แนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้า Block คู่

Optimal Operating Guidelines for Dual Power Plants

สรญา หม่องพราหมณ์[1], พัฒน์ พัฒนรังสรรค์[2]

Soraya Mongpram [1] , Pat Pattanarangsun[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้า Block คู่ ของบริษัท ABC จำกัด ซึ่งพิจารณาภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการผลิตของเครื่องจักร กำลังการผลิตในการจำหน่ายให้ลูกค้าอุตสาหกรรม รวมถึงข้อจำกัดการเดินเครื่องตามสัญญาการซื้อขายไฟฟ้าของลูกค้าหลักอย่างการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เชิงเส้น (Non-Linear Programming Model) เพื่อคำนวณหารูปแบบการเดินเครื่องที่ทำให้เกิดต้นทุนต่ำสุด อันประกอบไปด้วยต้นทุนการผลิต ต้นทุนการซ่อมบำรุง และต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร ซึ่งแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็น 3 ฤดู ได้แก่ ฤดูฝน ฤดูร้อน และฤดูหนาวผลการศึกษาพบว่า แนวทางการเดินที่เหมาะสมของบริษัท ABC จำกัด ที่ทำให้ต้นทุนต่ำสุด มีรูปแบบเหมือนกันทั้ง 3 ฤดู กล่าวคือ โรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเพียงอย่างเดียว โดยในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง กำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิ 90 เมกะวัตต์ ในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ กำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิ 59 เมกะวัตต์ สำหรับในส่วนของโรงไฟฟ้า ABC2 นั้นจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1 และ Feeder2 นอกจากนี้โรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม โดยในช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าสูง กำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิ 130 เมกะวัตต์ และไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง สำหรับในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำ กำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิ 99 เมะวัตต์ และไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง ซึ่งจะทำให้ต้นทุนรวมที่ต่ำที่สุดของบริษัท ABC จำกัด เท่ากับ 3,121,748,480.42 บาทต่อปี แบ่งเป็นต้นทุนการ

[1] นักศึกษาหลักสูตรเศรษฐศาสตรมหาบัณฑิต, คณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, E-mail: Soraya.mon@live.ku.th

[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร., อาจารย์ประจำภาคประจำภาควิชาเศรษฐศาสตร์ประยุกต์, คณะเศรษฐศาสตร์ ศรีราชา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลิต 3,112,793,480.42 บาทต่อปี ต้นทุนการซ่อมบำรุง 3,000,000.00 บาทต่อปี และต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร 5,955,000.00 บาทต่อปี

คำสำคัญ: โรงไฟฟ้า Block คู่, แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ไม่ใช้เชิงเส้น

Abstract

The purpose of this research is to study the optimal operation pattern for dual power of ABC Company under the constraints regarding the machine capacity and the ability to supply electricity to industrial customers including the operating restrictions under the power purchase agreement of the main customer that is the Electricity Generating Authority of Thailand. The study applied Non-Linear Programming Model to minimize total costs which consisted of production cost, maintenance cost and opportunity cost. The analysis was separated into 3 cases depend on three periods: rainy season, summer and winter. The results of the study found the optimal operating patterns for all cases are indifferent which can be shown as follows: 1) ABC1 power plant only supplies to the Electricity Generating Authority of Thailand with net power equaled to 90 and 59 MW during peak and off-peak periods respectively. 2) ABC2 power plant supplies electricity to the Electricity Generating Authority of Thailand, industrial customer Feeder1 and Feeder2. In addition, the ABC2 power plant supplies 20 tons of steam per hour to industrial customers with net electricity power equaled to 130 and 99 MW during peak and off-peak periods respectively.

According to the operating pattern proposed from this study, the lowest cost of ABC Company was 3,121,748,480.42 baht per year that can separated into production costs. 3,112,793,480.42 baht per year, maintenance costs 3,000,000.00 baht per year and machine start-up cost 5,955,000.00 baht per year.

Keywords: Dual Power Plant, Non-Linear Programming Model

ความสำคัญและที่มาของปัญหาวิจัย

ในทุกภาคอุตสาหกรรมเป้าหมายหนึ่งที่คำนึงถึงก็คือ กำไรที่สูงที่สุด ซึ่งแนวทางการเพิ่มกำไรมีหลากหลายวิธีหนึ่งในนั้นคือ การทำให้ต้นทุนของบริษัทต่ำที่สุด เช่นเดียวกับธุรกิจพลังงานอย่างอุตสาหกรรมผลิตไฟฟ้าก็เช่นเดียวกัน ในขณะที่บริษัท ABC จำกัดประกอบธุรกิจผลิตกระแสไฟฟ้า และจำหน่ายไอน้ำ ที่ประกอบด้วยโรงไฟฟ้า 2 โรงในพื้นที่เดียวกัน หรือที่เรียกกันว่า โรงไฟฟ้า Block คู่ ซึ่งใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในการผลิต เมื่อแบ่งตามประเภทผู้ผลิตไฟฟ้า จัดว่าเป็นผู้ผลิตไฟฟ้าเอกชนขนาดเล็ก โดยมีสัญญาการซื้อขายไฟฟ้ากับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตน้อยกว่าหรือเท่ากับ 90 เมกะวัตต์ นอกจากนี้ยังสามารถจำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรมโดยตรงได้ โดยมีลูกค้าไฟฟ้า Feeder1 ความต้องการไฟฟ้า 25 เมกะวัตต์ และลูกค้าไฟฟ้า Feeder2 ความต้องการไฟฟ้า 15 เมกะวัตต์ และลูกค้าไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง โดยโรงไฟฟ้าทั้ง 2 โรงไฟฟ้า มีลักษณะเป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม มีเครื่องจักรหลักคือ กังหันก๊าซ 2 เครื่องต่อ 1 โรงไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไอน้ำจากความร้อนทิ้ง 2 เครื่องต่อ 1 โรงไฟฟ้า และกังหันไอน้ำ 1 เครื่องต่อ 1 โรงไฟฟ้า และแต่ละเครื่องจักรหลักแต่ละเครื่องนั้นมีสมรรถนะที่แตกต่างกัน ทำให้การใช้เชื้อเพลิงการผลิตต่างกัน ซึ่งในปัจจุบันนั้นการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัดยังไม่ทราบถึงแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนของบริษัทต่ำที่สุด การสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษาแนวทางการเดินเครื่องที่ทำให้โรงไฟฟ้า Block คู่ ของบริษัท ABC จำกัดภายใต้ข้อจำกัดนั้น จะทำให้บริษัทจะสามารถมีต้นทุนต่ำที่สุดได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัด

เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยในอดีตนั้นสามารถสรุปประเด็นได้เป็นในการศึกษาได้เป็น 2 ประเด็น ดังนี้

1. การใช้รูปแบบทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษา

โปรแกรมเชิงเส้นเป็นเครื่องมือในการศึกษาหาค่าความเหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ได้ในหลากหลายอุตสาหกรรม โดยส่วนใหญ่ใช้โปรแกรมเชิงเส้นเป็นเครื่องมือในการศึกษา โดยมีความแตกต่างกันในการเลือกใช้โปรแกรมในการแก้ปัญหาของแบบจำลอง ภายในสมการเป้าหมาย และสมการข้อจำกัดที่เป็นสมการเส้นตรง แต่เนื่องด้วยจากสมการเป้าหมาย และสมการข้อจำกัดที่มีลักษณะไม่เป็นสมการเส้นตรงเช่นเดียวกับการออกแบบแผนอัคคีภัยโดยแบบจำลองหาความเหมาะสม: กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมปลายเพอร์รี่ (ทวีภัทร บูรณธิติ และ Nate J. VanWey, 2550) แบบโปรแกรมไม่เป็นเชิงเส้นจึงมีความเหมาะสมสำหรับการใช้งานมากกว่าโปรแกรมเชิงเส้น สำหรับโปรแกรมที่ใช้ในการศึกษาพบว่ามีการใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ อาทิการศึกษาการประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นสำหรับการวางแผนจัดการวัตถุดิบสำหรับธุรกิจเฟอร์นิเจอร์ขนาดย่อม (ขวัญวรา หอมทรัพย์, 2560) การประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นในการวางแผนการผลิตที่เหมาะสม (Osama Yaseen M. Al-Rawi and and Taniya Mukherjee, 2019) และการศึกษาการจัดการโซ่อุปทานมะพร้าวน้ำหอมโดยประยุกต์ใช้โปรแกรมเชิงเส้นตรงแบบจำนวนเต็มผสม (สุวิทย์ สงเคราะห์ และคณะ, 2560) ซึ่งข้อดีของโปรแกรม Microsoft Excel คือการใช้งานที่ไม่ซับซ้อน อีกทั้งยังมีความนิยมในการใช้งานกันอย่างแพร่หลายอีกด้วย

2. การศึกษาแนวทางการเดินเครื่องหรือการปรับปรุงประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้า

สำหรับอุตสาหกรรมโรงไฟฟ้าปัจจุบันมีการศึกษางานวิจัยที่แตกต่างกัน อาทิการวิเคราะห์สมรรถนะของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำภายใต้เงื่อนไขการเดินเครื่องภายใต้สภาวะ Part Load (A. Sinan Karakurt and Umit Gunes, 2015) พบว่าในช่วง Part Load กังหันไอน้ำนั้น โรงไฟฟ้าจะมีประสิทธิภาพลดลง และการศึกษารูปแบบการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าแฝด เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า (ธนากร พิมพ์สิน, 2560) โดยการทดลองการเดินเครื่องในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้ได้ Heat Rate ต่ำที่สุด

สำหรับงานวิจัยการศึกษาแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้า บริษัท ABC จำกัด จะทำการหารูปแบบการเดินเครื่องโดยคำนึงถึงเงื่อนไขและปัจจัยต่างๆ เพื่อหาค่าความเหมาะสมที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำสุด โดยเลือกใช้โปรแกรมไม่ใช่เชิงเส้น เป็นเครื่องมือในการศึกษา ซึ่งใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการแก้ปัญหาแบบจำลอง

วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เพื่อให้ได้แบบจำลองแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าทั้ง 2 โรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัดนั้น ต้องทำการออกแบบและสร้างโมเดลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนของบริษัท ทำการแบ่งวิธีการวิจัยออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลที่เกี่ยวกับการคำนวณต้นทุนของบริษัท

เพื่อให้เกิดความรู้และความเข้าใจในเรื่องกระบวนการผลิต และข้อจำกัดของรูปแบบการเดินเครื่องโรงไฟฟ้า เพื่อคำนวณต้นทุนของบริษัท ซึ่งแบ่งข้อมูลที่ทำการศึกษาออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการผลิต

จากการศึกษาพบว่า บริษัท ABC จำกัด เป็นโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมประเภท Cogeneration มีเครื่องจักรหลักคือ กังหันก๊าซ 2 เครื่องต่อ 1 โรงไฟฟ้า เครื่องกำเนิดไอน้ำจากความร้อนทิ้ง 2 เครื่องต่อ 1 โรงไฟฟ้า และกังหันไอน้ำ 1 เครื่องต่อ 1 โรงไฟฟ้า มีการผลิตพลังงาน 2 รูปแบบด้วยกัน ได้แก่พลังงานไฟฟ้า และพลังงานไอน้ำ โดยทั้งสองโรงไฟฟ้ามีลูกค้าไฟฟ้าหลักคือการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งแบ่งช่วงเวลาที่มีความต้องการไฟฟ้าแตกต่างกันเป็น 2 ช่วงเวลา ซึ่งในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูงจำหน่ายไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า 90 เมกะวัตต์ สำหรับช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำจำหน่ายไฟฟ้าที่กำลังไฟฟ้า 59 เมกะวัตต์ และนอกจากนี้ยังมีลูกค้าอุตสาหกรรม ได้แก่ลูกค้าไฟฟ้า Feeder1 กำลังไฟฟ้า 25 เมกะวัตต์ และลูกค้าไฟฟ้า Feeder2 กำลังไฟฟ้า 15 เมกะวัตต์ ในส่วนของลูกค้าไอน้ำมีความต้องการไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง โดยโรงไฟฟ้าสามารถบริหารจัดการการผลิตภายใต้เงื่อนไขข้อจำกัดในการเดินเครื่องของแต่ละโรงไฟฟ้า โดยลูกค้าอุตสาหกรรม 1 ราย จะสามารถรับไฟฟ้าและไอน้ำจาก 1 โรงไฟฟ้าเท่านั้น โดยช่วงเวลาความต้องการไฟฟ้าสูงมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดู

2. ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณต้นทุนของบริษัท

จากการรวบรวมข้อมูลการเดินเครื่องและการผลิตของบริษัท โดยทำการพิจารณาในส่วนของต้นทุนผันแปร เนื่องจากบริษัทฯ ต้องการทำการเปรียบเทียบการต้นทุนจากแบบจำลองกับต้นทุนในปีก่อนหน้า ในการศึกษาครั้งนี้จึงไม่ได้พิจารณาในส่วนของต้นทุนคงที่ พบว่าสามารถแบ่งต้นทุนออกเป็น 3 ส่วน คือ ต้นทุนการผลิต ต้นทุนการซ่อมบำรุง และต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร

2.1 ต้นทุนการผลิต เป็นต้นทุนในการผลิตไฟฟ้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการใช้เชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า สามารถคำนวณได้จากอัตราการใช้เชื้อเพลิงต่อหนึ่งหน่วยไฟฟ้าที่ผลิตไฟฟ้า เรียกอีกอย่างว่า Heat Rate สำหรับ Heat Rate ของโรงไฟฟ้าทั้ง 2 โรงไฟฟ้าขึ้นอยู่กับกำลังการผลิตและรูปแบบการเดินเครื่อง ซึ่งเครื่องจักรแต่ละเครื่องของโรงไฟฟ้า จะมีประสิทธิภาพของเครื่องจักรที่แตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกรูปแบบการเดินเครื่องที่แตกต่างกัน ก็จะทำให้ต้นทุนการผลิตแตกต่างกันอีกด้วย

2.2 ต้นทุนการซ่อมบำรุง เกิดจากเครื่องจักรที่มีการเดินเครื่องและหยุดเดินเครื่องบ่อยครั้ง ซึ่งทำให้อุปกรณ์ของเครื่องจักรเกิดความเสียหาย ซึ่งเป็นต้นทุนการซ่อมบำรุงที่อยู่นอกเหนือจากต้นทุนทางที่บริษัทได้มีการวางแผนในการซ่อมบำรุงประจำปี แต่หากโรงไฟฟ้ามีการเดินเครื่องเครื่องจักรทุกเครื่องตลอดทั้งปีต้นทุนในส่วนนี้ก็จะไม่เกิดขึ้น

2.3 ต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร โดยจากการศึกษาพบว่าเมื่อเครื่องจักรมีการหยุดเดินเครื่อง และต้องกลับมาเดินเครื่องจะมีค่าใช้จ่ายของเชื้อเพลิงที่ใช้ในการสตาร์ทอัพเครื่องจักรกังหันก๊าซซึ่งมีปริมาณการใช้เชื้อเพลิงที่สูงกว่าในช่วงการเดินเครื่องปกติ หากเครื่องจักรหลักของโรงไฟฟ้ามีการเดินเครื่องตลอดเวลาต้นทุนส่วนนี้ก็จะไม่เกิดขึ้นนั่นเอง

3. ข้อจำกัดเกี่ยวกับการเดินเครื่อง

สำหรับการค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด เป็นกระบวนการค้นหาค่าที่ดีที่สุดของตัวแปร ภายใต้เงื่อนไขหรือข้อจำกัดต่างๆ โดยตัวแปรตัดสินใจต้องสอดคล้องกับเงื่อนไขทั้งหมด ในการหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดโดยทั่วไปมีองค์ประกอบคือ ตัวแปรตัดสินใจ (Decision Variable) เป็นตัวแปรที่ผู้ตัดสินใจเลือกได้ว่าจะมีค่าเท่าใด ค่าของตัวแปรเหล่านี้เป็นตัวกำหนดต่อไป ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function) เป็นตัวแปรที่ต้องการให้ได้ค่าที่ดีที่สุดซึ่งในเรื่องของต้นทุนของบริษัทนั้น ต้องการให้มีค่าต่ำที่สุด และข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints) เป็นเงื่อนไขข้อบังคับที่ต้องทำตามทั้งเรื่องข้อจำกัดของการผลิต การเงิน หรือเงื่อนไขด้านอื่นๆ ซึ่งค่าตัวแปรตัดสินใจต้องอยู่ภายใต้ข้อจำกัดหรือเงื่อนไขทั้งหมดเท่านั้นจึงจะเป็นตัวแปรตัดสินใจได้

ส่วนที่ 2 การสร้างแบบจำลองการคำนวณต้นทุนของบริษัท

โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. **การสร้างแบบจำลองบน Spreadsheet**

สำหรับสเปรดซีตนั้นใช้ในการจัดข้อมูลต่างๆเพื่อให้เข้าใจง่าย โดยทำการสร้างแบบจำลองขึ้นโดยการตารางออกแบบ 4 ส่วน ได้แก่

1.1 ตารางการคำนวณต้นทุนการผลิต (Production Cost)

เนื่องจากอุปกรณ์หลักอย่างกังหันก๊าซแต่ละเครื่องมีประสิทธิภาพในการผลิตที่แตกต่างกัน อีกทั้งประสิทธิภาพการผลิตในแต่ละกำลังการผลิตก็แตกต่างกัน ได้แก่อัตราส่วนการใช้เชื้อเพลิงต่อหน่วยการผลิต (Heat Rate) กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้า ABC1 (Load ABC1) กำลังการผลิตของโรงไฟฟ้า ABC2 (Load ABC2) และต้นทุนการผลิต (Production Cost)

1.2 ตารางการคำนวณต้นทุนการบำรุงรักษา (Maintenance Cost)

Maintenance Cost คือ ต้นทุนการบำรุงรักษา

1.3 ตารางการคำนวณต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร (Machine Start-up Cost)

Machine Start-up Cost คือ ต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักรจะเกิดขึ้นเมื่อเครื่องจักรต้องทำการสตาร์ทอัพเครื่องจักรหลังจากการหยุดเดินเครื่องในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ

1.4 ตารางการสรุปรูปแบบการเดินเครื่อง (Operation Pattern)

ลูกค้า Feeder1 คือ แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าใดจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้า

ลูกค้า Feeder2 คือ แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าใดจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้า

ลูกค้าไอน้ำ คือ แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้าใดจำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้า

โรงไฟฟ้า ABC1 คือ แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้า ABC1 เดินเครื่องรูปแบบใด

โรงไฟฟ้า ABC2 คือ แสดงให้เห็นว่าโรงไฟฟ้า ABC2 เดินเครื่องรูปแบบใด

2. **การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์**

สำหรับการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นั้นจะถูกจัดทำขึ้นภายใต้พื้นฐานของการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด ในการวิจัยครั้งนี้เป็นการหาค่าต่ำที่สุดของต้นทุน (Minimum Cost) โดยอยู่ภายใต้ข้อจำกัดของเครื่องจักร และปริมาณความต้องการไฟฟ้าและไอน้ำของลูกค้า

3. การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์โดย Excel Solver

ในการหาผลลัพธ์สำหรับ Microsoft Excel โดยใช้เครื่องมือเสริม (Add-in) จาก Spreadsheet เรียกว่า Excel Solver ในการคำนวณหาผลลัพธ์ของแบจำลอง

สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยพบว่าแบบจำลองโปรแกรมไม่ใช่เชิงเส้น เพื่อศึกษาแนวทางการเดินเครื่องของบริษัท ABC จำกัด มีแบบจำลองฟังก์ชั่นวัตถุประสงค์ และข้อจำกัดหรือเงื่อนไขดังนี้

ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ (Objective Function)

$$TC = PC_1+MC_{11}+MC_{12}+SC_{11}+SC_{12}+PC_2+MC_{21}+MC_{22}+SC_{21}+SC_{22} \quad (1)$$

โดย TC แทน ต้นทุนของบริษัท ABC จำกัด

PC_1 แทน ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้า ABC1

PC_2 แทน ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้า ABC2

MC_{ij} แทน ต้นทุนการบำรุงรักษาของกังหังก๊าซ

SC_{ij} แทน ต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร

โดยที่ i คือ ชื่อโรงไฟฟ้า (1,2)

j คือ หมายเลขของกังหันก๊าซ (1,2)

ข้อจำกัดหรือเงื่อนไข (Constraints)

$$Y_3+Y_6=1 \quad (2)$$

การจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1 นั้นต้องถูกผลิตโดยโรงไฟฟ้าเพียง 1 โรงไฟฟ้าเท่านั้น

$$Y_4+Y_7=1 \quad (3)$$

การจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2 นั้นต้องถูกผลิตโดยโรงไฟฟ้าเพียง 1 โรงไฟฟ้าเท่านั้น

$Y_5+Y_8=1$ (4)

การจำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรมนั้นต้องถูกผลิตโดยโรงไฟฟ้าเพียง 1 โรงไฟฟ้าเท่านั้น

$25Y_3+15Y_4+5Y_5+59Y_9 \leq 135$ (5)

กำลังการผลิตรวมของโรงไฟฟ้า ABC1 ต้องไม่เกิน 135 เมกะวัตต์

$25Y_6+15Y_7+5Y_8+59Y_{10} \leq 135$ (6)

กำลังการผลิตรวมของโรงไฟฟ้า ABC2 ต้องไม่เกิน 135 เมกะวัตต์

$25Y_3+15Y_4+5Y_5+25Y_6+15Y_7+5Y_8=45$ (7)

โรงไฟฟ้า ABC1 และ ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำให้ลูกค้าอุตสาหกรรม รวมปริมาณ 45 เมกะวัตต์

$Y_3+Y_4+Y_5+Y_6+Y_7+Y_8=3$ (8)

โรงไฟฟ้า ABC1 และ ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำให้ลูกค้าอุตสาหกรรม รวม 3 ราย

$25(Y_{11}+Y_{12})=25Y_3$ (9)

ถ้าโรงไฟฟ้า ABC1 มีกำลังการผลิตมากกว่า 65 เมกะวัตต์ กรณีจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1 ต้องเดินเครื่องเดินเครื่องกังหันก๊าซ 2 เครื่อง เครื่องผลิตไอน้ำแบบนำความร้อนกลับมาใช้ 2 เครื่อง และกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง

$15(Y_{11}+Y_{12})=15Y_4$ (10)

ถ้าโรงไฟฟ้า ABC1 มีกำลังการผลิตมากกว่า 65 เมกะวัตต์ กรณีจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2 ต้องเดินเครื่องเดินเครื่องกังหันก๊าซ 2 เครื่อง เครื่องผลิตไอน้ำแบบนำความร้อนกลับมาใช้ 2 เครื่อง และกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง

$25(Y_{21}+Y_{22})=25Y_6$ (11)

ถ้าโรงไฟฟ้า ABC2 มีกำลังการผลิตมากกว่า 65 เมกะวัตต์ กรณีจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1 ต้องเดินเครื่องเดินเครื่องกังหันก๊าซ 2 เครื่อง เครื่องผลิตไอน้ำแบบนำความร้อนกลับมาใช้ 2 เครื่อง และกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง

$15(Y_{21}+Y_{22})=15Y_7$ (12)

ถ้าโรงไฟฟ้า ABC2 มีกำลังการผลิตมากกว่า 65 เมกะวัตต์ กรณีจำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2 ต้องเดินเครื่องเดินเครื่องกังหันก๊าซ 2 เครื่อง เครื่องผลิตไอน้ำแบบนำความร้อนกลับมาใช้ 2 เครื่อง และกังหันไอน้ำ 1 เครื่อง

โดย ตัวแปร Y_{11}, Y_{12}, Y_{21}, Y_{22}, Y_3, Y_4, Y_5, Y_6, Y_7, Y_8, Y_9 และ Y_{10} ถูกกำหนดเป็นตัวแปรหุ่น (Dummy Variable) ที่มีค่าเป็น 1 และ 0 โดยมีรายละเอียดดังนี้

Y_{11} คือ โรงไฟฟ้า ABC1 เดินเครื่องกังหันก๊าซ GT11

= 1 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT11 ทำการเดินเครื่อง

= 0 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT12 ไม่ได้ทำการเดินเครื่อง

Y_{12} คือ โรงไฟฟ้า ABC1 เดินเครื่องกังหันก๊าซ GT11

= 1 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT11 ทำการเดินเครื่อง

= 0 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT12 ไม่ได้ทำการเดินเครื่อง

Y_{21} คือ โรงไฟฟ้า ABC2 เดินเครื่องกังหันก๊าซ GT21

= 1 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT11 ทำการเดินเครื่อง

= 0 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT12 ไม่ได้ทำการเดินเครื่อง

Y_{22} คือ โรงไฟฟ้า ABC2 เดินเครื่องกังหันก๊าซ GT21

= 1 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT11 ทำการเดินเครื่อง

= 0 กรณีเครื่องกังหันก๊าซ GT12 ไม่ได้ทำการเดินเครื่อง

Y_3 คือ โรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 ไม่ได้จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

Y_4 คือ โรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 ไม่ได้จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2

Y_5 คือ โรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 ไม่ได้จำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม

Y_6 คือ โรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 ไม่ได้จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

Y_7 คือ โรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder2

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 ไม่ได้จำหน่ายไฟฟ้าให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1

Y_8 คือ โรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายจำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 ไม่ได้จำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม

Y_9 คือ โรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC1 ไม่ได้จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

Y_{10} คือ โรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

= 1 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

= 0 กรณีโรงไฟฟ้า ABC2 ไม่ได้จำหน่ายไฟฟ้าให้การไฟฟ้าฝ่ายผลิต

จากการแบบจำลองคำนวณต้นทุนของบริษัท ABC จำกัด โดยใช้โปรแกรมคณิตศาสตร์ผ่านการใช้ Excel Solver โดยแบ่งออกเป็น 4 ส่วน

ส่วนที่ 1 การคำนวณต้นทุนการผลิต (Production Cost)

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะสามารถแบ่งการผลิตออกเป็น 3 ช่วงเวลาใน 1 ปี โดยแบ่งตามฤดูกาล คือฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว โดยต้นทุนการผลิตในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำ โรงไฟฟ้า ABC1 ทั้ง 3 ฤดู มี Heat Rate เท่ากับ 7560.03 BTU/kWh โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 59 MW และโรงไฟฟ้า ABC2 ทั้ง 3 ฤดู มี Heat Rate เท่ากับ 7655.29 BTU/kWh โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 99 MW และผลิตไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง ทำให้ในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ บริษัท ABC จำกัด มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1,355,232,117.92 บาท สำหรับในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง โรงไฟฟ้า ABC1 ทั้ง 3 ฤดู มี Heat Rate เท่ากับ 7878.65 BTU/kWh โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 90 MW และโรงไฟฟ้า ABC2 ทั้ง 3 ฤดู มี Heat Rate เท่ากับ 7562.29 BTU/kWh โดยกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 130 MW และผลิตไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง ทำให้ในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ บริษัท ABC จำกัด มีต้นทุนการผลิตเท่ากับ 1,777,561,562.51 บาท

ส่วนที่ 2 การคำนวณต้นทุนการบำรุงรักษา (Maintenance Cost)

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะสามารถแบ่งการผลิตออกเป็น 3 ช่วงเวลาใน 1 ปี โดยแบ่งตามฤดูกาล คือฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว เช่นเดียวกับต้นทุนการผลิต โดยโรงไฟฟ้า ABC1 จะมีต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องจักรในฤดูหนาวเท่ากับ 1,000,000.00 บาท สำหรับฤดูฝนเท่ากับ 750,000.00 บาท และฤดูร้อนเท่ากับ 1,250,000.00 บาท ซึ่งในส่วนของโรงไฟฟ้า ABC2 นั่นไม่เกิดต้นทุนการบำรุงรักษาเครื่องจากที่อยู่นอกเนื่องจากการวางแผน ทำให้ต้นทุนการบำรุงรักษารวมเท่ากับ 3,000,000.00 บาท

ส่วนที่ 3 การคำนวณต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักร (Machine Start-up Cost)

จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จะสามารถแบ่งการผลิตออกเป็น 3 ช่วงเวลาใน 1 ปี โดยแบ่งตามฤดูกาล คือฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว เช่นเดียวกับต้นทุนการผลิต และต้นทุนการบำรุงรักษา โดย

ในส่วนของต้นทุนการสตาร์ทอัพเครื่องจักรที่เกิดขึ้นในส่วนของโรงไฟฟ้า ABC1 เท่านั้น โดยที่ฤดูหนาวต้นทุนค่าเสียโอกาสมีค่าเท่ากับ 1,800,000.00 บาท ฤดูร้อนเท่ากับ 1,380,000.00 บาท และฤดูฝนเท่ากับ 2,775,000.00 บาท ทำให้ต้นทุนค่าเสียโอกาสของบริษัท ABC จำกัดเท่ากับ 5,955,000.00 บาท

ส่วนที่ 4 สรุปรูปแบบการเดินเครื่อง (Operation pattern)

จากแบบจำลองที่ทำให้ต้นทุนรวมต่ำที่สุด พบว่าโรงไฟฟ้าทั้ง 2 โรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัด มีรูปแบบการเดินเครื่องโรงไฟฟ้าในช่วงที่มีความต้องการไฟฟ้าต่ำดังนี้ คือโรงไฟฟ้า ABC1 เดินเครื่องกังหันก๊าซเพียง 1 เครื่องคือ GT11 และเดินเครื่องกังหันไอน้ำ ในส่วนโรงไฟฟ้า ABC2 เดินเครื่องกังหันก๊าซและกังหันไอน้ำทุกเครื่อง คือกังหันก๊าซ GT21 GT22 และกังหันไอน้ำ และในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง โรงไฟฟ้าทั้ง 2 โรงไฟฟ้า ทำการเดินเครื่องจักรหลักทุกเครื่อง และสำหรับในส่วนของการจำหน่ายไฟฟ้าและไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสากรรม ทั้งลูกค้าไฟฟ้า Feeder1 และ Feeder2 รวมถึงลูกค้าไอน้ำ จำหน่ายโดยโรงไฟฟ้า ABC2 ทั้งในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ และในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง

อภิปรายผล

งานศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมของโรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัด โดยใช้แบบจำลองโปรแกรมไม่ใช่เชิงเส้น จากผลลัพธ์ของแบบจำลองทำให้ทราบถึงแนวทางการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัด ซึ่งทำให้ได้ต้นทุนของบริษัทต่ำที่สุด รูปแบบการเดินเครื่องที่เหมาะสมคือ โรงไฟฟ้า ABC1 มีรูปแบบการเดินเครื่องเช่นเดียวกันทั้ง 3 ฤดู ทำการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตเพียงรายเดียว โดยในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ เดินเครื่องกังหันก๊าซ GT11 เครื่องกำเนิดไอน้ำจากความร้อนทิ้ง HRSG11 และกังหันไอน้ำ ST11 มีกำลังการผลิตสุทธิเท่ากับ 59 เมกะวัตต์ ในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง ทำการเดินเครื่องจักรทุกเครื่อง มีกำลังการผลิตสุทธิเท่ากับ 90 เมกะวัตต์ สำหรับโรงไฟฟ้า ABC2 มีรูปแบบการเดินเครื่องเช่นเดียวกันทั้ง 3 ฤดู ทำการจำหน่ายไฟฟ้าให้กับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตและลูกค้าอุตสาหกรรม Feeder1 และ Feeder2 รวมถึงจำหน่ายไอน้ำให้กับลูกค้าอุตสาหกรรม โดยโรงไฟฟ้า ABC2 เดินเครื่องจักรทุกเครื่องตลอดทั้งปี โดยในช่วงความต้องการไฟฟ้าต่ำ มีกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 99 เมกะวัตต์ และผลิตไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง สำหรับในช่วงความต้องการไฟฟ้าสูง มีกำลังการผลิตไฟฟ้าสุทธิเท่ากับ 130 เมกะวัตต์ และผลิตไอน้ำ 20 ตันต่อชั่วโมง โดยต้นทุนของบริษัท ABC จำกัด มีค่าเท่ากับ 3,121,748,480.42 บาทต่อปี ซึ่งสามารถทำให้บริษัทมีต้นทุนลดลงได้ 89,219,866.83 บาทต่อปี คิดเป็น 2.78% ในส่วนของรูปแบบการเดินเครื่องของ

โรงไฟฟ้าของบริษัท ABC จำกัดที่ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์จากการศึกษาครั้งนี้นั้นสอดคล้องการงานวิจัยของธนากร พิมพ์สิน (2560) ซึ่งเป็นการศึกษารูปแบบการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าแฝด เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า ซึ่งพบว่าการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า Block คู่นั้น การเดินเครื่องจักรทุกเครื่องของโรงไฟฟ้า 1 โรง และให้อีก 1 โรงไฟฟ้า ทำการเดินเครื่องกังหันก๊าซ 1 เครื่อง เครื่องกำเนิดไอน้ำจากความร้อนทิ้ง 1 เครื่อง และกังหันไอน้ำ 1 เครื่องนั้น จะทำให้โรงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูง สอดคล้องกับงานวิจัยนี้เนื่องจากโรงไฟฟ้ามีประสิทธิภาพสูง ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตต่ำด้วย นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับงานวิจัยเกี่ยวการวิเคราะห์สมรรถนะของโรงไฟฟ้ากังหันไอน้ำในช่วงกำลังการผลิตต่ำของ A. Sinan Karakurt และ Umit Gunes (2015) พบว่าเมื่อกังหันไอน้ำเดินเครื่องที่กำลังการผลิตต่ำ ส่งผลให้ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าต่ำ ซึ่งส่งผลให้โรงไฟฟ้ามีต้นทุนการผลิตที่สูง ดังนั้นรูปแบบการเดินเครื่องที่ได้จากแบบจำลองในงานวิจัยครั้งนี้ พบว่าทั้งกังหันก๊าซและกังหันไอน้ำจะทำการเดินเครื่องที่กำลังการผลิตสูงเพื่อให้โรงไฟฟ้าทั้ง 2 โรงมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ

ข้อเสนอแนะ

สำหรับการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้า พบว่าหากโรงไฟฟ้าเดินเครื่องที่กำลังการผลิตที่สูงนั้น ทำให้ประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าสูง ซึ่งจะส่งให้ต้นทุนการผลิตของโรงไฟฟ้าต่ำ และหากกรณีเป็นโรงไฟฟ้า Block คู่ นอกจากประสิทธิภาพของโรงไฟฟ้าแล้วต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของเครื่องจักรแต่ละเครื่องด้วย การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ในการแก้ปัญหาในการศึกษาแนวทางการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าในงานวิจัยนี้ ในอนาคตหากความต้องการไฟฟ้าของลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลง หรือข้อจำกัดในการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลง สามารถนำแบบจำลองนี้ไปพัฒนาเพื่อใช้งานต่อไปในอนาคตได้ นอกจากนี้โรงไฟฟ้าอื่นยังสามารถนำแบบจำลองนี้ไปใช้ในการศึกษาแนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมได้ หรือยังสามารถนำแบบจำลองไปประยุกต์กับอุตสาหกรรมอื่นๆได้

เอกสารอ้างอิง

A. Sinan Karakurt, Umit Gunes. (2015). Performance analysis of a steam turbine power plant at part load condition **Journal of Thermal Engineering** 3 (2). pp 1121-1128.

Osama Yaseen M. Al-Rawi and Taniya Mukherjee. (2019). Application of Linear Programming in Optimizing Labour Scheduling. **Journal of Mathematical Finance**. Volume. 9. pp. 272-285

ขวัญวรา หอมทรัพย์. (2560). การประยุกต์ใช้ Linear Programming สำหรับการวางแผนจัดการวัตถุดิบสำหรับธุรกิจเฟอร์นิเจอร์ขนาดย่อม. การศึกษาค้นคว้าอิสระบริหารธุรกิจมหาบัณฑิต คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

ทวีภัทร บูรณธิติ และ Nate J. VanWey. (2550, กรกฎาคม – ธันวาคม). การออกแบบแผนอัคคีภัยโดยแบบจำลองหาความเหมาะสม: กรณีศึกษาโรงเรียนมัธยมปลาเพอร์รี่ **วารสารมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.** 11(21)

ธนากร พิมพ์สิน. (2560). การศึกษารูปแบบการเดินเครื่องของโรงไฟฟ้าแฝด เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพโรงไฟฟ้า วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงานและสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สุวิทย์ สงเคราะห์ และคณะ. (2560) การเพิ่มประสิทธิภาพในการตัดแกนกระดาษด้วยโปรแกรมเชิงเส้นตรง กรณีศึกษา: บริษัท บาร์โค้ด ทีทีอาร์ จำกัด. **วิศวกรรมสารเกษมบัณฑิต** 7 (2): 45-59.

UTCC

Proceedings

การประชุมวิชาการ
และนำเสนอผลงานทางวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 5
The 5th UTCC National Conference

วันอังคารที่ 8 มิถุนายน 2564

การประชุมออนไลน์ผ่านโปรแกรม Cisco Webex

www.utcc.ac.th

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	I
สารบัญ	II
รายนามคณะกรรมการจัดงานประชุมวิชาการ	XXIV
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาบทความ	XXV
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิวิพากษ์บทความ	XXXII
กำหนดการประชุมวิชาการ	XXXIII
บทความที่นำเสนอ	

สาขาบริหารธุรกิจ

- แนวทางการรักษาประสิทธิภาพการผลิตของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนใน สปป.ลาว 1

  กมลชนก ศรีสำราญ และผุสดี พลสารัมย์

- แนวทางการสร้างการรับรู้และความสนใจเว็บไซต์อสังหาริมทรัพย์ผ่านการตลาดดิจิทัลของ Real Estate Plus Co.,Ltd 18

  อภิญญา กุลชนะชนก

- การศึกษาสาเหตุที่ทำให้ลูกค้าปฏิเสธการใช้วงเงินสินเชื่อธุรกิจ SMEs ที่ได้รับการอนุมัติแล้วของธนาคารออมสิน ฝ่ายบริหารศูนย์ธุรกิจลูกค้า SMEs ส่งผลกระทบต่อรายได้ค่าธรรมเนียมการให้บริการสินเชื่อที่ลดลงของธนาคารออมสิน 33

  กฤตาภรณ์ ไพพฤกษ์ และนงนภัส แก้วพลอย

- การศึกษาการผิดนัดชำระหนี้ของลูกหนี้สินเชื่อกลุ่มธุรกิจ SMEs ธนาคารออมสินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น 50

  พรชญา เอี่ยมประภัสสร และวรรณรพี บานชื่นวิจิตร

- ความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างการถือหุ้นของผู้ถือหุ้นรายย่อย กับกำไรและมูลค่าของกิจการในทางบัญชี ของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย 1136

  โศจิรัตน์ คีรีนารถ และวศินี ธรรมศิริ

- การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความหลากหลายของอายุของคณะกรรมการกับผลการดำเนินงานของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย กลุ่ม SET100 1153

  ชนิสรา ปรานต์ปรมัตถ์ และสุกัญญา รักพานิชมณี

- การเปรียบเทียบแบบจำลองการพยากรณ์ ARIMA, GARCH, Exponential Moving Average และ Exponential trend สำหรับดัชนีราคาตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยและดัชนีอุตสาหกรรมของบริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์ 1170

  สรวิชญ์ อุดมกุลวณิชย์ และณัฐวุฒิ คูวัฒนเธียรชัย

สาขาเศรษฐศาสตร์ และสาขาโลจิสติกส์

- การศึกษาแนวทางพัฒนาความร่วมมือนิคมอุตสาหกรรมยางพาราไทย-มาเลเซีย 1185

  อัทธ์ พิศาลวานิช

- ผลกระทบต่อการลงทุนโดยตรงจากต่างประเทศ ในอุตสาหกรรมเป้าหมายใหม่ ด้วยวิธีพาเนล 1200

  ฐิติรัตน์ เตารัตน์ และศิริขวัญ เจริญวิริยะกุล

- แนวทางการเดินเครื่องที่เหมาะสมสำหรับโรงไฟฟ้า Block คู่ 1212

  สรญา หม่องพราหมณ์ และพัฒน์ พัฒนรังสรรค์

- การศึกษาพฤติกรรมและค่านิยมในการเลือกซื้อสินค้าเกี่ยวกับความเชื่อและพิธีกรรมทางศาสนาของผู้บริโภค ณ ช่วงปี พ.ศ.2564 1227

  ณัฐธยาน์ ตั้งจิตวิชานนะ และภูมิฐาน รังคกูลนุวัฒน์

- การศึกษาแผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน พ.ศ ๒๕๖๑ และปัจจัยทางเศรษฐกิจที่มีอิทธิพลต่อดัชนีราคาหมวดพลังงานและสาธารณูปโภคในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย 1242

  กมลชนก ศรีลา และเอกภัทร มานิตขจรกิจ