รายได้ของสำนักงานประปา สาขาแม้นศรีมีอัตราการเพิ่มขึ้นของรายได้เฉลี่ยเท่ากับ 2 % ต่อปี โดยคิดจากรายได้ค่าน้ำของสำนักงานประปา สาขาแม้นศรีเฉลี่ยย้อนหลัง 10 ปี

2. เพิ่มรายได้ให้กับสำนักงานประปา สาขาแม้นศรีเนื่องจากช่วยให้การวัดปริมาณน้ำเพื่อนำมาคิดเงินกับผู้ใช้น้ำสามารถคิดได้แม่นยำมากขึ้น เนื่องจากมาตรระบบปัจจุบันจะมีปัญหาเมื่อแรงดันน้ำในบริเวณที่มาตรตั้งอยู่ลดต่ำลง จะทำให้ค่าผิดพลาด ในส่วนนี้คิดประมาณว่าจะทำให้สำนักงานประปา สาขาแม้นศรีสามารถเก็บรายได้ในส่วนของมาตรที่ติดตั้งระบบ Scada ได้เพิ่มขึ้น 1% ของรายได้เดิมที่สำนักงานประปา สาขาแม้นศรีสามารถเก็บได้ ดังแสดงในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6

การคำนวณค่าต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณเพื่อวิเคราะห์ความคุ้มทุนของโครงการ

ปีที่	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
รายได้ของการประปานครหลวงต่อปีในส่วนที่ของมาตรที่ติดตั้งระบบ Scada		768,000	791,040	814,771	839,214	864,391	890,322	917,032	944,543	972,879	1,002,066
ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากการติดตั้งระบบ SCADA (1% ของรายได้)		7,680	7,910	8,148	8,392	8,644	8,903	9,170	9,445	9,729	10,021
ส่วนลดรายจ่ายที่ต้องจ่ายในระบบเดิม		1,562	1,609	1,658	1,707	1,758	1,811	1,866	1,922	1,979	2,039
ค่า Maintenance ของระบบใหม่		200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งครั้งแรกของระบบใหม่	66,417										
กระแสเงินสด	-66,417	9,042	9,320	9,605	9,899	10,202	10,514	10,836	11,167	11,508	11,859
คิดเป็นกระแสเงินสดในปัจจุบัน	-66,417	8,333	7,915	7,518	7,141	6,782	6,441	6,118	5,810	5,518	5,240

หน่วย : พันบาท

จากข้อมูลที่คำนวณในตารางสามารถคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้ต้นทุนทางการเงิน (WACC) ของการประปานครหลวง เท่ากับ 8.51% มาใช้ในการคำนวณ NPV ได้ผลดังต่อไปนี้

- Payback Period = 7 ปี 3 เดือน
- Net Present Value (NPV) = 398,863 บาท
- Internal Rate of Return (IRR) = 8.64%

จากผลการคำนวณที่ได้ทั้ง 3 ค่าจะเห็นได้ว่าโครงการเป็นโครงการที่เหมาะแก่การลงทุนเนื่องจาก ระยะเวลาคุ้มทุนใช้ระยะเวลาเพียง 7 ปี 3 เดือน ซึ่งน้อย ค่าNPV ของโครงการมีค่ามากกว่า 0 ซึ่งแสดงว่าโครงการคุ้มค่ากับเงินที่ลงทุนไป และค่า IRR ที่ได้ ซึ่งแสดงถึงผลตอบแทนจากการลงทุน มีค่าเท่ากับ 8.64% ซึ่งอยู่ในระดับที่สูง

ค่าต่างๆที่คำนวณได้ ดังตารางที่ 4.6 มีวิธีการคำนวณดังต่อไปนี้

1. คาดการณ์รายได้ที่เพิ่มขึ้นต่อเดือน เป็นระยะเวลา 1 ปี

คาดการณ์รายได้ที่เพิ่มขึ้นต่อเดือน = 640,000 บาท

คิดในระยะเวลา 1 ปี จะได้ = 640,000 บาท x 12 เดือน

= 7,680,000 บาท

2.. รายได้ของการประปานครหลวงต่อปีและส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากการติดตั้งระบบ SCADA (1% ของรายได้)

<u>ปีที่ 1</u>

- รายได้ = 768,000,000 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 768,000,000 บาท x 1.01

= 7,680,000 บาท

<u>ปีที่ 2</u>

- รายได้ = (768,000,000 x 1.02) + 7,680,000

= 791,040,000 บาท

- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 791,040,000 บาท x 1.01

= 7,910,400 บาท

ปีที่ 3

- รายได้ = (791,040,000 x 1.02) + 7,910,400
  = 814,771,200 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 814,771,200 บาท x 1.01
  = 8,147,712 บาท

ปีที่ 4

- รายได้ = (814,771,200 x 1.02) + 8,147,712
  = 839,214,336 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 839,214,336 บาท x 1.01
  = 8,392,143 บาท

ปีที่ 5

- รายได้ = (839,214,336 x 1.02) + 8,392,143
  = 864,390,766 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 864,390,766 บาท x 1.01
  = 8,643,908 บาท

ปีที่ 6

- รายได้ = (864,390,766 x 1.02) + 8,643,908
  = 890,322,489 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 890,322,489 บาท x 1.01
  = 8,903,225 บาท

ปีที่ 7

- รายได้ = (890,322,489 x 1.02) + 8,903,225
  = 917,032,164 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 917,032,164 บาท x 1.01
  = 9,170,322 บาท

ปีที่ 8

- รายได้ = (917,032,164 x 1.02) + 9,170,322
  = 944,543,129 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 944,543,129 บาท x 1.01
  = 9,445,431 บาท

ปีที่ 9

- รายได้ = (944,543,129 x1.02) + 9,445,431
  = 972,879,423 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 972,879,423 บาท x 1.01
  = 9,728,794 บาท

ปีที่ 10

- รายได้ = (972,879,423 x 1.02) + 9,728,794
  = 1,002,065,805 บาท
- ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้น = 839,950,289 บาท x 1.01
  = 10,020,658 บาท

3. กระแสเงินสด

ปีที่ 0

- กระแสเงินสด เท่ากับ - ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งครั้งแรกของระบบใหม่
  = -66,417,000 บาท

ส่วนปีที่ 1 – 10

- กระแสเงินสด เท่ากับ ส่วนของรายได้ที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากการติดตั้งระบบ SCADA (1% ของรายได้) – ค่า Maintenance ของระบบใหม่

ปีที่ 1

- กระแสเงินสด = 7,680,000 บาท + 1,562,400 บาท – 200,000 บาท
  = 9,042,400 บาท

ปีที่ 2

- กระแสเงินสด = 7,910,400 บาท + 1,609,272 บาท - 200,000 บาท
  = 9,319,672 บาท

ปีที่ 3

- กระแสเงินสด = 8,147,712 บาท + 1,657,550 บาท - 200,000 บาท
  = 9,605,262 บาท

ปีที่ 4

- กระแสเงินสด = 8,392,143 บาท + 1,707,277 บาท - 200,000 บาท
  = 9,899,420 บาท

ปีที่ 5

- กระแสเงินสด = 8,643,908 บาท + 1,758,495 บาท - 200,000 บาท

= 10,202,403 บาท

ปีที่ 6

- กระแสเงินสด = 8,903,225 บาท + 1,811,250 บาท - 200,000 บาท

= 10,514,475 บาท

ปีที่ 7

- กระแสเงินสด = 9,170,322 บาท + 1,865,587 บาท - 200,000 บาท

= 10,835,909 บาท

ปีที่ 8

- กระแสเงินสด = 9,445,431 บาท + 1,921,555 บาท - 200,000 บาท

= 11,166,986 บาท

ปีที่ 9

- กระแสเงินสด = 9,728,794 บาท + 1,979,202 บาท - 200,000 บาท

= 11,507,996 บาท

ปีที 10

- กระแสเงินสด = 10,020,658 บาท + 2,038,578 บาท - 200,000 บาท

= 11,859,236 บาท

4. ระยะเวลาในการคืนทุน (Payback Period: PB)

$$\text{ระยะเวลาในการคืนทุน (PB)} = \frac{\text{จำนวนเงินลงทุนสุทธิเมื่อเริ่มโครงการ}}{\text{กระแสเงินสดสุทธิที่คาดว่าจะได้รับต่อปี}}$$

$$= \frac{\text{ค่าติดตั้งครั้งแรกในระบบ SCADA+ ค่า Maintenance ระบบใหม่}}{\text{คาดการณ์รายได้ที่เพิ่มขึ้นต่อเดือน เป็นระยะเวลา1 ปี + ส่วนลดรายจ่ายที่ต้องจ่ายในระบบเดิม}}$$

$$= \frac{66,417,000 \text{ บาท} + 200,000 \text{ บาท}}{7,680,000 \text{ บาท} + 1,562,400 \text{ บาท}}$$

= 7 ปี 3 เดือน

5. ต้นทุนทางการเงิน(WACC) ของการประปานครหลวง เท่ากับ 8.51%

6. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value: NPV)

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value or NPV) = มูลค่าปัจจุบันของเงินสดรับ - มูลค่าปัจจุบันของเงินสดจ่าย

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t}$$

โดยที่

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

CFt = กระแสเงินสดที่คาดหวัง ณ ช่วงเวลา t

n = ช่วงอายุของโครงการลงทุน

r = อัตราคิดลด หรือ ต้นทุนถัวเฉลี่ย (WACC)

ปีที่ 0

$$t(0) = \frac{-66,417,000}{(1+0.0851)^0}$$

$$= -66,417,000$$

ปีที่ 1

$$t(1) = \frac{9,042,400}{(1+0.0851)^1}$$

$$= 8,333,241$$

ปีที่ 2

$$t(2) = \frac{9,319,672}{(1+0.0851)^2}$$

$$= 7,915,186$$

ปีที่ 3

$$t(3) = \frac{9,605,262}{(1+0.0851)^3}$$

$$= 7,517,959$$

ปีที่ 4

$$t(4) = \frac{9,899,420}{(1+0.0851)^4}$$

$$= 7,140,534$$

ปีที่ 5

$$t(5) = \frac{10,202,403}{(1+0.0851)^5}$$

$$= 6,781,935$$

ปีที่ 6

$$t(6) = \frac{10,514,475}{(1+0.0851)^6}$$

$$= 6,441,233$$

ปีที่ 7

$$t(7) = \frac{10,835,909}{(1+0.0851)^7}$$

$$= 6,117,543$$

ปีที่ 8

$$t(8) = \frac{11,166,986}{(1+0.0851)^8}$$

$$= 5,810,023$$

ปีที่ 9

$$t(9) = \frac{11,507,996}{(1+0.0851)^9}$$

$$= 5,517,875$$

ปีที่ 10

$$t(10) = \frac{11,859,236}{(1+0.0851)^{10}}$$

$$= 5,240,335$$

ดังนั้น

$$NPV = -66,417,000 + 8,333,241 + 7,915,186 + 7,517,959 + 7,140,534 + 6,781,935 + 6,441,233 + 6,117,543 + 5,810,023 + 5,517,875 + 5,240,335$$

$$= 398,863$$

7. อัตราผลตอบแทนการลงทุน (Internal Rate of Return: IRR)

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I(0)$$

CFt = กระแสเงินสดที่คาดหวัง ณ ช่วงเวลา t

n = ช่วงอายุของโครงการลงทุน

I(0) = เงินจ่ายลงทุนตอนเริ่มโครงการ(total investment)

IRR = อัตราผลตอบแทนการลงทุน

ปีที่ 1

$$t(1) = \frac{9,042,400}{(1+0.0864)^1}$$

$$= 8,323,270$$

ปีที่ 2

$$t(2) = \frac{9,319,672}{(1+0.0864)^2}$$

$$= 7,896,254$$

ปีที่ 3

$$t(3) = \frac{9,605,262}{(1+0.0864)^3}$$

$$= 7,491,003$$

ปีที่ 4

$$t(4) = \frac{9,899,420}{(1+0.0864)^4}$$

$= 7,106,418$

ปีที่ 5

$$t(5) = \frac{10,202,403}{(1+0.0864)^5}$$

$= 6,741,456$

ปีที่ 6

$$t(6) = \frac{10,514,475}{(1+0.0864)^6}$$

$= 6,395,125$

ปีที่ 7

$$t(7) = \frac{10,835,909}{(1+0.0864)^7}$$

$= 6,066,484$

ปีที่ 8

$$t(8) = \frac{11,166,986}{(1+0.0864)^8}$$

$= 5,754,637$

ปีที่ 9

$$t(9) = \frac{11,507,996}{(1+0.0864)^9}$$

$= 5,458,733$

ปีที่ 10

$$t(10) = \frac{11,859,236}{(1+0.0864)^{10}}$$

$= 5,177,965$

ดังนั้น

$$\sum_{t=1} \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I(0) = 8,323,270 + 7,896,254 + 7,896,254 + 7,491,003 + 7,106,418 + 6,741,456 + 6,395,125 + 5,754,637$$

+ 5,458,733 + 5,177,965 - 66,417,000

= 0

4.2.3 <u>ความคุ้มค่าที่ไม่ใช่ตัวเงิน</u>

1. การมีระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินที่ดีมีมาตรฐานที่แน่นอน จะเป็นการเพิ่มความน่าเชื่อถือ และภาพลักษณ์ที่ดีขององค์กรให้แก่ผู้ใช้น้ำ อีกทั้งยังตรงกับวิสัยทัศน์และพันธกิจขององค์กรในการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการบริหารจัดการ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพขององค์กรอีกด้วย

2. ระยะเวลาในการอ่านค่าที่ได้ลดลง เนื่องจากการที่ใช้ระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบอิเล็กทรอนิกส์นี้ จะใช้ระยะเวลาในการรับ-ส่งข้อมูลเพียง 10 ms ซึ่งการรับ-ส่งข้อมูลของระบบแบบอิเล็กทรอนิกส์นี้เป็นแบบ realtime เมื่อเทียบกับระบบควบคุมการจ่ายน้ำและการคิดเงินแบบเดิมซึ่งต้องใช้คนในการเดินจดตัวเลขมาตรวัดน้ำตามสถานที่ต่างๆ ซึ่งต้องใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน ในการจดตัวเลขมาตรวัดน้ำและออกใบแจ้งหนี้ตามสถานที่ต่างๆ