

ศึกษาการใช้ความร้อนจากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าจาก เทอร์โมอิเล็กทริกแบบติดตั้ง และไม่ติดตั้งชุดระบายความร้อนฝังดิน

อดิรุจ สุรินารินทร์^{1*} ชัยยศ ดำรงกิจโกศล¹ และปรีดา จันทวงษ์¹

adiruj.surinarin@gmail.com^{1*}, chaiyot.d@cit.kmutnb.ac.th¹, preedac@kmutnb.ac.th¹

¹ สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมพลังงาน วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร

Received: February 22, 2024 Revised: May 7, 2024 Accepted: May 14, 2024

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากแหล่งสะสมพลังงานความร้อนของน้ำภายในท่อส่งน้ำที่วางไว้เหนือพื้นดินเพื่อใช้ส่งน้ำรดพืช-ผักช่วงเช้าและเย็น โดยในช่วงกลางวันท่อส่งน้ำจะได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ทำให้น้ำภายในท่อส่งน้ำมีอุณหภูมิสูงซึ่งเป็นพลังงานความร้อนที่ไม่ได้นำมาใช้ประโยชน์ โดยชุดทดสอบจะประกอบด้วยอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำภายในท่อส่งน้ำซึ่งเป็นท่อเหล็กกล่องจำนวน 2 ชุด กว้าง 76.20 มิลลิเมตร สูง 76.20 มิลลิเมตร ยาว 152.40 มิลลิเมตร หนา 1.8 มิลลิเมตร ติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกรุ่น SP1848-27145 ชุดละ 2 โมดูลต่ออนุกรมกันทำหน้าที่ผลิตไฟฟ้าเข้ากับภาระทางไฟฟ้าค่าความต้านทาน 10 โอห์ม ท่อเหล็กกล่องทั้ง 2 ชุดจะถูกห่อหุ้มด้วยฉนวนโฟมกันความร้อน และถูกบังแดดเพื่อไม่ให้ท่อเหล็กกล่องได้รับพลังงานความร้อนจากแหล่งอื่น ท่อเหล็กกล่องชุดแรกจะติดตั้งครีบบระบายความร้อนไว้ใต้พื้นดินทำหน้าที่ระบายความร้อนให้เทอร์โมอิเล็กทริก ส่วนท่อเหล็กกล่องชุดที่สองจะไม่ติดตั้งครีบบระบายความร้อน และประกอบท่อเหล็กกล่องทั้ง 2 ชุดขนานกันโดยเชื่อมต่อกับท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (ท่อ HDPE) พร้อมทั้งบันทึกแรงดันทางไฟฟ้าและอุณหภูมิทุก ๆ 15 นาทีตั้งแต่เวลา 09:00 น. – 17:00 น. ผลการวิจัยพบว่าท่อเหล็กกล่องที่ติดตั้งครีบบระบายความร้อนไว้ใต้พื้นดินสามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 404.12 มิลลิโวลต์ ซึ่งสูงกว่าท่อเหล็กกล่องที่ไม่ได้ติดตั้งครีบบระบายความร้อนที่สามารถผลิตไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 60.16 มิลลิโวลต์ ที่มีความเข้มแสงสว่างของแสงอาทิตย์ที่ 132,000 ลักซ์

คำสำคัญ: เทอร์โมอิเล็กทริก ผลิตไฟฟ้า ความร้อน พลังงานความร้อน โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง

The Study of using Hot Water from the Solar-Exposed Water Pipeline for the Electricity Generation from the Thermoelectric Sets with and without the Underground Heatsink Unit

Adiruj Surinarin^{1*}, Chaiyot Damrongkijkosol¹ and Preeda Chantawong¹
adiruj.surinarin@gmail.com^{1*}, chaiyot.d@cit.kmutnb.ac.th¹, preedac@kmutnb.ac.th¹

¹ Energy Engineering Technology Program, College of Industrial Technology, King Mongkut's University of Technology North Bangkok, Bangkok

Received: February 22, 2024 Revised: May 7, 2024 Accepted: May 14, 2024

Abstract

This article had the objective to study the electricity generation from the water heat energy storage in the water pipeline laid above the ground for watering plant and vegetables in the morning and in the evening. During the day the water pipeline would get the energy from the sunlight, causing the water in the pipeline have high temperature - the useless thermal energy. The experimental sets consisted of the thermal exchange equipment of the water in the pipeline in the forms of 2 sets of the steel box pipe 76.20 mm. wide, 76.20 mm. high, 152.40 mm. long, and 1.8 mm. thick. Each set was installed with 2 thermoelectric Model SP1848-27145 connected in series, functioning to generate electricity with the 10-ohm electrical resistance load. Both steel box pipe sets were enclosed with the thermal foam insulator and shaded, so that they would not receive the thermal energy from the other sources. The first set was installed with the heatsink fin underground to cool the thermoelectric, but the second set was not. Both sets were assembled in parallel by connecting with the High-Density Polyethylene water pipe and the electrical voltage and temperature were recorded every 15 minutes from 9 a.m. – 5 p.m. The research result found that the steel box pipe with the heatsink fin underground could generate the maximum electricity at 404.12 mV., higher than 60.16 mV. of the steel box pipe without the heat sink fin, at the solar density at 132,000 lux.

Keywords: Thermoelectric, Electricity generation, Heat, Thermal energy, High-density polyethylene

1. บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการพลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ซึ่งจากสถิติของสำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน (สนพ.) กระทรวงพลังงาน พบว่าการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยในปี 2565 มีปริมาณทั้งสิ้น 197,209 กิกะวัตต์ชั่วโมง เพิ่มขึ้นจากปี 2564 คิดเป็นร้อยละ 3.53 [1] โดยแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตไฟฟ้าของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) สะสมเดือน ตุลาคม 2566 พบว่า ประเทศไทยใช้เชื้อเพลิงประเภทก๊าซธรรมชาติและถ่านหิน (รวมลิกไนต์) เป็นแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงเพื่อผลิตเป็นพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นร้อยละ 60.21 และ 19.31 ตามลำดับ [2] ซึ่งการใช้แหล่งพลังงานเชื้อเพลิงในการผลิตพลังงานไฟฟ้านั้นทำให้แหล่งพลังงานเชื้อเพลิงลดลง ดังนั้นการแสวงหาตลอดจนการวิจัยและพัฒนาแหล่งพลังงานหมุนเวียนต่าง ๆ เพื่อลดความต้องการในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานเชื้อเพลิงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนประเภทหมุนเวียนที่ใช้แล้วสามารถเกิดขึ้นใหม่ได้ตามธรรมชาติ เป็นพลังงานสะอาด ปราศจากมลพิษ และเป็นแหล่งพลังงานที่มีศักยภาพสูง ซึ่งจากการสำรวจและเก็บข้อมูลความเข้มรังสีดวงอาทิตย์ในภูมิภาคต่าง ๆ ของประเทศไทยโดยกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงานพบว่า ประเทศไทยตั้งอยู่ในเขตเส้นศูนย์สูตรจึงทำให้ได้รับแสงอาทิตย์อย่างต่อเนื่องและคงที่ตลอดทั้งปี ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากปริมาณความเข้มรังสีรวมของดวงอาทิตย์รายวันเฉลี่ยต่อปีของพื้นที่ทั่วประเทศมีค่าเท่ากับ 5.05 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน [3] โดยพลังงานจากแสงอาทิตย์สามารถแบ่งรูปแบบในการนำไปใช้ได้เป็น 2 รูปแบบคือ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบรังสี เช่น การผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ และ การใช้พลังงานแสงอาทิตย์ในรูปแบบพลังงานความร้อน เช่น การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อน การอบแห้งจากพลังงานความร้อน การทำความร้อนและความเย็นจากพลังงานความร้อนของแสงอาทิตย์ ฯลฯ เป็นต้น ซึ่งเป็นการใช้ประโยชน์ทางตรง และพลังงานแสงอาทิตย์

สามารถก่อให้เกิดแหล่งพลังงานหมุนเวียนลักษณะอื่น ๆ เช่น พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานชีวมวล เป็นต้น

โดยประเทศไทยจัดอยู่ในประเทศเกษตรกรรมที่มีจำนวนประชากรในภาคเกษตรมากถึง 25 ล้านคน หรือคิดเป็นร้อยละ 40 ของประชากรทั้งหมด [4] มีพื้นที่เกษตรกรรมในปี 2562 รวม 149.25 ล้านไร่ จากพื้นที่ทั้งหมด 320.696 ล้านไร่ [5] เกษตรกรจึงมีความต้องการน้ำเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของพืช (ผัก) ซึ่งถือว่ามีความสำคัญอย่างมาก โดยส่วนมากเกษตรกรจะทำการวางท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (ท่อ HDPE) ไว้เหนือพื้นดิน ซึ่งท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูงจะมีลักษณะเป็นท่อพลาสติกสีดำ มีความเหนียว ความยืดหยุ่นสูง สามารถผลิตเป็นม้วน และมีความยาวหลายเมตร ทำให้สามารถโค้งงอได้ ตลอดจนสามารถทนความร้อนได้สูง จึงทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้ท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง และวางท่อส่งน้ำไว้เหนือพื้นดินเพื่อสะดวกแก่การซ่อมแซมบำรุงรักษา โดยเกษตรกรจะให้น้ำแก่พืชในช่วงเวลาเช้า และช่วงเวลาเย็นเท่านั้น ซึ่งในช่วงเวลากลางวัน เกษตรกรจะไม่ให้น้ำแก่พืชเนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้พื้นผิวดิน และน้ำภายในท่อส่งน้ำมีอุณหภูมิสูง จึงไม่เหมาะแก่การให้น้ำพืชในช่วงเวลาดังกล่าว

งานวิจัยนี้ ผู้ทำการวิจัยจึงมีความสนใจศึกษาการใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ทำให้น้ำภายในท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (ท่อ HDPE) ที่ใช้ทำการเกษตรมีอุณหภูมิที่สูง เป็นพลังงานที่ถูกสร้างขึ้น และไม่นำพลังงานความร้อนสะสมนี้ไปใช้ประโยชน์ในช่วงเวลากลางวันมาผลิตไฟฟ้า โดยได้ทำการออกแบบท่อเหล็กกล่องเพื่อเป็นชุดทดสอบเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริก-เจนเนอเรเตอร์ (T_{EG} ซึ่งต่อไปจะเรียกเทอร์โมอิเล็กทริก) 2 ชุด โดยชุดทดสอบที่ 1 จะเป็นท่อเหล็กกล่องที่ติดตั้งครีบบายความร้อนฝังไว้ใต้พื้นดินเพื่อเป็นแหล่งรับความร้อนที่สะดวกที่สุดของเทอร์โมอิเล็กทริก ส่วนชุดทดสอบที่ 2 จะเป็นท่อเหล็กกล่องไม่ติดตั้งครีบบาย

ความร้อน โดยวางเทอร์โมอิเล็กทริกไว้เหนือพื้นดิน ใช้อากาศ และพื้นผิวดินเป็นแหล่งรับความร้อนจาก เทอร์โมอิเล็กทริก

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาการใช้ความร้อนจากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกแบบติดตั้ง และไม่ติดตั้งชุดระบายความร้อนผิวดิน มีความจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎี บทความ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในด้านต่าง ๆ โดยสามารถแบ่งหัวข้อเพื่อศึกษาดังต่อไปนี้

- 2.1 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า
- 2.2 พลังงานแสงอาทิตย์
- 2.3 อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก
- 2.4 อุณหภูมิในดิน
- 2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

โดยจะกล่าวถึงหลักการตลอดจนถึงการผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริก

2.1 แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้า

ไฟฟ้าเกิดขึ้นได้จากการให้พลังงานกับอิเล็กตรอนอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนอิสระได้รับพลังงานจะเกิดการเคลื่อนที่ไปตามตัวนำนั้น ๆ หากอิเล็กตรอนเคลื่อนที่เป็นจำนวนมากก็จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลภายในวงจรปิด ซึ่งโดยทั่วไปไฟฟ้าสามารถกำเนิดได้จาก 1) การเสียดสีจากการนำวัตถุ 2 ชนิดที่ต่างกันมาขัดสีกัน ทำให้เกิดความไม่สมดุลของประจุไฟฟ้าในวัตถุทั้ง 2 ชนิด จึงก่อให้เกิดเป็นไฟฟ้าสถิต 2) เกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีโดยการนำโลหะ 2 ชนิดที่แตกต่างกันมาแช่ในสารละลายอิเล็กโทรไลต์ โลหะทั้ง 2 ชนิดก็จะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีกับสารอิเล็กโทรไลต์ อิเล็กตรอนจากโลหะด้านหนึ่งจะถูกดูดเข้าไปยังโลหะอีกด้านหนึ่งทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน 3) ไฟฟ้าที่เกิดจากความร้อน เป็นพลังงานไฟฟ้าที่เกิดจากการนำเอาแท่งแผ่นโลหะต่างกัน 2 ชนิดโดยให้ปลายด้านหนึ่งของโลหะทั้ง 2 ชนิดเชื่อมต่อกัน และปลายอีกด้านของโลหะทั้ง 2 ชนิดแยกออกจากกัน เมื่อให้ความร้อนที่ปลายของโลหะทั้ง 2 ชนิดที่เชื่อมต่อกัน จะเกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนจึงทำให้เกิดการไหล

ของกระแสไฟฟ้า 4) ไฟฟ้าที่เกิดจากรังสีของแสงอาทิตย์ โดยอาศัยสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิดคือ สารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-Type) และสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type) โดยที่สารกึ่งตัวนำชนิดพี เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะมีประจุเป็นบวก ส่วนสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์จะมีประจุเป็นลบ อุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้คือ เซลล์แสงอาทิตย์ 5) ไฟฟ้าที่เกิดจากแรงกดดัน จะอาศัยการเคลื่อนไหวของแผ่นไดอะแฟรมทำให้ขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็ก เมื่อขดลวดเคลื่อนที่ผ่านสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้าขึ้น ซึ่งอุปกรณ์ที่อาศัยหลักการนี้คือ ไมโครโฟน 6) ไฟฟ้าที่เกิดจากสนามแม่เหล็กจะอาศัยหลักการการเคลื่อนที่ของขดลวดตัวนำตัดผ่านสนามแม่เหล็ก หรือการเคลื่อนที่ของสนามแม่เหล็กตัดผ่านตัวนำ จะทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นตามหลักการของไมเคิล ฟาราเดย์

โดยไฟฟ้าสามารถแบ่งตามลักษณะได้ 2 ชนิด คือ 1) ไฟฟ้าสถิต เป็นการเก็บสะสมประจุทางไฟฟ้า และจะถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อถึงเวลาที่เหมาะสม และ 2) ไฟฟ้ากระแส คือการไหลของอิเล็กตรอนภายในตัวนำในวงจรไฟฟ้าปิด จะถูกแบ่งเป็น ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นการไหลของกระแสไฟฟ้าที่มีทิศทางไหลไปในทางเดียวกันตลอดเวลา และไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นการไหลของกระแสไฟฟ้า และความต่างศักย์ทางไฟฟ้าไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงกลับไปกลับมาอยู่ตลอดเวลา

2.2 พลังงานแสงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นดาวฤกษ์ที่มีแสงสว่างในตัวเอง และเป็นศูนย์กลางในระบบสุริยะ ดวงดาวทุกดวงรวมถึงโลกจะโคจรรอบดวงอาทิตย์เนื่องจากแรงโน้มถ่วง วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์จะไม่เป็นวงกลม ดังนั้น ระยะห่างระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์จึงมีค่าไม่เท่ากัน ณ เวลาใด ๆ โดยเฉลี่ยประมาณ 1.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีระยะห่างจากโลกประมาณ 1.49×10^{11} เมตร ดวงอาทิตย์มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.39×10^9 เมตร ใหญ่กว่าโลก 109 เท่า เปรียบเสมือนวัตถุดำที่ปลดปล่อยพลังงานเป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าในรูปของแสงคลื่นสั้น และคลื่นแสงอัลตราไวโอเล็ตที่มีอุณหภูมิประสิทธิภาพที่ขึ้นโพโตสเฟียร์ประมาณ 5,777 เคลวิน

(5,503.85 องศาเซลเซียส) เปรียบได้เหมือนเตาปฏิกรณ์ที่เกิดปฏิกิริยาฟิวชั่นของก๊าซ พลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกจากดวงอาทิตย์ เป็นพลังงานที่ได้จากปฏิกิริยาการแตกตัวหลายชนิด โดยมีค่าความเข้มของรังสีอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานความร้อนระหว่างโลกกับดวงอาทิตย์ประมาณ 1,367 วัตต์ต่อตารางเมตร ในลักษณะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ามีความเร็วประมาณ 300,000 เมตรต่อวินาที รังสีที่แผ่มายังพื้นผิวโลกจะแบ่งได้เป็นรังสีตรงคือ 1) รังสีที่มาจากดวงอาทิตย์โดยตรง และตกลงบนผิวรับแสง มีทิศทางที่แน่นอนในเวลาใดเวลาหนึ่ง 2) รังสีกระเจาย คือรังสีของดวงอาทิตย์ที่ถูกสะท้อนจากชั้นบรรยากาศและวัตถุต่าง ๆ ที่อยู่ในทางเดินแสงก่อนที่จะตกกระทบกับผิวรับแสง และ 3) รังสีรวม คือผลรวมของรังสีตรง และรังสีกระเจา ที่ตกกระทบผิวรับแสง โดยการวัดพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยอุปกรณ์วัดรังสีรวม รังสีตรง รังสีกระเจา และเครื่องบันทึกผลการวัดเป็นการเก็บข้อมูลจากสถานีวัดรังสีอาทิตย์ที่ดีที่สุดในการประมาณค่าปริมาณรังสีอาทิตย์โดยเฉลี่ยที่ตกกระทบที่ผิวโลกซึ่งมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัด เช่น ไพราเนอมิเตอร์เป็นอุปกรณ์วัดค่ารังสีรวม ปกติจะใช้วัดบนพื้นราบ และอาจประยุกต์ใช้วัดรังสีกระเจาได้ ไพร์เฮลิโอมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์วัดรังสีตรงจากดวงอาทิตย์ และเครื่องบันทึกแตรเป็นอุปกรณ์วัดจำนวนชั่วโมงที่มีแดด [6]

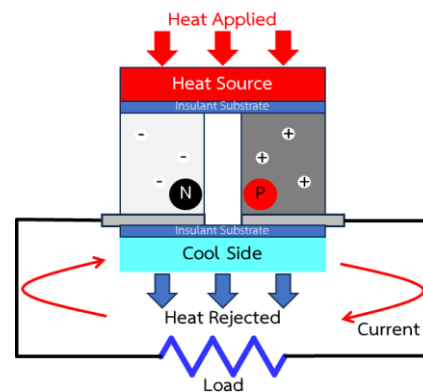
จากข้างต้นจะทราบได้ว่า ดวงอาทิตย์แผ่รังสีในลักษณะคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความเข้มของรังสีที่เป็นพลังงานความร้อน ดังนั้น มนุษย์จึงได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในรูปแบบของพลังงานความร้อน และพลังงานแสงโดยตรง หรือในทางอ้อมก็สามารถนำมาใช้ในรูปแบบของพลังงานลม พลังงานชีวมวล พลังงานน้ำ เป็นต้น เมื่อพิจารณาการนำเอาพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์จะพบว่า สามารถนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานในรูปแบบของพลังงานความร้อน และในรูปแบบของพลังงานไฟฟ้า

2.3 อุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริก

เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) เป็นคำศัพท์ที่เกิดจากคำว่า “เทอร์โม” ที่มีความหมายว่า ความร้อน กับคำว่า “อิเล็กทริก” ที่มีความหมายว่า

ไฟฟ้า ดังนั้น เทอร์โมอิเล็กทริก จึงเป็นปรากฏการณ์ที่พลังงานความร้อนเปลี่ยนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า และในทางกลับกัน ก็สามารถเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อนได้โดยผ่านวัสดุตัวกลางที่มีคุณสมบัติของเทอร์โมอิเล็กทริก เรียกว่า วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก กล่าวคือวัสดุที่สามารถแปรผันความร้อนเป็นกระแสไฟฟ้า และแปรผันกระแสไฟฟ้าเป็นความร้อนได้โดยอาศัยหลักการสั่นสะเทือนของโครงสร้างภายในวัสดุ

เทอร์โมอิเล็กทริก (Thermoelectric) ผลิตมาจากสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิดคือ สารกึ่งตัวนำชนิด พี (P-Type) จะมีช่องว่างที่เรียกว่าโฮล (Hole) มีประจุเป็นบวกมากกว่าสารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น (N-Type) ที่มีอิเล็กตรอนมากกว่าสารกึ่งตัวนำชนิดลบ เมื่อเทอร์โมอิเล็กทริกได้รับอุณหภูมิที่แตกต่างกันระหว่างจุด 2 จุด อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีอุณหภูมิสูงไปสู่บริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่จึงเกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าขึ้น ปรากฏการณ์ลักษณะนี้จะเรียกว่าปรากฏการณ์ซีเบค [7] ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 หลักการผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริก

เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถประยุกต์ใช้งานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานความร้อนได้โดยนำเทอร์โมอิเล็กทริกหลาย ๆ เซลล์ เชื่อมต่อวงจรร่วมกันทางไฟฟ้าในรูปแบบของวงจรอนุกรม วงจรรวม หรือวงจรผสม เพื่อให้ได้ขนาดแรงดัน และกระแสไฟฟ้า ได้ตามวัตถุประสงค์ที่นำไปใช้ประโยชน์

2.4 อุณหภูมิในดิน

เนื่องจากการผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกมีความจำเป็นต้องมีการระบายความร้อนออกจาก

หน้าสัมผัส การศึกษาเกี่ยวกับอุณหภูมิของดินจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมาก ซึ่งอุณหภูมิในผิวดินนั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลาขึ้นอยู่กับเมฆ ความร้อนจากแสงอาทิตย์ ช่วงระยะเวลาของกลางวัน สีของดิน ความชื้นของผิวดิน ฯลฯ ซึ่งความชื้นของผิวดินนั้นเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากในการช่วยลดการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของผิวดิน และความลึกที่เพิ่มขึ้น 100 มิลลิเมตร จะทำให้อุณหภูมิในดินมีการเปลี่ยนแปลง 0.5 องศาเซลเซียส ขึ้นอยู่กับฤดูกาล โดยพบว่า ดินในประเทศไทยจะมีอุณหภูมิความแตกต่างเฉลี่ยระหว่างช่วงฤดูร้อนกับฤดูหนาวอยู่ที่ 5 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิในดินจะมีค่าเฉลี่ยต่อปีมากกว่า 22 องศาเซลเซียส จากความลึก 500 มิลลิเมตร สำหรับดินที่มีการระบายน้ำที่ดี [8]

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เชษฐา [9] ได้พัฒนาต้นแบบการผลิตไฟฟ้าโดยใช้เทอร์โมอิเล็กทริกและใช้สาร CaMnO_3 จำนวน 1 โมดูล ร่วมกับการรวมแสงอาทิตย์แบบรางพาราโบลาใช้สารกักเก็บความร้อนเป็นสารเอทิลีนไกลคอลผสมรวมกับน้ำ พบว่า สารกักเก็บความร้อนเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ผ่านรางพาราโบลาสามารถสร้างอุณหภูมิได้สูงถึง 155.8 องศาเซลเซียส ในระยะเวลา 5 วัน โดยมีอุณหภูมิมีสภาพแวดล้อมอยู่ที่ 37.5 องศาเซลเซียส และเมื่อนำสารกักเก็บความร้อนมาต่อเข้ากับเทอร์โมอิเล็กทริกที่สังเคราะห์จากสาร CaMnO_3 และระบายความร้อนด้วยอากาศพบว่า สามารถผลิตความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าได้ 9.38 มิลลิโวลต์ และ 0.436 ไมโครแอมป์ ตามลำดับ และเมื่อนำเทอร์โมอิเล็กทริกที่สังเคราะห์จากสาร CaMnO_3 จำนวน 100 โมดูล มาต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมโดยใช้วิธีการระบายความร้อนด้วยอากาศพบว่า สามารถผลิตความต่างศักย์ และกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 277.53 มิลลิโวลต์ และ 1.75 มิลลิแอมป์ ตามลำดับ เป็นระยะเวลานาน

วัชร [10] ได้ศึกษาการระบายความร้อนทิ้งของเครื่องปรับอากาศโดยเปรียบเทียบระหว่างการระบายความร้อนทิ้งด้วยอากาศโดยใช้พัดลม กับการระบายความร้อนทิ้งด้วยการดัดแปลงท่อน้ำยาทำความเย็น (ท่อคอนเดนเซอร์) ฝังไว้ใต้ดินพบว่า ประสิทธิภาพการทำความเย็นของระบบระบายความร้อนทิ้งด้วยการ

ดัดแปลงท่อน้ำยาทำความเย็นฝังไว้ใต้ดินดีกว่าระบบระบายความร้อนด้วยอากาศ

ผลจากงานวิจัย และทฤษฎีที่กล่าวถึง ผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดนำความร้อนที่ได้จากน้ำภายในท่อส่งน้ำที่วางสัมผัสกับแสงอาทิตย์ ผ่านชุดแลกเปลี่ยนความร้อนที่ติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริก และให้เทอร์โมอิเล็กทริกระบายความร้อนด้วยวิธีการฝังดินเพื่อผลิตไฟฟ้าจึงมีความเป็นไปได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยเรื่องการศึกษาการใช้ความร้อนจากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกแบบติดตั้ง และไม่ติดตั้งชุดระบายความร้อนฝังดิน มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานความร้อนของน้ำภายในท่อส่งน้ำที่วางไว้เหนือพื้นดิน ซึ่งมีรายละเอียดวิธีดำเนินการวิจัยเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

3.1 ออกแบบชุดทดสอบแลกเปลี่ยนความร้อน

3.2 บันทึกผลการทดสอบ

ซึ่งกระบวนการดำเนินการวิจัยนี้ ผู้วิจัยจะเลือกใช้ท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (ท่อ HDPE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร สามารถรับแรงดันได้ 600 กิโลปาสกาล (PN6) ชั้น 80 (PE80) ในการกักเก็บความร้อน เนื่องจากเป็นท่อส่งน้ำที่เกษตรกรนิยมใช้ซึ่งทนต่อแสงอาทิตย์ และสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย

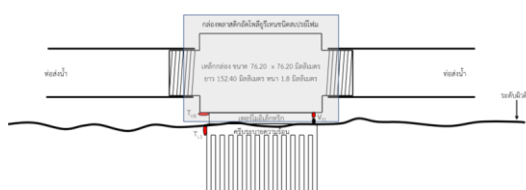
3.1 ออกแบบชุดทดสอบแลกเปลี่ยนความร้อน

การออกแบบชุดทดสอบอุปกรณ์ทำหน้าที่แลกเปลี่ยนความร้อนของน้ำภายในท่อส่งน้ำเพื่อสามารถถ่ายเทพลังงานความร้อนให้กับเทอร์โมอิเล็กทริก โดยได้ออกแบบชุดทดสอบไว้เป็น 2 ชุดทดสอบดังนี้

ชุดทดสอบที่ 1 จะประกอบด้วยท่อเหล็กกล่อง มีความกว้าง 76.20 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ความยาว 152.40 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ความสูง 76.20 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) และความหนา 1.8 มิลลิเมตร เชื่อมปิดหัวท้ายด้วยท่อเหล็กกลมขนาด 40 มิลลิเมตร (1½ นิ้ว) ความยาว 101.60 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ทั้ง 2 ด้าน และติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 2 โมดูล ต่ออนุกรมกันทางไฟฟ้า ส่วนอีกด้านของเทอร์โมอิเล็กทริกจะติดตั้ง

ครีบบระบายความร้อน โดยระหว่างเทอร์โมอิเล็กทริกทั้งสองด้านจะทาซิลิโคนระบายความร้อนไว้ ด้านที่ติดกับท่อเหล็กกล่องจะทำหน้าที่นำความร้อนจากท่อเหล็กกล่องไปยังเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อผลิตไฟฟ้า และอีกด้านของเทอร์โมอิเล็กทริกจะติดครีบบระบายความร้อน มีหน้าที่ระบายความร้อนจากเทอร์โมอิเล็กทริกสู่ครีบบระบายความร้อน โดยซิลิโคนระบายความร้อนจะทำหน้าที่ลดช่องว่างของอากาศระหว่างอุปกรณ์ซึ่งเป็นฉนวนความร้อนจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

นำชุดทดสอบที่ 1 ที่ติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกและครีบบระบายความร้อนใส่ในกล่องพลาสติกกันน้ำ โดยเจาะรูด้านล่างกล่องพลาสติกให้มีขนาดเท่ากับครีบบระบายความร้อนเพื่อให้เทอร์โมอิเล็กทริก และครีบบระบายความร้อนอยู่ภายนอกกล่องพลาสติกทำหน้าที่ระบายความร้อน หลังจากนั้นทำการติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค (Type K) จำนวน 2 ตัวโดยเทอร์โมคัปเปิลชนิดเคตัวที่ 1 (T_{H1}) จะติดตั้งกับท่อเหล็กกล่องโดยใช้เทปกาวกันความร้อนช่วยในการยึดติด และเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค ตัวที่ 2 (T_{L1}) จะติดตั้งกับครีบบระบายความร้อน ใช้เทปอลูมิเนียมช่วยปิดช่องว่างระหว่างท่อเหล็กกล่องที่ติดตั้งครีบบระบายความร้อนกับกล่องพลาสติก และใช้สเปรย์โฟลียูรีเทนโฟมพ่นภายในกล่องพลาสติกแล้วปิดฝาเพื่อให้โฟลียูรีเทนโฟมทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนไม่ให้อุณหภูมิภายนอกระบบมีผลต่องานวิจัย หลังจากนั้นนำชุดทดสอบที่ 1 ไปติดตั้งบริเวณสนามกีฬากลางแจ้งโดยให้ครีบบระบายความร้อนอยู่ภายใต้พื้นดินโดยมีความลึกที่ 25.4 มิลลิเมตร ซึ่งเท่ากับความหนาของครีบบระบายความร้อนเพื่อเป็นแหล่งรับความร้อนจากเทอร์โมอิเล็กทริก โดยใต้พื้นดินจะมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่าอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชุดทดสอบที่ 1 ท่อเหล็กกล่องติดตั้งครีบบระบายความร้อนอยู่ใต้พื้นดิน (มุมมองด้านข้าง)

ชุดทดสอบที่ 2 จะประกอบด้วยท่อเหล็กกล่องมีความกว้าง 76.20 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ความยาว 152.40 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ความสูง 76.20 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) และความหนา 1.8 มิลลิเมตร เชื่อมปิดหัวท้ายด้วยท่อเหล็กกลมขนาด 40 มิลลิเมตร ($1\frac{1}{2}$ นิ้ว) ความยาว 101.60 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) ทั้ง 2 ด้าน และติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 2 โมดูล ต่ออนุกรมกันทางไฟฟ้า โดยระหว่างเทอร์โมอิเล็กทริกกับท่อเหล็กกล่องจะทาซิลิโคนระบายความร้อนไว้ เพื่อทำหน้าที่นำความร้อนจากท่อเหล็กกล่องไปยังเทอร์โมอิเล็กทริก โดยซิลิโคนระบายความร้อนจะทำหน้าที่ลดช่องว่างของอากาศระหว่างอุปกรณ์ซึ่งเป็นฉนวนความร้อนจึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบ

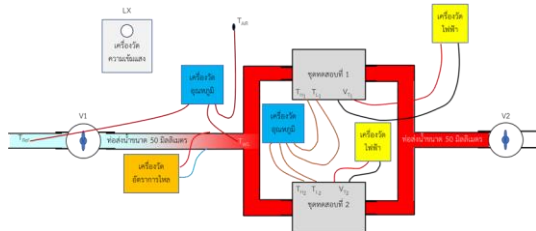
นำชุดทดสอบที่ 2 ที่ติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกใส่ในกล่องพลาสติกกันน้ำโดยเจาะรูด้านล่างกล่องพลาสติกให้มีขนาดเท่ากับเทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อให้เทอร์โมอิเล็กทริกอยู่ภายนอกกล่องพลาสติกทำหน้าที่ระบายความร้อน หลังจากนั้นทำการติดตั้งตัวตรวจจับอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเคจำนวน 2 ตัว โดยเทอร์โมคัปเปิลชนิดเค ตัวที่ 1 (T_{H2}) จะติดตั้งกับท่อเหล็กกล่องโดยใช้เทปกาวกันความร้อนช่วยในการยึดติด และเทอร์โมคัปเปิลชนิดเค ตัวที่ 2 (T_{L2}) จะติดตั้งกับเทอร์โมอิเล็กทริกฝั่งด้านนอกกล่องพลาสติก ใช้เทปอลูมิเนียมช่วยปิดช่องว่างระหว่างท่อเหล็กกล่องกับกล่องพลาสติก และใช้สเปรย์โฟลียูรีเทนโฟมพ่นภายในกล่องพลาสติกแล้วปิดฝาเพื่อให้โฟลียูรีเทนโฟมทำหน้าที่เป็นฉนวนความร้อนไม่ให้อุณหภูมิภายนอกระบบมีผลต่องานวิจัย หลังจากนั้นนำชุดทดสอบที่ 2 ไปติดตั้งบริเวณสนามกีฬากลางแจ้งโดยวางชุดทดสอบฝั่งที่ติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกอยู่เหนือพื้นดิน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชุดทดสอบที่ 2 ท่อเหล็กกล่องไม่ติดตั้งครีบบระบายความร้อน (มุมมองด้านข้าง)

3.2 บันทึกผลการทดสอบ

ติดตั้งชุดทดสอบที่ 1 (ติดตั้งระบายความร้อนฝัสดิน) และชุดทดสอบที่ 2 (ไม่ติดตั้งระบายความร้อน) เข้ากับระบบส่งน้ำในลักษณะขนานดังรูปที่ 4



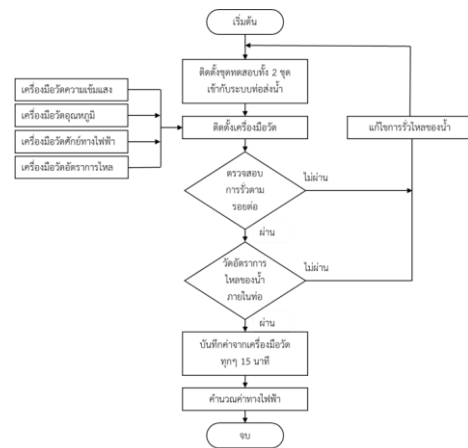
รูปที่ 4 ตำแหน่งติดตั้งตัวตรวจวัด และตำแหน่งอุปกรณ์ที่ใช้ทำการวิจัย (มุมมองด้านบน)

การติดตั้งชุดทดสอบทั้ง 2 ชุด จะถูกติดตั้งเชื่อมต่อเข้ากับระบบท่อส่งน้ำใต้ดิน (T_{Ref}) เพื่อใช้เป็นแหล่งน้ำป้อนเข้าระบบทดสอบ และใช้เป็นอุณหภูมิอ้างอิงกับท่อส่งน้ำที่ใช้ทำการวิจัย โดยชุดทดสอบทั้ง 2 ชุด จะถูกติดตั้งไว้เหนือพื้นดิน ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 เครื่องมือ และชุดทดสอบการใช้น้ำร้อนจากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริก

ขั้นตอนดำเนินการทดสอบมีรายละเอียดรายการเครื่องมือวัด ความถี่ในการบันทึกข้อมูล ตามขั้นตอนดังรูปที่ 6 โดยจะทดสอบ และบันทึกผลในช่วงเวลา 09:00 น. ถึง 17:00 น.



รูปที่ 6 ขั้นตอนดำเนินการทดสอบการผลิตไฟฟ้า

บันทึกค่าความเข้มของแสงจะใช้เครื่องมือวัดค่าความเข้มของแสงสว่าง (LX) ที่ใช้ชื่อ ดิจิคอน (DIGICON) เป็นเครื่องหมายทางการค้า รุ่น LX-73 เพื่อวัดความเข้มของแสงอาทิตย์บริเวณสถานที่ทำการวิจัย เพื่อให้ทราบถึงแนวโน้มของอุณหภูมิภายในท่อส่งน้ำ

บันทึกค่าทางอุณหภูมิจะใช้ตัวตรวจวัดอุณหภูมิแบบเทอร์โมคัปเปิล ชนิดเค (Type K) ร่วมกับอุปกรณ์ดิจิตอลเทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ชื่อเท็นมาร์ส (TENMARS) เป็นเครื่องหมายทางการค้า รุ่น TM-747D แบบ 4 ช่องการแสดงผล เพื่อใช้อ่านค่าอุณหภูมิตามจุดวัดจำนวน 7 ตำแหน่ง ดังรูปที่ 4 คือ 1) T_{Ref} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในท่อส่งน้ำใต้ดินภายในสถานที่ทำการวิจัยเพื่อเป็นแหล่งน้ำป้อนส่งให้กับท่อส่งน้ำที่ใช้ทำการวิจัย 2) T_{WS} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำในท่อส่งน้ำที่ใช้ทำการวิจัย 3) T_{AIR} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของอากาศบริเวณสถานที่ทำการวิจัย 4) T_{H1} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของท่อเหล็กกล่องที่ติดตั้งอยู่ในชุดทดสอบที่ 1 5) T_{L1} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของครีประบายความร้อนที่อยู่ใต้พื้นดินโดยถูกติดตั้งอยู่ในชุดทดสอบที่ 1 6) T_{H2} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของท่อเหล็กกล่องที่ติดตั้งอยู่ในชุดทดสอบที่ 2 7) T_{L2} เป็นตำแหน่งตรวจวัดอุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกด้านที่สัมผัสพื้นดิน ถูกติดตั้งอยู่ในชุดทดสอบที่ 2

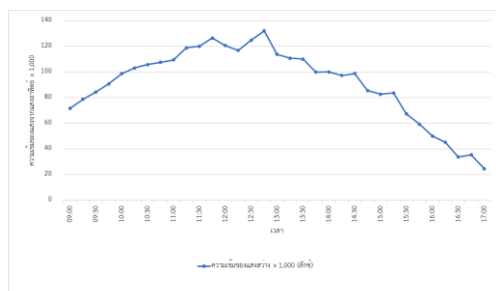
บันทึกค่าทางไฟฟ้าโดยจะใช้เครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าดิจิทัลมัลติมิเตอร์ ที่ใช้ชื่อ ฟลัก (Fluke) เป็นเครื่องหมายทางการค้า รุ่น 289 โดยจะวัดค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของเทอร์โมอิเล็กทริกจำนวน 2 โมดูลต่ออนุกรมทางไฟฟ้าตกคร่อมภาระทางไฟฟ้าค่าความต้านทาน 10 โอห์มของชุดทดสอบทั้ง 2 ชุด ดังรูปที่ 4 คือ 1) V_{T1} เป็นตำแหน่งตรวจวัดค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของชุดทดสอบที่ 1 2) V_{T2} เป็นตำแหน่งตรวจวัดค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของชุดทดสอบที่ 2

จากการทดสอบการศึกษาการใช้ความร้อนจากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าจากเทอร์โมอิเล็กทริกแบบติดตั้ง และไม่ติดตั้งชุดระบายความร้อนผิวดินพบว่า ชุดทดสอบที่ 1 (ติดตั้งระบายความร้อนผิวดิน) สามารถผลิตไฟฟ้าได้มากกว่าชุดทดสอบที่ 2 (ไม่ติดตั้งระบายความร้อน)

4. ผลการทดสอบ

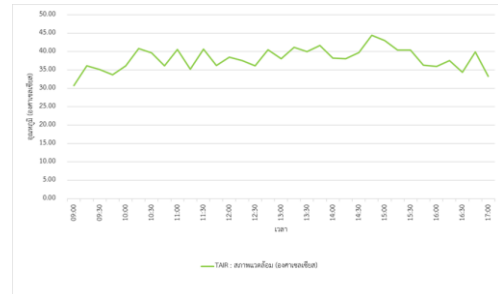
งานวิจัยฉบับนี้ได้ศึกษาการประยุกต์ใช้เทอร์โมอิเล็กทริกเพื่อผลิตไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานความร้อนสะสมของน้ำภายในท่อส่งน้ำที่ถูกวางไว้เหนือพื้นดินสำหรับให้น้ำแก่พืชช่วงเวลาเช้าและ ช่วงเวลาเย็น โดยจะทดสอบและบันทึกผลในช่วงเวลา 09:00 น. ถึง 17:00 น. ของวันที่มีค่าความเข้มของแสงอาทิตย์มากที่สุด

ซึ่งจากการเก็บข้อมูลจะเลือกพิจารณาข้อมูลของการวัดความเข้มของแสงอาทิตย์ที่สูงสุด ณ เวลา 12:45 น. อยู่ที่ 132,000 ลักซ์ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 ความเข้มของแสงจากแสงดวงอาทิตย์

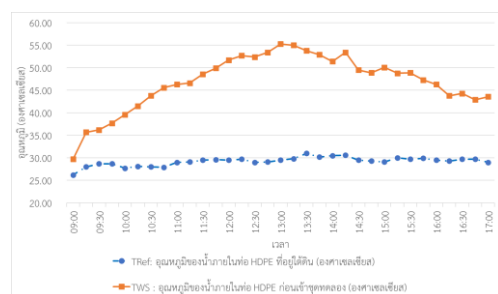
ซึ่งจะพบว่าอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (T_{AIR}) สูงสุด 44.40 องศาเซลเซียส ที่เวลา 14:45 น. เป็นไปตามรูปที่ 8



รูปที่ 8 อุณหภูมิสภาพแวดล้อม

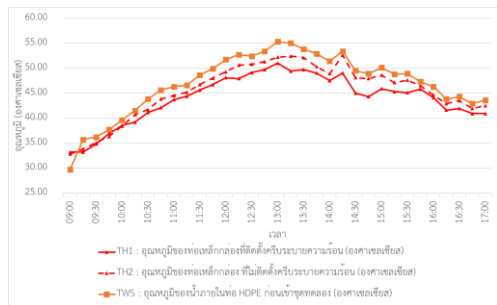
ความเข้มของแสงอาทิตย์ (LX) และอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม (T_{AIR}) เป็นการวัด และบันทึกค่าของสถานที่ที่ทำการวิจัยกลางแจ้ง ไม่มีเงาบังตัวตรวจวัด มีลมพัดผ่านตามสภาพจริง

อุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิของน้ำป้อน (T_{Ref}) ในท่อส่งน้ำที่ถูกติดตั้งฝังอยู่ใต้ดินมีความลึกอยู่ที่ 250 มิลลิเมตร กับอุณหภูมิของน้ำภายในท่อส่งน้ำพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (ท่อ HDPE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (T_{WS}) ที่ใช้ทำการวิจัยพบว่า อุณหภูมิของน้ำภายในท่อส่งน้ำพลาสติกโพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง (T_{WS}) วางอยู่เหนือพื้นดินได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ทำให้น้ำภายในท่อมียุณหภูมิที่ 55.30 องศาเซลเซียส แตกต่างกับอุณหภูมิของน้ำป้อน (T_{Ref}) อยู่ที่ 25.80 องศาเซลเซียส ณ เวลา 13:00 น. ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 อุณหภูมิระหว่างน้ำภายในท่อส่งน้ำใต้ดินกับน้ำภายในท่อส่งน้ำก่อนเข้าสู่ชุดทดสอบ

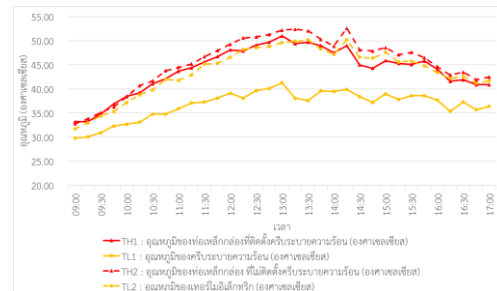
เมื่อน้ำภายในท่อส่งน้ำ (T_{WS}) ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์โดยตรง ทำให้อุณหภูมิของน้ำภายในท่อส่งน้ำมีอุณหภูมิสูง อุณหภูมิของน้ำภายในท่อส่งน้ำจะถูกถ่ายเทพลังงานความร้อนไปยังชุดทดสอบที่ 1 (T_{H1} ติดตั้งครีบบระบายความร้อนฝั่งดิน) และ ชุดทดสอบที่ 2 (T_{H2} ไม่ติดครีบบระบายความร้อน) จะพบว่า อุณหภูมิของน้ำภายในชุดทดสอบทั้ง 2 ชุด มีอุณหภูมิที่แตกต่างกัน เนื่องจากชุดทดสอบที่ 1 (T_{H1}) ได้ติดตั้งครีบบระบายความร้อนฝั่งใต้พื้นดินจะสามารถถ่ายเทความร้อนได้ดีกว่าชุดทดสอบที่ 2 (T_{H2}) ที่ไม่ติดครีบบระบายความร้อน จึงทำให้อุณหภูมิของน้ำภายในชุดทดสอบที่ 1 (T_{H1}) ต่ำกว่าอุณหภูมิของน้ำภายในชุดทดสอบที่ 2 (T_{H2}) ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 อุณหภูมิระหว่างท่อส่งน้ำ (T_{WS}) กับชุดทดสอบที่ 1 (T_{H1}) และชุดทดสอบที่ 2 (T_{H2})

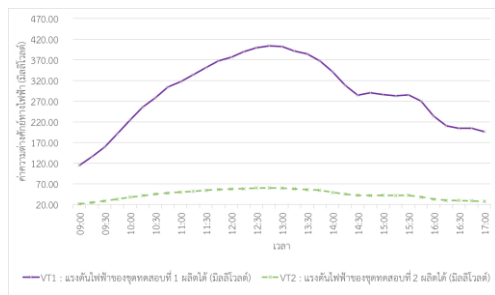
ผลการศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากอุปกรณ์เทอร์โมอิเล็กทริกโดยใช้ความร้อนจากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์ของชุดทดสอบที่ 1 ที่ติดตั้งครีบบระบายความร้อนฝั่งดินพบว่าอุณหภูมิระหว่างเทอร์โมอิเล็กทริกที่ติดกับท่อเหล็กกล่อง (T_{H1}) กับครีบบระบายความร้อน (T_{L1}) ในช่วงเวลา 09:00 น. มีค่าของอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกัน แต่เมื่อระยะเวลาผ่านไปพบว่าน้ำในท่อส่งน้ำมีอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้น ความร้อนของน้ำในท่อส่งน้ำถูกถ่ายเทไปยังท่อเหล็กกล่อง (T_{H1}) ทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น อุณหภูมิของเทอร์โมอิเล็กทริกก็จะถูกถ่ายเทไปยังครีบบระบายความร้อนที่ฝังอยู่ใต้ดิน (T_{L1}) จึงทำให้มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า และในขณะเดียวกันอุณหภูมิของท่อเหล็กกล่องของชุดทดสอบที่ 2 (T_{H2}) ถูกถ่ายเทความร้อนไปยัง

เทอร์โมอิเล็กทริกที่ไม่ได้ติดตั้งครีบบระบายความร้อน (T_{L2}) จึงทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกระบายความร้อนได้ไม่ดี จึงทำให้อุณหภูมิท่อเหล็กกล่องของชุดทดสอบที่ 2 (T_{H2}) มีค่าใกล้เคียงกับหน้าสัมผัสของเทอร์โมอิเล็กทริกที่ไม่ได้ติดตั้งครีบบระบายความร้อน (T_{L2}) ดังรูปที่ 11



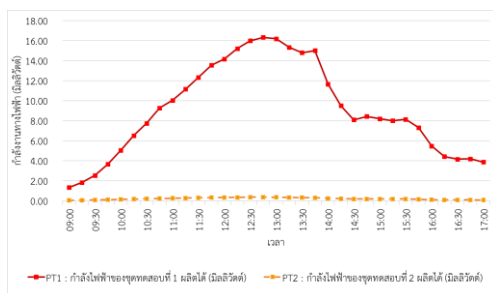
รูปที่ 11 อุณหภูมิระหว่างท่อเหล็กกล่องชุดทดสอบที่ 1 และชุดทดสอบที่ 2 ของเทอร์โมอิเล็กทริก

ค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตได้จะแปรผันตรงกับผลต่างของอุณหภูมิระหว่างหน้าสัมผัสทั้ง 2 ด้านของเทอร์โมอิเล็กทริก คือเมื่อเทอร์โมอิเล็กทริกมีผลต่างระหว่างหน้าสัมผัสของอุณหภูมิต่ำ จะทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าได้ต่ำ และเมื่อเทอร์โมอิเล็กทริกมีผลต่างระหว่างหน้าสัมผัสของอุณหภูมิสูง จะทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าได้สูงเช่นกัน เมื่ออุณหภูมิของชุดทดสอบที่ 1 ระหว่างท่อเหล็กกล่อง (T_{H1}) กับครีบบระบายความร้อนฝั่งดิน (T_{L1}) มีความแตกต่างกันทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตความต่างศักย์ทางไฟฟ้าสูงสุดที่ (V_{T1}) 404.12 มิลลิโวลต์ และอุณหภูมิของชุดทดสอบที่ 2 ระหว่างท่อเหล็กกล่อง (T_{H2}) กับหน้าสัมผัสของเทอร์โมอิเล็กทริกที่ไม่ติดครีบบระบายความร้อน (T_{L2}) มีความใกล้เคียงกันทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตความต่างศักย์ทางไฟฟ้าสูงสุดที่ (V_{T2}) 60.16 มิลลิโวลต์ ดังรูปที่ 12



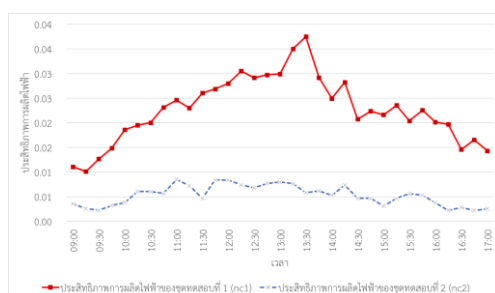
รูปที่ 12 เปรียบเทียบค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของ
ชุดทดสอบที่ 1 (V_{T1}) และ ชุดทดสอบที่ 2 (V_{T2})

เมื่อเทอร์โมอิเล็กทริกสามารถผลิตความต่างศักย์
ทางไฟฟ้าตกคร่อมค่าความต้านทานในวงจรปิดได้
ดังนั้น สามารถนำมาคำนวณกำลังงานทางไฟฟ้า
ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 เปรียบเทียบกำลังงานทางไฟฟ้าของชุดทดสอบ
ที่ 1 และชุดทดสอบที่ 2

ซึ่งจากการทดสอบ และบันทึกอุณหภูมิ จะ
พบว่าประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของชุดทดสอบทั้ง 2
ชุด ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของชุดทดสอบ

ดังนั้น เมื่อนำค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าที่
เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตได้จากชุดทดสอบที่ 1 (ติดครี
บระบายความร้อนฝั่งดิน) และชุดทดสอบที่ 2 (ไม่ติด
ครีระบายความร้อน) มาเปรียบเทียบกับพบว่า
เทอร์โมอิเล็กทริกของชุดทดสอบที่ 1 (ติดครีระบาย
ความร้อนฝั่งดิน) มีการระบายความร้อนได้ดีกว่า
เทอร์โมอิเล็กทริกของชุดทดสอบที่ 2 (ไม่ติดครีระบาย
ความร้อน) จึงทำให้ชุดทดสอบที่ 1 (ติดครีระบาย
ความร้อนฝั่งดิน) สามารถผลิตค่าความต่างศักย์ทาง
ไฟฟ้า และมีประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้ามากกว่าชุด
ทดสอบที่ 2 (ไม่ติดครีระบายความร้อน)

5. วิเคราะห์ และผลการทดสอบ

งานวิจัยฉบับนี้ เป็นการศึกษาการใช้น้ำร้อน
จากท่อส่งน้ำที่สัมผัสกับแสงอาทิตย์เพื่อผลิตไฟฟ้าจาก
เทอร์โมอิเล็กทริกแบบติดตั้ง และไม่ติดตั้งชุดระบาย
ความร้อนฝั่งดิน โดยใช้ท่อส่งน้ำพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน
ความหนาแน่นสูง (ท่อ HDPE) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง
50 มิลลิเมตร สามารถรับแรงดันได้ 600 กิโลปาสกาล
(PN6) ชั้น 80 (PE80) ที่เกษตรกรใช้ส่งน้ำทำการเกษตร
โดยวางอยู่เหนือพื้นดิน จึงทำให้น้ำภายในท่อส่งน้ำมี
อุณหภูมิที่สูงเนื่องจากได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์
ในช่วงกลางวัน พลังงานความร้อนเหล่านี้มีอยู่เป็น
จำนวนมากซึ่งเกษตรกรไม่นำพลังงานความร้อน
สะสมจากน้ำในท่อส่งน้ำมาใช้ประโยชน์ ผู้วิจัยจึงได้นำ
ความร้อนสะสมจากน้ำภายในท่อส่งน้ำมาผลิตไฟฟ้า
โดยออกแบบชุดทดสอบเป็น 2 ชุด ชุดทดสอบที่ 1 จะ
ติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกซึ่งติดครีระบายความร้อนฝั่ง
ดิน ส่วนชุดทดสอบที่ 2 จะติดตั้งเทอร์โมอิเล็กทริกซึ่ง
ไม่ได้ติดครีระบายความร้อน แล้วนำชุดทดสอบทั้ง
2 ชุด เชื่อมต่อเข้ากับระบบน้ำโดยให้ท่อส่งน้ำวางไว้
เหนือพื้นดิน

จากการทดสอบพบว่า ชุดทดสอบที่ 1 (ติดครี
ระบายความร้อนฝั่งดิน) สามารถผลิตค่าความต่างศักย์
ทางไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 404.12 มิลลิโวลต์ ที่ความเข้ม
แสงอาทิตย์ที่ 132,000 ลักซ์ โดยมีอุณหภูมิของน้ำใน
ท่ออยู่ที่ 53.40 องศาเซลเซียส ซึ่งต่างจากชุดทดสอบที่ 2
(ไม่ติดครีระบายความร้อน) ที่สามารถผลิตค่าความต่างศักย์

ทางไฟฟ้าได้สูงสุดเพียง 60.16 มิลลิโวลต์ เนื่องจากชุดทดสอบที่ 1 (ติดตั้งระบายความร้อนฝั่งดิน) สามารถถ่ายเทความร้อนจากเทอร์โมอิเล็กทริกไปยังครีระบายความร้อนที่ฝังอยู่ใต้ดินที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า จึงทำให้เกิดผลต่างของอุณหภูมิระหว่างหน้าสัมผัสทั้ง 2 ของเทอร์โมอิเล็กทริกดีกว่าชุดทดสอบที่ 2 (ไม่ติดตั้งระบายความร้อน) ที่เทอร์โมอิเล็กทริกถ่ายเทความร้อนผ่านพื้นผิวดินเท่านั้น จึงทำให้ความสามารถในการระบายความร้อนออกสู่สภาพแวดล้อมได้ไม่ดี ส่งผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าของชุดทดสอบที่ 1 ดีกว่าชุดทดสอบที่ 2 ด้วย

หากต้องการค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้า และประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าที่สูงขึ้น ก็สามารถเพิ่มจำนวนของเทอร์โมอิเล็กทริก และวิธีการเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้ารวมถึงการเลือกวิธีการระบายความร้อนที่เหมาะสม ก็จะสามารถทำให้เทอร์โมอิเล็กทริกผลิตค่าความต่างศักย์ทางไฟฟ้าได้ตามความต้องการ ซึ่งเกษตรกรสามารถนำไปใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ เช่น เครื่องไถแม่ลง, การต่อวงจรชาร์จต่าง ๆ เป็นต้น

6. เอกสารอ้างอิง

[1] EPPO: Energy Policy and Planning office. Energy Status 2022 [Internet]. c2003- [cited 2023 Nov 19]. Available from: [https://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/energy-status/year?orders\[publishUp\]=publishUp&issearch=1](https://www.eppo.go.th/index.php/th/energy-information/energy-status/year?orders[publishUp]=publishUp&issearch=1)

[2] EGAT: Electricity Generating Authority of Thailand. Proportion of fuel use to produce electrical energy in EGAT's system [Internet]. 2023 Oct - [cited 2023 Oct 31]. Available from: <https://www.egat.co.th/home/statistics-fuel-usage>

[3] DEDE: Department of Alternative Energy Development and Efficiency. Handbook for development and investment in renewable energy production set 2. Solar energy [Internet]. 2011 Jan [cited 2023 Nov 24]; 7. Available from: https://oldwww.dede.go.th/article_attach/h_solar.pdf

[4] Duangnirat B. Agriculture a choice a way to survive [Internet]. 2020 [cited 2023 Feb 18]; Available from: <https://www.depa.or.th/th/article-view/agriculture-alternative-way-of-survival>

[5] Office of the Permanent Secretary for Ministry of Agriculture and Cooperatives. Summary of important agricultural and cooperative statistics information [Internet]. 2020 Apr 24 [cited 2023 Feb 18]; Available from: <https://www.opsmoac.go.th/nakhonsithammarat-dwl>

[6] Hirunlabh J. Solar Energy of Thermal Processes. 1st ed. Academic Textbook and Media Development Office: Bangkokthonburi University; 2015. (in Thai)

[7] Seetawan T. Thermoelectric Technology. 1st ed. Chulalongkorn University Press: Chulalongkorn University; 2015. (in Thai)

[8] Chaengphi C. Soil Climate. Academic documents Ministry of Agriculture and Cooperatives. 1987 Dec; 88:2-9. (in Thai)

[9] Ruttanapun C. Development of small thermoelectric generator prototype in model of electric producing from heat source of concentrated solar thermal with thermal storage media. Smart Materials Research and Innovation Unit KMITL. 2018;1:34-55. (in Thai)

[10] Permchart W. Feasibility study of using ground as a heat sink of condensing unit of air conditioner in thailand. Research of Energy Technology KMUTT. 1998;1:18-46. (in Thai)