

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และงานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้มุ่งศึกษาการนำเทคโนโลยีระบบควบคุมระยะไกล (SCADA) มาประยุกต์ใช้ในการผลิตน้ำประปา ของสำนักงานประปาเทศบาลนครนครราชสีมา โดยผู้ศึกษาได้นำเสนอเอกสาร งานศึกษา ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเฉพาะประเด็นสำคัญ เพื่อให้สอดคล้องสัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของงานศึกษา ขอบเขตของการศึกษา และเป็นข้อมูลพื้นฐานที่นำไปสู่กรอบความคิดในการศึกษา

2.1 กรอบความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษานี้ได้ศึกษากรอบความคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ

1. ระบบผลิตน้ำประปา
2. ทฤษฎีข้อมูลและระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)
3. การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

2.1.1 ระบบผลิตน้ำประปา

ระบบผลิตน้ำประปา ประกอบด้วย

- 1) ประเภทของระบบประปา
- 2) กระบวนการผลิตน้ำประปาของการประปาเทศบาลนครนครราชสีมา
- 3) ข้อมูลเทศบาลนครนครราชสีมา
- 4) การพัฒนากิจการประปา เทศบาลนครนครราชสีมา

ความต้องการใช้น้ำสะอาด หรือน้ำประปาของชุมชนต่างๆเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญอย่างมากในการออกแบบระบบผลิตน้ำประปา นอกเหนือไปจากการประมาณการจำนวนประชากรที่อาศัยอยู่ในพื้นที่ดังกล่าวได้อย่างใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่สุด และข้อมูลปริมาณการใช้น้ำ ข้อมูลที่ได้มาจะเป็นประโยชน์ทั้งในระยะสั้นและระยะยาว ต่อการออกแบบระบบประปา ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณการใช้น้ำ หรือความต้องการใช้น้ำประปา ได้แก่ ขนาดและชนิดของชุมชน จำนวนโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ในพื้นที่ดังกล่าว คุณภาพน้ำประปาที่ผลิตได้ ราคาน้ำประปา การแจกจ่ายน้ำประปาไปยังพื้นที่ที่มีความต้องการน้ำประปา และระบบจัดการและการบริหารงานของกิจการประปา เป็นต้น

2.1.1.1 ประเภทของระบบประปา

ระบบประปาแบ่งออกได้ 4 ประเภท

1. ระบบผลิตน้ำประปาได้ในระดับนครหลวง (Metropolitan Level)
2. ระบบผลิตน้ำประปาในระดับภูมิภาค หรือเทศบาล หรือเทศบาลนคร (Municipal Level)
3. ระบบผลิตน้ำประปาในระดับเขตสุขาภิบาล (Sanitary District)
4. ระบบผลิตน้ำประปาในระดับหมู่บ้าน (Village Level)

ระบบการผลิตน้ำประปาในระดับนครหลวง มักมีความสลับซับซ้อนค่อนข้างมาก มีเงินลงทุนค่อนข้างสูง มีค่าใช้จ่ายในการดูแลระบบและต้องการผู้ควบคุมระบบที่มีความชำนาญค่อนข้างมาก และต้องการทีมงานที่มีความสามารถในการแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และทันถ่วงที แต่อย่างไรก็ตามคุณภาพของน้ำที่ได้ออกมานั้นค่อนข้างมีคุณภาพที่ดี และผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่ม หรือน้ำประปา

ระบบผลิตน้ำประปาในระดับภูมิภาค หรือเทศบาล หรือเทศบาลนคร (Municipal Level) มีความยุ่งยากน้อยกว่าแบบที่ 1. คุณภาพของน้ำประปาที่ได้ส่วนใหญ่แล้วพบว่า มีคุณภาพใกล้เคียงกับมาตรฐาน นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่าย ต้องการผู้ควบคุมที่ชำนาญ ค่อนข้างต่ำกว่าแบบที่ 1. แต่อย่างไรก็ตามการผลิตน้ำประปาแบบนี้ เหมาะสมกับส่วนภูมิภาคต่างๆ ที่ห่างไกลจากเขตเมืองหลวง ที่ไม่มากนัก

ระบบผลิตน้ำประปาในระดับเขตสุขาภิบาล (Sanitary District) เป็นระบบการผลิตน้ำประปาซึ่งส่วนใหญ่แล้วมักเจอในพื้นที่ที่ห่างไกลออกจากเขตเทศบาล ระบบประปาแบบนี้ประกอบด้วยกรรมวิธีที่ไม่มีความสลับซับซ้อนมากนัก และคุณภาพของน้ำที่ได้ไม่มีคุณภาพดีนัก

ระบบผลิตน้ำประปาในระดับหมู่บ้าน (Village Level) เป็นระบบประปาแบบที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่อยู่ห่างไกลจากชุมชนที่มีความเจริญ ระบบการผลิตน้ำประปาที่พบเห็นส่วนใหญ่เป็นระบบง่ายๆ ซึ่งอาจจะใหญ่ เป็นต้น หรือระบบการตกตะกอนด้วยสารส้ม คุณภาพของน้ำในระบบแบบนี้ส่วนใหญ่แล้วจะดีมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม คุณภาพของน้ำดิบที่นำมาผ่านกระบวนการผลิตน้ำประปา แต่อย่างไรก็ตามส่วนใหญ่แล้วน้ำประปา พบว่าน้ำประปาที่เกิดขึ้นจากระบบนี้ มักเป็นสาเหตุที่ทำให้คนในท้องถิ่นดังกล่าวมีอาการของโรคนี้

2.1.1.2 กระบวนการผลิตน้ำประปาของการประปาเทศบาลนครนครราชสีมา

กระบวนการผลิตน้ำและการจ่ายน้ำประปาไปตามครัวเรือนของผู้ใช้น้ำในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา มีการดำเนินการ 2 รูปแบบคือ

1. ระบบกรองช้า (Slow sand filter)
2. ระบบกรองเร็ว (Rapid sand filter)

(เอกสารบรรยาย ฝ่ายผลิต สำนักการประปาเทศบาลนครนครราชสีมา, 2549)

ระบบกรองช้า (Slow sand filter) กระบวนการผลิตประกอบด้วย 6 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การสูบน้ำดิบ กระบวนการผลิตน้ำจะเริ่มจากอาคารสูบน้ำดิบ (Intake Tower) สูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำลำตะคองขึ้นถึงรับน้ำดิบและส่งน้ำมาตามท่อส่งน้ำดิบ โดยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) หรือจากคลองธรรมชาติที่ไหลผ่านพื้นที่ที่ตั้งอาคารผลิตน้ำประปาบริเวณ โรงกรองน้ำบ้านมะขามเต่า ตำบลบ้านใหม่ อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อส่งเข้ากระบวนการผลิต น้ำดิบที่นำมาผลิตน้ำประปาจะต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และสิ่งปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด และประการสำคัญคือปริมาณของน้ำดิบจะต้องมีความมั่นคงและเพียงพอต่อการผลิตน้ำประปาตลอดเวลา
- 2) การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบ น้ำดิบที่สูบมาแล้วจะต้องผ่านการฆ่าสิ่งมีชีวิตที่เจือปนมากับน้ำดิบด้วยคลอรีนในเบื้องต้นก่อน (Pre - Chlorination) เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของน้ำดิบและกำจัดหอยที่จะเกาะผนังท่อส่งน้ำดิบ
- 3) การกรอง ภายหลังจากน้ำดิบผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วจะถูกส่งขึ้นอาคารแบ่งน้ำซึ่งทำหน้าที่ควบคุมปริมาณน้ำและส่งน้ำเข้าถังกรองต่างๆ ให้เหมาะสม ในการกรองจะใช้ทรายกรองละเอียดเพียงชนิดเดียวเพื่อทำการกรองรับตะกอนที่มีขนาดเล็ก เมื่อน้ำซึมผ่านชั้นทรายน้ำจะมีความใสเพิ่มมากขึ้น ตามมาตรฐานน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ความขุ่นของน้ำดื่มต้องไม่เกิน ๕ หน่วยความขุ่น เมื่อทำการกรองน้ำไประยะหนึ่งผิวหน้าทรายกรองเริ่มอุดตันจะต้องทำการปาดผิวหน้าทรายออกให้ลึกโดยประมาณ ๕ เซนติเมตร การปาดผิวหน้าทรายออกแล้วเสร็จจะต้องทำการเปิดน้ำจากถังกรองคู่กัน ดันย้อนกลับทางกับการกรองน้ำเพื่อทำการไล่อากาศที่อยู่ในชั้นทรายกรองออกแล้วจึงเปิดน้ำเข้าถังกรองให้มีระดับสูงกว่าผิวหน้าทรายกรองประมาณ ๑ เมตร แล้วจึงกรองน้ำตามปกติ น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งไปเก็บที่ถังเก็บน้ำใส (Clear-water basin)
- 4) การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะมีความใส แต่อาจยังคงมีเชื้อโรคเจือปนมาด้วยเพราะช่องว่างของเม็ดทรายกรองมีขนาดโตกว่าเชื้อโรคนั้น ดังนั้นการฆ่าเชื้อโรคด้วยคลอรีนจึงมีความสำคัญ และน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้วเรียกว่าน้ำประปา สามารถนำไปใช้อุปโภคบริโภคได้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย

- 5) การควบคุมคุณภาพน้ำประปา เป็นขั้นตอนที่สำคัญ น้ำประปาที่ผ่านการผลิตแล้ว จะต้องทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำในเบื้องต้นที่บริเวณแหล่งผลิตน้ำประปา คือ การตรวจวัดค่าคลอรีนเหลือในน้ำประปา ค่าความขุ่น ค่าความเป็นกรด - ด่าง อย่างสม่ำเสมอ
- 6) การจ่ายน้ำประปา การให้บริการแก่ประชาชนผู้ใช้น้ำประปาตามอาคารบ้านเรือน จะทำการส่งไปตามท่อส่งน้ำ การจ่ายน้ำประปานั้นสามารถกระทำได้ ๒ ลักษณะ คือ การจ่ายโดยใช้หอถังสูง ถ้าต้องจ่ายในพื้นที่ที่ไกลจากสถานีสูบน้ำต้องสูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำเพื่อที่สามารถส่งไปได้ไกลและทั่วถึงจะเห็นว่ากระบวนการผลิตน้ำประปา ระบบทรายกรองช้า (Slow sand filter) เป็นกระบวนการผลิตน้ำที่ไม่มีกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบก่อนเข้าระบบกรองซึ่งประกอบด้วย การใส่สารเคมี เช่น สารส้ม ปูนขาว เพื่อให้ตกตะกอนดียิ่งขึ้น และจะไม่มีถังตกตะกอนเพื่อให้เกิดกระบวนการตกตะกอน จึงเป็นระบบผลิตน้ำประปาที่มีข้อดี คือ ลดต้นทุน ทางด้านการใช้สารเคมีช่วยในการตกตะกอนได้ อย่างไรก็ตามระบบนี้ย่อมมีข้อเสียมากเมื่อนำมาใช้ในประเทศไทย กล่าวคือ ไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะแหล่งน้ำดิบในประเทศไทยขาดการควบคุมคุณภาพน้ำดิบ เมื่อแหล่งน้ำมีความขุ่นสูงประสิทธิภาพในการกรองจะลดลงอย่างรวดเร็ว สิ้นเปลืองงบประมาณในการจ้างทำความสะอาดผิวหน้าทราย และซื้อทรายกรองน้ำมาเพิ่มให้มีความหนาตามการออกแบบ

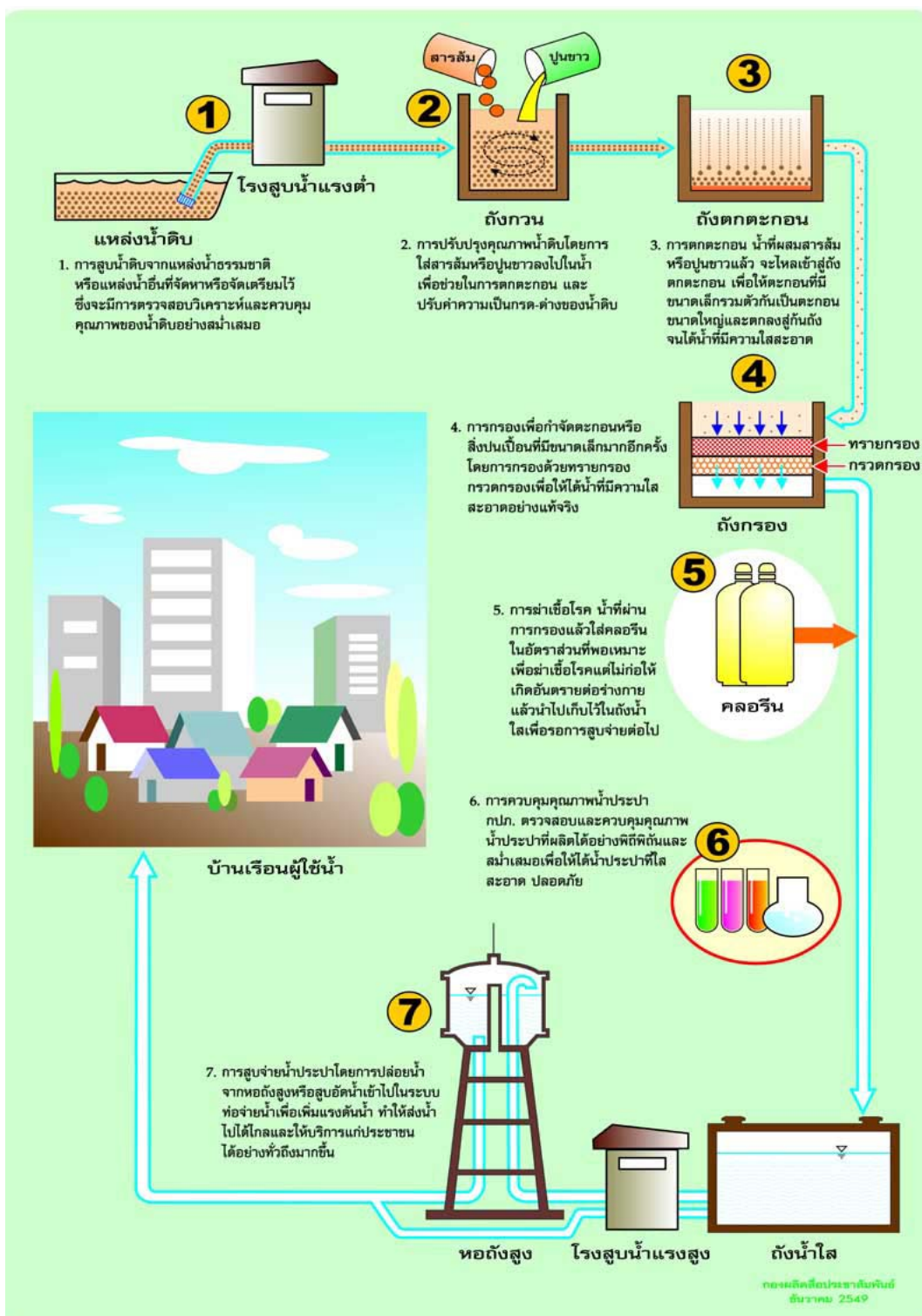
ระบบกรองเร็ว (Rapid sand filter) กระบวนการผลิตประกอบด้วย 7 ขั้นตอนดังนี้

- 1) การสูบน้ำดิบ กระบวนการผลิตน้ำจะเริ่มจากอาคารสูบน้ำดิบ (Intake Tower) สูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำลำตะคองขึ้นถึงรับน้ำดิบและส่งน้ำมาตามท่อส่งน้ำดิบ โดยแรงโน้มถ่วงของโลก (Gravity) หรือจากคลองธรรมชาติที่ไหลผ่านพื้นที่ที่ตั้งอาคารผลิตน้ำประปา บริเวณ โรงกรองน้ำบ้านมะขามเต่า ตำบล บ้านใหม่ อำเภอ เมือง จังหวัดนครราชสีมา เพื่อส่งเข้า กระบวนการผลิต น้ำดิบที่นำมาผลิตน้ำประปาจะต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และสิ่งปนเปื้อนเกินกว่าที่กำหนด และประการสำคัญ คือ ปริมาณของน้ำดิบจะต้องมีความมั่นคงและเพียงพอต่อการผลิตน้ำประปาตลอดเวลา
- 2) การปรับปรุงคุณภาพน้ำดิบที่สูบน้ำขึ้นมาแล้วจะต้องเติมสารเคมีช่วยในการตกตะกอนก่อน เช่น สารส้ม ปูนขาว และอาจผ่านการฆ่าสิ่งที่มีชีวิตที่เจือปนมากับน้ำดิบด้วยคลอรีนในเบื้องต้นก่อน (Pre - Chlorination) เพื่อทำการปรับปรุงคุณภาพของน้ำดิบสารละลายของสารส้มทำหน้าที่ช่วยในการรวมตัวของตะกอนและช่วยให้ตะกอนตกตะกอนเร็วยิ่งขึ้น และสารละลายของปูนขาวจะช่วยชะลอการเจริญเติบโตของสาหร่ายหรือตะไคร่น้ำที่เจือปนมากับน้ำได้

- 3) การตกตะกอน ภายหลังจากที่เดิมสารเคมีช่วยในการตกตะกอน คือ สารละลายของสารส้ม และสารละลายของปูนขาวแล้ว น้ำดิบจะถูกส่งไปยังถังตกตะกอน (Sedimentation basin) น้ำดิบจะถูกทำให้เกิดการหมุนเวียน เพื่อเกิดการคลุกเคล้าระหว่างน้ำกับ สารละลายสารส้มและปูนขาวและเกิดการรวมตัวของตะกอนให้มีขนาดใหญ่มากขึ้น และเมื่อมีน้ำหนักถ่วงเฉพาะมากกว่าน้ำ ตะกอนจะตกลงสู่ก้นถังในบริเวณส่วนของถัง ตกตะกอนที่มีความเร็วของน้ำต่ำและถูกระบายทิ้งไป น้ำส่วนที่มีความใสจะไหลเข้าสู่ รางรับน้ำและเข้ากระบวนการกรองน้ำต่อไป
- 4) การกรอง ในชั้นทรายกรองจะประกอบด้วยกรวดขนาดต่างๆ และทรายละเอียดเพื่อ รองรับตะกอนที่มีขนาดเล็กที่เจือปนมากับน้ำ เมื่อน้ำซึมผ่านทรายกรองจะมีความใส มากขึ้น และความขุ่นที่เหลือควรไม่เกิน ๕ หน่วยความขุ่น ทรายกรองเมื่อทำการกรอง ได้ระยะเวลาหนึ่งจะทำการล้างถังกรองโดยการนำน้ำที่มีแรงดันดันย้อนกลับสวนทางกับ การกรองเพื่อล้างตะกอนและสิ่งอุดตันช่องว่างของเม็ดทรายกรองเป็นการเพิ่ม ประสิทธิภาพการกรอง และน้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำใส (Clear-water basin)
- 5) การฆ่าเชื้อโรค น้ำที่ผ่านการกรองแล้วจะมีความใส แต่อาจยังคงมีเชื้อโรคเจือปนมาด้วย เพราะช่องว่างของเม็ดทรายกรอง มีขนาดโตกว่าเชื้อโรค ดังนั้นการฆ่าเชื้อโรคด้วย คลอรีนจึงมีความสำคัญ และน้ำที่ผ่านการฆ่าเชื้อโรคแล้วเรียกว่าน้ำประปา สามารถ นำไปใช้อุปโภคบริโภคได้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ ได้อย่างปลอดภัย
- 6) การควบคุมคุณภาพน้ำประปา เป็นขั้นตอนที่สำคัญ น้ำประปาที่ผ่านการผลิตแล้วจะต้อง ทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของน้ำในเบื้องต้นที่ บริเวณแหล่งผลิตน้ำประปา คือการตรวจวัดค่าคลอรีนเหลือในน้ำประปา ค่าความขุ่น ค่า ความเป็นกรด – ด่าง อย่างสม่ำเสมอ
- 7) การจ่ายน้ำประปา การให้บริการแก่ประชาชนผู้ใช้น้ำประปาตามอาคารบ้านเรือน จะทำ การส่งไปตามท่อส่งน้ำ การจ่ายน้ำประปานั้นสามารถกระทำได้ ๒ ลักษณะ คือ การจ่าย โดยใช้หอถังสูง ซึ่งสามารถจ่ายได้ในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับหอถังสูง ถ้าต้องจ่ายใน พื้นที่ที่ไกลจากสถานีสูบน้ำต้องสูบน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำเพื่อที่สามารถไปได้ไกลและ ทั่วถึง

การผลิตน้ำประปาระบบกรองเร็วแม้จะมีกระบวนการผลิตที่มากกว่าระบบกรองช้า เมื่อ พิจารณาถึงข้อดีและข้อเสียเทียบกันแล้วผู้ศึกษาเห็นว่า สำหรับประเทศไทยแล้วควรใช้ระบบกรอง เร็วเพราะเหตุว่า ต้องคำนึงถึงแหล่งน้ำ คุณภาพของน้ำ การควบคุมแหล่งน้ำและการแก้ไขปัญหา เรื่องคุณภาพของน้ำดิบในช่วงแต่ละฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงได้ง่ายกว่าระบบกรองช้า

รูปที่ 2.1 แสดงแผนผังกระบวนการผลิตน้ำประปา



รูปที่ 2.1 แผนผังกระบวนการผลิตน้ำประปา

ที่มา : เอกสารบรรยาย ฝ่ายผลิต สำนักงานประปาเทศบาลนครราชสีมา

2.1.1.3 การพัฒนากิจการประปา เทศบาลนครนครราชสีมา

การพัฒนากิจการประปา เทศบาลนครนครราชสีมา ได้ดำเนินการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2478 คือการก่อสร้างโรงกรองน้ำที่ 1 เป็นระบบกรองเร็ว (Raw water reservoir) จากลำน้ำลำตะคอง บริเวณโรงกรองน้ำอัยภูงค์ มีประชาชนใช้น้ำประปา จำนวน 320 คนในวัน

ปี พ.ศ. 2478 – พ.ศ. 2515 ซึ่งนับเป็นการก่อสร้างระบบผลิตเพื่อเพิ่มกำลังผลิตน้ำประปาช่วงแรกของการประปาเทศบาลนครราชสีมา รวมทั้งหมด 7 ครั้ง จนถึงปี พ.ศ.2515 มีโรงกรองน้ำทั้งหมด จำนวน 8 โรงกรอง ความสามารถในการผลิตน้ำประปารวมทั้งสิ้น 30,000 ลบ.ม./วัน ใช้แหล่งน้ำดิบและบริเวณก่อสร้างที่เดิม มีประชากรใช้น้ำประปา จำนวน 7,762 หลังคาเรือน ปริมาณน้ำประปาที่จ่าย รวม 13,000 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 43.33 ของกำลังผลิตน้ำประปาทั้งหมด และน้ำประปาที่จำหน่าย รวม 7,960 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 61.00 ของปริมาณน้ำที่จ่ายทั้งหมด

จากการที่การประปาเทศบาลนครราชสีมาใช้แหล่งน้ำดิบจากลำน้ำลำตะคอง ซึ่งอยู่ตอนล่างของอ่างเก็บน้ำลำตะคอง การที่ลำน้ำไหลผ่านย่านชุมชนเมือง เกษตรกรรมและย่านอุตสาหกรรม และอยู่ห่างจากเทศบาลนครราชสีมา เป็นระยะทางประมาณ 120 กิโลเมตร ปริมาณน้ำดิบที่ปิดระบายผ่านอ่างเก็บน้ำลำตะคองและที่ไหลมาถึงบริเวณโรงกรองน้ำของเทศบาลนครราชสีมาไม่แน่นอน เพราะเหตุว่า ระหว่างทางน้ำดิบจะถูกใช้เพื่อการเกษตรกรรม การอุปโภคบริโภคและนำไปใช้ในอุตสาหกรรมและระยะต่อมากการใช้เพื่อการเกษตรกรรมเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้น้ำจากเดิม กล่าวคือจากการที่เคยใช้น้ำเพื่อเพียงการทำนาปีและเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวแล้วเกษตรกรจะสูบน้ำหรือปิดกั้นทำนาบ ฝาย เพื่อทน้ำเข้านาให้ดินมีความชุ่มชื้นเพียงพอแล้วระบายน้ำลงลำน้ำลำตะคองตามเดิม เพื่อปลูกพืชหมุนเวียนคือถั่วเขียวและจะไม่ต้องการใช้น้ำอีกจนถึงการเก็บเกี่ยวผลผลิต แต่ปัจจุบันเกษตรกรเปลี่ยนมาทำนาปรังในปีหนึ่งจะทำนาปรัง 2-3 ครั้ง และข้าวเป็นพืชที่ต้องการน้ำหล่อเลี้ยงตลอดเวลาจากลำน้ำลำตะคอง จึงถูกนำไปใช้ในการเกษตรกรรมมากขึ้น ประกอบกับความเจริญเติบโตของชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ที่อยู่ริมลำน้ำลำตะคอง ต่างต้องการใช้น้ำเพิ่มมากขึ้นทั้งสิ้น จึงส่งผลให้เกิดความขัดแย้งและแย่งชิงน้ำกันบ่อยครั้ง และทำให้น้ำดิบที่จะนำมาผลิตน้ำประปาของการประปาเทศบาลนครราชสีมาไม่เพียงพอ ประกอบกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) กำหนดแนวทางการพัฒนาเมืองศูนย์กลางความเจริญในภูมิภาคให้เป็นฐานเศรษฐกิจและการจ้างงาน โดยการปรับโครงสร้างการผลิตภาคเกษตรกรรม กระจายอุตสาหกรรม บริการสู่ภูมิภาค ซึ่งจังหวัดนครราชสีมาเป็นจังหวัด

หนึ่งที่ถูกเลือกเป็นเมืองศูนย์กลางความเจริญของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังนั้นสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ จึงให้ความสำคัญของปัญหาการขาดแคลนน้ำประปาเพื่อใช้ในการอุปโภคบริโภคเพราะจะเป็นอุปสรรคต่อการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและสังคมของจังหวัดนครราชสีมาต่อไป และได้เชิญหน่วยงาน กรมโยธาธิการ กรมชลประทาน และเทศบาลนครนครราชสีมา เพื่อประชุมวางแผนการนำน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำลำตะคองมาผลิตน้ำประปาที่เทศบาลนครนครราชสีมาโดยตรงและมีมติให้ กรมชลประทานเป็นเจ้าของเรื่องในการศึกษาแนวทางการส่งน้ำดิบเพื่อผลิตน้ำประปา

ปี พ.ศ. 2531 – 2549 การประปาเทศบาลนครนครราชสีมา ได้ดำเนินการก่อสร้างระบบผลิตเพื่อเพิ่มกำลังผลิตน้ำประปา เป็นระยะที่สอง โดยเริ่มปี พ.ศ. 2531 แล้วเสร็จเมื่อวันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2533 โดยก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาเป็นระบบกรองช้า (Slow Sand filter) สามารถผลิตน้ำประปาได้ 58,000 ลบ.ม./วัน เมื่อรวมกับการผลิตน้ำประปาในระยะแรก การประปาเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถผลิตน้ำประปาได้ทั้งหมด 88,000 ลบ.ม./วัน จะพบว่าระยะการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาจากระยะหนึ่งถึงระยะสองนั้น ระยะเวลาห่างกันถึง 16 ปี และเมื่อปี พ.ศ. 2534 เทศบาลนครนครราชสีมา มีประชากรรวม 204,650 คน เพศชาย 104,180 คน เพศหญิง 100,215 คน มีบ้านเรือน 49,808 หลังคาเรือน มีผู้ใช้น้ำ 19,525 หลังคาเรือน คิดเป็นอัตราร้อยละ 39.90 ของบ้านเรือนทั้งหมด ปริมาณน้ำประปาที่จ่าย รวม 52,020 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 59.11 ของกำลังผลิตน้ำประปาทั้งหมด และปริมาณน้ำจำหน่ายรวม 32,140 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 61.78 ของปริมาณน้ำที่จ่ายทั้งหมด ปี พ.ศ. 2537 ดำเนินการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาเป็นระบบกรองช้า ความสามารถในการผลิต 8,300 ลบ.ม./วัน เมื่อรวมกับความสามารถในการผลิตน้ำประปาเดิม รวม 96,000 ลบ.ม./วัน ในปีเดียวกันนี้เทศบาลนครนครราชสีมา มีประชาชน รวม 206,612 คน เพศชาย 104,465 คน เพศหญิง 101,747 คน บ้านเรือน 54,662 หลังคาเรือน มีผู้ใช้น้ำ 28,191 หลังคาเรือน คิดเป็นอัตราร้อยละ 51.57 ของจำนวนบ้านเรือนทั้งหมด ปริมาณน้ำจ่าย 63,830 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 66.50 ของกำลังผลิตทั้งหมด ปริมาณน้ำจำหน่าย 39,840 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 62.42 ของปริมาณน้ำที่จ่าย

นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมาการประปาเทศบาลนครนครราชสีมา ประสบปัญหาคุณภาพน้ำดิบที่อ่างเก็บน้ำลำตะคอง มีสารปนเปื้อน สารแขวนลอย และสาหร่ายชนิดต่างๆ เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ไม่เหมาะสมที่จะนำมาผลิตน้ำประปาในระบบทรายกรองช้า เพราะสาเหตุดังกล่าวส่งผลให้ผิวหน้าทรายอุดตันเร็วกว่าปกติ ปริมาณน้ำประปาจึงไม่สามารถผลิตได้ทันต่อความต้องการของประชาชน เพราะวาระบบกรองช้าเป็นระบบผลิตน้ำประปาที่ไม่มีกระบวนการใส่สารเคมีช่วยในการตกตะกอนเข้าระบบการกรอง ในปี พ.ศ. 2539 ได้ดำเนินการก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาเป็นระบบกรองเร็ว โดยการใช้น้ำดิบจากแหล่งน้ำลำตะคอง บริเวณโรงกรองน้ำบ้าน

มะขามเต่า ความสามารถในการผลิตน้ำ 12,000 ลบ.ม./วัน เพื่อทดแทนการผลิตน้ำประปาของระบบกรองช้าที่มีประสิทธิภาพลดลง รวมความสามารถในการผลิตน้ำทั้งหมด 108,000 ลบ.ม./วัน เทศบาลมีประชาชน 206,612 คน เพศชาย 104,465 คน เพศหญิง 101,747 คน บ้านเรือน 54,616 หลังคาเรือน มีผู้ใช้น้ำประปา จำนวน 33,342 หลังคาเรือน คิดเป็นอัตราร้อยละ 61.00 จองจำนวนหลังคาเรือนทั้งหมด ปริมาณน้ำจ่าย 73,270 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 67.84 ของความสามารถในการผลิตน้ำประปาทั้งหมด ปริมาณน้ำที่จำหน่าย 45,980 ลบ.ม./วัน คิดเป็นอัตราร้อยละ 62.75 ของปริมาณน้ำจ่าย ปี พ.ศ. 2548 ก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาแบบกรองเร็ว ความสามารถในการผลิต 24,000 ลบ.ม./วัน และปี พ.ศ. 2549 ก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาแบบกรองเร็วความสามารถในการผลิต 24,000 ลบ.ม./วัน ดังนั้น ปี พ.ศ. 2549 การประปาเทศบาลนครนครราชสีมา สามารถผลิตน้ำประปาได้ทั้งหมด 165,000 ลบ.ม./วัน

ดังที่กล่าวมาแล้ว นับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537 เป็นต้นมา คุณภาพของน้ำดิบที่อ่างเก็บน้ำลำตะคอง และตามลำน้ำลำตะคอง มีคุณภาพเสื่อมลง จึงเป็นอุปสรรคต่อระบบการกรองระบบกรองช้าอย่างรุนแรง กล่าวคือการอุดตันของผิวทรายกรองอย่างรวดเร็วจึงส่งผลทำให้ปริมาณการกรองไม่สามารถกรองน้ำประปาได้ตามปริมาณที่ออกแบบไว้และไม่เพียงพอต่อความต้องการใช้น้ำอุปโภคบริโภคของประชาชน การประปาเทศบาลนครนครราชสีมา จึงจำเป็นต้องลดการผลิตน้ำประปาแบบกรองช้าลง จากวันละ 66,000 ลบ.ม./วัน ลงเหลือ 24,000 ลบ.ม./วัน น้ำดินที่สูบส่งลงมาตามท่อส่งน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำลำตะคองส่วนที่เหลือส่งเข้าในระบบกรองเร็วที่บริเวณ โรงกรองน้ำมะขามเต่า จากเหตุดังกล่าว ปี พ.ศ. 2549 การประปาเทศบาลนครนครราชสีมาจึงมีความสามารถในการผลิตน้ำประปาได้ที่แท้จริง รวม 114,000 ลบ.ม./วัน และในปีเดียวกันเทศบาลนครนครราชสีมา มีประชาชน 172,844 คน เพศชาย 82,006 คน เพศหญิง 90,838 คน ประชาชนแฝงประมาณ 38,026 คน

ปี พ.ศ. 2550 – ปัจจุบัน การประปาเทศบาลนครนครราชสีมา ได้ดำเนินการก่อสร้างระบบผลิตเพื่อเพิ่มกำลังผลิตน้ำประปา เป็นระยะที่สาม โดยเริ่มปี พ.ศ. 2550 ซึ่งปัจจุบันก่อสร้างแล้วเสร็จ โดยก่อสร้างระบบผลิตน้ำประปาเป็นระบบกรองเร็ว (Rapid Sand filter) สามารถผลิตน้ำประปาได้ 100,000 ลบ.ม./วัน เมื่อรวมกับการผลิตน้ำประปาในระยะแรก และระยะที่สอง การประปาเทศบาลนครนครราชสีมาสามารถผลิตน้ำประปาได้ทั้งหมด 200,000 ลบ.ม./วัน แต่ยังไม่สามารถสูบน้ำดิบจากอ่างเก็บน้ำลำตะคองมาผลิตน้ำประปาได้ เนื่องจากศาลปกครองมีคำพิพากษาสั่งห้ามสูบน้ำจากอ่างเก็บน้ำลำตะคองมาผลิต จึงต้องใช้น้ำดิบจากลำน้ำมูลบริเวณ โรงกรองน้ำมาผลิตน้ำประปา ดังนั้น ในปี พ.ศ. 2555 การประปาเทศบาลนครนครราชสีมา สามารถผลิตน้ำประปาได้ทั้งหมดเพียง 120,000 ลบ.ม./วัน และในปีเดียวกันเทศบาลนครนครราชสีมา มีประชาชน 138,532 คน เพศชาย 65,346 คน เพศหญิง 73,186 คน ประชาชนแฝงประมาณ 30,477 คน

2.1.2 ระบบควบคุมระยะไกล (SCADA) Supervisory Control And Data Acquisition

ทฤษฎีข้อมูลและระบบควบคุมระยะไกล (SCADA) ภายในองค์กรประกอบด้วย

1. ความหมายของระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)
2. ความสำคัญของระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)
3. องค์ประกอบของระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)
4. หลักการทำงานของระบบ SCADA สำหรับการผลิตน้ำประปา

2.1.2.1 ความหมายของระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)

SCADAย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition หมายถึงระบบที่มีการรวบรวมข้อมูลจากที่ต่างๆ (Collection of Information) ส่งไปยังศูนย์ควบคุม (Transferring Data to a Central Site) วิเคราะห์และประมวลผล (Analyze for data processing) แล้วส่งผลไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในระบบได้ (Control) แสดงสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ในระบบ (Monitor) หรือหมายถึง ระบบตรวจวัดข้อมูลต่างๆ เช่น ค่าแรงดันน้ำอัตราการไหลของน้ำจากสถานีตรวจวัดระยะไกล (Remote Station) แล้วส่งข้อมูลไปยัง Server Computer ที่อยู่ที่สถานีหลัก (Master Station) โดยอัตโนมัติทำให้ได้ข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงในขณะนั้นทันที (Real Time Data Collection) ข้อมูลที่ได้จะนำเสนอและเก็บรวบรวมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ และจัดการระบบสูงจ่ายน้ำ และยังรองรับการควบคุมการทำงานต่างๆ ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งที่สถานีตรวจวัดอัตโนมัติระยะไกล (Remote Station) จาก Server Computer ที่อยู่ที่สถานีหลัก

Daneels and Salter (2003a) ได้ให้ความหมายของระบบ SCADA ว่าเป็นระบบที่ควบคุมดูแลและได้รับข้อมูลอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาที่ต้องการแต่โดยทั่วไปแล้วจะไม่เป็นระบบที่เต็มรูปแบบ อธิบายได้คือการตอบสนองต่อข้อมูลที่รับมายังคงต้องมีการตัดสินใจร่วมกันระหว่างเครื่องเองทางด้านตรรกะหรือที่เรียกกันว่า PLC (Programmable Logic Controllers) มีเจ้าหน้าที่ผู้ดูแลเครื่องหรือในบางครั้งอาจจะรับข้อมูลมาเพียงอย่างเดียวเพื่อการวิเคราะห์เป็นต้น

สุธีธร (2542) ได้ให้คำจำกัดความของ ระบบควบคุม (control systems) หมายถึง การนำเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมปฏิบัติหน้าที่ร่วมกัน เพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมให้ดำเนินไปตามวัตถุประสงค์ของกระบวนการผลิต

การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (2539) ให้คำจำกัดความของ Automatic คือ การทำงานของ ขบวนการหรืออุปกรณ์ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดสามารถทำงานนั้นได้โดยไม่ต้องทำงานโดยบุคคล และกล่าวถึง Automatic control คือ การจัดการเกี่ยวกับการควบคุมระบบไฟฟ้า สำหรับปลดสับ อุปกรณ์

กล่าวโดยสรุป ระบบควบคุมในปัจจุบัน หมายถึงการนำ เครื่องจักร กระบวนการ เครื่องมือ วัดและเครื่องมือควบคุมเพื่อปฏิบัติงานร่วมกัน โดยเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุม ทำหน้าที่ ตรวจสอบและควบคุมการปฏิบัติงานของเครื่องจักรและกระบวนการผลิตให้สามารถดำเนินไปเอง โดยอัตโนมัติ

2.1.2.2 ความสำคัญของระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)

ระบบประปาเป็นระบบที่ต้องมีการบำรุงรักษาตลอดเวลา เริ่มตั้งแต่แหล่งน้ำดิบไปจนถึง กระบวนการที่ระบบท่อส่งและสูบน้ำ เนื่องจากเป็นระบบที่มีขนาดใหญ่มากจึงเป็นการยากที่จะ ใช้แรงงานคนเข้ามาตรวจสอบระบบได้ทั้งหมด ดังนั้นเทคโนโลยีจึงเข้ามามีบทบาทสำคัญ เพื่อช่วย ในการดำเนินงานและตรวจสอบระบบเป็นไปอย่างถูกต้องและเต็มประสิทธิภาพ

ระบบ SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) เป็นระบบที่ใช้ในการ รวบรวมจัดการข้อมูล แสดงผลของข้อมูลการทำงานและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยเฉพาะ อย่างยิ่งกับอุปกรณ์ที่อยู่ห่างไกลออกไปจากศูนย์ควบคุมและไม่มีคนอยู่ที่สถานีนั้นๆ (Manless Station)

เนื่องจากระบบ SCADA เป็นระบบควบคุมและแสดงผลข้อมูลระยะไกล ซึ่งอาศัยโครงข่าย การสื่อสารและอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ ในการติดต่อระหว่างศูนย์ควบคุมและสถานีสนามต่างๆ ดังนั้น ระบบสื่อสารจึงมีความสำคัญมากและจะต้องมีความเชื่อถือได้สูงมาก เพื่อให้ศูนย์ควบคุมสามารถ ที่จะติดตามสถานะต่างๆและควบคุมอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ที่สถานีสนามได้ตลอดเวลา ซึ่งจะทำให้การ ติดตามสถานการณต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นเป็นไปอย่างถูกต้องและต่อเนื่อง

2.1.2.3 องค์ประกอบของระบบควบคุมระยะไกล (SCADA)

องค์ประกอบของระบบตรวจวัดข้อมูลกระบวนการผลิตน้ำประปา แบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1. ชุดชุดอำนาจการกลาง (Master Station or Center Unit) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์เก็บข้อมูลและประมวลผลกลาง และ อุปกรณ์ควบคุม (Operator Console)
2. อุปกรณ์ควบคุมปลายทาง (Remote Terminal Unit – RTU)
3. ระบบการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อำนาจการกลางกับอุปกรณ์ควบคุมปลายทาง (Communication Network)

2.1.2.4 การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบ SCADA ในกิจการประปาในต่างประเทศ

การนำระบบ SCADA มาประยุกต์ใช้ในกิจกรรมการประปา จะทำให้สามารถควบคุมกระบวนการต่างๆ ในการผลิตและจ่ายน้ำประปามีคุณภาพและรวดเร็วมากขึ้น กิจการประปาในต่างประเทศได้ ประยุกต์ใช้ระบบ SCADA ในการควบคุมการผลิต สูบส่ง และจ่ายน้ำประปา ตัวอย่างเช่น โรงงานผลิตน้ำ Seymour Reverse Osmosis Plant ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีประชากรในพื้นที่รับผิดชอบมากกว่า 3,000 คน มีกำลังการผลิต 7,600 ลบ.ม. ต่อวัน และสามารถขยายกำลังการผลิตสูงสุดได้ถึง 11,400 ลบ.ม. ต่อวัน ได้มีพัฒนาเทคโนโลยีระบบ SCADA และ อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (PLC) มาใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์การผลิตส่วนต่างๆ อาทิ การแจ้งสถานะของโรงงานผลิตน้ำ การสูบน้ำเข้า-ออก สถานะของ สารเคมี ฯลฯ โดยระบบการจับเก็บข้อมูลจะใช้โปรแกรม Excel เพื่อใช้ติดตามดูแลการทำงานของเครื่องจักรในโรงงานผลิตน้ำได้ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการทำงาน จากสำนักงานใหญ่ MECO ที่นิวยอร์ก ซึ่ง มีระยะห่างจากโรงงานผลิตน้ำประมาณ 1,072 กิโลเมตร เป็นต้น

การนำเทคโนโลยีระบบ SCADA มาใช้จะทำให้การดำเนินงานต่างๆ สามารถลดข้อจำกัดด้านบุคลากรได้ทางหนึ่ง รวมถึงการลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาจากการเดินทางไปโรงกรองน้ำแต่ละแห่งที่อยู่ห่างกันได้เป็นอย่างดี

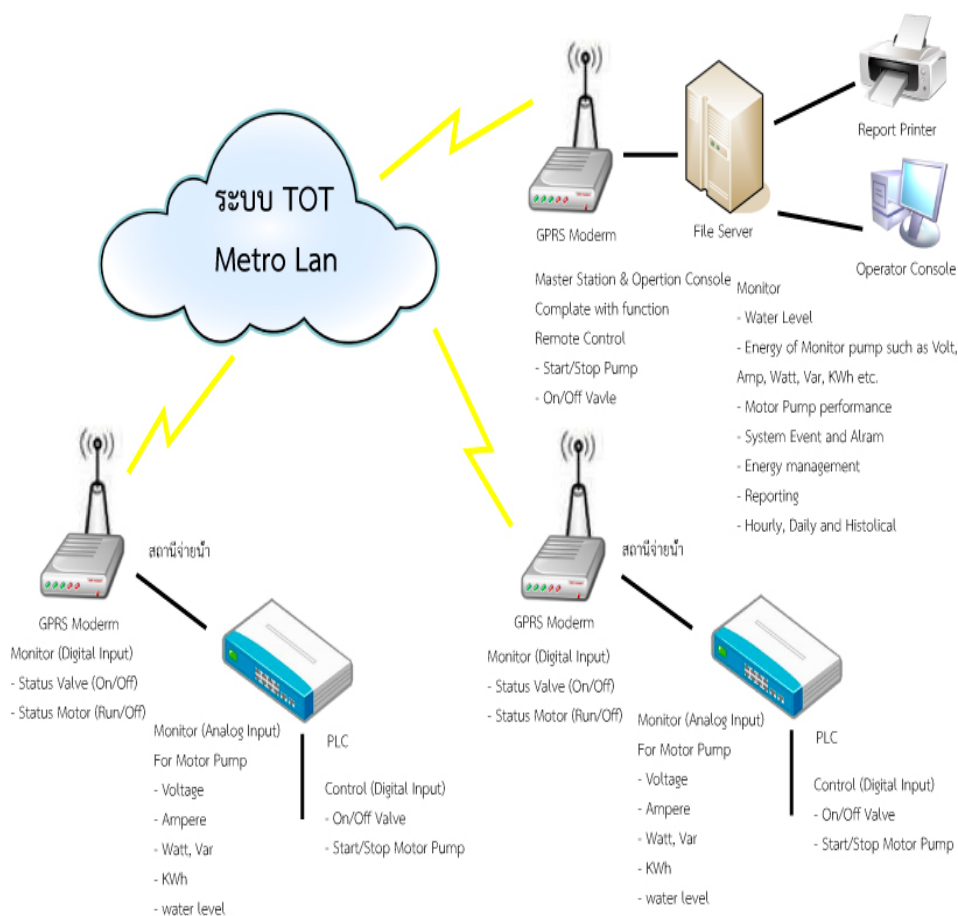
การนำระบบ SCADA มาประยุกต์ใช้ในกระบวนการต่างๆ ในการผลิตและจ่ายน้ำประปา สามารถดำเนินการได้ 2 แบบ ได้แก่

1. ระบบควบคุมอัตโนมัติ และ
2. ระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติ

ระบบควบคุมอัตโนมัติ ประกอบด้วยอุปกรณ์ชุดอำนาจการกลาง ซึ่งใช้คอมพิวเตอร์ติดตั้งโปรแกรม ชุดควบคุมอัตโนมัติในการควบคุมการทำงานของปั๊มสูบน้ำเพื่อควบคุมระดับน้ำให้อยู่ในระดับที่ต้องการหรือติดตั้งโปรแกรมเดมอสารเคมีสารเคมีอัตโนมัติตามระดับคุณภาพของน้ำที่วัดได้ รวมถึงการติดตั้งโปรแกรมควบคุมระดับน้ำเพื่อให้ได้ระดับน้ำและแรงดันน้ำที่ต้องการ ซึ่งโปรแกรมอัตโนมัติจะดำเนินการเฝ้าประมวลผลและเฝ้าระวังและควบคุมอุปกรณ์ในระบบตามเงื่อนไขที่ผู้ใช้งานกำหนดให้และส่งคำสั่งออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตามที่เรต้องการแบบครบวงจร โดยไม่ต้องอาศัยบุคลากรควบคุม

ระบบควบคุมกึ่งอัตโนมัติจะทำงานเหมือนระบบควบคุมอัตโนมัติแต่ไม่สามารถควบคุมแบบครบวงจรได้ต้องอาศัยบุคลากรการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในบางส่วน

หลักการทำงานของระบบ SCADA สำหรับการผลิตและจ่ายน้ำประปาการประยุกต์ใช้ระบบ SCADA เพื่อติดตามควบคุมกระบวนการต่างๆ ในการผลิตน้ำประปา ดัง รูปที่ 2.2 จะแสดงองค์ประกอบ การเชื่อมโยงของทั้งระบบ รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมย่อยและหน้าที่การทำงาน



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบการเชื่อมโยงของระบบSCADAทั้งระบบ

สรุปรายละเอียด หลักการทำงานของระบบ SCADA สำหรับการผลิตและจ่ายน้ำประปา ดังนี้

1. ชุดอำนวยการกลาง (Master Station or Center Unit) ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์เก็บข้อมูลและประมวลผลกลาง และอุปกรณ์ควบคุม (Operator Console)
2. สถานีแม่ข่าย (Master Station) ประกอบด้วย File Server , Operator Console และ Event and Report Printer
 - File Server เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ติดตั้ง โปรแกรม โดยมีหน้าที่ (Function) ดังนี้
 - สแกนข้อมูลอุปกรณ์แต่ละสถานี และตรวจสอบระบบสื่อสาร (Network Scan and Network Management)
 - System Monitor
 - สถานะของมอเตอร์และปั๊มสูบน้ำ (Status of Motor Pump (Run/Off))

- สถานะของวาล์ว (Status of Valve (On / Off))
 - ระบบน้ำ (Water Level)
 - เหตุการณ์ในระบบสูบน้ำ (System Event and Alarm)
 - ค่าวัดทางไฟฟ้าของมอเตอร์และปั้มน้ำ (Energy of Motor Pump such as Volt, Amp, Watt, Var, KWh etc)
 - ระบบบริหารและตรวจสอบมอเตอร์และปั้มน้ำ (Motor Pump Performance) โดยการตรวจสอบความผิดปกติของ อัตราการกินไฟของมอเตอร์ว่ากระแสมสูงผิดปกติ (High Current) หรือแรงดันต่ำผิดปกติ (Low Voltage)
 - ระบบรายงาน (Report) ประกอบด้วย รายงาน รายชั่วโมง (Hourly Report) รายงานรายวัน (Daily Report) รายงานรายสัปดาห์ (Weekly Report) รายงานรายเดือน (Monthly Report) และรายงานรายปี (Yearly Report)
 - ระบบจัดเก็บประวัติและสำรองข้อมูล (Historical Data and Backup) เพื่อนำข้อมูลมาวิเคราะห์ภายหลัง (Data Analyzed)
 - ระบบรักษาความปลอดภัย (Security Management) เช่น การตรวจจับว่ามี การเปิดประตูสถานีสูบน้ำหรือตู้ควบคุมถูกเปิด (Status of Door Open)
 - บริหารและจัดการระบบสื่อสาร (Network Management)
- Operator Console เป็นอุปกรณ์สำหรับเจ้าหน้าที่ควบคุม ฝ้าดูระบบ และส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์ปลายทาง ประกอบด้วย
 - จอแสดงผล (LCD Monitor)
 - แป้นคีย์ตัวอักษร (Keyboard)
 - เมาส์ (Mouse)
 - Event and Report Printer เป็นอุปกรณ์รายงานผลเหตุการณ์ในระบบและรายงานต่างๆ
3. สถานีลูกข่ายปลายทาง (Remote Terminal Unit) ประกอบด้วย อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (Programmable Logic Control - PLC) ซึ่งมีหน้าที่ ดังนี้
- มีชุดของคำสั่งอัตโนมัติภายใน เพื่อรับคำสั่งจาก Master Station มาประมวลผล และส่งคำสั่งไปควบคุมอุปกรณ์ต้นกำลัง เช่น มอเตอร์ปั้มน้ำ หรือวาล์ว เป็นต้น และยังสามารถทำงานอัตโนมัติด้วยตัวเองได้ (Local Control) เมื่อระบบสื่อสารขาดจากสถานีแม่ข่าย
 - อ่านข้อมูลจากอุปกรณ์วัดทางไฟฟ้า เช่น แรงดัน (Voltage) กระแส (Ampere) กำลังงานไฟฟ้า (Watt and Var) อัตราค่าไฟฟ้า (KWh) เพื่อส่งข้อมูลให้สถานีแม่ข่ายตามที่ร้องขอมา

- อ่านข้อมูลระดับน้ำ (Level) แรงดัน (Pressure) และ/หรือ อัตราการไหล (Flow) ของน้ำ
 - ติดต่อกับอุปกรณ์สื่อสารตามมาตรฐานการรับส่งสัญญาณ (Communication Protocol)
4. ระบบสื่อสาร (Communication Network) ประกอบด้วย โมเด็ม (Modem) ซึ่งในรูปแบบข้างต้นจะใช้โมเด็มแบบจีพีอาร์เอส (GPRS Modem) เป็นโมเด็มในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Telephone) โดยปกติจะรับส่งข้อมูลผ่านระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่และผ่านเข้าระบบเครือข่ายสาธารณะ (Internet) และใช้การสื่อสารตามมาตรฐานการรับส่งสัญญาณที่เรียกว่า TCP/IP Protocol

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบ SCADA มีใช้ทั้งในกิจการประปาในต่างประเทศและในประเทศไทยสำหรับระบบกระบวนการผลิตน้ำประปาและส่งจ่ายน้ำประปา

2.1.3 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ของโครงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบ SCADA สำหรับระบบกระบวนการผลิตน้ำประปาและส่งจ่ายน้ำประปาของการประปานครราชสีมา ประกอบด้วย การวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึง

1. มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV)
2. ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (Benefit/Cost analysis, B/C)
3. การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน (Internal Rate of Return, IRR)
4. เวลาคืนทุน (Payback Period, PB)

2.1.3.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

ในการวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์ จะใช้วิธีวิเคราะห์เปรียบเทียบคือ การเทียบเท่าเงินลงทุนและค่าใช้จ่ายที่ประเมินไว้ในแต่ละโครงการให้เป็นค่าเงินเทียบเท่าปัจจุบัน (present worth) แล้วนำค่าเงินเทียบเท่านี้มาเป็นเครื่องชี้บ่งความคุ้มค่าในการลงทุน

การคำนวณค่าเงินเทียบเท่านี้เรียกอีกอย่างหนึ่งได้ว่า “discounting” และอัตราดอกเบี้ยที่ใช้ก็เรียกว่า “discount rate” ในแง่ของการลงทุนอัตราดอกเบี้ยก็คือ อัตราผลตอบแทน (rate of return) นั่นเอง โดยปกติการลงทุนในโครงการใดก็ตามจะไม่ได้ได้รับความสนใจ ถ้าหากอัตราผลตอบแทนที่

คำนวณได้มีค่าน้อยกว่าอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ การเทียบเท่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิด้วยอัตราดอกเบี้ยเงินกู้ จึงถือเป็นเกณฑ์ในการพิจารณาถ้ามูลค่าสุทธิปัจจุบันเป็นบวกจะถือว่าผลตอบแทนรับสูงกว่า รายจ่ายตามอัตราดอกเบี้ยเงินกู้

ถ้าโครงการต่าง ๆ ที่ถูกนำเสนอเพื่อการเปรียบเทียบ มีรายละเอียดของค่าใช้จ่ายประจำปี ของแต่ละโครงการอยู่ในลักษณะคงที่และเท่ากันตลอด รวมทั้งโครงการต่าง ๆ นี้ก็มีอายุโครงการ เท่ากันด้วย การคำนวณค่าเงินต้นเทียบเท่าปัจจุบันของแต่ละโครงการจะชัดเจนคือ โครงการใดที่มี ค่าเทียบเท่าปัจจุบันสูงกว่าโครงการนั้นย่อมดีกว่าในเชิงเศรษฐศาสตร์

ถ้าโครงการที่จะนำมาเปรียบเทียบมีรายละเอียด ของค่าใช้จ่ายประจำปีของ แต่ละโครงการ อยู่ในลักษณะไม่คงที่หรือคงที่เป็นช่วง ๆ ตามระยะเวลา แต่อายุการใช้งานของแต่ละโครงการยัง เท่ากันอยู่ การคำนวณค่าเงินต้นเทียบเท่าโดยการใช้การคิดอัตราดอกเบี้ยเดียวกันปรับเทียบเป็นเงิน เทียบเท่าปัจจุบัน แล้วสรุปผลรายรับบวก รายจ่ายลบ ให้ได้มูลค่าเทียบเท่ารวมในปัจจุบันจะสามารถ เปรียบเทียบ โครงการ ได้จากยอดผลรวมของ โครงการที่สูงที่สุดคือ โครงการที่ดีที่สุด ในเชิง เศรษฐศาสตร์

ในการเปรียบเทียบโครงการหรือสิ่งของที่มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน โดยการใช้การคิดค่าเทียบเท่า เป็นเงินต้นที่ปัจจุบันนั้นจำเป็นที่จะต้องคำนวณหาระยะเวลาที่จะทำการเปรียบเทียบก่อนซึ่งคำนวณ ได้จากตัวคูณร่วมน้อย ของอายุการใช้งานของโครงการหรือสิ่งของแต่ละอย่างเป็นเกณฑ์จำนวนปีที่ ใช้เปรียบเทียบ ผลรวมของมูลค่าสุทธิปัจจุบันของ โครงการจะเป็นเครื่องชี้บ่งความได้เปรียบเชิง เศรษฐศาสตร์ของโครงการ

การเปรียบเทียบโครงการหรือแผนการต่าง ๆ ที่มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน ระยะเวลาที่จะทำ การเปรียบเทียบค่อนข้างยาวนาน นอกจากจะใช้ค่าตัวคูณร่วมน้อยของอายุการใช้งานของแต่ละ โครงการหรือแผนการแล้ว ยังสามารถเปรียบเทียบโดยใช้ช่วงระยะเวลานิรันดร์ ค่าเงินต้นเทียบเท่า ปีปัจจุบันของแต่ละ โครงการเมื่อใช้ช่วงระยะเวลาเปรียบเทียบเป็นนิรันดร์ เรียกว่า เงินลงทุนนิรันดร์ (capitalized cost)

ข้อผิดพลาดในการเปรียบเทียบเมื่อใช้ค่าเงินต้นเทียบเท่าที่ปีปัจจุบันอาจจะเกิดขึ้นได้ 3 กรณี คือ

1. การคำนวณหาค่าเทียบเท่าเงินลงทุนนิรันดร์ ทางปฏิบัติอาจจะพบว่าอายุใช้งานจริงของ โครงการมีค่าน้อยกว่าค่าที่สมมุติไว้มาก การเปรียบเทียบโครงการอาจแตกต่างกันมาก
2. เกิดความสับสนได้ในทางปฏิบัติในการคิดค่าเสื่อมราคาต่อปี

- อัตราดอกเบี้ยที่ใช้ในการเปรียบเทียบมีค่าน้อยเกินไปจะเป็นเหตุให้การคิดค่าเงินต้นเทียบเท่าของโครงการไม่สามารถชี้บ่งความได้เปรียบเสียเปรียบได้

โดยสรุปแล้ว การเปรียบเทียบโครงการต่าง ๆ โดยวิธีคิดค่าเงินต้นเทียบเท่าที่ปัจจุบันสามารถนำมาใช้กับโครงการที่มีอายุการใช้งานเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ ในกรณีที่อายุการใช้งานไม่เท่ากัน ระยะเวลาของการเปรียบเทียบใช้ค่าตัวคูณรวมน้อยของอายุการใช้งานของโครงการที่จะเปรียบเทียบหรือใช้ระยะเวลานิรันดร์ก็ได้ ถ้าใช้ระยะเวลานิรันดร์ค่าเงินต้นเทียบเท่าที่ปัจจุบันเรียกใหม่ว่า เงินลงทุนนิรันดร์ โดยอัตราดอกเบี้ยที่จะใช้ในการปรับเทียบค่าต่าง ๆ ควรจะเป็นอัตราดอกเบี้ยที่คิดว่าเหมาะสมที่สุดและคุ้มค่ากับการลงทุน

ข้อดีของการเปรียบเทียบค่าเงินเทียบเท่าปัจจุบันคือ

- รู้สึกได้ถึงมูลค่าของกิจการที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงจากการลงทุน
- ใช้ในการพิจารณากระแสเงินสดที่เกี่ยวข้องตลอดทั้งโครงการ
- ใช้ในการพิจารณาค่าของเงินในเวลาที่ต่างกัน
- ใช้ในการพิจารณาความเสี่ยงของกระแสเงินสดในอนาคต

จุดอ่อนของการเปรียบเทียบค่าเงินเทียบเท่าปัจจุบันคือ

- ต้องประมาณการอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการเพื่อใช้ในการคำนวณ
- แสดงออกมาเป็นจำนวนเงินซึ่งอาจจะเข้าใจยากกว่าแสดงเป็นอัตราร้อยละ
- เป็นการสมมติให้กระแสเงินสดสุทธิที่ได้รับในแต่ละปีนำไปลงทุนต่อโดยได้รับอัตราผลตอบแทนเท่ากับอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำที่ต้องการซึ่งคงที่ตลอดอายุโครงการ ซึ่งความจริงอาจไม่เป็นเช่นนั้น

2.1.3.1 การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน

การวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน (**Benefit/Cost analysis Benefit/Cost ratio B/C ratio**) เป็นวิธีการที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ความเหมาะสมการลงทุนของโครงการรัฐ เนื่องจากโครงการของรัฐบาลนั้น ส่วนใหญ่ไม่ได้ดำเนินการเพื่อแสดงหาผลประโยชน์ แต่เป็นไปเพื่อสาธารณะประโยชน์ ดังนั้นผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นอาจไม่อยู่ในรูปของตัวเงินที่รัฐได้ตอบแทนกลับมา แต่จะอยู่ในรูปของประโยชน์ที่ชุมชนได้รับ อาทิ คุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น การประหยัดค่าใช้จ่าย

ในการเดินทาง การเพิ่มรายได้หรือผลผลิต ความปลอดภัย หรือ สุขภาพจิตของคนในชุมชนที่ดีขึ้น เป็นต้น ในการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน ผลประโยชน์ที่ได้รับเหล่านี้จะถูกแปลงให้อยู่ในรูปของมูลค่าเงินเพื่อเปรียบเทียบกับเงินที่ลงทุนไปในโครงการเหล่านั้น

จากที่กล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนนั้น มีตัวแปรสำคัญอยู่ 2 ตัวแปร ได้แก่ผลประโยชน์ และเงินลงทุน ผลประโยชน์ (Benefit) ของโครงการ คือ สิ่งที่เป็นประโยชน์ซึ่งได้รับเพิ่มขึ้นทั้งในด้านทรัพย์สินและสวัสดิการจากโครงการเมื่อเปรียบเทียบกับสภาพการณ์ที่ยังไม่มีการดำเนินงานตามโครงการ (วัชรินทร์ วิทยกุล, 2539) ผลประโยชน์ในรูปของสาธารณประโยชน์อันเนื่องมาจากโครงการรัฐ สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่ ผลประโยชน์ที่ได้รับในรูปของการเพิ่มรายได้หรือเพิ่มผลผลิต อาทิ รายได้ที่เพิ่มขึ้นจากการเก็บเงินค่าผ่านทาง เป็นต้น และผลประโยชน์ที่ได้รับในรูปของการประหยัดค่าใช้จ่ายและความเสียหาย อาทิ การตัดถนนเส้นใหม่อาจช่วยให้เดินทางถึงที่หมายเร็วขึ้น เป็นการประหยัดพลังงาน และค่าใช้จ่ายในการเดินทาง เป็นต้น

เงินลงทุน (Cost) ของโครงการ คือค่าใช้จ่ายทั้งหมดที่ต้องชำระตลอดการดำเนินงานตามโครงการ จึงเป็นผลรวมของค่าใช้จ่ายลงทุนเริ่มแรกของโครงการและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน รวมถึงค่าใช้จ่ายอื่นๆ อันเนื่องมาจากผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนในบริเวณโครงการ อาทิ ค่าใช้จ่ายเพื่อชดเชยการเวนคืนที่ดิน ค่าใช้จ่ายในการปรับสภาพแวดล้อมของชุมชนหลังการก่อสร้าง เป็นต้น (วัชรินทร์ วิทยกุล, 2539) รายละเอียดปลีกย่อยของรายละเอียดเงินลงทุนและผลตอบแทนนั้นจะแตกต่างกันไปแต่ละโครงการ ซึ่งได้นำเสนอต่อไปในตัวอย่างการคำนวณจากที่กล่าวมาทั้งหมด สามารถวิเคราะห์ผลประโยชน์ต่อเงินลงทุนได้จากสมการต่อไปนี้

โครงการที่มีค่า B/C ratio มากกว่า 1 เป็นโครงการที่น่าลงทุน ถ้า B/C ratio น้อยกว่า 1 จัดว่าเป็นโครงการที่ไม่เหมาะสมต่อการลงทุน และถ้า B/C ratio เท่ากับ 1 หมายความว่าโครงการนั้นคุ้มทุนพอดี ไม่ได้กำไรหรือขาดทุน

เนื่องจากผลประโยชน์ที่เกิดขึ้นจากโครงการ และค่าใช้จ่ายหรือเงินลงทุนที่ต้องชำระนั้น อาจไม่ได้เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องใช้หลักการแปลงค่าเงินซึ่งเป็น

มูลค่าของผลประโยชน์และเงินลงทุนให้มาอยู่ในช่วงเวลาเดียวกันตามหลักการแปลงค่าเงินที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

การจำแนกของผลประโยชน์, เงินลงทุนและผลเสียประโยชน์ (อ.เฉลิมเกียรติ: Engineering Economy, 2556)

- ผลประโยชน์ (Benefit) คือผลได้ ผลที่ปรารถนาเห็นด้วยสนับสนุนของโครงการต่อสาธารณชน
- เงินลงทุน หรือ ต้นทุน (Cost) คือ เงินทุนที่ลงทุนโดยรัฐ สำหรับเงินทุนเริ่มต้น ค่าดำเนินการ การบำรุงรักษา
- ผลของการเสียประโยชน์ (Disbenefit) คือผลเสีย ผลที่เกิดความเสียหายแก่สาธารณชน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อเงินลงทุน(The Benefit/Cost Ratio)

$$\frac{B}{C} = \frac{Pw(\text{benefit})}{Pw(\text{costs})}$$

2.1.3.1 การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน

การวิเคราะห์อัตราผลตอบแทนการลงทุน เป็นการวิเคราะห์เพื่อให้ทราบอัตราผลตอบแทนการลงทุนของโครงการตามระยะเวลาของการวิเคราะห์เพื่อให้ได้ตัวเลขอัตราผลตอบแทนเทียบกับอัตราดอกเบี้ยในทางการเงินว่าได้เปรียบหรือเสียเปรียบในเชิงการลงทุน

อัตราผลตอบแทนคือ ผลได้เป็นอัตราร้อยละเมื่อเทียบต่อเวลาหนึ่งปีที่ได้จากการลงทุนที่ลงทุนไป อีกส่นหนึ่งคืออัตราดอกเบี้ยนั่นเอง ต่างกันที่ผู้ลงทุนเป็นผู้มีสิทธิที่จะได้อัตราดอกเบี้ยที่กำหนดเป็นอัตราผลตอบแทนต่อปี

อัตราผลตอบแทนสำหรับรับนักลงทุนต่าง ๆ จึงไม่เท่ากันแล้วแต่ชนิดของโครงการและลักษณะของผลได้ในโครงการนั้น การหาอัตราผลตอบแทนของโครงการต่าง ๆ จึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยให้กำหนดความพึงพอใจในการลงทุนในโครงการได้ กล่าวคือโครงการลงทุนต้องได้อัตราผลตอบแทนสูงกว่าภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด โครงการที่มีความเหมาะสมในการลงทุน

เชิงเศรษฐศาสตร์จะต้องมีอัตราผลตอบแทนเปรียบเทียบอัตราดอกเบี้ยมาตรฐาน โดยมีผลได้จากการลงทุนดีกว่า

การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์โดยทั่ว ๆ ไป ไม่ว่าจะวิธีเปรียบเทียบเงินต้นเทียบเท่าเงินปัจจุบัน เงินเทียบเท่าอนาคต หรือเงินรายจ่ายรายปีเท่ากัน โดยมากเราจะใช้สมมติฐาน คือ อัตราดอกเบี้ยหรืออัตราผลตอบแทนมาตรฐานมีค่าคงที่ตลอด การกำหนดอัตราดอกเบี้ยที่จะใช้ในการวิเคราะห์จึงต้องพิจารณาตามอัตราผลตอบแทนที่ยอมรับได้และใช้ในอัตราซึ่งมีแหล่งเงินทุนต่าง ๆ สามารถจัดให้ได้

ในการหาอัตราผลตอบแทนของโครงการ หรือการวิเคราะห์ส่วนเพิ่มของการลงทุนจะใช้ค่าประเมินผลรับและผลจ่ายในอนาคต ผลลัพธ์ของอัตราผลตอบแทนจากการประมาณการจะถูกต้องแม่นยำได้แค่ไหนจะขึ้นกับความแน่นอนของอนาคตด้วย ดังนั้นในการหาอัตราผลตอบแทนที่ถูกต้องตรงตามความเป็นจริง จะกระทำได้อีกต่อเมื่อโครงการที่เกี่ยวข้องได้เสร็จสิ้นไปแล้ว

2.1.3.4 ระยะเวลาคืนทุน

ในการประเมินความคุ้มค่าของโครงการ นอกจากจะใช้หลักการประเมินความคุ้มค่าของโครงการด้วยการพิจารณาผลตอบแทน (BENEFIT) และค่าใช้จ่าย (Expenses) ทั้งที่ที่มีตัวตนและที่ไม่มีตัวตน แล้วมีการใช้วิธีการคำนวณหาระยะเวลาคืนทุน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

- การพิจารณาข้อเสนอของโครงการลงทุน
- การประมาณกระแสเงินสดของโครงการลงทุน
- การประเมินค่าโครงการลงทุน
- การตัดสินใจเลือกโครงการลงทุน
- การดำเนินงานตามโครงการลงทุน
- การติดตามและประเมินผลโครงการลงทุน

ข้อดีของวิธีระยะเวลาคืนทุนกรณีกระแสเงินสดสุทธิเท่ากันทุกปี

1. คำนวณได้ง่าย ไม่ยุ่งยากซับซ้อน
2. ทำให้ทราบสภาพคล่องของโครงการ โดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีสภาพคล่องสูงกว่า
3. เป็นตัววัดความเสี่ยงของโครงการได้ โดยโครงการที่คืนทุนเร็ว ย่อมมีความเสี่ยงน้อยกว่า

ข้อเสียของวิธีระยะเวลาค้ำทุนกรณีกระแสเงินสดสุทธิเท่ากันทุกปี

1. ไม่ได้คำนึงถึงกระแสเงินสดภายหลังจากการค้ำทุนแล้ว
2. ไม่ได้คำนึงถึงค่าของเงินในระยะเวลาที่ต่างกันว่ามีค่าไม่เท่ากัน
3. ไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงของกระแสเงินสด ที่จะได้รับในอนาคต
4. ไม่มีเกณฑ์การตัดสินใจที่บ่งชี้ให้เห็นว่าการลงทุนนั้น ๆ มีส่วนเพิ่มมูลค่าของกิจการอย่างไร

2.2 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานที่เกี่ยวข้องมีดังต่อไปนี้

นายประยุทธ์ พันธุ์อายุวัฒน์ (2555) ศึกษาเกี่ยวกับระบบสารสนเทศสำหรับโรงงานผลิตน้ำบางเขน มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการนำเสนอข้อมูลที่ใช้ในการผลิตน้ำของโรงงานผลิตน้ำบางเขน การประสานครหลวง เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจของผู้บริหารในการกำหนดนโยบาย การวางแผนงาน รวมไปถึงการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ของการประสานครหลวง เป็นการพัฒนาระบบสารสนเทศผ่านเครือข่ายภายในขององค์กร (Intranet) ในรูปแบบของการแสดงผลแบบกราฟฟิค และมีการจัดเก็บข้อมูลลงระบบฐานข้อมูลของการประสานครหลวง ซึ่งสามารถเรียกดูย้อนหลังได้ทั้งแบบกราฟ และแบบตารางตัวเลข เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาคือโปรแกรม Microsoft Visual Basic 6.0 จากการประเมินประสิทธิภาพระบบที่พัฒนาขึ้น พบว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีระดับความพึงพอใจในการใช้งานอยู่ในระดับดี สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นายณัฐสิทธิ์ บุญแปลง (2547) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจทางด้านวิศวกรรมการผลิต บนเครือข่ายองค์กรของบริษัทอิน โนเวกซ์(ประเทศไทย) จำกัด มีวัตถุประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการในการจัดเก็บ สืบค้นและวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านการผลิตในกระบวนการผลิตโดยเฉพาะ ซึ่งการออกแบบจะสนองความต้องการของผู้ใช้อย่างกว้างขวางหลายระดับ มีความง่ายในการเข้าถึงข้อมูล มีตัวเลือกที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการค้นหา และจัดการข้อมูลได้โดยสะดวก อีกทั้งมีเครื่องมือทางวิศวกรรมอีกหลายอย่างรวมอยู่ในโปรแกรม เช่นระบบรวบรวมข้อมูลออนไลน์ (Online Data Summary) ระบบเฝ้าระวังประสิทธิภาพการผลิตแบบ

เวลาจริง (Real time yield monitor) ซึ่งทั้งหมดนี้เกิดจากการศึกษาปัญหาด้านการจัดการข้อมูลทางวิศวกรรมและความพยายามในการใช้ระบบสารสนเทศมาทำการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุน ซึ่งหลังจากเริ่มใช้ระบบแล้ว จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพและลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานได้มากเมื่อเทียบกับการจัดการเดิม

นายจักรภพ พัฒนานิติ (2547) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของระบบบำบัดน้ำเสียแบบตะกอนเร่ง Developing Computer Program to Control the Operation of Activated Sludge Treatment System มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ เนื่องจากปัจจุบันได้นำ PLC (Programmable Logic Controller) ควบคุมเครื่องจักร พร้อมกับเชื่อมต่อ PLC เข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อสนับสนุนการทำระบบควบคุมอัตโนมัติ และระบบดังกล่าวออกแบบโดยวิศวกรและผู้เชี่ยวชาญทางด้านงานระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ทำให้โปรแกรมจะเน้นไปเฉพาะที่การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรอุปกรณ์ ดังนั้นการเพิ่มความสามารถในการคำนวณที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบบำบัดน้ำเสียเข้าไปไว้ในโปรแกรม ช่วยให้ผู้ควบคุมระบบปฏิบัติงานได้สะดวก รวดเร็วขึ้น และช่วยให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อาคม งามเพริศพริ้ง (2549) ศึกษาเกี่ยวกับระบบสารสนเทศเพื่อการสนับสนุนการวิเคราะห์และตัดสินใจในการแก้ปัญหาให้กับผู้ใช้งานคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยใช้วิธีการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลออนไลน์ โดยนำวิธีการประมวลผลวิเคราะห์ข้อมูลออนไลน์ (OLAP) มาใช้วิเคราะห์ข้อมูลและออกรายงานสำหรับผู้บริหาร เพื่อสนับสนุนการตัดสินใจ และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการองค์กร ระบบพัฒนาขึ้นโดยใช้ภาษาเอเอสพี (ASP) เป็นเครื่องมือที่ในการพัฒนาระบบ ใช้ระบบจัดการฐานข้อมูลไมโครซอฟต์เอสคิวแอลเซิร์ฟเวอร์ 2000 (Microsoft SQL Server 2000) และโปรแกรมไมโครซอฟต์อานาไลซิสเซอร์วิส (Microsoft Analysis Service) สำหรับวิเคราะห์และพัฒนาคลังข้อมูล จากการประเมินประสิทธิภาพระบบที่พัฒนาขึ้นโดยวิธีการแบบแบล็กบ็อกซ์ (Black-Box Testing) จากผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 15 ท่าน

สรารุช มาลัยเป็ย (2549) ศึกษาเกี่ยวกับการพัฒนาระบบติดตามแผนงานและโครงการผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกรณีศึกษา ฝ่ายเทคโนโลยีสารสนเทศ ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ การเกษตรโดยมีการออกแบบระบบภายใต้เทคโนโลยีแบบเว็บแอปพลิเคชัน มีการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของผู้บริหาร ส่วนของผู้ใช้ระบบ และส่วนของผู้ดูแลระบบ ซึ่งในการพัฒนาระบบนี้ได้ใช้โปรแกรมภาษาเอเอสพีเป็นตัวกลางในการรับผลแสดงผลข้อมูล ผ่านทางเว็บเพจ และติดต่อกับระบบจัดการฐานข้อมูลซึ่งใช้ Microsoft SQL Server 2000

บุษกร นางงามสาโรง รายงานเกี่ยวกับ การวิเคราะห์ผลตอบแทนจากการลงทุน Internal Rate of Return (IRR) เพื่อประเมินความคุ้มค่าในการลงทุนเกี่ยวกับสัมปทานประกอบกิจการน้ำประปา โดยพิจารณาอัตราผลตอบแทนเป็นทางเลือกหนึ่ง เพื่อใช้วิเคราะห์การลงทุนเช่นเดียวกับวิธีการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value : NPV) เป็นการให้ความสำคัญกับค่าของเงินตามระยะเวลา ในการคำนวณด้วย NPV จะใช้อัตราคิดลด (discount rate) ของเงินทุนก็ได้ ซึ่งเป็นค่าที่ถูกกำหนดขึ้น แล้วนำมาถัวเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก แล้วนำมาใช้ในคิดลดกระแสเงินสด โดยการหารกระแสเงินสดที่เกิดขึ้นในแต่ละปีด้วย $(1+r)^n$ ซึ่งในที่นี้ r คืออัตราคิดลด และ n คือระยะเวลา (ปี)