เลขที่ ๔

รายงานส่วนบุคคล
(Individual Study)

เรื่อง การติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากพื้นที่จ่ายน้ำย่อย (District Metering Area: DMA)

จัดทำโดย นางอภิญญา ทองเหลือง

ตำแหน่ง หัวหน้าส่วนปฏิบัติการพื้นที่ ๑ กองปฏิบัติการและสารสนเทศ

ฝ่ายบริหารจัดการน้ำสูญเสีย

สังกัด การประปานครหลวง

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการฝึกอบรม

หลักสูตรนักบริหารมหานครระดับต้น รุ่นที่ ๔๐

สถาบันพัฒนาข้าราชการกรุงเทพมหานคร

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๖๕

แบบฟอร์มรายงานส่วนบุคคล แบบ R๒

๑. หัวข้อ การติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จากพื้นที่จ่ายน้ำย่อย (District Metering Area: DMA)

๒. ความสำคัญของการศึกษา / ที่มาของการนำเสนอ

การประปานครหลวงมีพื้นที่รับผิดชอบ ๓,๑๙๒ ตารางกิโลเมตร มีกำลังการผลิต ๔.๕ ล้านลูกบาศก์เมตรต่อวัน จำนวนผู้ใช้น้ำกว่า ๒.๑ ล้านราย ปัจจุบันมีน้ำสูญเสียเกิดขึ้นในระบบจ่ายน้ำในอัตราร้อยละ ๓๐ - ๓๕ ซึ่งเป็นอัตราการสูญเสียที่สูงมาก

การแตกรั่วของท่อประปาของการประปานครหลวง เป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลกระทบโดยตรงต่อปริมาณน้ำสูญเสียที่จะเกิดขึ้นในระบบ การประปานครหลวงมีนโยบายในระบบบริหารจัดการน้ำสูญเสียโดยใช้วิธีแบ่งพื้นที่การจ่ายน้ำให้เป็นพื้นที่ย่อยๆ เรียกว่า DMA (District Metering Area) เพื่อจัดกิจกรรมในพื้นที่ย่อยนั้น องค์ประกอบของอุปกรณ์ DMA ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ๓ ส่วน คือ มาตรวัดน้ำ (Flow meter) อุปกรณ์วัดแรงดัน (Pressure Sensor) และ อุปกรณ์ตรวจวัดและควบคุมภาคสนาม (Remote Terminal Unit : RTU) ซึ่งสามารถบันทึกและส่งข้อมลู อัตราการไหล และ แรงดันน้ำในแต่ละช่วงเวลา ผ่านสายโทรศัพท์ (PSTN) หรือ สัญญาณมือถือ (GPRS) มายัง Control Center ในแต่ละสำนักงานประปาสาขา โดยมีการติดตั้งตู้ DM (District Metering) เป็นอุปกรณ์เพื่อติดตามปริมาณและแรงดันน้ำประปาในระยะไกล เพื่อส่งสัญญาณนำระบบสารสนเทศบริหารจัดการน้ำสูญเสีย (WLMA) โดยตู้ DM (District Metering) ต้องติดตั้งในพื้นที่สาธารณะและใช้ไฟฟ้าในการทำงานและอ่านค่าของตู้จากการไฟฟ้านครหลวง

ปัจจุบันการประปานครหลวงมีตู้ DM (District Metering) ดังกล่าวเป็นจำนวนมากและเป็นหลักในการบริหารจัดการน้ำสูญเสีย แต่พบว่ามีปัญหาอุปสรรคจากการใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวงเป็นจำนวนหนึ่ง จากสาเหตุบางประการ อาทิเช่น ตู้ DM (District Metering) และมิเตอร์ไฟฟ้าถูกถอดออกเนื่องจากการก่อสร้างรถไฟฟ้า หรือ ปรับปรุงเพิ่มและเวนคืนแนวถนนใหม่ทำให้ จุดติดตั้งตู้ DM (District Metering) ไม่เหมาะสม เมื่อโครงการต่าง ๆดำเนินการแล้วเสร็จ เมื่อนำอุปกรณ์และตู้ DM (District Metering) กลับมาติดตั้งคืน ทำให้ติดปัญหาการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง คือการต้องวางสายไฟเพิ่มไกลขึ้นมากและต้องนำสายไฟฟ้าลงดิน (ปัญหาคือการประสานและมาตรฐานวางท่อร้อยสายไฟซึ่งต้องได้รับการอนุมติจากการไฟฟ้า) รวมทั้งการขออนุญาตดำเนินการในทางเท้ากับทางหน่วยงานของรัฐ (กทม.และองค์กรส่วนท้องถิ่น) ทำให้การประปานครหลวงมีโครงการที่จะศึกษาการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อนำมาทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงเพื่อแก้ปัญหาและเป็นแนวทางใหม่สำหรับการหาพลังงานทดแทน

๓. วัตถุประสงค์

การติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงนั้น มีวัตถุประสงค์ดังนี้

๓.๑ ศึกษาข้อดี-ข้อเสียของการติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM (District Metering)

๓.๒ ศึกษาปัญหาและอุปสรรคในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM (District Metering)

๔. เป้าหมาย

๔.๑ ทดลองติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตู้ DM (District Metering) จำนวน ๕ ตู้

๔.๒ ดำเนินการเปรียบเทียบต้นทุนของการติดตั้งโซล่าเซลล์ ต้นทุนของการบำรุงรักษา

๔.๓ ดำเนินการเปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ปัญหาและอุปสรรค ในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

๕. แนวคิด / หลักการที่ใช้ในการศึกษา

การควบคุมน้ำสูญเสีย(Water Leakage Control) ถึงแม้ว่าจะมีการป้องกันน้ำสูญเสียอย่างดีแล้วก็ตาม น้ำสูญเสียยังเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา เนื่องจากสาเหตุที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงจำเป็นจะต้องมีการควบคุมน้ำสูญเสียอย่างเป็นระบบ ขั้นตอนการควบคุมน้ำสูญเสียอย่างเป็นระบบนั้น ไม่มีขั้นตอนยุ่งยาก เพียงแต่นำปัญหาพิจารณากำหนดขั้นตอนการควบคุมน้ำสูญเสียอย่างเป็นระบบ ซึ่งมีอยู่ ๔ ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ ๑ น้ำสูญเสียอยู่ที่ไหนในข้อเท็จจริงสำนักงานประปาทุกแห่งจะทราบเพียงแต่ว่าปริมาณและอัตราน้ำสูญเสียในแต่ละเดือน/ปีมีปริมาณและอัตราร้อยละเท่าใด แต่ไม่ทราบว่าอยู่ที่ใด เนื่องจากระบบท่อจ่ายน้ำสำหรับสำนักงานประปาขนาดใหญ่จะครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้างขวางหลายตารางกิโลเมตรไม่สามารถชี้ชัดได้ว่าน้ำสูญเสียเกิดขึ้นในพื้นที่ใดปริมาณเท่าใด ทำให้แก้ปัญหาไม่ได้ การซ่อมท่อก็ดี การเปลี่ยนมาตรวัดน้ำก็ดีเป็นเพียงกิจกรรมหนึ่งที่จะช่วยไม่ให้น้ำสูญเสียสูงขึ้นการที่จะรู้ได้ว่าน้ำสูญเสียอยู่ที่ใดจะต้องมีวิธีการตรวจสอบ ดังนี้

๑. แบ่งพื้นที่ท่อจ่ายน้ำออกเป็นพื้นที่ย่อยที่เรียกว่า District Metering Area (DMA)

๒. ติดตั้งมาตรวัดน้ำสำหรับ DMA เพื่อตรวจสอบหาปริมาณและอัตราน้ำสูญเสียของพื้นที่นั้นว่ามากน้อยเพียงใดซึ่งมีวิธีการตรวจสอบ ดังนี้

๒.๑ ตรวจสอบแบบรายเดือน โดยการวัดปริมาณน้ำที่จ่ายเข้าพื้นที่นั้น แต่ละเดือน และปริมาณน้ำที่ขายได้รับแต่ละเดือน

๒.๒ ตรวจสอบวัดหาค่า Minimum Night Flow (MNF) การเปรียบเทียบกับค่าเป็นมาตรฐานของพื้นที่นั้น เช่น สมมติว่า น้ำสูญเสียไม่เกิน ร้อยละ ๒๕ ค่า MNF = ๒๐ ลบม/ชม ดังนั้น หากผลของ MNF สูงเกินกว่านี้แสดงว่าอัตราน้ำสูญเสียน่าจะเกินกว่าร้อยละ ๒๕ เป็นต้น วิธีการนี้เป็นเพียงแค่การตรวจสอบในเบื้องต้น แต่ไม่สามารถกำหนดอัตราน้ำสูญเสียได้แน่นอนเนื่องจากค่า MNF ที่ได้ขึ้นอยู่กับ ตัวแปรหลายตัว

เช่น ในช่วงเวลานั้นอาจจะมีผู้ใช้น้ำ ใช้น้ำอยู่ก็ได้ หรือขึ้นอยู่กับสภาพของฤดูกาลที่ทำให้ค่า MNF เปลี่ยนไป อย่างไรก็ตามการตรวจหาค่า MNF ยังเป็นวิธีที่นิยมใช้กันอยู่ซึ่งสามารถใช้เป็นตัววัดอัตราน้ำสูญเสียเบื้องต้น เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตัดสินใจในการแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ ๒ เมื่อรู้ว่าอัตราน้ำสูญเสียสูงจะทำอย่างไร คำว่าอัตราน้ำสูญเสียสูง หมายความว่าสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ เช่น กำหนดว่าอัตราน้ำสูญเสียจะต้องไม่เกิน ๒๕% หากผลการตรวจสอบและวิเคราะห์แล้ว ปรากฏว่าอัตราน้ำสูญเสียของพื้นที่นั้น๓๐% แสดงว่าอัตราน้ำสูญเสียสูงเป็นต้น ในกรณีที่อัตราน้ำสูญเสียสูงจะต้องมีการตรวจสอบ ดังนี้

๒.๑ ทำStep Testแบบการตรวจสอบว่ามีท่อแตกรั่วอยู่ในท่อช่วงใด โดยการปิดประตูน้ำตามขั้นตอนที่กำหนด และมีการบันทึกอัตราการไหลของน้ำเข้าพื้นที่นั้นแล้วนำข้อมูลไปวิเคราะห์หาปริมาณน้ำสูญเสียของท่อแต่ละช่วงได้เพื่อให้สามารถสำรวจหาท่อแตกรั่วได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยไม่ต้องสำรวจให้ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด รายละเอียดจะกล่าวในบทต่อไป

๒.๒ การสำรวจหาท่อรั่ว

๒.๒.๑ เดินสำรวจหาท่อรั่วที่มองเห็นด้วยตาเปล่า หรือ โดยวิธีการสังเกต เช่น ท่อที่แตกรั่วบนดิน หรือในท่อระบายน้ำ

๒.๒.๒ โดยการใช้เครื่องมือสำรวจหาท่อรั่ว สำหรับกรณีที่ไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า เครื่องมือเหล่านี้ ได้แก่

๑) เครื่องมือฟังเสียงท่อรั่ว เช่น Listening Stick แบบธรรมดาหรือแบบมีเครื่องขยายเสียง

๒) เครื่องมือตรวจสอบบริเวณท่อแตกรั่ว เช่น Aqua log

๓) เครื่องมือกำหนดตำแหน่งท่อรั่ว

- ชนิดฟังเสียง (Leak Sound Detector)
- ชนิดคอมพิวเตอร์(Leak Noise Correlator)

๒.๒.๓ การประชาสัมพันธ์ขอความร่วมมือจากผู้ใช้น้ำ หากพบท่อแตกท่อรั่ว หรือ น้ำไม่ไหลให้แจ้งทันทีวิธีการนี้จะช่วยในการสำรวจหาท่อรั่วได้เป็นอย่างดี รายละเอียดการสำรวจหาท่อรั่วจะกล่าวในบทต่อไป

ขั้นตอนที่ ๓ เมื่อพบท่อแตกรั่วแล้วจะต้องทำอย่างไร

๓.๑ ซ่อมท่อจะต้องดำเนินการทันที่พบท่อแตกท่อรั่ว หรือปิดประตูน้ำไว้ก่อน

๓.๒ การเปลี่ยนท่อในกรณีที่ซ่อมท่อแล้วท่อยังแตกบริเวณใกล้เคียงอีกและเมื่อตรวจสอบสภาพและอายุของท่อแล้วสมควรจะต้องเปลี่ยนต่อไป

ขั้นตอนที่ ๔ การตรวจสอบอัตราน้ำสูญเสียเมื่อซ่อมท่อหรือเปลี่ยนท่อแล้วจะต้องตรวจสอบอัตราน้ำสูญเสียว่าอยู่ในเกณฑ์ที่รับได้หรือไม่หากสูงเกินกว่าเกณฑ์ที่ยอมรับได้จะต้องดำเนินการซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนที่ ๒ ถึงขั้นตอนที่ ๓ จนกว่าอัตราน้ำสูญเสียจะอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

๔.๑ การควบคุมแรงดันน้ำเป็นกิจกรรมเสริมที่ช่วยในการควบคุมน้ำสูญเสีย หรือลดน้ำสูญเสียได้ เหมาะสำหรับใช้ในกรณีที่สภาพท่อเก่าหมดอายุการใช้งาน แต่ยังไม่มีงบประมาณที่เปลี่ยนใหม่เป็นการป้องกันท่อแตก และทำให้ท่อที่แตกรั่วอยู่แล้วมีน้ำสูญเสียน้อยลง การควบคุมแรงดันน้ำสามารถดำเนินการได้ ๒ วิธีคือ

๔.๑.๑ การหรี่ประตูน้ำ จะเกิดผลสำหรับท่อที่แตกรั่วอยู่แล้วไม่แตกรั่วมากขึ้น น้ำสูญเสียจะน้อยลง

๔.๑.๒ การใช้ประตูน้ำลดแรงดัน (Pressure reducing valve) ใช้ได้ผลมากกว่าการหรี่ประตูน้ำ โดยการปรับค่าแรงดันตามที่ต้องการอย่างไรก็ตามการควบคุมแรงดันน้ำจะต้องคำนึงถึงผลกระทบต่อการให้บริการด้วย การควบคุมแรงดันน้ำควรจะควบคุมในช่วงเวลากลางคืนซึ่งช่วงเวลานั้นจะมีผู้ใช้น้ำน้อย

District Metering Area คือ ระบบเทคโนโลยีสารสนเทศอย่างหนึ่งเพื่อการบริหารจัดการน้ำสูญเสีย โดยเริ่มจากการแบ่งพื้นที่ให้เล็กลงเป็นโซนย่อยๆ เรียกว่า DMA ติดตั้งเครื่องวัดอัตราการไหลของน้ำ เครื่องวัดแรงดันน้ำในแต่ละ DMA เมื่อต้องการตรวจสอบหาจุดรั่วจะใช้ค่าสถิติอัตราการไหลของน้ำและแรงดันน้ำมาเปรียบเทียบกัน

๑) ข้อมูลที่ใช้จัดทำพื้นที่ District Metering Area ได้แก่ ข้อมูลโครงข่ายเส้นท่อ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเส้นท่อ ตำแหน่งประตูน้ำ ตำแหน่งวาล์วน้ำ ตำแหน่งมาตรวัดน้ำ ตำแหน่งมาตรวัดอัตราการไหล ตำแหน่งมาตรวัดความดัน จำนวนผู้ใช้น้ำ เป็นต้น

๒) ข้อกำหนดสำหรับการจัดทำพื้นที่ District Metering Area ได้แก่

๒.๑) จัดขนาดของพื้นที่ District Metering Area ให้สอดคล้องกับสภาพภูมิศาสตร์ โดยอาศัยแนวถนน แนวแม่น้ำ แนวภูเขา เป็นตัวช่วยกำหนดขอบเขต

๒.๒) จำนวนผู้ใช้น้ำในแต่ละพื้นที่ District Metering Area นั้นควรอยู่ระหว่าง ๑,๐๐๐-๓,๐๐๐ ราย

๒.๓) ตรวจนับจำนวนผู้ใช้น้ำในพื้นที่ District Metering Area เพื่อหาปริมาณน้ำที่ต้องการและแรงดันน้ำที่เหมาะสม

๒.๔) จัดทำพื้นที่ District Metering Area ให้มีการตัดผ่านท่อจ่ายน้ำน้อยที่สุดเพื่อความประหยัดในการติดตั้งประตูน้ำขอบเขตพื้นที่ การตรวจสอบ และการบำรุงรักษา โดยให้พิจารณาถึงผลกระทบต่อพื้นที่ที่มีแรงดันต่ำด้วย

๒.๕) เลือกพิจารณาตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์วัดอัตราการไหลและแรงดันน้ำ (Meter ,Data logger ,Pressure gauge) ถูกต้องตามเกณฑ์ข้อกำหนด ได้แก่

(๑) มีความสะดวกในการก่อสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ง่ายต่อการบำรุงรักษา

(๒) เป็นที่สังเกตมองเห็นได้ชัดเจนเพื่อป้องกันการถูกขโมย

(๓) ไม่บดบังภูมิทัศน์

๓) การทดสอบ District Metering Area อาทิ

๓.๑) Zero Test คือ การทดสอบว่าแรงดันน้ำในพื้นที่มีค่าเป็นศูนย์เมื่อทำการปิดประตูน้ำกั้นขอบเขตแสดงว่าไม่มีน้ำเข้าจาก DMA โซนอื่นเข้ามา

๓.๒) Step Test คือ การทดสอบปิด-เปิดประตูน้ำตามลำดับที่กำหนดที่ละตัวในสภาวะอัตราการไหลนิ่ง ให้ปิดทิ้งไว้ ๕ – ๑๐ นาที เพื่อให้น้ำคงที่และบันทึกข้อมูลค่าอัตราการไหลไว้และนำค่าอัตราการไหลที่ได้เปรียบเทียบมูลค่าอัตราการไหลในสภาวะทำงานปกติ หากค่าทั้ง ๒ มีความแตกต่างจากเดิมมากแปลงว่างเส้นทางระหว่างประตูน้ำทั้งสองมีรอยท่อแตกรั่ว

๓.๓) Minimum Night Flow คือ การทดสอบวัดอัตราการไหลต่ำสุดในช่วงเวลากลางคืนและคำนวณหาอัตราการไหลสุทธิในช่วงเวลากลางคืน

๔) ข้อมูลมาตรวัด เช่น อัตราการไหล (ลบ.ม./ชม.) ความดันน้ำ (บาร์) เป็นต้น

๕) การวิเคราะห์ข้อมูลในระบบ District Metering Area เพื่อหาเส้นท่อที่มีจุดท่อรั่วให้เปรียบเทียบข้อมูลอัตราการไหลและความดันน้ำของมาตรวัด หากมีอัตราการไหลที่สูงแต่ความดันน้ำต่ำให้สันนิฐานขั้นต้นได้ว่าบริเวณเส้นท่อนั้นมีจุดท่อรั่วและส่งผลการวิเคราะห์นั้นให้ทีมสำรวจภาคสนามต่อไป

๖) ระบบการส่งข้อมูลการสื่อสาร เช่น แบบคลื่นวิทยุ แบบคลื่น GSM แบบคลื่น PSTN เป็นต้น

๗) น้ำสูญเสีย (Water Losses) คือ ปริมาณน้ำจ่ายหักด้วยปริมาณน้ำที่ออกบิลและน้ำใช้ในกิจกรรมต่างๆ จำแนกได้ดังนี้

๗.๑) น้ำสูญเสียจากการบริหารจัดการ เช่น จากความผิดพลาดจากมาตรวัดน้ำ จากการจดบันทึกมาตรวัดน้ำผิด จากการขโมยน้ำโดยต่อท่อแยกไม่ผ่านมาตรวัดน้ำ น้ำถูกน้ำไปใช้ในสาธารณะประโยชน์ เช่น น้ำดับเพลิง น้ำแจกยามภัยแล้งน้ำดื่มบริการสาธารณะ เป็นต้น

๗.๒) น้ำสูญเสียทางเทคนิค เป็นน้ำสูญเสียที่เกิดในระบบจ่ายน้ำประปาหรือท่อแตกรั่ว

๘) ตรวจหาและทดสอบด้วยวิธีการ District Metering Area ตามข้อกำหนดของ International Water Association (IWA) เป็นต้น

ในขั้นตอนการผลิตน้ำประปาจะมีน้ำสูญเสีย (Non-Revenue Water : NRW) เกิดขึ้นมาด้วยเสมอ โดยน้ำสูญเสียประกอบด้วย ๓ ส่วนหลัก คือ

๑.น้ำที่ใช้ไปกับการบริการสาธารณะ (Unbilled Authorized Consumption) เช่น การดับเพลิง ล้างถนน การรดน้ำต้นไม้ หรือการช่วยเหลือผู้ประสบภัยต่างๆ

๒.น้ำสูญเสียเชิงพาณิชย์ (Commercial Losses) เป็นน้ำที่เสียไปจากการลักลอบใช้น้ำ รวมถึงข้อมูลที่ผิดพลาดจากมาตรวัด การโกงมาตรวัด และความผิดพลาดของผู้บันทึกมาตรวัดน้ำ

๓.น้ำสูญเสียทางกายภาพ (Physical Losses) เป็นน้ำที่เสียไปจากระบบท่อหลัก /สาขา รวมถึงการขนส่งและแหล่งเก็บน้ำประปาต่างๆ

อุปกรณ์ในตู้ DM ของกปน. ประกอบด้วย

๑.Pressure Transmitter เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความดันหรือแรงดัน (Pressure) และแปลงสัญญาณทางด้านเอาต์พุต (Output) ออกมาเป็นสัญญาณอนาล็อกมาตรฐาน เช่น 4-20mA, 0-10VDC เป็นต้น โดย Pressure Transmitter นั้น สามารถวัดได้ทั้งของเหลว (Liquid) เช่น น้ำ (Water) และน้ำมัน (Oil) เป็นต้น รวมไปถึงการวัดความดันของนิวเมติก (Pneumatic) หรือลมและแก๊ส (Gas) นั่นเอง

๒.Flow Transmitter เครื่องวัดอัตราการไหล การวัดการไหลคือปริมาณของการเคลื่อนที่ของของเหลวจำนวนมาก สามารถวัดการไหลได้หลายวิธี

๓.RTU (Remote Terminal Unit) ระบบควบคุมและหน่วยทำงานระยะไกล

๔.Power Supply แหล่งจ่ายไฟ เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลดไฟฟ้า เป็นคำที่ใช้กันมากที่สุด ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าจากรูปแบบหนึ่ง ไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง แม้ว่ามันจะยังอาจหมายถึงอุปกรณ์ที่แปลงพลังงานรูปแบบหนึ่ง (เช่นพลังงานกล, พลังงานเคมี, พลังงานแสงอาทิตย์) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

๕.Router (+SIM) เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่หาเส้นทางและส่ง (forward) แพ็กเกตข้อมูลระหว่างเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ไปยังเครือข่ายปลายทางที่ต้องการ เราเตอร์ทำงานบนเลเยอร์ที่ 3 ตามมาตรฐานของ OSI Model

อุปกรณ์หลักๆในตู้ DM ใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานและส่งสัญญาณเข้าสู่ระบบ WLMA

โซล่าเซลล์ (SOLAR CELL) คือ เซลล์พลังงานแสงอาทิตย์ ผ่านการวิจัยและพัฒนาต่อยอดมาถึงปัจจุบัน เป็นเวลากว่าร้อยปี เริ่มต้นตั้งแต่การสังเกตพบการแสดงออกถึงปฏิกิริยาของ Selenium Cell เมื่อสัมผัสกับแสงอาทิตย์แล้วเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นมา และจากจุดนั้นผ่านการพัฒนาวัสดุและคุณภาพเรื่อยมาจากอดีตจนถึงปัจจุบัน

แผงโซลาร์เซลล์ หรือ Photovoltaics (PV) คือ การนำโซลาร์เซลล์ จำนวนหลาย ๆ เซลล์ มาต่อวงจรรวมกันเป็นแผงขนาดใหญ่ เพื่อให้สามารถผลิตและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้มากยิ่งขึ้น โดยไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง DC (Direct Current) แต่เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานภายในประเทศของเราส่วนใหญ่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ AC (Alternating Current) ดังนั้น ก่อนใช้งานต้องนำมาแปลงไฟเสียก่อน โดยต่อเข้ากับเครื่องแปลงไฟ หรือที่เรียกว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

ปัจจุบันแผงโซลาร์เซลล์กว่า ๙๐ เปอร์เซ็นต์ ทำมาจากผลึกซิลิคอน (Crystalline Silicon) ซึ่งอยู่ในรูปแบบแตกต่างกันไป โดยซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์มาก ๆ จะมีโมเลกุลจัดเรียงตัวกันอย่างเป็นระเบียบ ทำให้มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่า แต่ประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์อาจไม่ใช่สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึง แต่เป็นเรื่องของคุณภาพสินค้า ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต ความสวยงามที่คู่ควรกับบ้าน และความคุ้มค่าในการลงทุน

รูปแบบของแผงโซลาร์เซลล์ที่มีขายอยู่ในท้องตลาด ปัจจุบันแผงโซลาร์เซลล์ที่นิยมใช้งานมีอยู่ ๓ ชนิดหลัก ๆ ได้แก่

๑.โมโนคริสตัลไลน์ (Mono Crystalline Silicon Solar Cell) ทำจากผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยวที่มีคุณภาพและมีความบริสุทธิ์สูง สังเกตได้ง่าย ๆ คือ ลักษณะของเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่ลบมุมทั้งสี่ออก โดยนำมาวางเรียงต่อ ๆ กันเพื่อให้การใช้งานมีประสิทธิภาพสูงสุด มีสีเข้มที่ดูสวยงาม และสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้สูงกว่าแผงโซลาร์เซลล์ชนิดอื่น แม้อยู่ในภาวะแสงแดดน้อย ส่วนอายุการใช้งานยาวนานถึง ๒๕ ปีขึ้นไป ขณะเดียวกันมีราคาที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับแผงโซลาร์เซลล์ชนิดอื่น ปัจจุบันยังมีแผงโซลาร์เซลล์ เกรดพรีเมี่ยม ซึ่งมีสีดำล้วน ดีไซน์เรียบเท่ ช่วยส่งเสริมให้ดูสวยงามมีสไตล์ให้เลือกใช้อีกด้วย

๒.พอลิคริสตัลไลน์ (Poly Crystalline Silicon Solar Cell) ทำมาจากผลึกซิลิคอนเหมือนแผงโซลาร์เซลล์แบบโมโนคริสตัลไลน์ แต่มีขั้นตอนการผลิตแตกต่างกัน โดยนำซิลิคอนเหลวมาเทใส่พิมพ์ที่เป็นสี่เหลี่ยม จากนั้นตัดแบ่งให้เป็นแผ่นบาง ๆ ทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมต่อ ๆ กัน โดยไม่มีการตัดมุมบริเวณขอบของช่องสี่เหลี่ยม และใช้ปริมาณซิลิคอนในการผลิตน้อยกว่า แผงเป็นสีน้ำเงินแต่ไม่เข้มมาก มีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดี แต่น้อยกว่าแผงแบบโมโนคริสตัลไลน์ (ยกเว้นการใช้งานในที่อุณหภูมิสูง แผงแบบพอลิคริสตัลไลน์จะผลิตกระแสไฟฟ้าได้ดีกว่าแผงแบบโมโนคริสตัลไลน์เล็กน้อย) จึงมีราคาถูกกว่า อายุการใช้งานประมาณ ๒๐-๒๕ ปี

๓.โซลาร์เซลล์แบบฟิล์มบาง หรือ อะมอร์ฟัสโซลาร์เซลล์ (Amorphous Solar Cell) หนึ่งในหลายชนิดของแผงโซลาร์เซลล์แบบฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell) เกิดจากการนำสารที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ไปเป็นพลังงานไฟฟ้ามาฉาบเป็นชั้นฟิล์มบาง ๆ (ซ้อนกันหลาย ๆ ชั้น) บางทีจึงเรียกว่าโซลาร์เซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง เป็นแผงโซลาร์เซลล์ที่มีราคาถูกที่สุดในการผลิตกระแสไฟฟ้าและอายุการใช้งานมีน้อยกว่าแผงชนิดอื่น ๆ

การเลือกซื้อแผงโซลาร์เซลล์ ปัจจุบันแผงโซลาร์เซลล์ได้รับการพัฒนาคุณภาพให้ดียิ่งขึ้นตามลำดับ จึงคุ้มค่าและใช้ทุนในการติดตั้งน้อยลง จะเลือกซื้ออย่างไรให้คุ้มค่าคุ้มราคา มีคำแนะนำดังนี้

๑.เลือกแผงโซลาร์เซลล์ให้เหมาะกับงาน แผงโซลาร์เซลล์แบบคริสตัลไลน์ที่เหมาะกับการติดตั้งบนหลังคาของบ้านพักอาศัย แบ่งออกเป็น ๒ ชนิด ได้แก่ Mono Crystalline และ Poly Crystalline โดยทั้งสองชนิดจะมีคุณภาพไม่แตกต่างกันมาก แต่เมื่อเทียบกำลังวัตต์ที่เท่ากัน แผงโซลาร์เซลล์แบบ Mono Crystalline จะมีขนาดเล็กกว่า เหมาะกับสถานที่ติดตั้งที่มีพื้นที่จำกัดอย่าง หลังคาบ้าน แต่ถ้าต้องการประหยัดงบในกระเป๋า สามารถเลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์แบบ Poly Crystalline แทนได้ เพราะมีราคาถูกกว่าประมาณ ๑๐ เปอร์เซ็นต์ สำหรับผู้ที่ต้องการนำแผงโซลาร์เซลล์ไปใช้งานโดยตรงกับปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ ควรเลือกแผงโซลาร์เซลล์ที่มีกำลังวัตต์มากกว่าเท่าตัว เพราะการสตาร์ทปั๊มน้ำในช่วงแรกจะต้องใช้กระแสไฟมากพอสมควร ส่วนผู้ที่ใช้ร่วมกับแบตเตอรี่ควรเลือกแผงโซลาร์เซลล์มีกำลังวัตต์มากกว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างน้อย ๒๐ เปอร์เซ็นต์ เพื่อเป็นการถนอมแบตเตอรี่ให้ใช้งานได้ยาวนานขึ้น

๒.การติดตั้งที่กลมกลืนกันอย่างสวยงาม บ่อยครั้งที่การติดแผงโซลาร์เซลล์ทำให้วัตถุสูญเสียความสวยงาม การเลือกแผงโซลาร์เซลล์ที่ออกแบบมาให้ติดตั้งตามรูปทรงได้ จะทำให้ดูกลมกลืนกับตัววัตถุ อีกทั้งการเลือกแผงชนิดสีดำล้วน ดีไซน์เรียบ และมีวิธีการติดตั้งให้กลมกลืนทำให้ดูสวยงามทันสมัย

๓.ความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต แผงโซลาร์เซลล์จะติดอยู่ไปอีกหลายสิบปี การรับประกันและความน่าเชื่อถือของผู้ผลิตจึงทำให้มั่นใจว่าบริษัทผู้ผลิตและผู้ให้บริการจะยังคงอยู่ตลอดการรับประกันสินค้า สินค้าที่ได้มีคุณภาพมาตรฐาน และมีทีมงานคอยดูแลตลอดอายุการใช้งาน การบริการหลังการขายและดูแลระบบ ช่วยเหลือทางด้านเทคนิค

๔.กำลังวัตต์ของแผงโซลาร์เซลล์ที่ผลิตได้ ก่อนเลือกแผงโซลาร์เซลล์มาใช้งาน เราต้องรู้ก่อนว่าต้องการผลิตกระแสไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด และต้องใช้ขนาดกำลังวัตต์เท่าใดจึงจะเหมาะสม เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปคำนวณและออกแบบระบบให้ถูกต้อง และถ้ามองเรื่องความคุ้มค่าอาจเปรียบเทียบแผงโซลาร์เซลล์จากราคาบาทต่อวัตต์ (Baht/W) ว่าสูงหรือต่ำ โดยแผงโซลาร์เซลล์มีหลายขนาดให้เลือกตั้งแต่ ๑๐-๓๐๐ วัตต์ขึ้นไป สำหรับอายุการใช้งานโดยเฉลี่ยอยู่ที่ ๒๐-๒๕ ปี เมื่อเวลาผ่านไปประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าจะลดลงตามลำดับ แผงโซลาร์เซลล์ที่ได้มาตรฐานเมื่อเวลาผ่านไป ๑๐ ปี ประสิทธิภาพของแผงโซลาร์เซลล์จะลดลงเหลือประมาณ ๙๐ เปอร์เซ็นต์ และ ๒๕ ปี จะลดลงเหลือประมาณ ๘๐ เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ควรเลือกขนาดกำลังวัตต์ ให้เหมาะกับการใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่น โซลาร์เซลล์ขนาด ๑๐-๒๐ วัตต์ ใช้เป็นไฟส่องสว่างทางเดินในบ้านหรือในสวน โซลาร์เซลล์ขนาด ๒๒๕ วัตต์ขึ้นไป ใช้กับปั๊มน้ำพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น

แนวคิดและหลักการที่ใช้ในการศึกษา มีดังนี้

๑.การนำ SWOT Analysis เพื่อนำมาประกอบการวิเคราะห์

SWOT Analysis ความหมายของ SWOT Analysis

SWOT Analysis เป็นการวิเคราะห์สภาพองค์การ หรือหน่วยงานในปัจจุบัน เพื่อค้นหาจุดแข็ง จุดเด่น จุดด้อย หรือสิ่งที่อาจเป็นปัญหาสำคัญในการดำเนินงานสู่สภาพที่ต้องการในอนาคต

SWOT เป็นตัวย่อที่มีความหมายดังนี้

Strengths - จุดแข็งหรือข้อได้เปรียบ

Weaknesses - จุดอ่อนหรือข้อเสียเปรียบ

Opportunities - โอกาสที่จะดำเนินการได้

Threats - อุปสรรค ข้อจำกัด หรือปัจจัยที่คุกคามการดำเนินงานขององค์การ

ข้อดี – ข้อเสีย ของการทำ SWOT Analysis

ข้อดี เทคนิคการวิเคราะห์ SWOT ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการวิเคราะห์สถานการณ์ต่าง ๆ ทางธุรกิจและการบริหารเชิงกลยุทธ์ เนื่องจากเป็นเทคนิคที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน ให้ความสะดวกเป็นอย่างมากสำหรับผู้ที่นำ SWOT มาใช้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ด้านต่างๆ มากมาย

ข้อเสีย ของการใช้ SWOT ก็มีอยู่ไม่น้อยเช่นกัน เมื่อเปรียบเทียบกับประโยชน์และความหลากหลายในการประยุกต์ใช้งาน เช่น

- โอกาสผิดพลาดเกิดจาก คุณภาพของข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ ทักษะ ประสบการณ์และความเข้าใจในความรู้พื้นฐานของเทคนิค SWOT ของผู้วิเคราะห์
- ต้องทบทวน SWOT เป็นระยะๆ เพื่อตรวจสอบสภาพว่า เหตุการณ์และปัจจัยต่างๆ ที่นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ยังเหมือนเดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงไปแล้วหรือไม่

การวิเคราะห์ SWOT ANALYSIS นั้น จะต้องวิเคราะห์อยู่บนพื้นฐาน ๒ อย่าง คือ

๑. BACK GROUD ของตัวผู้ประกอบการเองว่ามีประสบการณ์อย่างไร มีจุดแข็งอย่างไรในตัวเอง

๒. จุดเด่นจุดด้อยอันเกิดจากลักษณะของธุรกิจเอง

ตารางที่ ๑ แสดงผลการวิเคราะห์ SWOT

จุดแข็ง (Strengths)	**จุดอ่อน (Weaknesses)**
๑.ให้การลดน้ำสูญเสียเป็นหลักขององค์กรทำให้การประปานครหลวงมุ่งเน้นการลดน้ำสูญเสียมาเป็น KPI หลักขององค์กร ๒.นำเทคโนโลยีมาใช้ดำเนินการลดน้ำสูญเสีย โดยมีหน่วยงานที่ตั้งขึ้นเพื่อรับผิดชอบโดยตรง ๓.การใช้ตู้ DM สำหรับล้อมพื้นที่หาน้ำสูญเสียโดยเป็นแบ่งพื้นที่เล็กสำหรับเข้าจัดการ ๔.งบประมาณในการดำเนินการลดน้ำสูญเสียที่เพียงพอสำหรับดำเนินด้านน้ำสูญเสีย	๑.ราคาค่าติดตั้งตู้ DM ค่อนข้างสูง ๒.ค่าดำเนินการในการบำรุงรักษาค่อนข้างสูง ๓.ความยากลำบากต่อการขออนุญาตเจ้าของพื้นที่เพื่อเข้าไปดำเนินการบำรุงรักษา
โอกาส (Opportunities)	**อุปสรรค (Threats)**
๑.สามารถนำความรู้/เครื่องมือใหม่ๆ มาดำเนินการลดน้ำสูญเสีย ๒.เพิ่มการพึ่งพาตนเองลดค่าใช้จ่ายจากการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ๓.พัฒนาทักษะพนักงานการประปานครหลวงกับเทคโนโลยียุคปัจจุบัน	๑.การติดตั้งมิเตอร์ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง ๒.การนำสายไฟเชื่อมต่อเข้ากับตู้ DM ๓.การใช้ระยะเวลานานในการประสานงานกับการไฟฟ้านครหลวง

๖. แนวทางการดำเนินการ / ระยะเวลา และผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง

ทดลองติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ไฟฟ้าภายในตู้ DM (District Metering) จำนวน ๕ จุดในที่มีอุปสรรคทำให้ไม่มีไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงจ่ายเข้าระบบเป็นระยะเวลา ๑ ปี ในพื้นที่ของสำนักงานประปา สาขาบางกอกน้อย ดำเนินการโดยฝ่ายบริหารจัดการน้ำสูญเสียขออนุมัติจัดตั้ง งบ,จัดทำ TOR และจัดจ้างเป็นระยะเวลา ๔ เดือน ควบคุมงานโดยจ้างบริษัทตัวแทนผลิตหรือจำหน่ายอุปกรณ์และดูแลระบบการติดตั้งโซล่าเซลล์และดูแลรักษาและเข้าแก้ไขในช่วงระยะเวลาดังกล่าว

ตารางที่ ๒ ระยะเวลาดำเนินการ

	๒๕๖๕							๒๕๖๖								
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.
๑.ขออนุมัติกรอบงบประมาณ	←	→														
๒.จัดทำร่าง TOR		←	→													
๓.จัดทำราคากลาง			←	→												
๔.ดำเนินการจัดจ้าง				←	→											
๕.ดำเนินการติดตั้งและบำรุงรักษา					←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→

๗. ประโยชน์จากการศึกษา

๗.๑ ทำให้ทราบถึงการทดลองติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวงทั้งต้นทุนของการติดตั้งโซล่าเซลล์ , ต้นทุนของการบำรุงรักษา

๗.๒ ทำให้ทราบถึงข้อดี ข้อเสียของการติดตั้งไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM (District Metering)

๗.๓ ทำให้ทราบถึงปัญหาและอุปสรรคในการไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM (District Metering)

๗.๔ การประปานครหลวง สามารถนำระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ในการติดตั้งตู้ DM (District Metering) ในจุดที่มีปัญหาที่การไฟฟ้านครหลวงไม่สามารถจ่ายไฟฟ้าได้

๘. งบประมาณ

คาดการณ์วงเงินไม่เกิน ๑๖๐,๐๐๐ บาท (รวมภาษีมูลค่าเพิ่ม) จากการติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM ๕ จุด ๆ ละ ๒๐,๐๐๐ บาท และการบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM จำนวน ๑๒ เดือน ๆ ละ ๕,๐๐๐ บาท ใช้งบทำการและจ้างโดยวิธีเฉพาะเจาะจง

ตารางที่ ๓ งบประมาณในการดำเนินการ

	หน่วย	จำนวน	ราคาต่อหน่วย	ราคารวม
๑.ค่าติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM	ตู้	๕	๒๐,๐๐๐	๑๐๐.๐๐๐
๒.ค่าบำรุงรักษาระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ในตู้ DM	เดือน	๑๒	๕,๐๐๐	๖๐,๐๐๐
				๑๖๐,๐๐๐

๙. แนวทางการติดตามและประเมินผล

๙.๑ ตัวชี้วัดความสำเร็จ ระดับผลผลิต (Output) และหรือระดับผลลัพธ์ (Outcome)

- สามารถดำเนินการจัดจ้างติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตู้ DM (District Metering) จำนวน ๔ ตู้

- เมื่อติดตั้งระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์สำเร็จมีกระแสไฟฟ้าเข้าในตู้ DM อย่างสม่ำเสมอและเพียงพอและสามารถส่งค่าสัญญาณเข้าไปในระบบ WLMA ของการประปานครหลวงอ่านค่าในตู้ได้

๙.๒ วิธีการ / เครื่องมือที่ใช้ในการติดตามและการประเมินผล (สำเร็จ)

- เปรียบเทียบต้นทุนของการติดตั้งโซล่าเซลล์ ต้นทุนของการบำรุงรักษา

- เปรียบเทียบข้อดี-ข้อเสีย ปัญหาและอุปสรรค ในการใช้ไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

- ระบบ WLMA สามารถรับสัญญาณและรู้ค่าในตู้ DM ที่ใช้ไฟฟ้าในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ได้ต่อเนื่องตลอดเวลาใช้งาน

๑๐. ข้อเสนอแนะ

๑๐.๑ ทดลองนำไฟฟ้าจากระบบพลังงานแสงอาทิตย์มาสำรองใช้ในกระบวนการใช้ไฟฟ้าในสำนักงานประปาสาขาต่างๆ

๑๐.๒ ทดลองนำไฟฟ้าจากระบบพลังงานชนิดอื่นมาใช้ทดแทนการใช้ไฟฟ้าจากการไฟฟ้านครหลวง อาทิเช่น พลังงานน้ำในระบบเส้นท่อประปา หรือ ระบบพลังงานลม