

กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

พรพรรณ เส้าเสนา¹, พระพิพัฒน์ ภาสบุตร² และ วรรัตน์ ปัตตประกร¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอดงหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

²ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ อำเภอดงหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

pronpan.up@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอกำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยพิจารณาผลกระทบจากความไม่แน่นอนของสภาพอากาศ ฤดูกาล รวมทั้งภูมิประเทศในการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ดำเนินการศึกษาผ่านแบบจำลองตอบสนองความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทยโดยใช้ข้อมูลกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยที่เกิดขึ้นจริงในปี 2559 ที่มีการเปลี่ยนแปลงทุก 1 นาที และจำนวนโรงไฟฟ้าที่ติดตั้งเพิ่มในอนาคตตามแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย (PDP 2015) ซึ่งประกอบไปด้วย จำนวนและกำลังติดตั้งของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์รวมทั้งข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง จากนั้นจึงจำลองการเบี่ยงเบนความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลัง พร้อมทั้งทำการวิเคราะห์การเบี่ยงเบนความถี่ของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ควรคำนึงถึงการเบี่ยงเบนความถี่ที่จะเกิดขึ้นกับระบบในกรณีที่เกินค่าควบคุมปกติที่ 50 ± 0.2 เฮิร์ตซ์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศ หากไม่ได้รับการควบคุมและป้องกันที่เหมาะสม โดยอาจใช้ระบบการควบคุมอัตโนมัติ (AGC) มาช่วยเพื่อให้การเบี่ยงเบนความถี่ลดลง ทำให้สามารถกลับมาที่ค่า 50 เฮิร์ตซ์ได้ในเวลาเร็วที่สุด ทั้งนี้ในการกำหนดปริมาณการผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้าตามแผน PDP2015 ยังควรคำนึงถึงความถี่เบี่ยงเบนสูงสุดที่จะเกิดขึ้น และจำนวนครั้งที่เกิดความถี่เบี่ยงเบนเกินค่าควบคุมปกติที่ 50 ± 0.2 เฮิร์ตซ์ เพื่อเป็นการควบคุมผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับระบบไฟฟ้าของประเทศ

คำสำคัญ: การเบี่ยงเบนความถี่, โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์, แผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย

บทนำ

พลังงานไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญของมนุษย์ในปัจจุบัน ไม่ว่าจะเป็นเพื่อดำเนินชีวิตประจำวันหรือเพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตของมนุษย์ อีกทั้งยังสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ จากแนวโน้มของเศรษฐกิจในปี 2560 มีแนวโน้มขยายตัวร้อยละ 3.0 - 4.0 เมื่อเทียบกับปี 2559 ซึ่งการพัฒนากระบวนเศรษฐกิจภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยก็เป็นส่วนหนึ่งที่พัฒนาเศรษฐกิจของประเทศ โดยครอบคลุม 3 จังหวัด ได้แก่ จะเข้เกรา ชลบุรี และระยอง โดยเพิ่มรวมถึงจังหวัดอื่นที่เกี่ยวข้อง โดยมีการพัฒนาในด้านต่าง ๆ เช่น ด้านโครงสร้างพื้นฐาน ด้านธุรกิจอุตสาหกรรม ด้านการท่องเที่ยว และด้านการพัฒนาเมือง จะก่อให้เกิดการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็วอันเนื่องมาจากกลไกและกระบวนการที่เอื้อต่อการพัฒนา ทำให้ต้องผลิตไฟฟ้าให้มากพอตามความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นด้วย ในขณะที่เชื้อเพลิงที่ถูกนำมาใช้ผลิตไฟฟ้ามีปริมาณลดลงอย่างมากจนต้องมีการนำเข้าเชื้อเพลิงจากประเทศเพื่อนบ้าน ซึ่งส่งผลกระทบต่อความมั่นคงด้านพลังงานของประเทศ

จากปัญหาดังกล่าวรัฐบาลจึงได้กำหนดแผนพัฒนากำลังการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 – 2579 (PDP 2015)[1] โดยตั้งเป้าหมายในการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานทดแทนและพลังงานหมุนเวียนอย่างน้อยร้อยละ 25 ของพลังงานทั้งหมด โดยเฉพาะพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานที่สะอาด มีความยั่งยืน และมีศักยภาพมากพอที่จะผลิตไฟฟ้า จึงถูกนำมาใช้ในการผลิตไฟฟ้ามากขึ้นในปัจจุบัน แต่เนื่องจากมีปัจจัยหลายอย่างที่ส่งผลให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ในช่วงเวลาต่าง ๆ ในแต่ละวันมีค่าไม่สม่ำเสมอ และไม่คงที่ เช่น สภาพอากาศ ฤดูกาล รวมทั้งภูมิประเทศหรือพื้นที่ในการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จึงทำให้ไม่สามารถวางแผนและควบคุมปริมาณการผลิตไฟฟ้าที่แน่นอนได้ ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้า

ดังนั้นงานวิจัยฉบับนี้ศึกษาและวิเคราะห์การเบี่ยงเบนความถี่จากโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถติดตั้งเข้ากับระบบไฟฟ้าของประเทศไทยได้

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการศึกษาเพื่อวิเคราะห์การเบี่ยงเบนความถี่ของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ได้ทำการศึกษาโดยใช้

1. ศึกษาข้อมูลของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ และลักษณะการใช้ไฟฟ้าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยย้อนหลัง 1 ปี ณ ปี 2559 จากการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
2. รวบรวมข้อมูลกำลังผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยรวบรวมข้อมูลกำลังการผลิตที่ละเอียดทุก 1 นาที ต่อเนื่องเป็นเวลา 1 ปี ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ. 2559 ซึ่งงานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย
3. วิเคราะห์ลักษณะการเบี่ยงเบนกำลังการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ระดับ 1 นาที โดยจะพิจารณาจากความแตกต่างระหว่างกำลังการผลิตของลำดับเวลาที่พิจารณาในปัจจุบันกับกำลังผลิตของลำดับเวลาในลำดับถัดไป ดังสมการดังนี้

$$\Delta P_t = |P_t - P_{t-1}|$$

เมื่อ ΔP_t คือ ค่าเบี่ยงเบนกำลังผลิตไฟฟ้า ณ นาทีที่ t,

P_t คือ ค่ากำลังผลิตไฟฟ้า ณ นาทีที่ t

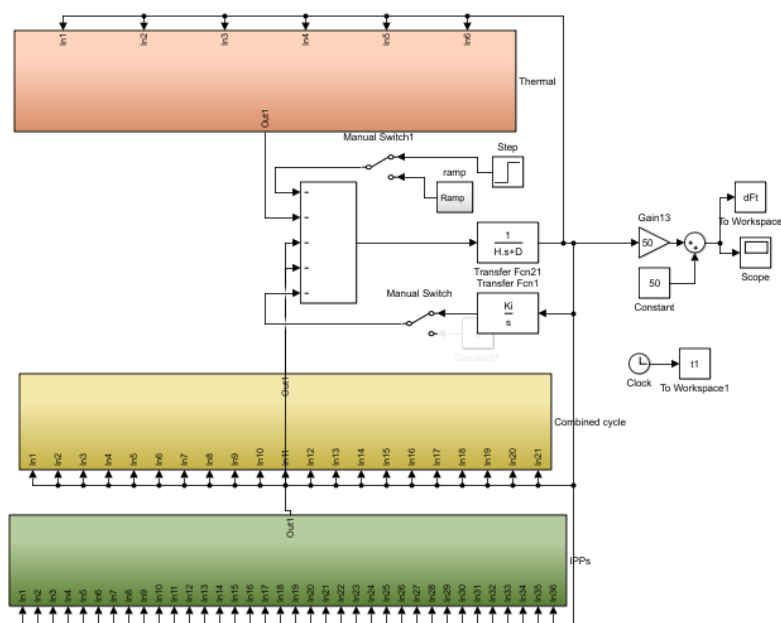
P_{t-1} คือ ค่ากำลังผลิตไฟฟ้า ณ นาทีที่ t-1

4. ศึกษาแบบจำลองการตอบสนองความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังของภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ในการจำลองการเบี่ยงเบนความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังของภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้ใช้แบบจำลองแบบเซตเดียว ข้อมูลที่ใช้นำเข้าคือ (1) ข้อมูลกำลังผลิตของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำมาวิเคราะห์การเบี่ยงเบนของกำลังผลิตอันเกิดจากการเปลี่ยนแปลงสภาพอากาศทุก 1 นาที (2) ข้อมูลแผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้า (PDP2015) ซึ่งระบุจำนวนและกำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าชนิดต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลังทั้งในปัจจุบันและที่จะติดตั้งเพิ่มเติมในอนาคต (3) ข้อมูลลักษณะความต้องการไฟฟ้าของภาคตะวันออกเฉียงเหนือในแต่ละช่วงเวลาพิจารณาร่วมกับข้อมูลคาดการณ์ความต้องการไฟฟ้าสูงสุดจากแผน PDP2015 ผู้วิจัยได้ทำการคัดเลือกแบบจำลองการตอบสนองความถี่ของระบบผลิตไฟฟ้าแบบเซตเดียว แสดงในรูปที่ 1 ดังนั้นจึงได้มีจำลองและเชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้า 63 เครื่องคือ โรงไฟฟ้าพลังงานความร้อน 6 แห่ง โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม 21 แห่ง และโรงไฟฟ้าพลังงานความร้อนร่วมของผู้ผลิตไฟฟ้ารายใหญ่ (IPP) จะแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและกำลังผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าหลักของภาคตะวันออกที่ใช้ในการจำลอง

ชนิดของโรงไฟฟ้า	จำนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	กำลังผลิตติดตั้ง (MW)	เปอร์เซ็นต์ (%)
1. โรงไฟฟ้าพลังความร้อน(Thermal Power Plants)	6	3,600	20.32
2. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม(Combined Cycle Power Plants)	21	3,924	22.15
3. โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมของผู้ผลิตไฟฟ้ารายใหญ่(IPP)	36	10,190	57.53
รวมทั้งสิ้น	63	17,714	100.00



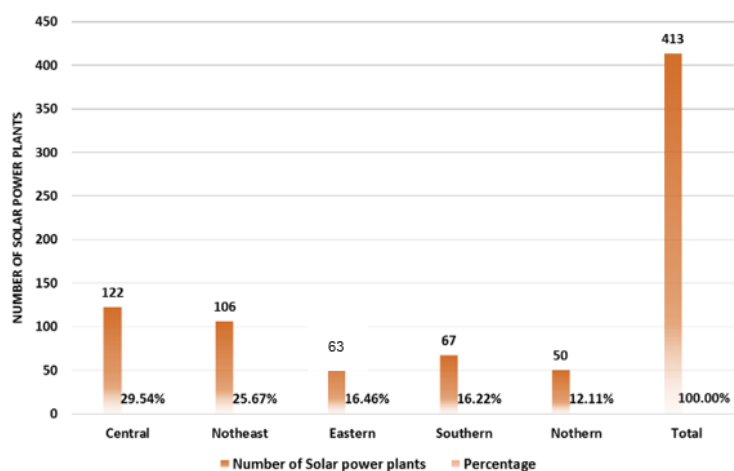
รูปที่ 1 แบบจำลองการตอบสนองความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังภาคตะวันออกของประเทศไทย

5. กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันออกที่เหมาะสมเพื่อลดผลกระทบต่อการเบี่ยงเบนความถี่ของระบบ

ผลและอภิปรายผล

ข้อมูลกำลังการผลิตโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และลักษณะการใช้ไฟฟ้าในเขตภาคตะวันออกของประเทศไทย

โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกของประเทศไทยมีทั้งหมด 63 แห่ง จากจำนวน 143 แห่งของประเทศไทย โดยโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกมีกำลังการผลิตติดตั้งทั้งหมด 335.49 เมกะวัตต์ คิดเป็นร้อยละ 16.46% รองลงมาจากภาคกลางและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ดังแสดงในรูปที่ 1 ในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม พ.ศ.2559 พื้นที่ส่วนใหญ่ของประเทศไทยได้รับรังสีดวงอาทิตย์สูงสุดระหว่างเดือนเมษายนและพฤษภาคม มีค่าความเข้มรังสีดวงอาทิตย์อยู่ในช่วง 20 ถึง 24 เมกะจูล/ตารางเมตร-วัน ซึ่งเหมาะสมที่จะติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในประเทศ [2]

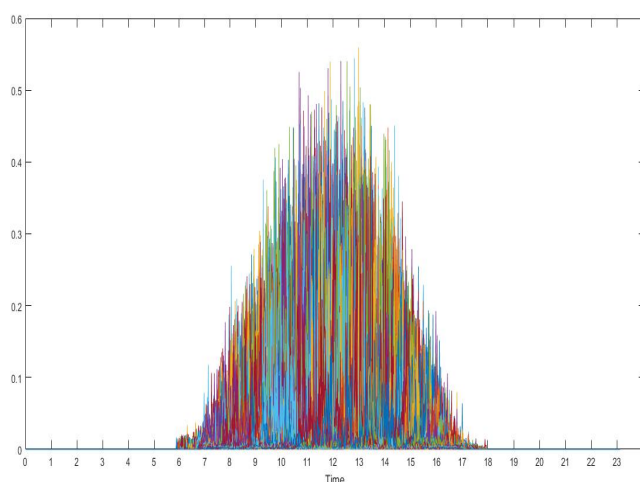


รูปที่ 2 โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทยปี 2559 (กรมกรพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน, 2016)

ลักษณะการใช้ไฟฟ้าของประเทศไทยใน พ.ศ. 2559 ยอดการใช้ไฟฟ้าสูงสุดอยู่ที่ 29,618.80 เมกะวัตต์ในวันที่ 11 พฤษภาคม 2559 เวลา 4.28 น. เพิ่มขึ้น 2,273 เมกะวัตต์หรือร้อยละ 8.31 จากปีที่ผ่านมา ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเติบโตทางเศรษฐกิจและสังคม ทำให้โรงไฟฟ้าผลิตกระแสไฟฟ้าให้เพียงพอเพื่อรองรับความต้องการที่เพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีความต้องการใช้ไฟฟ้า 4,496,247.14 กิโลวัตต์ในวันที่ 3 เมษายน 2559 เวลา 15.30 น. ซึ่งส่วนใหญ่ของการใช้พลังงานของภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือเขตอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวมากขึ้น รองลงมาจะเป็นกลุ่มบ้านที่อยู่อาศัย ตามลำดับ

การเบี่ยงเบนของกำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ในการศึกษานี้ใช้ตัวอย่างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ที่อยู่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย โดยมีกำลังผลิตติดตั้งขนาด 8 เมกะวัตต์ ในการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ระหว่างวันจะมีการเบี่ยงเบนกำลังผลิตตลอดเวลาโดยขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ส่วนประกอบกันคือ (1) การเปลี่ยนตำแหน่งของดวงอาทิตย์ซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเบี่ยงเบนกำลังผลิตในลักษณะที่เป็นไปอย่างช้าๆ และมีรูปแบบที่สามารถคาดการณ์ได้ ซึ่งการเบี่ยงเบนกำลังผลิตในลักษณะนี้จะไม่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง และ (2) การเปลี่ยนแปลงสภาพท้องฟ้าเช่น การเคลื่อนผ่านของก้อนเมฆเหนือโรงไฟฟ้าซึ่งจะทำให้เกิดการเบี่ยงเบนกำลังผลิตในลักษณะที่ไม่แน่นอนทั้งขนาดและความเร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและความหนาแน่นของก้อนเมฆทิศทางและความเร็วลมที่พัดก้อนเมฆเป็นต้น [3]



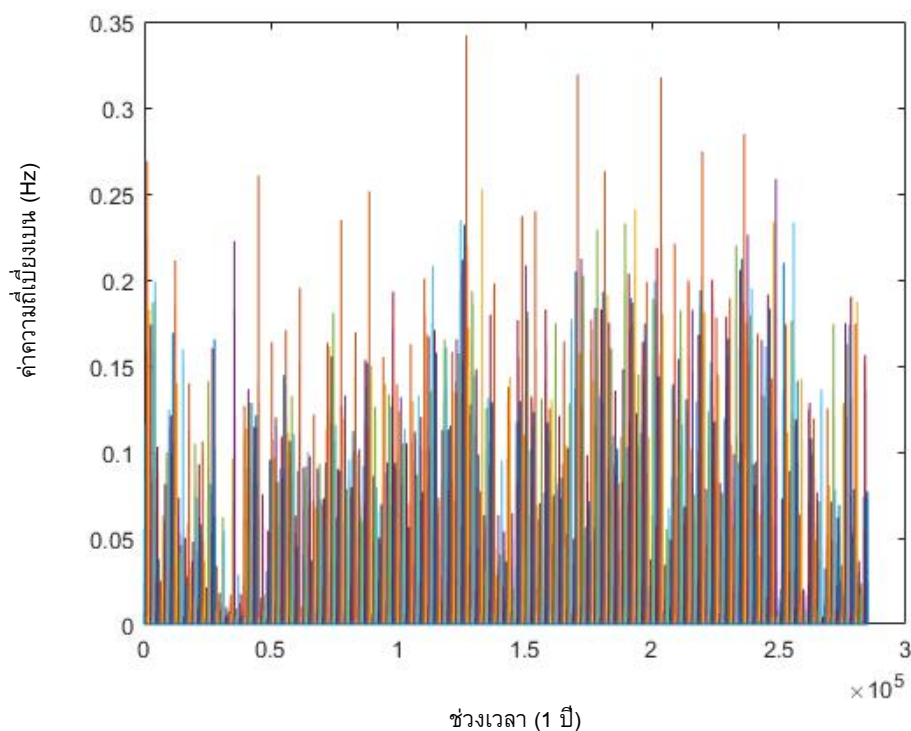
ค่าสูงสุด	0.56	ค่าต่ำสุด	0.01
ค่าเฉลี่ย	0.09	ค่าเบี่ยงเบน	0.14

รูปที่ 3 การเบี่ยงเบนกำลังการผลิตโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือปี 2559

จากรูปที่ 3 การวิเคราะห์การเบี่ยงเบนของกำลังการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของภาคตะวันออกในช่วงเวลา 1 นาทีโดยการพิจารณาความแตกต่างระหว่างกำลังการผลิตไฟฟ้าในช่วงเวลาปัจจุบันที่กำลังพิจารณาและกำลังการผลิตของช่วงเวลาถัดไป ส่วนเบี่ยงเบนกำลังไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออก (กำลังการผลิต 8 เมกกะวัตต์) ในปี พ. ศ. 2569 แสดงให้เห็นว่าค่าเบี่ยงเบนกำลังไฟฟ้าอยู่ระหว่าง 6:00 น. ถึง 18:00 น. ส่วนค่าเบี่ยงเบนสูงสุดเท่ากับ 0.56 ค่าต่ำสุดเท่ากับ 0 ค่าเบี่ยงเบนกำลังผลิตเฉลี่ยเท่ากับ 0.09 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.14

ผลการจำลองการเบี่ยงเบนความถี่และการตอบสนองความถี่

การวิเคราะห์การเบี่ยงเบนความถี่ของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ทุก ๆ 1 นาที ต่อความคลาดเคลื่อนทางความถี่ของระบบขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยสัดส่วนของกำลังการผลิตติดตั้งของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ การเบี่ยงเบนความสามารถของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และการตอบสนองต่อความถี่ของระบบ จากแบบจำลองการตอบสนองความถี่ของแบบจำลอง RIPT ตาม PDP 2015 การจำลองการเบี่ยงเบนความถี่ที่จำลองการเบี่ยงเบนความถี่ของโรงไฟฟ้า สามารถจำลองการเบี่ยงเบนความถี่ของแต่ละปีจะแสดงผลการจำลองแสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ตัวอย่างการเบี่ยงเบนความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังสำหรับภาคตะวันออกใน ปี 2564

จากผลการวิเคราะห์การเบี่ยงเบนความถี่ในช่วงต้น พบว่าค่าความถี่เบี่ยงเบนสูงสุดที่ 50 ± 0.2 เฮิร์ตซ์ จะเพิ่มขึ้นในทุกๆปีเมื่อมีโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้นในระบบ จะแสดงในตารางที่ 2 ทั้งนี้ปัจจัยที่มีผลกับการเบี่ยงเบนความถี่มีหลายประการ เช่น ลักษณะการใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในปีนั้น หรือสถานการณ์เดินเครื่องของโรงไฟฟ้าในระบบเป็นต้น ดังนั้นในการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเบี่ยงเบนความถี่ ระบบจึงควรได้รับการควบคุม ซึ่งอาจใช้การควบคุมความถี่อัตโนมัติช่วย เช่น ระบบควบคุมความถี่อัตโนมัติ (AGC) เพื่อให้ค่าความถี่เบี่ยงเบนสามารถกลับมาที่ค่า 50 เฮิร์ตซ์ได้ในเวลาเร็วที่สุด [4]

ตารางที่ 2 การวิเคราะห์ความถี่เบี่ยงเบนโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ปี พ.ศ.	ความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุด (MW)	ความเบี่ยงเบนความถี่		
		ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย
2564	5,910	0.34	0	0.0023
2569	6,738	0.35	0	0.0026
2574	7,506	0.38	0	0.0036
2579	8,203	0.40	0	0.0059

กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย

ในปี พ.ศ. 2564 มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 5,910 เมกะวัตต์ พบว่ากำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือคือประมาณ 430 เมกะวัตต์ โดยมีโอกาสพบค่าเบี่ยงเบนความถี่สูงสุด 0.34 เฮิร์ตซ์ ในปี พ.ศ. 2569 หรืออีก 10 ปีข้างหน้ามีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 6,738 เมกะวัตต์ กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมคือประมาณ 490 เมกะวัตต์ โดยมีโอกาสพบค่าเบี่ยงเบนความถี่สูงสุด 0.35 เฮิร์ตซ์ ส่วนในปี พ.ศ. 2574 มีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 7,506 เมกะวัตต์ พบว่ากำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์คือประมาณ 570 เมกะวัตต์ โดยมีโอกาสพบค่าเบี่ยงเบนความถี่สูงสุด 0.38 เฮิร์ตซ์ และ ในปี พ.ศ. 2579 หรืออีก 20 ปีข้างหน้ามีความต้องการไฟฟ้าสูงสุด 8,203 เมกะวัตต์ พบว่ากำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์คือประมาณ 630 เมกะวัตต์ โดยมีโอกาสพบค่าเบี่ยงเบนความถี่สูงสุด 0.40 เฮิร์ตซ์ ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ากำลังผลิตติดตั้งสูงสุดในแต่ละปีจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามสัดส่วนของกำลังผลิตไฟฟ้ารวมซึ่งเพิ่มตามความต้องการไฟฟ้าสูงสุดในแต่ละปีซึ่งใกล้เคียงกับแผนพัฒนาการผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 [5]

ตารางที่ 3 กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ในปี 2564 - 2579

ปี พ.ศ.	2564	2569	2574	2579
ความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (เมกะวัตต์)	5,910	6,738	7,506	8,203
กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (เมกะวัตต์)	430	490	570	630
ค่าเบี่ยงเบนความถี่สูงสุด (เฮิร์ตซ์)	0.34	0.35	0.38	0.40

สรุปผลการวิจัย

การผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ควรคำนึงถึงการเบี่ยงเบนความถี่ที่จะเกิดขึ้นกับระบบในกรณีที่เกินค่าควบคุมปกติที่ 50 ± 0.2 เฮิร์ตซ์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศ หากไม่ได้รับการควบคุมและป้องกันที่เหมาะสม โดยอาจใช้ระบบการควบคุมอัตโนมัติ (AGC) มาช่วยเพื่อให้การเบี่ยงเบนความถี่ลดลง ทำให้สามารถกลับมาที่ค่า 50 เฮิร์ตซ์ได้ในเวลาเร็วที่สุด ทั้งนี้ในการกำหนดปริมาณการผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทยในอนาคตอีก 20 ปีข้างหน้าตามแผน PDP2015 ยังควรคำนึงถึงความถี่เบี่ยงเบนสูงสุดที่จะเกิดขึ้น และจำนวนครั้งที่เกิดความถี่เบี่ยงเบนเกินค่าควบคุมปกติที่ 50 ± 0.2 เฮิร์ตซ์ ดังนั้นในการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเบี่ยงเบนความถี่ ระบบจึงควรได้รับการควบคุม ซึ่งอาจใช้การควบคุมความถี่อัตโนมัติช่วย เช่น ระบบควบคุมความถี่อัตโนมัติ (AGC) เพื่อให้ค่าความถี่เบี่ยงเบนสามารถกลับมาที่ค่า 50 เฮิร์ตซ์ได้ในเวลาเร็วที่สุด

ข้อเสนอแนะ

การเพิ่มสัดส่วนของโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เข้ามาในระบบไฟฟ้ากำลังทำให้ค่าความไม่แน่นอนในการผลิตกำลังไฟฟ้าให้สอดคล้องกับความต้องการไฟฟ้าในระบบเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจำเป็นต้องมีการเพิ่มกำลังผลิตสำรองในระบบให้มากขึ้นกว่าเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงเวลาที่มีโอกาสเกิดการเบี่ยงเบนกำลังผลิตสูง นอกจากนี้ในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำเช่น ในช่วงวันหยุดปีใหม่ และวันหยุดสงกรานต์ที่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบตั้งเดิมเชื่อมต่อกับระบบน้อยกว่าปกติ เป็นเหตุให้ระบบมีความอ่อนไหวต่อการตอบสนองความถี่มากเป็นพิเศษ อีกทั้งในอนาคตโรงไฟฟ้าประเภทที่มีกำลังผลิตไม่แน่นอนจะมีสัดส่วนสูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีความจำเป็นที่จะจัดสรรกำลังผลิตสำรองเพิ่มมากขึ้นเป็นพิเศษด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จได้ด้วยความร่วมมือจากหลายฝ่าย ขอขอบพระคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และสิ่งจำเป็นขอขอบพระคุณอาจารย์และบุคลากรที่ให้ความอนุเคราะห์ผู้วิจัยในการดำเนินงานวิจัยนี้สำเร็จด้วยดี

บรรณานุกรม

- [1] สำนักงานนโยบายและแผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558) แผนพัฒนากำลังผลิตไฟฟ้าของประเทศไทย พ.ศ. 2558 - 2579 . กรุงเทพฯ.
- [2] กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2558). แผนที่แสดงที่ตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์และโซลาร์รูฟในประเทศไทย. กรุงเทพฯ.
- [3] P Bhasaputra, C Sansilah and W Pattaraprakorn. (2015), Impact of Solar and Wind Power Development Plan in Thailand by Considering Frequency Response of Power System, IEEE Conference Publications, 24-27 June 2015, Hua Hin, Thailand.
- [4] วิภาวัลย์ นาคทรัพย์ และ อาทิตย์ โสตรโยม. การตอบสนองความถี่ของระบบไฟฟ้ากำลังของประเทศไทย. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม.
- [5] สถาบันวิจัยและให้คำปรึกษาแห่งมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. กำลังผลิตติดตั้งสูงสุดที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าพลังงานลมและโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ของประเทศไทย. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.