การศึกษาการผลิตไฟฟ้าจากขยะชุมชนในพื้นที่ จังหวัดนครราชสีมา

Study of Garbage Power Plant in Nakhon Ratchasima Province

ยุทธณา คงจีน[1] ธีรภัทร ดำรงธรรม[1] รุ่งเพชร ก่องนอก[1*] กฤติเดช บัวใหญ่[1] และกาณฑ์ เกิดชื่น[1]

Yuttana Kongjeen[1], Teerapat Dumrongthum[1], Rungphet Kongnok[1] Krittidet Buayai[1] and Kaan Kerdchuen[1]

[1] สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา 30000

[1]Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Architecture,

Rajamangala University of Technology Isan, Nakhon Ratchasima 30000

Received: 10 October 2020, Revised: 26 May 2021, Accepted: 15 June 2021, Published online: 23 August 2021

Abstract

This research study uses waste energy for conversion to the electric energy of municipal waste power plants in the education area in Nakhon Ratchasima Province. An estimation of waste thermal energy is used to estimate the size of electrical energy production. The simulation for testing the installation of municipal waste power plants using the IEEE 33 nodes. The simulation is divided into two case studies. The first case study installed at the garbage power plant at node No. 6. The second case study, the garbage waste power plant installed at node No. 18. The study results showed that the amount of waste in the Nakhon Ratchasima area could generate electricity. It found that more remarkable than the load demand of the simulated system studied. The municipal waste power plant's rated size was approximately 30% of the total load in the test system and used a comparative method of the rated capacity of the studied waste power plant. The simulation results from the model showed that it could be improved the voltage quality and reduced the total system power loss. Therefore, it is necessary to conduct an in-depth study of municipal waste to be designed to determine the optimal size and installation location of a municipal waste power plant installation in the existing power system.

Keywords: Garbage power plant, Load voltage deviation, Municipal solid waste, Power loss

*Corresponding author: Tel.: 088 344 8332. E-mail address: rungphet.ko@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ทำการศึกษาการนำขยะมาใช้เป็นพลังงานเพลิงเพื่อแปลงผันเป็นพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขยะชุมชนในพื้นที่การศึกษาจังหวัดนครราชสีมา การประมาณค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากขยะถูกนำมาใช้ประเมินขนาดกำลังการผลิตพลังงานไฟฟ้า การจำลองเพื่อทดสอบติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนด้วยระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 โนด การทดสอบแบ่งออกเป็น 2 กรณีศึกษา กรณีศึกษาแรกติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุนที่โนดหมายเลข 6 และกรณีศึกษาสองติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุนที่โนดหมายเลข 18 ผลจากการศึกษาพบว่าปริมาณขยะในพื้นที่จังหวัดนครราชสีมาสามารถที่จะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้มีปริมาณมากกว่าปริมาณความต้องการของโหลดของระบบจำลองที่ศึกษา พิจารณาขนาดพิกัดของโรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่ประมาณร้อยละ 30 ของพิกัดรวมของโหลดในระบบทดสอบและใช้วิธีการเทียบเคียงขนาดพิกัดกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าขยะที่ทำการศึกษา ผลการวิเคราะห์การไหลกำลังไฟฟ้าจากแบบจำลองพบว่าสามารถปรับปรุงคุณภาพแรงดันไฟฟ้าและสามารถลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบลงได้ ดังนั้นมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องทำการศึกษาในเชิงลึกเกี่ยวกับขยะชุมชนเพื่อนำมาทำการออกแบบเพื่อหาขนาดและตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะในระบบไฟฟ้าจริงในอนาคต

คำสำคัญ: โรงไฟฟ้าขยะชุมชน แรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลด ขยะชุมชน กำลังไฟฟ้าสูญเสีย

บทนำ

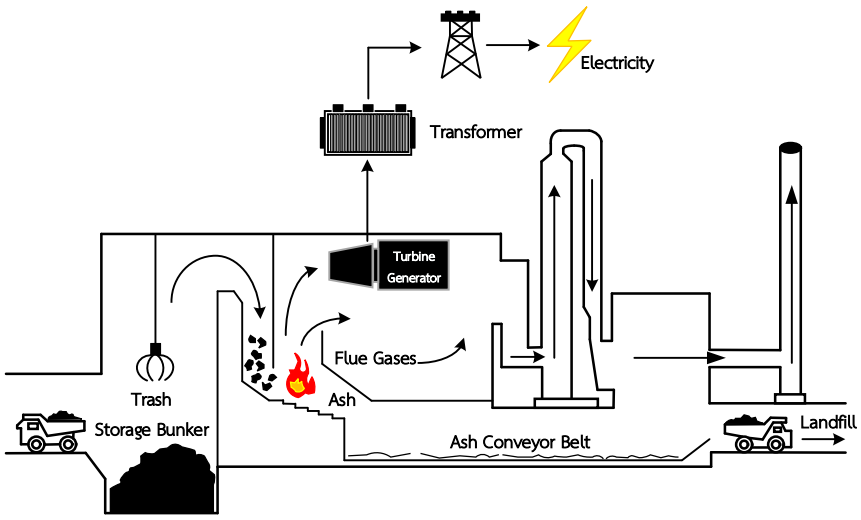
ปัจจุบันปัญหาด้านขยะเป็นสิ่งที่ทั่วโลกกำลังเผชิญการเจริญเติบโตของภาคเศรษฐกิจการเพิ่มขึ้นของประชากรปัจจัยเหล่านี้ส่งผลให้ปริมาณขยะเพิ่มสูงขึ้นและมีแน้วโน้มที่เพิ่มขึ้นในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้การจัดการปัญหาที่เกี่ยวกับขยะควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่งรวมถึงการบริหารการจัดการอย่างเหมาะสม หากปัญหาที่กล่าวมาไม่ถูกรีบแก้ไขจะส่งผลต่อสภาพความเป็นอยู่ของคนและเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมด้วยขยะบางประเภทไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ ในประเทศไทยปัญหาที่เกี่ยวกับขยะมีอยู่ทั่วประเทศ การจัดการปัญหาดังกล่าวมีมากมายหลายมาตรการซึ่งมาตรการการจัดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชน นำขยะมาแปรรูปให้เป็นพลังงานในการผลิตกำลังไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันภาครัฐบาลส่งเสริมและสนับสนุนการดำเนินการเนื่องจากเป็นวิธีการที่สามารถลดปัญหาด้านขยะและได้พลังงานไฟฟ้ากลับมาใช้ [1]

การจัดการปัญหาด้านขยะในจังหวัดนครราชสีมามีการจัดการหลายรูปแบบ ทั้งการนำกลับมาใช้ใหม่ การฝังกลบและได้มีการจัดตั้งโรงฟ้าขยะชุมชนขึ้นมาและนำขยะเหล่านี้มาแปรรูปเป็นพลังงานในลักษณะของขยะเชื้อเพลิง (Refuse Derived Fuel, RDF) คือ ขยะที่สามารถเผาไหม้ได้ โดยผ่านกระบวนการคัดแยก ขยะเชื้อเพลิงนั้นจะมีค่าความร้อนสูงความชื้นที่ต่ำเหมาะที่จะนำไปผลิตกระแสไฟฟ้า ส่วนขยะที่ไม่สามารถนำมาใช้แปรรูปเป็นขยะเชื้อเพลิงจะถูกนำไปฝังกลบเนื่องด้วยปริมาณขยะที่มีมาก การคัดกรองขยะที่สามารถนำมาผลิตเป็นขยะเชื้อเพลิงควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะขยะที่สามารถนำมาแปรรูปเป็นขยะเชื้อเพลิงมีผลต่อการผลิตกำลังไฟฟ้า โรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่จัดตั้งขึ้นกำลังารผลิตไฟฟ้าจะต้องเพียงพอสำหรับการผลิตไฟฟ้าออกสู่ชุมชน การจัดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนจึงเป็นทางออกหนึ่งในการช่วยลดปัญหาด้านขยะภายในจังหวัดนครราชสีมาและการผลิตไฟฟ้าเพื่อชุมชนในอนาคต

ในงานวิจัยนี้จะทำการจำลองการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะที่ใช้ข้อมูลจากขยะในจังหวัดนครราชสีมาในระบบทดสอบ IEEE 33 โนด เพื่อวิเคราะห์ปริมาณและประเภทขยะที่นำมาเทียบเคียงกำลังการผลิตไฟฟ้า เพื่อผลในการปรับปรุงคุณภาพแรงดันไฟฟ้าและลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบ ซึ่งส่วนดีที่เกิดขึ้นจากการเลือกใช้พลังงานเชื้อเพลิงประเภทนี้

วิธีการวิจัย

ขยะมูลฝอยในเขตเทศบาล (Municipal solid waste, MSW) หรือเรียกอีกชื่อว่าขยะชุมชน ถูกนำมาแปรรูปเป็นขยะเชื้อเพลิงเพื่อนำไปใช้ในการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขยะชุนชน โดยรูปแบบของโรงไฟฟ้าขยะชุมชนแสดงได้ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แบบจำลองโรงไฟฟ้าขยะชุมชน

จากภาพที่ 1 จะพบว่าขยะจากชุมชนจะถูกรวบรวมที่ปริมาณเพียงพอ เพื่อการนำไปเป็นขยะเชื้อเพลิงในเตาเผาความร้อนที่เกิดขึ้นถูกนำไปให้ความร้อนกับระบบสร้างไอน้ำจากนั้นนำพลังงานไอน้ำที่ได้ไปใช้เป็นตัวต้นกำลังสำหรับเครื่องกำเนิดเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ผ่านหม้อแปลงไฟฟ้ายกระดับแรงดันเชื่อมต่อเข้ากับกริด ดังนั้นการประมาณค่าพลังงานความร้อนที่ได้จากการเผาขยะเพื่อเทียบเคียงกำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขยะมีดังนี้

การกำหนดองค์ประกอบค่าความร้อนของขยะ (Determination of the heating value of the waste components) [2, 3]

$$LHV^1 = \sum_{1}^{9} W_j \times HV_j \tag{1}$$

$$HV = \beta_0 + \beta_1 C + \beta_2 H + \beta_3 N + \beta_4 S \tag{2}$$

โดย LHV^1 คือค่าความพลังงานความร้อนต่ำ HV_j คือองค์ประกอบค่าความร้อนของขยะ W_j คือเศษส่วนน้ำหนัก (ร้อยละ) สมการของ HV แสดงด้วยสมการที่ (2) โดย $\beta_0\ \beta_1 \ldots \beta_4$ คือค่าสัมประสิทธิ์ C คือร้อยละปริมาณคาร์บอน H คือร้อยละปริมาณไฮโดรเจน N คือร้อยละปริมาณไนโตรเจน และ S คือร้อยละปริมาณซัลเฟอร์ LHV^2 ทำการคำนวณด้วยสมการของ Dulong แสดงได้ดังสมการที่ (3) และ LHV^3 ทำการคำนวณด้วยสมการของ Steuer แสดงได้ดังสมการที่ (4)

$$LHV^2 = 81C + 342.5\left(H - \frac{O}{8}\right) + 22.5S - 6(W + 9H) \tag{3}$$

$$LHV^3 = 81\left(C - \frac{3}{8}O\right) + 57\frac{3}{8}O + 345\left(H - \frac{O}{16}\right) + 25S - 6(W + 9H) \tag{4}$$

การประเมินศักยภาพกำลังไฟฟ้าของ MSW (Estimation of electrical power potential of the MSW, EPP_{MSW}) แสดงด้วยสมการที่ (5)

$$EPP_{MSW} = \frac{1000}{3.6} \times LHV_{MSW} \times \frac{W_{MSW}}{24} \times \eta \quad (5)$$

EPP_{MSW} คือศักยภาพกำลังไฟฟ้า (kW) W_{MSW} คือน้ำหนักของ MSW (ตัน) LHV_{MSW} คือค่าความร้อนต่ำของ MSW η คือประสิทธิภาพการเปลี่ยนแปลงพลังงานในโรงไฟฟ้า (ร้อยละ20-ร้อยละ40) ในการคำนวณนี้จะคิดที่ร้อยละ 30 และศักยภาพเครื่องกำเนิดกำลังไฟฟ้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าสามารถแสดงด้วยสมการที่ (6)

$$GP = EPP_{MSW} \times \eta_g \times \eta_p \times \frac{1}{1000}(MW) \quad (6)$$

โดย η_g คือศักยภาพของเครื่องกำเนิด (กำหนดที่ร้อยละ 90) η_p คือประสิทธิภาพการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า (กำหนดที่ร้อยละ 75)

การวิเคราะห์การไหลกำลังไฟฟ้า (Power flow analysis)

การคำนวณการไหลของกำลังไฟฟ้าวิธีการของนิวตันราฟสัน [4] ใช้ค่าที่กำหนดให้ในบัสเป็นตัวเปรียบเทียบเพื่อคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของแต่ละบัส เริ่มต้นพิจารณาจากสมการกระแสไหลเข้าบัส i ในเทอมของเมทริกซ์ของแอดมิตแตนซ์บัส Y_{BUS} แสดงได้ดังสมการที่ (7) และ (8) และคำนวณกำลังไฟฟ้าที่ไหลระหว่างบัสได้จากสมการที่ (9) และ (10)

$$[I_{BUS}] = [Y_{BUS}][V_{BUS}] \quad (7)$$

$$I_i = \sum_{j=1}^{N} Y_{ij} V_j \angle(\theta_{ij} + \delta_j) \quad (8)$$

$$S_{ji} = V_j I_{ji}^* \quad (9)$$

$$S_{ij} = V_i I_{ij}^* \quad (10)$$

กำลังไฟฟ้าสูญเสียหาได้จากสมการที่ (11) และ (12)

$$S_{lossij} = S_{ij} + S_{ji} \quad (11)$$

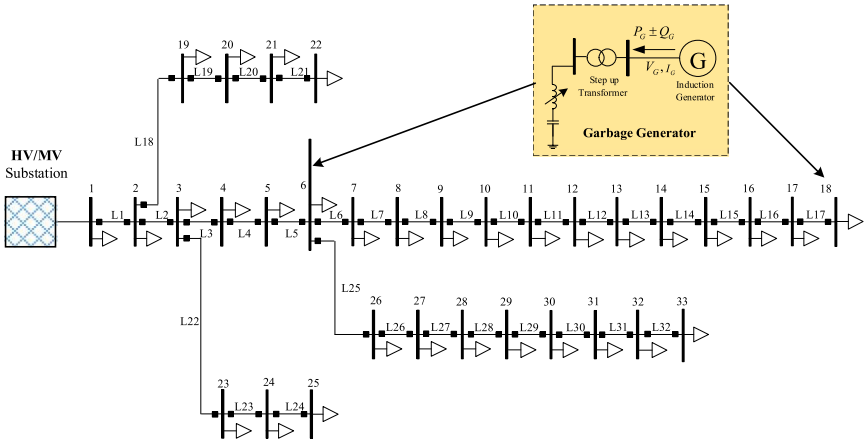
$$P_{Loss} = \text{Real}(S_{ij}) \quad (12)$$

และพิจารณาแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลด (Load Voltage Deviation, LVD) ได้จากสมการที่ (13) [5 6]

$$LVD = \sum_{k=2\ldots n}^{n} \left(\frac{V^{ref} - V_{(k)}}{V^{ref}} \right)^2 \quad (13)$$

เมื่อกำหนดให้ LVD คือแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลด V^{ref} คือแรงดันไฟฟ้าที่บัสอ้างอิง, $V_{(k)}$ คือแรงดันไฟฟ้าที่บัสใดๆ

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการเลือกระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 โนดจำลองการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนด้วยโปรแกรม DIgSILENT® ไว้ที่โนดหมายเลข 6 เป็นตำแหน่งศูนย์กลางของโหลดในระบบและโนดหมายเลข 18 เป็นตำแหน่งที่มีแรงดันไฟฟ้าต่ำมากที่สุดในระบบ แสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 บัส เมื่อทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชน

ที่โนดหมายเลข 6 และโนดหมายเลข 18

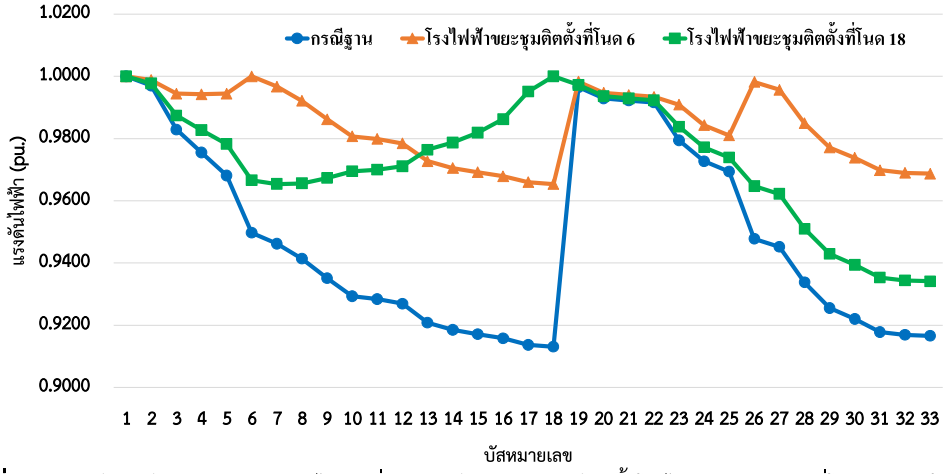
ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาปริมาณขยะในจังหวัดนครราชสีมาพบว่ามีปริมาณขยะประมาณ 464.35 ตันต่อวัน [7] และจำแนกประเภทของขยะชุมชนสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ประเภทขยะชุมชนในจังหวัดนครราชสีมา

ประเภทขยะ	ร้อยละ
เศษอาหาร	39.74
ไม้	0.87
กระดาษ	8.46
ผ้า	0.54
พลาสติก/ถุง	33.51

ผลจากการคำนวณจากสมการที่ (1) (2) และ (3) คำนวณค่า LHV^1 , LHV^2 และ LHV^3 ได้ 22.23, 25.29 และ 25.08 MJ/kg ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยที่ 24.22 MJ/kg และหากนำค่าที่ได้จากสมการที่ (4) มาประมาณการศักยภาพกำลังไฟฟ้าที่ 39.05 MW และจากสมการที่ (6) ได้ค่าศักยภาพเครื่องกำเนิด เทียบเคียงกำลังการผลิตไฟฟ้าที่ 26.36 MW นั้นแสดงให้เห็นว่าปริมาณขยะชุมชนในจังหวัดนครราชสีมาสามารถที่จะนำมาผลิตกำลังไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟภายในจังหวัดได้ แต่ด้วยพิกัดโหลดของระบบทดสอบมีขนาดโหลดที่ 3.72 MW คิดเป็นร้อยละ 14.11 ของค่ากำลังการผลิตเทียบเคียงที่ประเมินได้จากโรงไฟฟ้าขยะชุมชน จึงกำหนดค่าการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่ 1 MW ทำการจำลองเปรียบเทียบกรณีฐานและกรณีติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่โนด 6 และโนด 18 ผลจาการจำลองแสดงได้ดังภาพที่ 3 ดังนี้



ภาพที่ 3 การเปรียบเทียบรูปแบบแรงดันไฟฟ้าที่บัส กรณีฐานและกรณีติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่โนด 6 และโนด 18

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสีย

กรณีศึกษา	LVD		กำลังไฟฟ้าสูญเสีย (Ploss)	
	LVD	ร้อยละ	kW	ร้อยละ
กรณีฐาน	0.12	0	202.51	0
โรงไฟฟ้าขยะชุมชนติดตั้งที่โนดหมายเลข 6	0.01	-89.17	169.11	-16.49
โรงไฟฟ้าขยะชุมชนติดตั้งที่โนดหมายเลข 18	0.04	-69.07	130.09	-35.76

จากภาพที่ 3 และตารางที่ 2 พบว่าเมื่อทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่โนดหมายเลข 6 และโนดหมายเลข 18 ทำให้แรงดันไฟฟ้าในระบบทดสอบมีค่าที่ดีขึ้น กรณีฐานมีค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสีย 0.12 และ 202.51 kW เมื่อเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสียระหว่างกรณีฐานและติดตั้งที่โนดหมายเลข 6 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ 0.01 และ 169.11 kW มีค่าลดลงจากกรณีฐานคิดเป็นร้อยละ 89.17 และ 16.49 กรณีติดตั้งที่โนดหมายเลข 18 มีค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ 0.04 และ 130.09 kW เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐานมีค่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 69.07 และ 35.76 ตามลำดับ นั้นแสดงให้เห็นว่าการดินตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนจากระบบที่จำลองนั้นสามารถปรับปรุงคุณภาพแรงดันไฟฟ้าและลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียของระบบไฟฟ้าลงได้

สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาการนำขยะชุมชนมาใช้เป็นพลังงานจากขยะเชื้อเพลิงเพื่อการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าขยะชุมชน พบว่าปริมาณขยะที่นำมาใช้ในการผลิตกระแสไฟฟ้า จากข้อมูลที่นำเสนอพบว่าสามารถเทียบเคียงขนาดกำลังการผลิตไฟฟ้าได้ที่ 26.36 MW เนื่องด้วยพิกัดโหลดของระบบทดสอบมีขนาดไม่สูงมากคิดเป็นร้อยละ 14.11 ในการศึกษาการจำลองการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 โนด จึงกำหนดขนาดติดตั้งโรงไฟฟ้าที่ 1 MW โดยทำการทดสอบติดตั้งในตำแหน่งที่โนดหมายเลข 6 และโนดหมายเลข 18 ผลการจำลองพบว่าในกรณีติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนที่โนดหมายเลข 6 ซึ่งเป็นศูนย์กลางโหลดในระบบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ 0.01 และ 169.11 kW มีค่าลดลงจากกรณีฐานคิดเป็นร้อยละ 89.17 และ 16.49 ตามลำดับ กรณีติดตั้งที่โนดหมายเลข 18 เป็นตำแหน่งที่มีแรงดันต่ำมากที่สุดในระบบมีค่าแรงดันไฟฟ้าเบี่ยงเบนของโหลดและกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ 0.04 และ 130.09

kW เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีฐานมีค่าลดลงคิดเป็นร้อยละ 69.07 และ 35.76 ในการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนในระบบทดสอบสามารถที่จะปรับปรุงคุณภาพแรงดันไฟฟ้าและลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบได้ จากการศึกษาในเบื้องต้นนั้น โรงไฟฟ้าขยะชุมชนสามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้ในการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้ดีขึ้นได้ ในการติดตั้งโรงไฟฟ้าขยะชุมชนกับพื้นที่จริงควรคำนึงถึงการคัดแยกประเภทขยะเพื่อให้ไม่ต้องเสียเวลาคัดแยกในขั้นตอนสุดท้าย สามารถนำขยะไปใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับขบวนผลิตของโรงไฟฟ้าขยะได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารอ้างอิง

[1] ณิชชา บูรสิงห์. (2562). **โรงไฟฟ้าพลังงานขยะ : ทางแก้ปัญหาขยะล้นเมือง หรือเพิ่มมลพิษให้ชุมชน** สืบค้นเมื่อ 20 ตุลาคม 2563, จาก: https://library2.parliament.go.th/ejournal/content_af/2562/jan2562-2.pdf.

[2] Ibikunle, R.A., Titiladunayo, I.F., Akinnuli, B.O., Lukman, A.F., Ikubanni, P.P., Agboola, O.O. (2018). Modelling the energy content of municipal solid waste and determination of its physiochemical correlation using multiple regression analysis. Int. **J. Mech. Eng. Technol.**, 9 (10), 1–14.

[3] H. Saadat. (1999). **Power System Analysis** McGraw-Hill: New York.

[4] Y. Kongjeen and K. Bhumkittipich (2016). Modeling of electric vehicle loads for power flow analysis based on PSAT. **13th International Conference on Electrical Engineering/ Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)**, 2016, 1-6.

[5] Y. Kongjeen and K. Bhumkittipich (2016). Modeling of electric vehicle loads for power flow analysis based on PSAT. **13th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)**, 2016, 1-6.

[6] Y. Kongjeen and K. Bhumkittipich (2018). Impact of Plug-in Electric Vehicles Integrated into Power Distribution System Based on Voltage-Dependent Power Flow Analysis. **Energies**, 11, 6.

[7] **รายงานการสำรวจและประเมินระบบรวบรวมและบำบัดน้ำเสียรวมชุมชนและระบบกำจัดขยะมูลฝอย**, สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 11 (นครราชสีมา) สำนักงานปลัดกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม