

บทความทางวิชาการ

Optimal Allocation of Biomass Power Plant by Simulation Annealing Approach

การหาตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

โดยวิธี Simulated Annealing (SA)

สุวัจน์ชัย พันธุ์ศรี¹, พระพิพัฒน์ ภาสบุตร²

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี, ²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อ.คลองหลวง จ.ปทุมธานี

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้วิธี Simulated Annealing (SA) ได้ถูกนำเสนอเพื่อหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลลงบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียถูกพิจารณาเพื่อหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุด เพื่อติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลเข้ากับหมายเลขบัสต่างๆ จากการค้นหาที่ตั้งที่เหมาะสมที่สุดบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE พบว่าเมื่อก่อนการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบ 1.61 เมกะวัตต์ แต่เมื่อทำการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลเข้าไปจะได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียลดลงเป็น 1.08 เมกะวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 32.92 % ในตำแหน่งบัสที่ 1,2,6 และตำแหน่งบัสที่ 7 ซึ่งหมายความว่าเราสามารถลดการเผาผลาญพลังงานลงได้ประมาณ 6.15 % ต่อปี หรือคิดเป็นปริมาณการปล่อยคาร์บอนลงได้ปีละ 1,906.50 เมตริกตัน เมื่อโรงไฟฟ้าชีวมวลมีตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสม

คำสำคัญ : การจัดสรรที่ดีที่สุด, Simulated Annealing, โรงไฟฟ้าชีวมวล, การลดความสูญเสีย

1. บทนำ

เนื่องจากการเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของประเทศไทย นำไปสู่การลงทุนในด้านต่างๆ มากมายเช่นด้านอุตสาหกรรม ด้านเกษตรกรรม ด้านพาณิชย์กรรม และด้านการคมนาคม ส่งผลให้ความต้องการด้านพลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น เมื่อพิจารณาถึงเหตุการณ์หลักประเด็นหนึ่งที่มีอาจมองข้ามได้ นั่นก็คือแหล่งพลังงานที่จะนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอกับความต้องการที่เพิ่มสูงขึ้นในปัจจุบันและอนาคต ซึ่งแหล่งพลังงานที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้าส่วนใหญ่ของประเทศไทยในปัจจุบันนี้ได้มาจากก๊าซธรรมชาติ ถ่านหิน พลังน้ำ พลังลม พลังแสงอาทิตย์ น้ำมันดีเซล เป็นต้น แต่เนื่องจากประเทศไทยมีภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่อุตสาหกรรมมีการปลูกพืช

หลากหลายชนิดที่สามารถนำมาใช้เป็นพลังงานในรูปของพลังงานชีวมวลได้เป็นอย่างดีและมีปริมาณมากพอที่จะนำมาสร้างเป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็กได้ ด้วยเหตุนี้จึงมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้ของการสร้างโรงไฟฟ้าจากชีวมวลตามภูมิภาคต่างๆของประเทศ ซึ่งภาครัฐได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนประเภทพลังงานชีวมวลในประเทศอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอดเพื่อลดการนำเข้าเชื้อเพลิงต่างๆในการนำมาผลิตกระแสไฟฟ้า ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ได้แสดงถึงแผนสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนประเภทต่างๆตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จนถึง พ.ศ. 2561 เพื่อเป็นการผลักดันการใช้พลังงานหมุนเวียนในประเทศให้เพิ่มสูงขึ้น

ในส่วนของการของการพัฒนาด้านการผลิตไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าชีวมวลได้มีการศึกษาถึงตำแหน่งที่เหมาะสมในการก่อสร้างโดยมีการศึกษาปัจจัยด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ความเหมาะสมของพื้นที่ แหล่งวัตถุดิบ ระบบการส่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า เงินลงทุนในการก่อสร้าง และความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ แต่ในปัจจุบันยังมิได้มีผู้สนใจน้อยมากที่พิจารณาถึงความเหมาะสมของทำเลที่ตั้งที่มีความเหมาะสมทางด้านระบบการส่งจ่ายไฟฟ้า ซึ่งตัวแปรตัวหนึ่งที่ถูกนำมาพิจารณาก็คือ ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นภายในระบบการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า

ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้ศึกษาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลเข้ากับระบบกำลังไฟฟ้าเดิม โดยได้นำเสนอวิธี SA เพื่อหาตำแหน่งที่มีความเหมาะสมที่สุดในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยใช้เกณฑ์ของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในการพิจารณา ทำการทดสอบด้วยระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE

ตารางที่ 1.1
การสนับสนุนการใช้พลังงานหมุนเวียนในประเทศไทย

แหล่งพลังงาน	กำลังผลิต (เมกะวัตต์)			การผลิต (กิกะวัตต์-ชั่วโมง)		
	2548	2554	2561	2548	2554	2561
ยอดรวมในประเทศ	26,400	37,443	48,000	134,826	197,482	259,659
ชีวมวล						
- เอทานอล	-	-	-	-	-	-
- ไบโอดีเซล	-	-	-	-	-	-
- กากสำหรับความร้อน						
- กากสำหรับพลังงาน	2,191	3,229	4,938	9,596	14,143	21,628
- พืชหมุนเวียนระยะสั้น	0	519	1,298	0	3,182	7,955
- ก๊าซชีวภาพสำหรับความร้อนและพลังงาน	28.8	181	193	227	1,475	1,580
- ขยะสำหรับความร้อนและพลังงาน	4	323	384	33	2,688	3,196
พลังน้ำขนาดเล็ก	53	338	338	204	1,308	1,308
ลม	0.19	194	1,783	0	255	2,343
พลังงานแสงอาทิตย์						
- การผลิตไฟฟ้า	26	60	120	36	84	168
- การผลิตน้ำร้อน	-	-	-	-	-	-
- การอบแห้ง	-	-	-	-	-	-
ยอดรวม	2,303	4,844	9,054	10,096	23,135	38,178
%NRE	8.7%	12.9%	18.9%	7.5%	11.7%	14.7%

ที่มา : สำนักงานนโยบายแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน ประเทศไทย

โรงไฟฟ้าชีวมวล เป็นหนึ่งในแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่น่าสนใจในประเทศไทย แต่จะต้องมีการวิจัยเพิ่มขึ้นเพื่อพิสูจน์ว่าการผลิตพลังงานจากโรงไฟฟ้าชีวมวลสามารถทำได้ทั้งทางเทคนิคและทางเศรษฐกิจ

แนวคิดในการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในการกระจายสาธารณูปโภคหรือระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าย่อยได้รับความสนใจจากลูกค้า การวิจัยเสนอแนะว่า ผลดีของทรัพยากรที่มีมากพอสมควร [4] กำลังผลิตและที่ตั้งของโรงไฟฟ้าชีวมวล ที่เหมาะสมที่ติดตั้งในเครือข่ายพลังงานมีความสำคัญต่อผลดีที่ได้รับสูงสุด [5-6] เอกสารนี้นำเสนอเทคนิคในการค้นหาจำนวน ขนาด และที่ตั้งของโรงไฟฟ้าชีวมวล เพื่อลดการสูญเสียกำลังไฟให้น้อยที่สุดตามเงื่อนไขความสมดุลของกำลังไฟฟ้า การผลิตกำลังไฟฟ้าจริงและกำลังไฟฟ้าเสมือน และข้อจำกัดแรงดันไฟฟ้า

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

กำลังไฟฟ้าสูญเสียของ k สามารถคำนวณได้โดยสมการ (1) ดังนี้:

$$P_{Lk} = g_k [|V_i|^2 + |V_j|^2 - 2|V_i||V_j|\cos(\theta_i - \theta_j)] \quad k = 1, \dots, N_l. \quad (1)$$

เมื่อมีการกำหนดสมการดังนี้:

$$\text{Minimize} \quad P_L = \sum_{k=1}^{N_l} P_{Lk}. \quad (2)$$

เงื่อนไขสมการ :

$$P_i = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N |V_i||V_j||Y_{ij}|\cos(\theta_{ij} - \delta_{ij}) \quad (3)$$

$$Q_i = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N |V_i||V_j||Y_{ij}|\sin(\theta_{ij} - \delta_{ij}). \quad (4)$$

$$P_{Gi,\min} \leq P_{Gi} \leq P_{Gi,\max}, \quad \forall i \in NG \quad (5)$$

$$Q_{Gi,\min} \leq Q_{Gi} \leq Q_{Gi,\max}, \quad \forall i \in NG. \quad (6)$$

$$|S_i| \leq S_{i,\max}, \quad \forall i \in N_l \quad (7)$$

$$V_{i,\min} \leq V_i \leq V_{i,\max}, \quad \forall i \in N \quad (8)$$

เมื่อ

P_{Lk}	:	กำลังไฟฟ้าสูญเสียของสายส่ง k ,
g_k	:	ความนำไฟฟ้าของสายส่ง k ,
θ_i	:	มุมเฟสของแรงดันที่ตำแหน่งบัส i ,
θ_j	:	มุมเฟสของแรงดันที่ตำแหน่งบัส j ,
P_L	:	จำนวนรวมของกำลังไฟฟ้าจริงสูญเสียในระบบ,
N_l	:	เซตดัชนีระบบตำแหน่งบัส,
P_i	:	กำลังไฟฟ้าจริงที่ตำแหน่งบัส i ,
Q_i	:	กำลังไฟฟ้าเสมือนที่ตำแหน่งบัส i ,
$ V_i $	:	ขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งบัส i ,
$ V_j $	:	ขนาดแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งบัส j ,
Q_{Gi}	:	กำลังไฟฟ้าเสมือนที่ผลิตจากตำแหน่งบัส i ,
P_{Gi}	:	กำลังไฟฟ้าจริงที่ผลิตจากตำแหน่งบัส i ,
Sl_i	:	กำลังไฟฟ้าปรากฏที่ไหลในสายส่งไฟฟ้าเส้นที่ i ,
θ_{ij}	:	ขนาดมุมขององค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,
Y_{ij}	:	ขนาดขององค์ประกอบที่ ij ใน Y_{bus} ,
δ_{ij}	:	ขนาดแรงดันต่างเฟสระหว่างตำแหน่งบัส i และตำแหน่งบัส j ,
NG	:	เซตของดัชนีระบบตำแหน่งบัสของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า,
N	:	เซตของดัชนีของระบบตำแหน่งบัส.

3. Simulated annealing

3.1 การใช้ SA. ในการหาตำแหน่งโรงไฟฟ้าชีวมวล:

ขั้นตอนการทำงานจะเป็นการทำงานแบบวนซ้ำ โดยในแต่ละรอบจะประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มจากผลเฉลยปัจจุบันเพื่อสร้างผลเฉลยใหม่ที่ใกล้เคียง (Neighborhood) กับผลเฉลยปัจจุบัน (Current solution) เมื่อผลเฉลยใหม่ถูกสร้างขึ้นจะคำนวณค่าของฟังก์ชัน

เป้าหมายหรือฟังก์ชันต้นทุน เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับให้เป็นผลเฉลยปัจจุบันหรือไม่ หากผลเฉลยใหม่ดีกว่าผลเฉลยปัจจุบันก็จะถูกยอมรับให้เป็นผลเฉลยปัจจุบันแทน แต่ถ้าผลเฉลยใหม่ไม่ดีกว่าผลเฉลยในปัจจุบันก็อาจจะถูกยอมรับได้ โดยใช้กฎบนพื้นฐานความน่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ (Boltzman's probability) คือ จะมีการสุ่มตัวเลข δ ในช่วง 0-1 ขึ้นมาและถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta_C/T)}$ ก็ จะยอมรับผลเฉลยใหม่ (เมื่อ Δ_C คือ ผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชันต้นทุนของผลเฉลยทั้งสองซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และ T คือ อุณหภูมิและ δ คือค่าความน่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ซึ่งมีค่า ในช่วง 0-1)

หากนำวิธีการรอบเหินยวมาแก้ปัญหาการจัดตาราง อาจจะสามารถพิจารณาว่ามี วัตถุประสงค์ที่ต้องจัดตารางอยู่จำนวนหนึ่ง โดยเป้าหมายคือต้องการหาตารางที่ทำให้ได้ค่าฟังก์ชันต้นทุนต่ำสุด ตารางเริ่มต้นก็就会被สร้างขึ้นโดยการสุ่มจัดตารางตามวัตถุประสงค์เหล่านั้น ส่วนค่าเริ่มต้นของฟังก์ชันต้นทุน (C_0) และอุณหภูมิ (T_0) จะถูกคำนวณค่าออกมา ลำดับต่อไปก็จะมี การสร้างตารางใหม่โดยวิธีสุ่มตามวัตถุประสงค์ แล้วทำการสลับที่การจัดเรียงจากนั้นทำการ คำนวณค่าฟังก์ชันต้นทุนที่เปลี่ยนไป (Δ_C) ถ้า $\Delta_C \leq 0$ ตารางใหม่ก็就会被ยอมรับอย่างไรก็ตาม ถ้า $C \leq e^{(-\Delta_C/T)}$ และทำการสุ่มค่าตัวเลข δ ในช่วง 0 – 1 ถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta_C/T)}$ ตารางใหม่จะถูกยอมรับและ หลังจากดำเนินการสลับที่ในตาราง อุณหภูมิก็จะลดลงด้วยอัตราการลดอุณหภูมิที่กำหนด R โดย $T_k = T_{k-1} * R$ เมื่อ $0 \leq R < 1$ และ T เป็นเลขจำนวนจริง

3.2 กระบวนการ SA

ขั้นตอน SA ที่ใช้ในการลดความสูญเสียมีดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 : ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้น (T_k) สุ่มผลเฉลยปัจจุบัน และกำหนด k เป็น 1

ขั้นตอนที่ 2 : ตั้งค่า k_f เป็น 1 และคำนวณ T_k จากสมการ $T_k = r^k T_1$

ขั้นตอนที่ 3 : สุ่มหาค่าผลเฉลยใกล้เคียง ที่มีค่าใกล้เคียงกับผลเฉลยปัจจุบัน แล้ว คำนวณค่าของฟังก์ชันเป้าหมาย เพื่อเปรียบเทียบกับผลเฉลยปัจจุบัน ถ้าผลเฉลยใกล้เคียงดีกว่าให้ แทนที่ลงในผลเฉลยปัจจุบัน แล้วข้ามไปขั้นตอนที่ 5

ขั้นตอนที่ 4 : กรณีผลเฉลยใกล้เคียงไม่ดีกว่าผลเฉลยปัจจุบันต้องคำนวณค่าความ น่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ (Boltzman's probability) คือจะมีการสุ่มตัวเลข δ ในช่วง 0-1 ขึ้นมา

4.1 ถ้า $\delta \leq e^{(-\Delta_C/T)}$ จะยอมรับผลเฉลยใกล้เคียง และแทนที่ลงในผลเฉลยปัจจุบัน

4.2 ถ้า $\delta > e^{(-\Delta_C/T)}$ จะไม่ยอมรับผลเฉลยใหม่ และผลเฉลยปัจจุบันยังคงเดิม

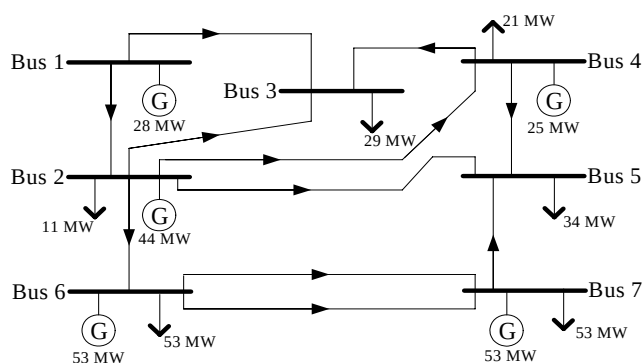
เมื่อ Δ_C คือ ผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชันเป้าหมายของ ผลเฉลยทั้งสองซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0

ขั้นตอนที่ 5 : ตรวจสอบ k_T ว่าครบจำนวนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าใช่ให้ข้ามไปขั้นตอนที่ 6 ถ้าไม่ใช่ให้เพิ่มค่า k_T ขึ้น 1 แล้วกลับไปขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 6 : ตรวจสอบค่า k ว่าครบจำนวนที่กำหนดหรือไม่ ถ้าใช่ให้จบการทำงาน ถ้าไม่ใช่ให้เพิ่มค่า k ขึ้น 1 และกลับไปขั้นตอนที่ 2

4. ผลการทดสอบของระบบ

การทดสอบการค้นหาของวิธี SA บนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE ซึ่งมีโครงสร้างดังแสดงในภาพที่ 1.



ภาพที่. 1. ระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE (ก่อนการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล) มี

กำลังไฟฟ้าสูญเสียภายในระบบเท่ากับ 1.61 เมกะวัตต์

ผลการหาค่าที่ดีที่สุด

เพื่อทดสอบวิธีที่นำเสนอ จึงมีการทดลองที่แตกต่างกัน โดยการสุ่มทดลอง เพื่อตรวจสอบผลการปฏิบัติการของวิธีที่เสนอ ซึ่งตัวแปรในการหาค่าที่ดีที่สุดของแต่ละขั้นตอน พบว่าวิธีของ SA มีค่า CPU time ทั้งหมดดีที่สุด

ตารางที่ 2. ผลการใช้ SA ในการหาค่าที่เหมาะสม

วิธี Heuristic	เวลา CPU ทั้งหมดโดยเฉลี่ย (วินาที)	เวลา CPU ทั้งหมดที่ดีที่สุด (วินาที)
SA	3.03	0.31

เวลาที่ดียิ่งที่สุดของ SA แสดงไว้ในตารางที่ 2.

กรณี 1 : กำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยไม่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

กรณี 2 : กำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยกำหนดขนาดโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ 5 %

กรณี 3 : กำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยกำหนดขนาดโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ 10 %

กรณี 4 : กำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยกำหนดขนาดโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ 15 %

ตารางที่ 3. กำลังไฟฟ้าสูญเสียบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE
ก่อนการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

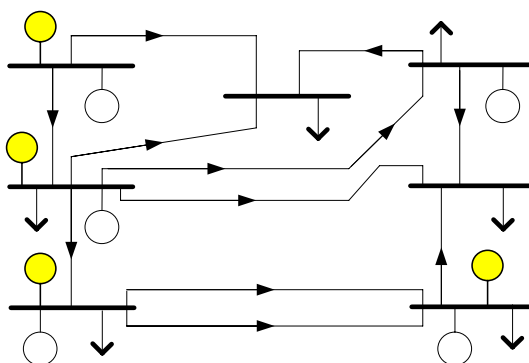
ตัวประกอบโหลด (%)	กำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมด (เมกะวัตต์)
80	1.44
100	1.61
105	1.68
110	1.75
115	1.82
120	1.89

ผล Simulation ของระบบโดยไม่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล (กรณี 1) ดังแสดงไว้ในตาราง 3 กำลังสูญเสียเท่ากับ 1.440 เมกะวัตต์, 1.610 เมกะวัตต์ และ 1.890 เมกะวัตต์ ที่ตัวประกอบโหลดของระบบเท่ากับ 80 % 100 % และ 120 % ตามลำดับ

ผล Simulation กรณีที่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล แสดงไว้ในตาราง 4 ผลสรุปของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในแต่ละกรณีมีดังนี้:

1. โรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีอัตรา 5 % ของความต้องการไฟฟ้า ใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลจำนวน 4 โรงงาน อัตรา 1.25 % ในตำแหน่งบัส 1, 2, 6 และ 7

2. โรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีอัตรา 10 % ของความต้องการไฟฟ้า ใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลจำนวน 2 โรงงาน อัตรา 5 % ในตำแหน่งบัส 3 และ 4
3. โรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีอัตรา 15 % ของความต้องการไฟฟ้า ใช้โรงไฟฟ้าชีวมวลจำนวน 1 โรงงาน อัตรา 15 % ในตำแหน่งบัส 3



ภาพที่. 2. แบบระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE หากมีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในตำแหน่งที่เหมาะสมจะลดกำลังไฟฟ้าสูญเสียลงเหลือ 1.08 เมกะวัตต์

ตารางที่ 4. สรุปผลกำลังไฟฟ้าสูญเสียของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล

G_{BOMI}

โรงไฟฟ้าชีวมวล 5 % ของโหลด 200 เมกะวัตต์					
จำนวนยูนิต	ความสูญเสียขั้นต่ำ (เมกะวัตต์)	ที่ตั้ง (บัส)	ความสูญเสียขั้นสูงสุด (เมกะวัตต์)	ที่ตั้ง (บัส)	G_{BOMI}
1	1.51	4	3.77	G_{BOMI} 2	28 MW
2	1.52	3,4	3.92	Bus 2 2,5	
3	1.86	3,5,7	4.57	1,5,6	
4	1.08	1,2,6,7	4.54	1,4,5,6	G_{BOMI} 53 MW
โรงไฟฟ้าชีวมวล 10 % ของโหลด 200 เมกะวัตต์					
จำนวนยูนิต	ความสูญเสียขั้นต่ำ (เมกะวัตต์)	ที่ตั้ง (บัส)	ความสูญเสียขั้นสูงสุด (เมกะวัตต์)	ที่ตั้ง (บัส)	G_{BOMI}
1	1.54	3	3.86	G_{BOMI} 2	53 MW
2	1.54	3,4	3.93	53 MW 1,6	
3	1.81	3,5,7	4.58	1,5,6	
4	1.77	1,2,3,6	4.56	1,4,5,6	

โรงไฟฟ้าชีวมวล 15 % ของโหลด 200 เมกะวัตต์				
จำนวนยูนิต	ความสูญเสียชั้นต่ำ (เมกะวัตต์)	ที่ตั้ง (บัส)	ความสูญเสียชั้นสูงสุด (เมกะวัตต์)	ที่ตั้ง (บัส)
1	1.73	3	4.12	2
2	1.74	3,4	4.06	1,6
3	1.79	3,5,7	4.64	1,5,6
4	1.8	3,4,5,7	4.6	1,4,5,6

ผล Simulation สรุปได้ว่า:

1. ถ้ามีการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในตำแหน่งที่ตั้งไม่เหมาะสมมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียเพิ่มขึ้น กล่าวคือ 72 %, 17.5 % และ 4 % เมื่อโรงไฟฟ้า 5 %, 10 % และ 15 % ตามลำดับของความต้องการใช้ไฟฟ้าในระบบ
2. ในระดับความต้องการกำลังไฟฟ้าเดียวกัน มีการเพิ่มกำลังการผลิตในระบบโรงไฟฟ้าชีวมวล ทำให้มีการสูญเสียในระบบเพิ่มขึ้น กล่าวคือโรงไฟฟ้าชีวมวล 10 % และ 15 % จะเพิ่มความสูญเสียในระบบเป็น 40 %, 60 % ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับความสูญเสียในการใช้โรงไฟฟ้าชีวมวล 5 %

การติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในตำแหน่งที่เหมาะสมเป็นเรื่องสำคัญมากในการลดกำลังไฟฟ้าสูญเสีย การติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมจะเพิ่มกำลังไฟฟ้าสูญเสียโดยไม่จำเป็น ซึ่งสังเกตได้ว่าการลดความสูญเสียของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลในเรื่องอัตราตัวเลข และตำแหน่งที่ตั้ง โดยกำลังผลิตจากโรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีขนาดเล็กจะมากกว่ากำลังผลิตจากโรงไฟฟ้าชีวมวลที่มีขนาดใหญ่ซึ่งสามารถลดลงได้ 6.15 % หรือสามารถหลีกเลี่ยงการปล่อยก๊าซคาร์บอนปีละ 1,906.50 เมตริกตัน เมื่อโรงไฟฟ้า ชีวมวลติดตั้งในตำแหน่งที่เหมาะสม

5. บทสรุป

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธี SA ในการหาตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลที่ดีที่สุด และได้อธิบายถึงประสิทธิภาพของ SA ในการแก้ปัญหาการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล ได้นำเสนอโดยใช้ ระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE เพื่อหาคำตอบที่ดีที่สุดด้วยวิธี SA ซึ่งวิธีดังกล่าวเป็นการหาที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวล โดยสามารถลดกำลังไฟฟ้า

สูญเสียในระบบจาก 1.61 เมกะวัตต์เป็น 1.08 เมกะวัตต์หรือคิดเป็นร้อยละ 32.92 % โดยตำแหน่งที่ตั้งที่เหมาะสมของการติดตั้งโรงไฟฟ้าชีวมวลบนระบบไฟฟ้ากำลัง 7 บัสของ IEEE ดังแสดงในภาพที่ 2.

อ้างอิง

1. Willis H.L. and Scott W.G., Distributed power generation, New York, Marcel Dekker, 2000.
2. Brown R.E., Reliability assessment and design optimization in electric power distribution systems, University of Washington, Ph.D. Dissertation, May 28, 1996.
3. Lamarre L., The vision of distributed generation, EPRI Journal, pp. 7-17, 1993.
4. S.Sakuldee, C. Chokpanyasuwan, S. Ananatasate, P. Bhasaputra, "Optimal Placement of Biomass Power Plant", Chemical, Environment and Energy Engineering Conference, 2008.
5. Rau NS, Wan YH. Optimum location of resources in distributed planning. IEEE Trans Power Syst 1994; 9(4): 2014-20.
6. Willis HL, Tram H, Engle MV, Finley L. Optimization applications to power distribution. IEEE Comput Appl Power 1995; 8(4): 12-7.
7. Scott WG. Micro-turbine generators for distribution systems. IEEE Industry Appl Mag 1998; 4(3): 57-62.
8. R.C. dungan and S.A. Thomas et. al, "Integrating Dispersed Storage and Generation (BOMPS) with An Automated Distributed System", IEEE Trans, PAS, PP.1142-1146, 1984.
9. D.T. Rizy and W.T. Jewell et. al, "Operation and design considerations for electric distribution systems with dispersed storage and generation (BOMPS)", IEEE Trans. PAS, PP.2864-2871, 1985.
10. Rau, N.S and Yih Heui Wan, Optimum location of resources in distributed planning" Power Systems, IEEE Trans. On, Volum: 9 Issue: 4, PP.2014-2020, Nov 1994

- 11.Griffin, T, Tomsovic, K, Secrest, D and Law, A, "Placement of dispersed generation systems for reduced losses", System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on, 2000, PP.1446-1454
- 12.Celi, G and Pilo, F, "Optimal distributed generation allocation in MV distribution networks", 22nd IEEE Power Engineering Society International Conference on, 2001, PP.81-86.
- 13.Nara, K, Hayashi, Y, Ikeda, K and Ashizawa, T, "Application of tabu search to optimal placement of distributed generators", Power Engineering Society Winter Meeting, 2001, IEEE, Volume: 2, PP.918-923
14. A. Silversti, and S. Buonaao, "Distributed generation planning using genetic algorithm", in Proc. IEEE Int. Conf. Electric Power Engineering, pp.257, August 2002.
- 15.N.Mithulananthan, Than Oo and Le Van Phu, "Distributed Generator Placement in Power Distribution System Using Genetic Algorithm to Reduce Losses" Thammasat Int.J.Sc.Tech.,vol.9,no.3, Jul –Sep, pp1640-1646, 2004.
- 16.M.A. Kashem, V. Ganapathy, G.B. Jasmon and M.I. Buhari, "A Novel Method for Loss Minimization in Distribution Networks", Processing of International Conference on Electric Utility Deregulation and Restructuring and Power Technologies, pp251-255, 2000.
- 17.C.A. Roa-Sepulveda*, B.T. Pavez-Lazo "A solution to the optimal power flow using simulated annealing". Electrical Power and Energy Systems, pp 47-57, 2003.
- 18.Ching-Tzong Su*, Chu-Sheng Lee "Feeder reconfiguration and capacitor setting for loss reduction of distribution systems". Electric Power Systems Research, pp97-102, 2001.
- 19.Yutian Liu^{a*}, Li Ma^a, Jianjun Zhang^b "Reactive power optimization by GA/SA/TS combined algorithms",Electric Power and Systems, pp765-769, 2002

