

บทที่ 7

สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

1. สรุปผลการศึกษา (Research Summary)

การบริหารจัดการสำหรับการใช้ห้องเรียนในสถาบันอุดมศึกษาถือได้ว่าเป็นอีกแนวทางที่ช่วยให้เกิดการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งในส่วนของการปรับอากาศและส่วนของการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ๆ แต่เนื่องจากในการจัดตารางการใช้ห้องเรียนของสถาบันอุดมศึกษามีขนาดและภาวะการปรับอากาศที่แตกต่างกันตามขนาดและทิศทางของอาคารเรียน อีกทั้งมีบางสถาบันอุดมศึกษามีข้อจำกัดเรื่องปริมาณของห้องเรียนที่ใช้รองรับการเรียนการสอนในปีการศึกษานั้น ๆ ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนแปลงช่วงเวลาเรียนบางรายวิชาเพื่อให้เกิดความเหมาะสมในการทำการเรียนการสอน ดังนั้นควรมีเครื่องมือช่วยเพื่อให้เกิดความถูกต้องและสอดคล้องกับตารางเรียนตารางสอน หากต้องการเปลี่ยนช่วงเวลาเรียนเวลาสอน เช่น ไม่เกิดการซ้อนทับของการเรียนการสอนของอาจารย์และนักศึกษา หรือเกิดการซ้อนทับของการใช้ห้องเรียน เป็นต้น ดังนั้นวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อพัฒนารูปแบบการจัดตารางการใช้ห้องเรียนสำหรับสถาบันอุดมศึกษาเพื่อให้ดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยต่อรายวิชาให้ต่ำที่สุดและสามารถนำไปใช้กับสถาบันการศึกษาที่มีรูปแบบที่ใกล้เคียงกันได้

เนื่องจากปัญหาลักษณะนี้เป็นปัญหาที่มีความซับซ้อน มีเงื่อนไขที่ต้องทำการพิจารณาจำนวนมาก ซึ่งกล่าวได้ว่าเป็นปัญหาแบบ NP-Complete ที่ไม่สามารถหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด (Optimal Solution) ได้ด้วยรูปแบบทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นแนวทางในการค้นหาคำตอบเพื่อพัฒนารูปแบบการจัดตารางการใช้ห้องเรียน งานวิจัยครั้งนี้ได้ทำการพัฒนาวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมขึ้นมาเป็น 2 ระยะ คือระยะที่ 1 จะเป็นการพัฒนาวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม เพื่อให้ได้ผลเฉลยเบื้องต้น (Initial Solution) ส่วนในระยะที่ 2 จะเป็นการใช้วิธีทาบูลัวร์ช (Tabu Search) เพื่อพัฒนาผลเฉลยเบื้องต้นโดยวิธีในการค้นหาผลเฉลยจะทำการสลับรายวิชาในการทำการเรียนการสอนและเพื่อให้เกิดความมั่นใจในประสิทธิภาพของอัลกอริทึมที่ได้พัฒนาขึ้นจึงได้นำเอาวิธีฮิวริสติกค่าขอบเขตล่างมาใช้ประเมินประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้งาน

จากการเปรียบเทียบค่าดัชนีการใช้พลังงานจากพลังงานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจริงโดยพิจารณาต่อภาคการศึกษาทั้งสิ้น 14 ภาคการศึกษา โดยไม่ได้เปลี่ยนแปลงเวลาทำการเรียนการสอน แต่ทำการเลือกห้องเรียนที่มีความเหมาะสมของภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยขอนแก่น พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการจัดตารางการใช้ห้องเรียนด้วยวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมมีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อรายวิชามีค่าเฉลี่ยลดลงเมื่อเทียบกับกรณีศึกษาเท่ากับ 13.97 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าลดลงสูงสุดเท่ากับ 19.73 เปอร์เซ็นต์ และหากพิจารณาปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อจำนวนนักศึกษาพบว่ามีค่าเฉลี่ยการใช้พลังงานลดลงเท่ากับ

17.24 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่าลดลงสูงสุดเท่ากับ 28.59 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นอัลกอริทึมที่มีประสิทธิภาพในการหาผลเฉลยที่มีความซับซ้อนมาก อย่างไรก็ตามเพื่อความมั่นใจก่อนนำไปใช้งาน จึงควรทำการประเมินประสิทธิภาพก่อน โดยศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัลกอริทึมที่สร้างขึ้น ผลการทดลองเปรียบเทียบการปรับปรุงผลเฉลยที่ได้จากวิธีทาบูลีร์ชกับวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม พบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการจัดสรรห้องเรียนโดยพิจารณาการใช้พลังงานต่อนักศึกษาจากวิธีทาบูลีร์ชมีความแตกต่างกับวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึม โดยมีค่าเฉลี่ยลดลงเท่ากับ 0.395 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าลดลงต่ำสุดเท่ากับ 0 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นการปรับปรุงผลเฉลยที่น้อยมาก ซึ่งอาจเกิดมาจากสาเหตุด้วยกัน 2 ประการ คือ ประการที่ 1 เกิดจากวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมสามารถหาผลเฉลยเริ่มต้นที่มีประสิทธิภาพสูงทำให้ในขั้นตอนของการพัฒนาผลเฉลยจึงสามารถทำการพัฒนาผลเฉลยเริ่มต้นได้เพียงเล็กน้อย และประการที่ 2 คือ การกำหนดเงื่อนไข วิธีการและพารามิเตอร์ที่ใช้ในการพัฒนาผลเฉลยของวิธีทาบูลีร์ชยังมีความไม่เหมาะสม ทำให้ประสิทธิภาพของวิธีทาบูลีร์ชมีการพัฒนาผลเฉลยที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควร โดยเงื่อนไขของวิธีทาบูลีร์ชยังมีข้อจำกัดซึ่งไม่ได้ทำการสลับวันที่ทำการเรียนการสอนรวมทั้งในการสลับเวลาทำการเรียนการสอนต้องพิจารณาหลายเงื่อนไข เช่น เงื่อนไขของอาจารย์ นักศึกษา และห้องเรียน เป็นต้น ซึ่งเงื่อนไขต่าง ๆ เหล่านี้อาจทำให้เกิดการสลับเวลาเรียนในรายวิชาที่ไม่มีความสอดคล้องกันได้ จากการวิเคราะห์ความแปรปรวนโดยวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยเปอร์เซ็นต์ของรายวิชาที่สามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนได้มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างหาผลเฉลยเริ่มต้นด้วยวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมและผลเฉลยที่ได้ทำการพัฒนาด้วยวิธีทาบูลีร์ชอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนของรายวิชาและเปอร์เซ็นต์ที่สามารถเปลี่ยนเวลาทำการเรียนการสอนมีจำนวนมากจะทำให้วิธี ทาบูลีร์ชมีประสิทธิภาพในการพัฒนาผลเฉลยที่ดีกว่า ซึ่งแนวทางในการแก้ไขปัญหาคือ การทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ของวิธีทาบูลีร์ช เช่น จำนวนรายวิชา ทาบูลิสต์ไซด์ เนเบอะฮูตไซด์ เป็นต้น

ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพของวิธีทาบูลีร์ชที่ทำการประเมินด้วยวิธีฮิวริสติกค่าขอบเขตล่าง ผลการทดลองเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่าง พบว่าค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากการจัดสรรห้องเรียนโดยพิจารณาการใช้พลังงานต่อนักศึกษาที่ได้จากวิธีทาบูลีร์ชมีความแตกต่างกับวิธีฮิวริสติกค่าขอบเขตล่าง โดยมีค่าความแตกต่างเฉลี่ย 3.747 เปอร์เซ็นต์ มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 2.114 เปอร์เซ็นต์และสูงสุดเท่ากับ 6.859 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าเป็นค่าที่ค่อนข้างน้อย ทำให้กล่าวได้ว่าฮิวริสติก อัลกอริทึมมีประสิทธิภาพในการค้นหาผลเฉลย และจากการวิเคราะห์ความแปรปรวนซึ่งเป็นวิธีการวิเคราะห์ทางสถิติ แสดงให้เห็นว่าปัจจัยจำนวนรายวิชาที่ต้องการจัดสรรห้องเรียน ปัจจัยเปอร์เซ็นต์ของรายวิชาที่สามารถทำการเปลี่ยนแปลงเวลาทำการเรียนการสอนได้และปัจจัยร่วมระหว่างทั้ง 2 ปัจจัยนี้มีผลกระทบต่อค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าระหว่างหาผลเฉลยด้วยวิธีทาบูลีร์ชและผลเฉลยที่

ได้ทำจากวิธีฮิวริสติกค่าขอบเขตล่าง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยจำนวนของรายวิชาที่ต้องการจัดสรรห้องเรียนที่มีจำนวนน้อยจะทำให้ได้ผลเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกับฮิวริสติกค่าขอบเขตล่างมากขึ้น ซึ่งกล่าวได้ว่าประสิทธิภาพของวิธีทาบูลีเซชันสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากรายวิชาที่มีทางเลือกในการจัดสรรห้องเรียนที่มากขึ้นและเมื่อมีรายวิชาที่สามารถเปลี่ยนแปลงเวลาทำการเรียนการสอนได้จำนวนมากก็จะทำให้ประสิทธิภาพของวิธีทาบูลีเซชันสูงขึ้นเช่นกัน ดังนั้นจากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีฮิวริสติก อัลกอริทึมกับกรณีศึกษา และการเปรียบเทียบประสิทธิภาพวิธีทาบูลีเซชันกับวิธีฮิวริสติกค่าขอบเขตล่าง พบว่ามีประสิทธิภาพที่ดีมาก สามารถนำไปใช้งานได้จริงกับสถาบันอุดมศึกษาเนื่องจากในอัลกอริทึมได้มีเงื่อนไขสอดคล้องตรงตามความต้องการของสถาบันอุดมศึกษาจริง

ในงานวิจัยครั้งนี้ได้สร้างอัลกอริทึมที่ครอบคลุมกับลักษณะของปัญหาซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้และสามารถนำไปใช้ได้กับสถาบันอุดมศึกษาทุกสถาบัน โดยอัลกอริทึมสามารถทำการเลือกค่าพารามิเตอร์โซนภูมิอากาศในแต่ละภูมิภาคเพื่อให้เกิดภาระของระบบปรับอากาศที่ถูกต้องตามเขตพื้นที่ อีกทั้งผลลัพธ์ที่ได้จากงานวิจัยคือค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อรายวิชา ซึ่งผลที่ได้ดังกล่าวอาจนำมาใช้ประเมินความน่าจะเป็นในการเปิดรายวิชาสำหรับการลงทะเบียนในภาคการศึกษาต่อไป รวมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับหน่วยงานของรัฐหรือเอกชนที่มีลักษณะการจัดสรรการใช้ห้องที่ใกล้เคียงกับปัญหานี้ เช่น การใช้ห้องประชุมในการจัดสัมมนาอบรมของโรงแรมหรือสถานที่จัดประชุมต่าง ๆ เป็นต้น

2. ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต (Recommendation)

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาปัญหาการจัดตารางการใช้ห้องเรียน

2.1 การศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาผลเฉลี่ยที่ดีขึ้นด้วยวิธีเมตาฮิวริสติกวิธีทาบูลีเซชัน โดยลดข้อจำกัดให้สามารถทำการสลับวันในการทำการเรียนการสอนอาจทำให้มีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น

2.2 การศึกษาและประยุกต์ใช้วิธีการค้นหาผลเฉลี่ยที่ดีขึ้นด้วยวิธีอื่น ๆ เพิ่มเติมจากวิธีทาบูลีเซชัน ซึ่งอาจทำให้ผลเฉลี่ยของอัลกอริทึมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.3 ควรทำการจัดสรรห้องเรียนให้กับทุกอาคารเรียนสำหรับสถาบันอุดมศึกษานั้น ๆ ซึ่งต้องทำการประสานข้อมูลกับสำนักทะเบียนเพื่อให้เกิดความสอดคล้องสำหรับห้องเรียนที่ควรใช้และช่วงเวลาเรียนเวลาสอนที่ได้ทำการเปลี่ยนแปลง

2.4 ควรทำการเสนอผู้บริหารถึงค่าดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้ามาตรฐานโดยทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมของปีการศึกษาที่ผ่านมาเพื่อทำการพิจารณาถึงความเหมาะสมในการเปิดรายวิชาให้ลงทะเบียนโดยพิจารณาดัชนีการใช้พลังงานไฟฟ้าในปีการศึกษาที่ทำการจัดสรรห้องเรียนโดยดัชนีที่เกิดขึ้นไม่ควรเกินค่าดัชนีมาตรฐานที่ได้ทำการคำนวณไว้