รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ในอาคารสูง

ENGINEERING AND ECONOMIC EVALUATION OF VRF AIR CONDITIONING SYSTEM IN HIGH-RISE BUILDING

ปฏิพล สินธุเดชะ

PATIPON SINTUDECHA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ในอาคารสูง

ENGINEERING AND ECONOMIC EVALUATION OF VRF AIR CONDITIONING SYSTEM IN HIGH-RISE BUILDING

ปฏิพล สินธุเดชะ

PATIPON SINTUDECHA

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ENGINEERING AND ECONOMIC EVALUATION OF VRF AIR CONDITIONING SYSTEM IN HIGH-RISE BUILDING

PATIPON SINTUDECHA

A PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT
FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
PRINCE OF CHUMPHON
2021

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2022

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHONE CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อสหกิจศึกษา	การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ในอาคารสูง
PROJECT TITLE	ENGINEERING AND ECONOMIC EVALUATION OF VRF AIR CONDITIONING SYSTEM IN HIGH-RISE BUILDING
ชื่อนักศึกษา	นายปฏิพล สินธุเดชะ **รหัสนักศึกษา** 61512052
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ชมพูนุช กูลเกตุวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสธานนท์
วิศวกรที่ปรึกษา	คุณศานติ เดชะพรหมพันธุ์

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์			**ลายมือชื่อ**
ผศ.วรรษชล	วัฒนะ	ประธานกรรมการ	
ผศ.ดร.ดิษฐพร	ตุงโสธานนท์	อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	
ผศ.ดร.ชมพูนุช	กูลเกตุวงศ์	อาจารย์ที่ปรึกษา	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 7 เมษายน พ.ศ. 2565 เวลา 13.00-14.00 น.
สถานที่สอบ ณ ห้องประชุมแบบออนไลน์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปราโมทย์ กุศล)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
วันที่ 30 มิถุนายน พ.ศ. 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์
ประจำปีการศึกษา 2564

โครงการ การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับ
โครงการ อากาศแบบรวมศูนย์ในอาคารสูง
ผู้จัดทำ นายปฏิพล สินธุเดชะ **รหัสนักศึกษา** 61512052
ปฏิบัติงาน บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน)
ที่อยู่ 40-46 ถนนแจ้งวัฒนะ ซอยอินทนิล 1 ตำบลบางตลาด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี 11120
วิศวกรที่ปรึกษา คุณศานติ เดชะพรหมพันธุ์

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ.ดร.ชมพูนุช กูลเกตุวงศ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

ข้าพเจ้า นายปฏิพล สินธุเดชะ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 9 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ถึงวันที่ 7 ธันวาคม พ.ศ. 2564 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงานในฝ่ายบริหารอาคาร แผนกวิศวกรรมอาคาร ณ บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) และได้รับมอบหมายจากวิศวกรที่ปรึกษาสหกิจศึกษาให้ศึกษาและจัดทำโครงงานเรื่องการประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ในอาคารสูง

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้เสร็จสิ้นลงแล้ว จึงใคร่ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ดังกล่าว จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ
นายปฏิพล สินธุเดชะ
นักศึกษาสหกิจศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญานิพนธ์	การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ในอาคารสูง
ชื่อนักศึกษา	นายปฏิพล สินธุเดชะ **รหัสประจำตัว** 61512052
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ชมพูนุช กูลเกตุวงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผศ.ดร.ดิษฐพร ตุงโสธานนท์
วิศวกรที่ปรึกษา	คุณศานติ เดชะพรหมพันธุ์

บทคัดย่อ

ระบบปรับอากาศเป็นระบบที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าระบบอื่นๆ ในอาคารสูง การเลือกติดตั้งระบบปรับอากาศให้คุ้มค่ากับอาคารจึงสำคัญอย่างยิ่ง ดังนั้นโครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ในการเลือกติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคารสูง โดยการรวบรวมข้อมูลของระบบปรับอากาศ อาทิเช่น ประสิทธิภาพ พฤติกรรมการใช้งาน กระแสเงินสดต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ อัตราผลตอบแทนภายในอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและผลกำไรที่จะได้รับต่อปีของโครงการ พบว่า การใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารเป็นเวลา 8 h/d ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีผลกำไรของโครงการคือ 9,007,032.34 บาท ในขณะที่ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำไม่มีผลกำไรและขาดทุนอยู่ที่ 40,038,990.27 บาท ด้วยเหตุนี้จึงได้ว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์คุ้มค่าและเหมาะสมที่สุดในการติดตั้งในอาคารสูง

คำสำคัญ: ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์, ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็น, ผลกำไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Engineering and Economic Evaluation of VRF Air conditioning System In High-Rise Building
Student	Mr.Patipon Sintudecha **Student ID** 61512052
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Mechanical Engineering
Project Advisor	Asst.Prof.Dr. Chompoonud Kulketwong
Project Co-advisor	Asst.Prof.Dr. Dithaporn Thungsotanon
Project Engineer	Mr.Santi Dechapromphan

ABSTRACT

The air conditioning system is the system that uses more electrical power than others in the high-rise building. The proper choice of the worthy air conditioning system installation is very important. Therefore, this project aimed to evaluate the engineering and economic issues for installing the air conditions in the high-rise building. The air conditioning system data such as efficiency, usage behavior, and cash flow were estimated and then the net present value, internal rate of return, benefit cost ratio and return on investment were analyzed. The results found that the turning on the air conditioning for 8 h/d, the profit of the variable refrigerant flow system was 9,007,032.34 Baht, whereas the water cooled chiller system lost 40,038,990.27 Baht. So, the variable refrigerant flow system was worthy and appropriate for installing in the high-rise building.

Keywords: Variable refrigerant flow system, Water cooled chiller system, Profit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จได้นั้นผู้จัดทำขอขอบพระคุณ บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) เป็นอย่างสูงที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้มาสหกิจศึกษาเพื่อเรียนรู้การทำงาน

ขอขอบพระคุณอาจารย์ชมพูนุช กูลเกตุวงศ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษา และอาจารย์ดิษฐพร ตุงโสธานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการสหกิจศึกษาร่วม ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ แนวคิด ความรู้ต่าง ๆ และความช่วยเหลือเสมอมาจนโครงการสหกิจศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณผู้เป็นวิศวกรที่ปรึกษา คุณศานติ เดชะพรหมพันธุ์ ผู้จัดการบริหารอาคาร และเจ้าหน้าที่ทุกคนในแผนกวิศวกรรมอาคารที่ให้ความเอาใจใส่ดูแลแนะนำความรู้ และให้ความช่วยเหลือเสมอมาตลอดที่ทำการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ขอขอบคุณพี่พนักงานทุกคนที่ให้การต้อนรับเป็นอย่างดีซึ่งให้ความรู้คำแนะนำการทำงานภายในอาคาร ทำให้ได้รับประสบการณ์และความรู้อันมีค่าอย่างยิ่ง

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้มีพระคุณและเป็นที่เคารพรัก ที่ค่อยให้การสนับสนุนและกำลังใจแก่ผู้จัดทำเสมอ พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ ที่นี้

ปฏิพล สินธุเดชะ

พฤษภาคม 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 แผนผังการดำเนินงาน	2
1.7 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์	4
2.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ	4
2.3 อัตราคิดลด	5
2.4 อัตราผลตอบแทนภายใน	5
2.5 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน	6
2.6 ผลตอบแทนจากการลงทุน	6
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินงาน	10
3.1 วัสดุและอุปกรณ์	10
3.2 วิธีดำเนินการ	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์ผล	
4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์	14
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็น	15
4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทนภายใน	17
4.4 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและผลตอบแทน	22
4.5 ผลการวิเคราะห์การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	23
4.6 ผลการวิเคราะห์การประเมินความคุ้มค่าและความเหมาะสมเชิงวิศวกรรม	23
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	27
5.1 สรุปผลการทดลอง	27
5.2 ปัญหาที่พบ	28
5.3 ข้อเสนอแนะ	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	31
ประวัติผู้จัดทำ	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1.1	แผนดำเนินงานการประเมินความคุ้มค่าของระบบปรับอากาศ	3
4.1	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดเข้าสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	14
4.2	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดออกสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	15
4.3	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดเข้าสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	15
4.4	ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดออกสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	16
4.5	ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อปี และกระแสเงินสดเข้าทั้งหมดตลอดอายุโครงการ 15 ปี สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	19
4.6	ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อปี และกระแสเงินสดเข้าทั้งหมดตลอดอายุโครงการ 25ปี สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน	21
4.7	ผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์	23
4.8	ผลการวิเคราะห์ราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของระบบปรับอากาศทั้งสามชนิด	23
4.9	ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการตามระยะเวลาการใช้งานที่แตกต่างกัน	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1.1	แผนผังการดำเนินงานการประเมินความคุ้มค่าของระบบปรับอากาศในอาคารสูง	2
3.1	ตัวอย่างโปรแกรม ก	10
3.2	ตัวอย่างโปรแกรม ข	11
3.3	ตัวอย่างโปรแกรม ค	11
4.1	มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ออัตราคิดลดอื่นๆ ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์	18
4.2	มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ออัตราคิดลดอื่นๆ ของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ	20
ก.1	ค้นหาสมการ NPV	33
ก.2	ตัวอย่างการใส่ข้อมูลลงในสมการ NPV	33
ก.3	ตัวอย่างการวิเคราะห์ NPV	34
ก.4	ค้นหาสมการ IRR	34
ก.5	ตัวอย่างการใส่ข้อมูลลงในสมการ IRR	35
ก.6	ตัวอย่างการวิเคราะห์ IRR	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

บริษัท ซีพี ออลล์ จำกัด (มหาชน) [1] เป็นบริษัทในเครือเจริญโภคภัณฑ์ประกอบธุรกิจหลัก คือ ธุรกิจค้าปลีกประเภทร้านค้าสะดวกซื้อ ภายใต้เครื่องหมายการค้า “7-Eleven” ในประเทศไทย นอกจากนี้ยังประกอบธุรกิจต่าง ๆ ที่เป็นการสนับสนุนธุรกิจหลัก เช่น ธุรกิจให้บริการด้านระบบสารสนเทศ (บริษัท โกซอฟท์ (ประเทศไทย) จำกัด) ธุรกิจจำหน่ายสินค้าผ่านแคตตาล็อกและธุรกิจอีคอมเมิร์ซ (บริษัท ทเวนตี้โฟร์ ช้อปปิ้ง จำกัด) และธุรกิจอื่นๆ ในเครือ จากการประกอบธุรกิจหลากหลายจึงมีอาคารสำนักงานและอาคารบริหารหลายแห่ง จึงจำเป็นต้องมีฝ่ายบริหารอาคาร และทีมวิศวกรสำนักงานคอยดูแลอาคารสูงเหล่านั้น เพื่อให้อาคารเป็นไปตามมาตรฐานอาคารเขียว [2] เนื่องจากความต้องการของผู้บริหารหลังได้รับใบเสนอราคาระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ [3] รุ่นใหม่สำหรับอาคารสูง จึงต้องการการยืนยันว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์คุ้มค่าที่สุดสำหรับอาคารนี้หรือไม่ จากการจัดการพลังงาน [4-6] ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์รุ่นใหม่ที่ปรับมา ก่อนที่จะลงทุนเปลี่ยนระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์รุ่นใหม่ ทั้งนี้ด้วยอาคารที่อยู่ในความดูแลใกล้เคียงมีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ [7] ซึ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่น่าพึงพอใจ จึงเกิดข้อกังขาในการลงทุนติดตั้งระบบปรับอากาศรุ่นใหม่ ด้วยเหตุนี้ถ้าประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ [8] วิเคราะห์ผลออกมาแล้วจะเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจในการลงทุน หรือไม่ลงทุนติดตั้งระบบปรับอากาศรุ่นใหม่ของผู้บริหาร

การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรม และทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์นี้ จะทำให้เห็นถึงมูลค่าของผลตอบแทนในอนาคตที่ใกล้เคียงมากที่สุดซึ่งเป็นตัวชี้วัดในการเลือกติดตั้งและใช้งานระบบปรับอากาศ [9] และการจำลองระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำให้ติดตั้งในอาคารสูงเพื่อเป็นโครงการเปรียบเทียบ เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในอาคารขนาดใหญ่ และมีประสิทธิภาพของระบบประอากาศในเกณฑ์ที่ประหยัดพลังงาน [10] ทั้งนี้ในการนำระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมาเป็นตัวกลางในการเปรียบเทียบ เนื่องจากระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีการใช้งานที่แพร่หลายในอาคารขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ และประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ในเกณฑ์ที่ประหยัดพลังงานน้อยที่สุด [11] เมื่อเทียบกับ ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์และระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ

ดังนั้น โครงงานนี้จึงได้ทำการประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เพื่อเป็นส่วนช่วยในการตัดสินใจติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์รุ่นใหม่ให้กับผู้บริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรม และเศรษฐศาสตร์ในการเลือกติดตั้งระบบปรับอากาศภายในอาคารสูง

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

1.3.1 พฤติกรรมการใช้งานเครื่องปรับอากาศ ขนาดของอาคาร และลักษณะของอาคารส่งผลกับการใช้พลังงาน และความเหมาะสมในการเลือกใช้ชนิดของเครื่องปรับอากาศ

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1. การประหยัดพลังงานไฟฟ้าในระบบปรับอากาศของอาคารสูง จะเลือกใช้ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ ใช้สารทำความเย็น R410A

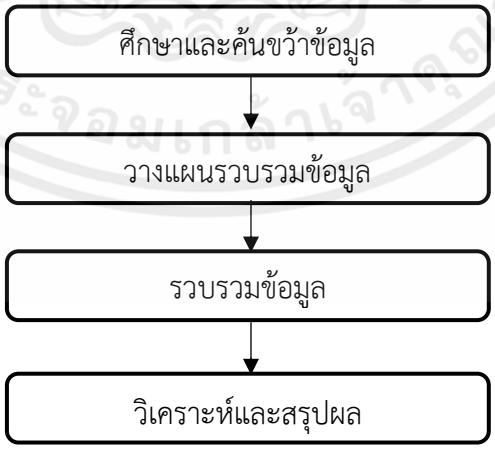
1.4.2. รวบรวมข้อมูลชั่วโมงการใช้ห้องเรียนและรายละเอียดของเครื่องปรับอากาศที่ใช้โดยใช้ข้อมูลในปี 2561-2562

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากโครงงาน

1.5.1 สามารถเลือกใช้ระบบปรับอากาศให้เหมาะสมและคุ้มค่าในการใช้งานมากที่สุดสำหรับอาคารสูง

1.5.2 ทราบถึงปัจจัยที่เป็นส่วนสำคัญในการเลือกใช้ระบบปรับอากาศในอาคาร

1.6 แผนผังการดำเนินงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังการดำเนินงานการประเมินความคุ้มค่าของระบบปรับอากาศในอาคารสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนดำเนินการประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและทางเศรษฐศาสตร์

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน								
	2564					2565			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ค้นคว้าและหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง	⟷								
2. วางแผนการดำเนินงาน		⟷							
3. รวบรวมข้อมูล			⟷						
4. วิเคราะห์ข้อมูล				⟷					
5. ประเมินและสรุปผลการทดลอง					⟷				
7. ทำเล่มปริญญานิพนธ์						⟷	⟷	⟷	⟷

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงข้อมูลเบื้องต้นของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ทฤษฎีที่ใช้ในการประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมและทางเศรษฐศาสตร์ เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (Variable Refrigerant Flow, VRF หรือ Variable Refrigerant Volume, VRV) เป็นระบบปรับอากาศที่คอนเดนซิ่ง ยูนิต (Condensing Unit) หนึ่งชุด สามารถเชื่อมต่อกับแฟนคอยล์ยูนิต (Fan Coil Unit) ได้หลายเครื่อง และระบายความร้อนด้วยน้ำหรืออากาศ หรือทั้งน้ำและอากาศ และมีระบบปรับอุณหภูมิและอัตราการไหลของสารทำความเย็นตามสภาวะของอากาศ [12]

2.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิ

มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Net Present Value, NPV) คือผลต่างระหว่างมูลค่าของผลตอบแทนตลอดอายุโครงการที่มีการปรับค่าให้เป็นมูลค่าปัจจุบันแล้วกับมูลค่าของต้นทุน เพื่อให้ผลตอบแทนในอนาคตที่ค่าเงินมีการเปลี่ยนแปลงตามอัตราเงินเฟ้อรวมถึงต้นทุนค่าเสียโอกาส เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ โดยการกำหนดอัตราคิดลดที่จะเลือกใช้ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ลงทุน ดังสมการที่ (2.1) [13]

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{Est}{(1+i)^t} - I_0 \qquad (2.1)$$

เมื่อ

n = ระยะเวลาของโครงการ (Year)

Est = กระแสเงินสดเข้า ณ ปีที่ t (Baht)

I_0 = กระแสเงินสดออก (Baht)

i = อัตราคิดลด (%)

NPV = มูลค่าปัจจุบันสุทธิ (Baht)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะแสดงให้เห็นว่าโครงการที่กำลังพิจารณา มีผลกำไรเท่าไรเมื่อปรับมูลค่าเงินเป็นปัจจุบันตามอัตราคิดลดที่เลือกใช้ตลอดจนจบระยะเวลาของโครงการ แต่การใช้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเพียงอย่างเดียวยังมีข้อจำกัดในการประเมิน เช่น ในกรณีที่โครงการมีขนาดแตกต่างกันแต่ให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิเป็นบวกเท่ากัน ควรนำเครื่องมืออื่นๆ มาประกอบการประเมิน เช่น อัตราผลตอบแทนภายใน, อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และผลตอบแทนจากการลงทุน

2.3 อัตราคิดลด

อัตราคิดลด (Discount Rate) จะมีค่าเดียวกันตลอดอายุโครงการ ขึ้นอยู่กับอัตราเงินเฟ้อและต้นทุนค่าเสียโอกาส นอกจากนี้อัตราคิดลด ยังบ่งบอกถึงความคาดหวังของผู้ลงทุนที่จะได้ผลกำไรจากการลงทุนนั้นๆ [14]

2.3.1 อัตราเงินเฟ้อ (Inflation) อัตราเงินเฟ้อตามกรอบเป้าหมายของธนาคารแห่งประเทศไทยอยู่ที่ 1-3% ซึ่งปัจจุบัน อัตราเงินเฟ้อทั่วไปในเดือน ม.ค. 2565 อยู่ที่ 3.23% [15] ซึ่งเงินเฟ้อ คือภาวะเศรษฐกิจที่ค่าเงินมีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่อง ทำให้การจะซื้อของชิ้นเดิมนั้นต้องใช้เงินมากกว่าเดิม

2.3.2 ต้นทุนค่าเสียโอกาส (Opportunity Cost) คือมูลค่าการเสียโอกาสกับอีกโครงการที่ไม่ได้เลือก และการเสียโอกาสรูปแบบต่างๆ [16]

2.4 อัตราผลตอบแทนภายใน

อัตราผลตอบแทนภายใน (Internal Rate of Return, IRR) คือค่าอัตราคิดลด ที่มีผลทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับ 0 หรือมีความหมายคือ ผลตอบแทนสูงสุดที่จะได้รับต่อปีสำหรับการลงทุนในโครงการนั้นๆ และแสดงให้เห็นถึงเปอร์เซ็นต์สูงสุดของอัตราคิดลดที่ผู้ลงทุนจะสามารถใช้ในการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการได้ ดังสมการที่ (2.2) [17]

$$0 = \sum_{t=1}^{n} \frac{Est}{(1+IRR)^t} - I_0 \qquad (2.2)$$

เมื่อ

n = ระยะเวลาของโครงการ (Year)

Est = กระแสเงินสดเข้า ณ ปีที่ t (Baht)

I_0 = กระแสเงินสดออก (Baht)

IRR = อัตราผลตอบแทนภายใน (%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณอัตราผลตอบแทนภายในคือการหาอัตราคิดลดที่ทำให้มูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับ 0 ถ้าอัตราผลตอบแทนภายในมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับอัตราคิดลดที่ผู้ลงทุนเลือกใช้ โครงการดังกล่าวเป็นโครงการที่น่าลงทุน โดยทั่วไปแล้ว อัตราผลตอบแทนภายในและมูลค่าปัจจุบันสุทธิ จะให้ผลการประเมิน โครงการไปในทิศทางเดียวกัน

2.5 อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (Benefit Cost Ratio, B/C Ratio) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันสุทธิของกระแสเงินสดที่ได้รับตลอดอายุโครงการกับกระแสเงินสดออกหรือเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ เป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงอัตราส่วนของมูลค่าเงินปัจจุบันของผลประโยชน์กับมูลค่าปัจจุบันของเงินลงทุนโครงการ โดยค่า B/C มากกว่า 1 หมายถึงโครงการจะให้ผลตอบแทนคุ้มค่าที่จะลงทุน การคำนวณหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ดังสมการที่ (2.3) [18]

$$B/C_{ratio} = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Est}{(1+i)^t}}{\sum_{t=1}^{n} \frac{I_t}{(1+i)^t}} \qquad (2.3)$$

เมื่อ

Est = กระแสเงินสดเข้า ณ ปีที่ t (Baht)

I_t = กระแสเงินสดออก ณ ปีที่ t (Baht)

n = ระยะเวลาของโครงการ (Year)

i = อัตราคิดลด (%)

$B/C\ Ratio$ = อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

2.6 ผลตอบแทนจากการลงทุน

ผลตอบแทนจากการลงทุน (Return on Investment, ROI) คือ อัตราส่วนระหว่างมูลค่าปัจจุบันสุทธิของผลตอบแทนที่ได้รับตลอดอายุโครงการกับกระแสเงินสดออกหรือเงินลงทุนเริ่มแรกของโครงการ เป็นเครื่องมือทางเศรษฐศาสตร์ที่แสดงให้เห็นถึงผลตอบแทนจากการลงทุน การคำนวณหาผลตอบแทนจากการลงทุน ดังสมการที่ (2.4) [19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$ROI = \frac{\sum_{t=1}^{n} \frac{Est}{(1+i)^t} - I_0}{I_0} \quad (2.4)$$

เมื่อ

n = ระยะเวลาของโครงการ (Year)

Est = กระแสเงินสดเข้า ณ ปีที่ t (Baht)

I_0 = กระแสเงินสดออก (Baht)

i = อัตราคิดลด (%)

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Freitas and Zhang [2] ได้กล่าวว่าในประเทศสวีเดนมีมาตรฐานอาคารสีเขียวที่ใช้กัน ได้แก่ LEED, BREEAM SE, GreenBuilding และ Miljöbyggnad ในการศึกษานี้จะวิเคราะห์ภายใต้แง่มุมของกระบวนการรับรอง นักลงทุน ค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ รวมไปถึงความคุ้มค่าในการก่อสร้างอาคารให้เป็นไปตามมาตรฐานอาคารเขียว ได้ว่า การก่อสร้างอาคารให้ได้มาตรฐานอาคารเขียวนั้นมีความคุ้มค่าของทั้งตัวอาคารและผู้อาศัยในอาคารเอง ผ่านการรับรองต่างๆ ในตลาด มีความคุ้มค่าในด้านของภาพลักษณ์บริษัทในแง่มุมของนักลงทุน และเป็นประโยชน์แก่ชุมชนและสังคมท้องถิ่น

Saab and Ali [3] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบ Variable Refrigerant Flow (VRF) ภายใต้สภาวะต่างๆ ในสภาพอากาศร้อนและชื้น และสารคทำความเย็นประเภทต่างๆ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าค่าสัมประสิทธิ์ประสิทธิภาพ (COP) ของการทำความเย็นนั้นขึ้นอยู่กับแรงดันเครื่องระเหยและคอนเดนเซอร์ ตลอดจนชนิดของสารทำความเย็นที่ใช้เป็นสารทำงาน มีการสร้างแบบจำลองใช้สารทำความเย็นประเภทต่างๆ และ R410a ที่ใช้กันทั่วไปนั้น เป็นสารทำความเย็นที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด เป็นอันดับสองรองจากแอมโมเนียเนื่องจากแอมโมเนียแสดงผลลัพธ์ที่น่าพึงพอใจที่สุด จึงเป็นที่ถกเถียงกันว่าควรนำแอมโมเนียออกสู่ตลาดเทคโนโลยี VRF หรือไม่ เนื่องจากมีการใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำความเย็นอื่นๆ อย่างไรก็ตาม เหตุการณ์ท่อรั่วซึมทำให้แอมโมเนียไม่เหมาะที่จะเปลี่ยน R410a ใน VRF ได้ เนื่องจากเป็นอันตราย

Devecioğlu And Oruç [4] ได้ศึกษาการใช้สารทำความเย็น R466A ที่มี GWP ต่ำเทียบกับสารทำความเย็น R410A ในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (VRF) วิเคราะห์ภายใต้เงื่อนไขการทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเย็นของอาคารสถานศึกษา ได้ว่า ค่าความจุความร้อนและความเย็นของ R466A สูงกว่า เมื่อเทียบกับ R410A ค่าแรงดันใช้งานและการคายประจุของคอมเพรสเซอร์น้อยลงซึ่งเป็นข้อได้เปรียบในการติดตั้งระบบ เมื่อใช้สารทำความเย็น R410A ในระบบ อัตราการไหลของสารทำความเย็นจะสูงกว่าสารทำความเย็น R466A ประมาณ 10–16% แต่เมื่อใช้สารทำความเย็น R466A ในระบบจะมีค่า COP มากกว่าสารทำความเย็น R410A 5-15% นอกจากนี้ R466A มี GWP ที่ต่ำซึ่งก่อให้เกิดมลพิษที่น้อย ดังนั้น สารทำความเย็น R466A จึงเป็นสารทำความเย็นทางเลือกใหม่ที่อาจมาแทนที่สารทำความเย็น R410A ไม่เพียงแต่สำหรับระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (VRF) แต่ยังรวมถึงเครื่องปรับอากาศส่วนบุคคลด้วย

Zhang et al. [5] ได้วิเคราะห์ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (VRF) ที่ใช้งานในอาคารสำนักงาน 30 ชั้นในเซินเจิ้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคอนเดนซิ่งยูนิต ผลการทดสอบเบื้องต้นแสดงให้เห็นว่า ประสิทธิภาพการระบายความร้อนของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (VRF) ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิแวดล้อมของตัวเครื่องภายนอก ความร้อนไอเสียของตัวเครื่องภายนอกสามารถนำไปสู่อุณหภูมิทางเข้าที่สูงขึ้นได้ สำหรับในอาคารสูงนั้น การขยายระยะห่างระหว่างยูนิตภายนอกอาคารบนชั้นต่างๆ เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการปรับปรุง ซึ่งอุณหภูมิจะลดลง 22% ดังนั้นเลย์เอาต์ของเครื่องปรับอากาศ VRF จึงมีบทบาทสำคัญในการระบายความร้อนโดยรวมของระบบโดยคำนึงถึงผลกระทบจากความร้อนที่เกิดจากไอเสียจากยูนิตภายนอกอาคาร

สันติ [6] ได้ออกแบบระบบปรับอากาศประหยัดพลังงานด้วยวิธีแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดินโดยใช้โปรแกรม GLHEPro 5.0 ซึ่งการออกแบบระบบปรับอากาศแบบใหม่ด้วยโปรแกรม GLHEPro 5.0 พบว่าระบบปรับากาศที่ใช้การแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดินแบบแนวราบ สามารถประหยัดพลังงานกว่าระบบเก่าได้ 18.48% แต่ระบบปรับากาศที่ใช้การแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดินแบบแนวราบใช้ต้นทุนเรื่องพื้นที่มากขึ้นถึง 900 m^2 จากการวิเครราะห์มีระยะเวลาคุ้มทุนอยู่ที่ 13 ปี 1 เดือน โดยลักษณะการจัดวางทิศทางของอาคาร และวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างอาคารมีผลต่อภาระการทำความเย็นของอาคาร

Yu and Chan [7] ได้ศึกษาประสิทธิภาพพลังงานของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำโดยอัตราการไหลของน้ำสามารถ ปรับได้ตามสภาวะการใช้งานและการควบคุมความเร็วที่เหมาะสมสำหรับพัดลมทาวเวอร์และปั๊มน้ำ สามารถปรับได้ตามสภาวะการใช้งาน โดยตัวอย่างที่ศึกษาเป็นระบบทำความเย็นที่ใช้ในอาคารสำนักงาน จากการปรับอัตราการไหลของน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเร็วของพัดลมและปั๊มตามสภาวะการใช้งานจริง สามารถลดการใช้ไฟฟ้าลงได้ 5.3% และค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน 4.9% เมื่อเทียบกับระบบที่เทียบเท่ากัน โดยใช้พัดลมและปั๊มที่มีความเร็วคงที่

Zheng et al. [8] ได้ศึกษาความเป็นไปได้ของสารทำความเย็น R290 แทนที่ R134a โดยการวิเคราะห์และการทดสอบเชิงทดลอง ได้ว่า R290 มีอัตราการทำความเย็นที่รวดเร็วและประสิทธิภาพการทำความเย็นที่สูง ผลการทำความเย็นของสารทำความเย็น R290 สูงกว่าสารทำความเย็น R134a ประมาณ 52% แต่อุณหภูมิการคายประจุและอัตราส่วนแรงดันของคอมเพรสเซอร์ในสารทำความเย็น R290 จะต่ำกว่าในสารทำความเย็น R134a จึงต้องปรับปรุงประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์ให้เหมาะสมกับสารทำความเย็น R290 ถึงแม้ว่าอาจมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถใช้ระบบคอมเพรสเซอร์แบบเดิมได้แต่อาจไม่เหมาะกับการทำงานต่อเนื่องของระบบในระยะยาว เพื่อให้แน่ใจการทำงานที่มั่นคงและปลอดภัยของระบบ

Takakusagi [9] ได้ศึกษาวิธีการทางทฤษฎีในการประเมินแผนการต่ออายุระบบปรับอากาศหรือหน่วยของระบบปรับอากาศเพื่อบำรุงรักษาระบบปรับอากาศ ได้แผนการต่ออายุดังนี้ โดยต่ออายุอุปกรณ์แต่ละชิ้นตามความเหมาะสม และเตรียมการถอนอุปกรณ์ที่มีอยู่บางส่วนหรือทั้งหมดและแทนที่ด้วยระบบใหม่ จากนั้นจึงดำเนินการต่ออายุอุปกรณ์แต่ละชิ้นอย่างเหมาะสมและรักษาระบบใหม่ไว้ จากนั้นคำนวณมูลค่าปัจจุบันของต้นทุนรวมในอนาคตสำหรับอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่ประกอบขึ้นเป็นระบบ ได้ว่า อุปกรณ์ประกอบระบบมีส่วนสำคัญต่ออายุของระบบปรับอากาศ

Ma et al. [10] ได้ศึกษาประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นภายใต้สภาวะภูมิอากาศที่แปรเปลี่ยนของของกรุงเทพมหานคร ที่ส่งผลโดยตรงต่อภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศในอาคารด้วยหลักการ IPLV (Integrated Part-Loadd Value) ขนาดตันความเย็นที่ใช้เฉลี่ยรวมต่อปีประมาณ 13 ล้านตัน ซึ่งนำมาวิเคราะห์ค่าสมรรถนะของเครื่องทำน้ำเย็นได้เท่ากับ 0.517 kW/Ton ซึ่งเป็นค่าที่ได้จากโปรแกรมมีพื้นฐานจากสภาพภูมิอากาศของกรุงเทพในปี 2560 มาใช้ในการวิเคราะห์ จากงานวิจัยนี้ เห็นได้ว่า สภาพภูมิอากาศที่แปรเปลี่ยนมีผลให้ภาระการทำความเย็นของอาคารแปรเปลี่ยน

มงคลพล [11] ได้ศึกษาความคุ้มค่าในการติดตั้งระหว่างระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็น โดยเป็นอาคารสำนักงานโดยวิเคราะห์ในส่วนของราคาการติดตั้งและราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าพบว่า ราคาติดตั้งและราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำประหยัดกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์โปรแกรมต่างๆ และขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

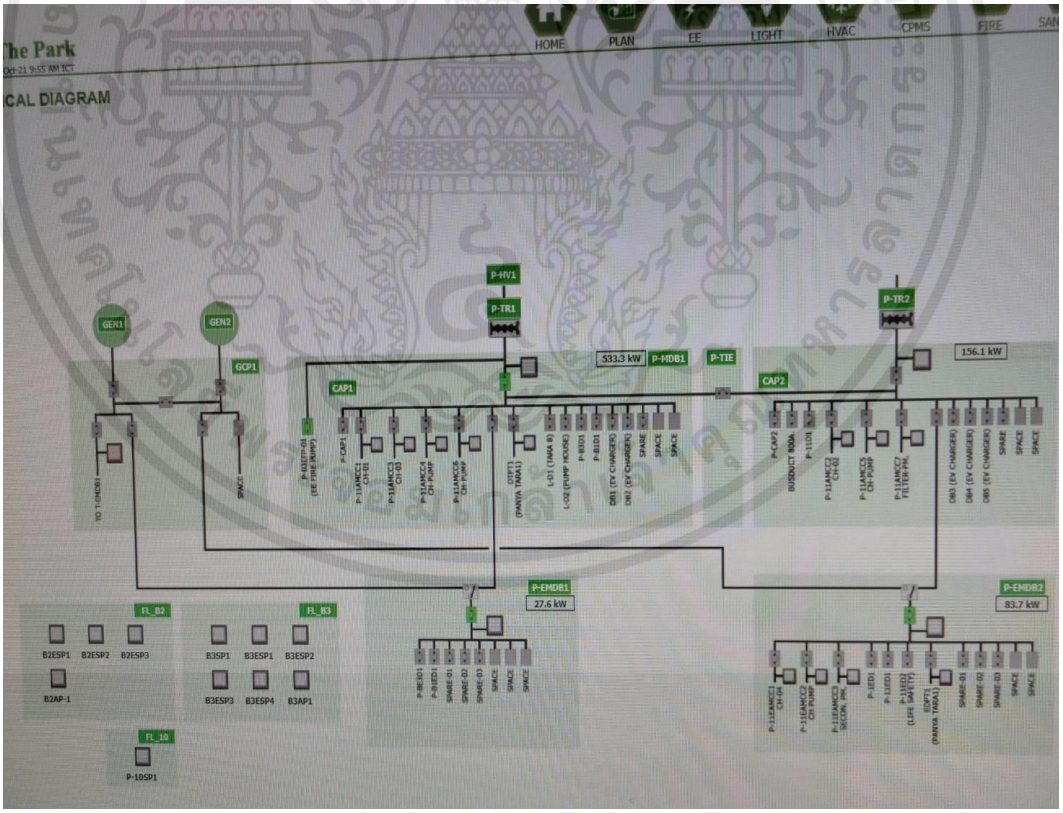
3.1 วัสดุและอุปกรณ์

1. เครื่องปรับอากาศแบบรวมศูนย์ (VRF) ขนาด 16.4 kW (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผยยี่ห้อและรุ่น)

2. คอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผยยี่ห้อและรุ่น)

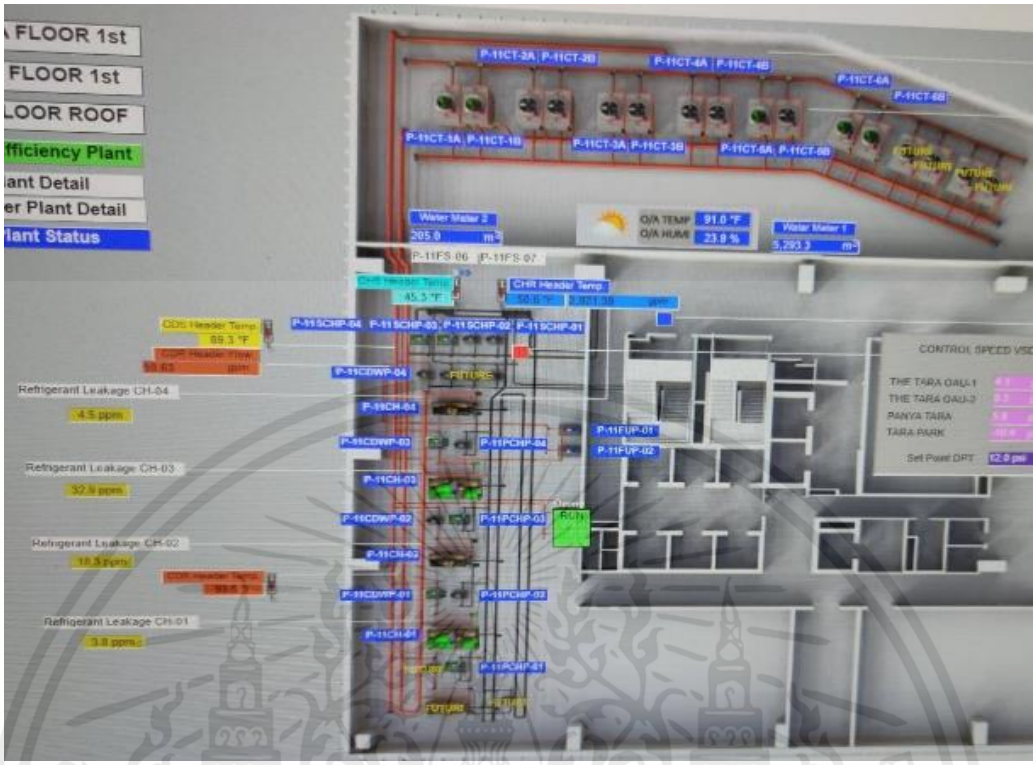
3. โปรแกรมกลุ่ม INTELLIGENT TASK MANAGEMENT จำนวน 3 โปรแกรม ดังรูปที่ 3.1-3.3 (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผยชื่อโปรแกรม)

4. โปรแกรม Microsoft Excel 365

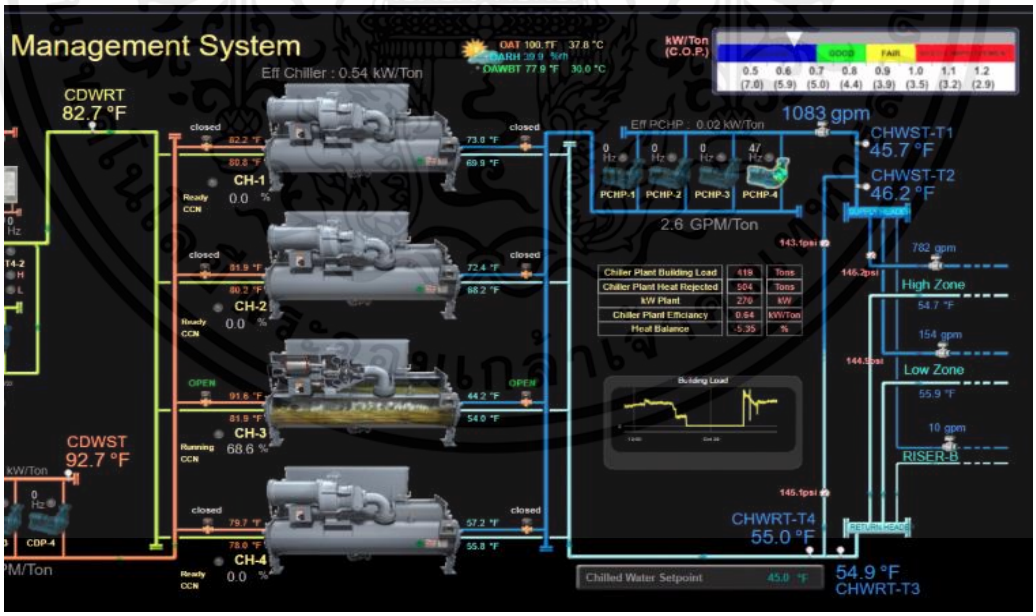


รูปที่ 3.1 ตัวอย่างโปรแกรม ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ตัวอย่างโปรแกรม ข



รูปที่ 3.3 ตัวอย่างโปรแกรม ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิธีดำเนินการ

การประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรม จำเป็นต้องรวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเพื่อนำไปวิเคราะห์ร่วมกับภาระการทำความเย็น และชั่วโมงการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารตามลักษณะต่างๆ ตั้งแต่ 8 h/d ถึง 16 h/d เพื่อวิเคราะห์หาราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับอาคาร

การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ จำเป็นต้องประเมินพฤติกรรมการใช้งานระบบปรับอากาศ และอายุการใช้งานเพื่อทราบข้อมูลระยะเวลาการใช้งานของระบบปรับอากาศและระยะเวลาสิ้นสุดโครงการ รวบรวมข้อมูลกระแสเงินสดซึ่งประกอบไปด้วยราคาค่าใช้จ่ายและผลกำไรสุทธิเพื่อประเมินโครงการ

3.2.1 รวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ

รวบรวมข้อมูลประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศทั้งสามชนิดได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจากบริษัทผู้ผลิตและบริษัทอื่น (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผยชื่อบริษัท)

3.2.2 รวบรวมข้อมูลภาระการทำความเย็น

รวบรวมข้อมูลภาระการทำความเย็นจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ของพีรพงศ์ แก้วเวียงคุน

3.2.3 การประเมินพฤติกรรมการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารสูง

1. รวบรวมข้อมูลระยะเวลา จำนวนวัน ชั่วโมง ที่ใช้งานระบบปรับอากาศในอาคาร จากห้องควบคุมของอาคารสูง ตั้งแต่วันที่ 5 สิงหาคม 2561 ถึง วันที่ 6 สิงหาคม 2562 ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาที่ใช้งานเต็มที่มากที่สุดก่อนเกิดสถานการณ์โควิด-19

2. นำไปวิเคราะห์ร่วมกับข้อมูลประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศในอาคารสูงจากบริษัทผลิตเพื่อหาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของระบบปรับอากาศทั้งสามชนิด ได้แก่ ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ และระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

3.2.4 รวบรวมข้อมูลกระแสเงินสด

เนื่องจากการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ มีการประเมินอยู่ด้วยกัน 2 โครงการ คือโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์กับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยมีระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนเป็นตัวกลางในการเปรียบเทียบ เพื่อประเมินว่าทั้ง 2 โครงการนี้ โครงการใดคุ้มค่ามากกว่ากัน โดยการรวบรวมข้อมูลกระแสเงินสดเข้าและกระแสเงินสดออกของทั้งสองโครงการ

รวบรวมข้อมูลกระแสเงินสดเข้าและกระแสเงินสดออกซึ่งประกอบไปด้วย ค่าใช้จ่ายราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง ราคาการออกแบบ ราคาการเดินท่อ ราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อปี และราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปี สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และโครงการที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยการใช้ข้อมูลการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศในอาคารสูง [20] และโดยการสอบถามข้อมูลการประมาณการจากวิศวกรฝ่ายขายของบริษัทผู้ผลิตและบริษัทอื่น (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผยชื่อบริษัท)

3.2.5 การประเมินอายุการใช้งานระบบปรับอากาศ

ประเมินอายุการใช้งานระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ และระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน โดยการประมาณอายุการใช้งานของบริษัทผู้ผลิตระบบปรับอากาศและบริษัทอื่น (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผยชื่อบริษัท)

3.2.6 การประเมินต้นทุนค่าเสียโอกาสของระบบปรับอากาศ

ประเมินต้นทุนค่าเสียโอกาสจากอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศ ที่มีอายุการใช้งานไม่เท่ากัน ส่งผลให้เกิดต้นทุนค่าเสียโอกาสสำหรับระบบปรับอากาศที่มีอายุการใช้งานที่น้อยกว่า และประเมินจากข้อจำกัดในการติดตั้ง ระยะการเดินท่อที่ส่งผลถึงตำแหน่งในการติดตั้งคอยล์ร้อน ซึ่งมีผลกระทบกับความสวยงามและการเสียพื้นที่ใช้สอยของตัวอาคาร

3.2.7 การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

นำข้อมูลกระแสเงินสดที่รวบรวมได้จากในหัวข้อที่ 3.2.4 ข้อมูลอายุการใช้งานระบบปรับอากาศจากในหัวข้อที่ 3.2.5 และข้อมูลต้นทุนค่าเสียโอกาสจากในหัวข้อที่ 3.2.6 นำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Microsoft Excel 365 เพื่อคำนวณหา มูลค่าปัจจุบันสุทธิ, อัตราผลตอบแทนภายใน, อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน และ ผลตอบแทนจากการลงทุน เพื่อประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทั้งสองโครงการนี้ ว่าโครงการใด คุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุนมากกว่ากัน

3.2.8 การประเมินความคุ้มค่าและความเหมาะสมเชิงวิศวกรรม

นำข้อมูลประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศที่รวบรวมได้จากในหัวข้อที่ 3.2.1 ข้อมูลภาระการทำความเย็นจากในหัวข้อที่ 3.2.2 นำไปวิเคราะห์ในโปรแกรม Microsoft Excel 365 เพื่อคำนวณหา การใช้พลังงานไฟฟ้าในพฤติกรรมการใช้งานที่ต่างกัน โดยมีการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคาร 8 h/d ไปจนถึง 16 h/d

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลและวิจารณ์ผล

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการวิเคราะห์ความเหมาะสมและความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรม ตามลักษณะการใช้งานอาคาร ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสด ทั้งกระแสเงินสดเข้าและกระแสเงินสดออก ผลการวิเคราะห์การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทั้งสองโครงการ เพื่อประเมินว่าโครงการใดคุ้มค่าและเหมาะสมในการลงทุนมากกว่ากัน

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

กระแสเงินสดเข้าประกอบไปด้วย ผลประหยัดราคาการใช้พลังงานไฟฟ้า และผลประหยัดค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน กระแสเงินสดออกประกอบไปด้วย เงินลงทุนที่สูงกว่าสำหรับราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ที่ราคาสูงกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ตารางที่ 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดเข้าสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Expense	Split Type (Baht/Year)	Variable Refrigerant Flow (Baht/Year)	Cash Inflow (Baht/Year)
Preventive Maintenance	1,132,800.00	258,000.00	874,800.00
Estimated Electrical Expense	8,564,872.80	7,133,760.48	1,431,112.32
Total			2,305,912.32

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 8,564,872.80 บาทต่อปี และราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 7,133,760.48 บาทต่อปี จะเห็นได้ว่าราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ประหยัดและมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 1,431,112.32 บาทต่อปี และค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 1,132,800 บาทต่อปี ในขณะที่ค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบรวมศูนย์อยู่ที่ 258,000บาทต่อปี จะเห็นได้ว่าราคาค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ประหยัดและมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่า ระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 874,800 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดออกสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Expense	Split Type (Baht)	Variable Refrigerant Flow (Baht)	Cash Outflow (Baht)
Installation	26,792,896	33,491,120	6,698,224

จากตารางที่ 4.2 แสดงให้เห็นเงินลงทุนราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 33,491,120 บาท และราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 26,792,896 บาทจะเห็นได้ว่าราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ต้องการเงินลงทุนที่สูงกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 6,698,224 บาท

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

กระแสเงินสดเข้าประกอบไปด้วย ผลประหยัดราคาการใช้พลังงานไฟฟ้า และผลประหยัดค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน กระแสเงินสดออกประกอบไปด้วย เงินลงทุนที่สูงกว่าสำหรับราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำที่ราคาสูงกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

ตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดเข้าสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Expense	Split Type (Baht/Year)	Water Cooled Chiller (Baht/Year)	Cash Inflow (Baht/Year)
Preventive maintenance	1,132,800.00	210,000.00	982,800.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

Expense	Split Type (Baht/Year)	Water Cooled Chiller (Baht/Year)	Cash Inflow (Baht/Year)
Estimated Electrical Expense	8,564,872.80	4,827,477.60	3,737,395.20
Total			4,720,195.20

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 8,564,872.80 บาทต่อปี และราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 4,827,477.60 บาทต่อปี จะเห็นได้ว่าราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำประหยัดและมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 3,737,395.20 บาทต่อปี และค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 1,132,800.00 บาทต่อปี ในขณะที่ค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำอยู่ที่ 210,000.00 บาทต่อปี จะเห็นได้ว่าราคาค่าใช้จ่าย บำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำประหยัดและมีค่าใช้จ่ายที่น้อยกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 982,800.00 บาทต่อปี

ตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสเงินสดออกสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Expense	Split Type (Baht)	Water Cooled Chiller (Baht/Year)	Cash Outflow (Baht)
Installation	26,792,896	117,218,920	90,426,024

จากตารางที่ 4.4 แสดงให้เห็นเงินลงทุนราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนซึ่งราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 117,218,920 บาท และราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศ แบบแยกส่วนมีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 26,792,896 บาทจะเห็นได้ว่า ราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง รวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำต้องการเงินลงทุนที่สูงกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนอยู่ที่ 90,426,024 บาท

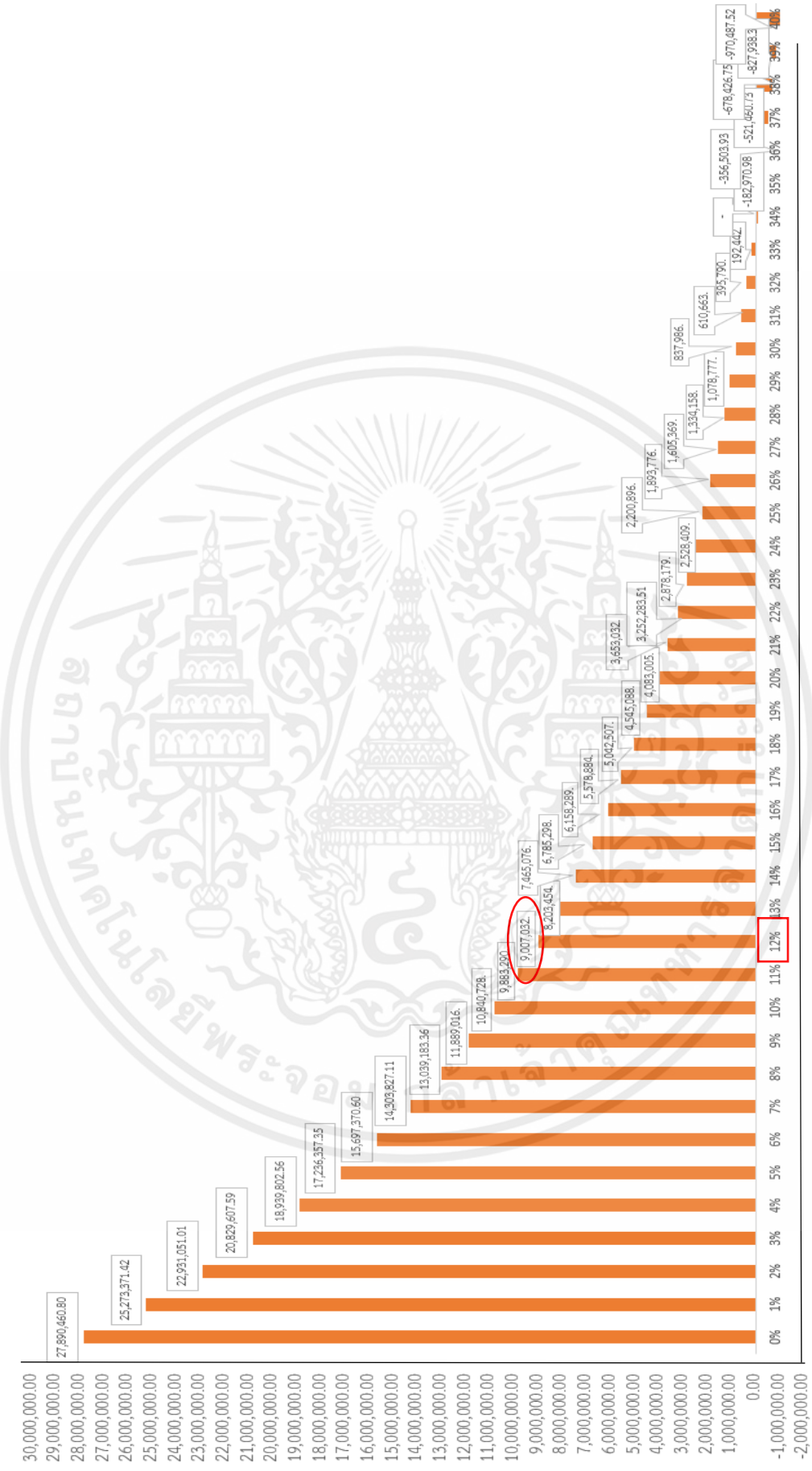
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิและอัตราผลตอบแทนภายใน

นำข้อมูลกระแสเงินสดทั้งหมด มาวิเคราะห์เพื่อหามูลค่าปัจจุบันสุทธิของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ โดยใช้อัตราคิดลดจากการประเมินจากความเหมาะสมของโครงการซึ่งคำนึงถึง อัตราเงินเฟ้อ และต้นทุนค่าเสียโอกาส ซึ่งอัตราเงินเฟ้อตามกรอบเป้าหมายของธนาคารแห่งประเทศไทยอยู่ที่ 1-3% ซึ่งปัจจุบัน อัตราเงินเฟ้อทั่วไปในเดือน ม.ค. 2565 อยู่ที่ 3.23% [15] นอกจากนี้ยังมีต้นทุนค่าเสียโอกาสซึ่งขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ประเมินโครงการ และค่าความเสี่ยง โดยโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้อัตราคิดลดอยู่ที่ 8% และโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศ แบบแยกส่วน ใช้อัตราคิดลดอยู่ที่ 12% เหตุผลที่ทั้งสองโครงการใช้อัตราคิดลดที่สูงเนื่องจากแนวโน้มอัตราเงินเฟ้อที่สูงและมุมมองด้านความเสี่ยงเพราะการใช้อัตราคิดลดที่สูงจะบอกได้ถึงกรณีเลวร้ายที่สุดที่อาจเกิดขึ้นในการลงทุนโครงการนั้นๆ ได้ นอกจากนี้อัตราคิดลดยังบ่งบอกถึงความคาดหวังของผู้ลงทุนในการได้ผลกำไรจากการลงทุนนั้นๆ ใช้อัตราคิดลดที่สูงเพื่อต้องการประเมินขั้นต่ำของผลตอบแทนที่จะได้จากการลงทุน และเหตุผลที่โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนใช้อัตราคิดลดที่สูงกว่า โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนเพราะเหตุผลด้านต้นทุนค่าเสียโอกาสที่สูงกว่าทั้งในด้านของพื้นที่ที่ใช้ในการติดตั้งคอยล์ร้อน ที่ส่งผลถึงความสวยงามของตัวอาคาร ระยะการเดินท่อที่สั้น ที่ทำให้เสียพื้นที่ตรงระเบียงอาคารในทุกๆชั้น ความสวยงามของตัวอาคารที่ลดลงจากพื้นที่ที่ใช้การติดตั้งคอนเดนซิ่งยูนิต หรือ คอยล์ร้อนบริเวณระเบียงอาคารในแต่ละชั้นและเสียค่าดำเนินการจัดซื้อระบบปรับอากาศใหม่เมื่อหมดอายุการใช้งาน เนื่องจากอายุการใช้งานของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีอายุการใช้งานเฉลี่ยที่ 15 ปี แต่ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีอายุการใช้งานเฉลี่ยที 25 ปี จากต้นทุนค่าเสียโอกาสที่กล่าวมาในหัวข้อ 4.3 นี้ จึงเป็นเหตุผลให้โครงงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เลือกใช้อัตราคิดลดที่ 12% สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และเลือกใช้อัตราคิดลดที่ 8% สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยนำเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน อย่างไรก็ดีอัตราคิดลดที่จะเลือกใช้นั้นขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้ลงทุนในโครงการนั้นๆ

1. โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุโครงการ 15 ปี ผันแปรตามอัตราคิดลดที่ใช้ ซึ่งมูลค่าปัจจุบันสุทธิหรือผลกำไรในอัตราคิดลดที่ 12% และอัตราคิดลดอื่นๆ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ออัตราคิดลดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 แสดงให้เห็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุโครงการ 15 ปี ต่ออัตราคิดลด ตั้งแต่ 0% ถึง 34% และตั้งแต่อัตราคิดลดที่ 34% เป็นต้นไป จะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบหรือขาดทุนนั่นเอง มูลค่าปัจจุบันสุทธิจะสูงที่สุด คืออัตราคิดลดที่ 0% และลดหลั่นลงมาตามลำดับ จากอัตราคิดลดสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ซึ่งเลือกใช้ คือ 12% เห็นได้ว่า มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิหรือผลกำไรตลอดอายุโครงการ 15 ปีคือ 9,007,032 บาท

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อปี และกระแสเงินสดเข้าทั้งหมดตลอดอายุสำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Year	Cash Inflow (Baht)	Net Present Value (Baht) (Discount Rate 0.12)
1	2,305,912.32	2,058,850.29
2	2,305,912.32	1,838,259.18
3	2,305,912.32	1,641,302.84
4	2,305,912.32	1,465,448.97
5	2,305,912.32	1,308,436.58
6	2,305,912.32	1,168,246.94
7	2,305,912.32	1,043,077.63
8	2,305,912.32	931,319.31
9	2,305,912.32	831,535.10
10	2,305,912.32	742,442.05
11	2,305,912.32	662,894.69
12	2,305,912.32	591,870.26
13	2,305,912.32	528,455.59
14	2,305,912.32	471,835.35
15	2,305,912.32	421,281.56
Total	34,588,684.80	15,705,256.34
Profit (Cash Outflow Baht 6,698,224.00)		9,007,032.34

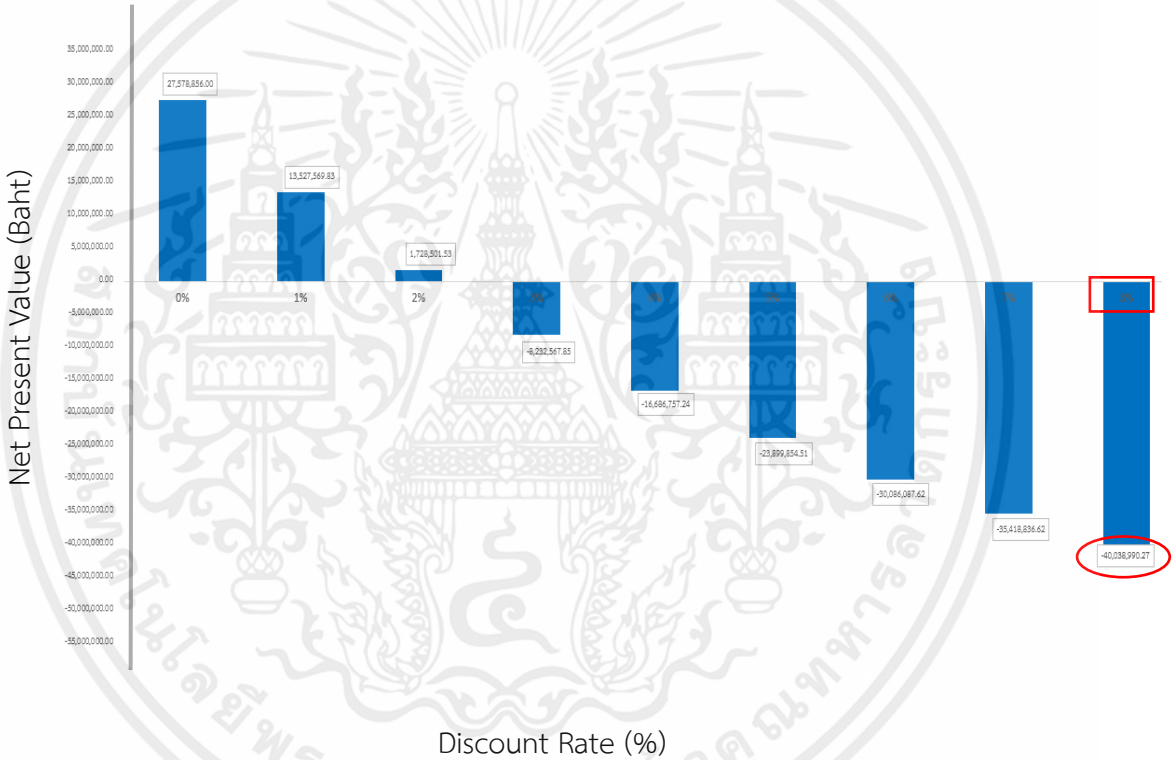
จากตารางที่ 4.5 แสดงให้เห็นกระแสเงินสดเข้าทั้งหมดตลอดอายุโครงการ 15 ปี คือ 34,588,684.80 บาท และมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ใช้อัตราคิดลดอยู่ที่ 12% แสดงให้เห็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิกระแสเงินสดเข้าต่อปี และมูลค่าปัจจุบันสุทธิกระแสเงินสดเข้าตลอดอายุโครงการ 15 ปี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15,705,256.34 บาท ก่อนหักลบกับกระแสเงินสดออกเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุโครงการ 15 ปี คือ 9,007,032.34 บาท

นำข้อมูลกระแสเงินสดเข้าต่อปี อายุของโครงการ กระแสเงินสดออกทั้งหมด และอัตราคิดลดที่ใช้มาวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนภายใน ได้ว่าในการลงทุนโครงการนี้จะได้ผลตอบแทนอยู่ที่ 34% ต่อปี

2.โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยนำเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนได้มูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุโครงการ 25 ปี ผันแปรตามอัตราคิดลดที่ใช้ ซึ่งมูลค่าปัจจุบันสุทธิหรือผลกำไรในอัตราคิดลดที่ 8% และอัตราคิดลดอื่นๆ มีดังนี้



รูปที่ 4.2 มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่ออัตราคิดลดอื่นๆ

จากรูปที่ 4.2 แสดงให้เห็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุโครงการ 25 ปี ต่ออัตราคิดลดตั้งแต่ 0% ถึง 8% และตั้งแต่อัตราคิดลดที่ 2% เป็นต้นไป จะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบหรือขาดทุน จากอัตราคิดลด สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเทียบ กับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่เลือกใช้ คือ 8% เห็นได้ว่า มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบหรือผลขาดทุนตลอดอายุโครงการ 25 ปีคือ 40,038,990.27 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อปี และกระแสเงินสดเข้าทั้งหมดตลอดอายุโครงการ สำหรับโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน

Year	Cash Inflow (Baht)	Net Present Value (Baht) (Discount Rate 0.08)
1	4,720,195.20	4,370,551.67
2	4,720,195.20	4,046,807.10
3	4,720,195.20	3,747,043.61
4	4,720,195.20	3,469,484.82
5	4,720,195.20	3,212,485.95
6	4,720,195.20	2,974,524.03
7	4,720,195.20	2,754,188.91
8	4,720,195.20	2,550,174.92
9	4,720,195.20	2,361,273.07
10	4,720,195.20	2,186,363.96
11	4,720,195.20	2,024,411.07
12	4,720,195.20	1,874,454.70
13	4,720,195.20	1,735,606.20
14	4,720,195.20	1,607,042.78
15	4,720,195.20	1,488,002.57
16	4,720,195.20	1,377,780.16
17	4,720,195.20	1,275,722.37
18	4,720,195.20	1,181,224.42
19	4,720,195.20	1,093,726.31
20	4,720,195.20	1,012,709.55
21	4,720,195.20	937,694.03
22	4,720,195.20	868,235.21
23	4,720,195.20	803,921.49
24	4,720,195.20	744,371.75
25	4,720,195.20	689,233.10
Total	118,004,880.00	50,387,033.73
Profit (Cash Outflow Baht 90,426,024.00)		-40,038,990.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.6 แสดงให้เห็นกระแสเงินสดเข้าทั้งหมดตลอดอายุโครงการ 25 ปี คือ 118,004,880 บาท และมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่ใช้อัตราคิดลดอยู่ที่ 8% แสดงให้เห็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิกระแสเงินสดเข้าต่อปี และมูลค่าปัจจุบันสุทธิกระแสเงินสดเข้าตลอดอายุโครงการ 25 ปี คือ 50,387,033.73 บาท ก่อนหักลบกับกระแสเงินสดออกเป็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิตลอดอายุโครงการ 25 ปี คือ -40,038,990.27 บาท

นำข้อมูลกระแสเงินสดเข้าต่อปี อายุของโครงการ กระแสเงินสดออกทั้งหมด และอัตราคิดลดที่ใช้ มาวิเคราะห์หาอัตราผลตอบแทนภายใน ได้ว่าในการลงทุนโครงการนี้จะได้ผลตอบแทนอยู่ที่ 2% ต่อปี

4.4 ผลการวิเคราะห์อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนและผลตอบแทนจากการลงทุน

โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน นำข้อมูลมูลค่าปัจจุบันสุทธิกระแสเงินสดเข้าตลอดอายุโครงการ 15 ปี คือ 15,705,256.34 บาท และกระแสเงินออกของโครงการ คือ 6,698,224 บาท จากตารางที่ 4.5 มาวิเคราะห์เพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน โดยใช้สมการอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C Ratio) ได้ 2.34 ซึ่งมีค่ามากกว่า 1 ได้ว่า โครงการนี้น่าลงทุนตามเงื่อนไขของสมการอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

นำข้อมูลมูลค่าปัจจุบันสุทธิหรือผลกำไรของโครงการ คือ 9,007,032.34 บาท และกระแสเงินออกของโครงการ คือ 6,698,224 บาท จากตารางที่ 4.5 มาวิเคราะห์เพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุน โดยใช้สมการผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ได้ 1.34 เท่าหรือการลงทุนในโครงการนี้จะได้ผลตอบแทนทั้งหมดตลอดอายุโครงการ 15 ปี คือ 134%

โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน นำข้อมูลมูลค่าปัจจุบันสุทธิกระแสเงินสดเข้าตลอดอายุโครงการ 25 ปี คือ 50,387,033.73 บาท และกระแสเงินออกของโครงการ คือ 90,426,024 บาท จากตารางที่ 4.6 มาวิเคราะห์เพื่อหาอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน ได้ 0.56 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า 1 ได้ว่า โครงการนี้จึงไม่น่าลงทุนตามเงื่อนไขของสมการอัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุน

นำข้อมูลมูลค่าปัจจุบันสุทธิ คือ -40,038,990.27 บาท และกระแสเงินออกของโครงการ คือ 90,426,024 บาท จากตารางที่ 4.6 มาวิเคราะห์เพื่อหาผลตอบแทนจากการลงทุน โดยใช้สมการผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) ได้ -0.44 ซึ่งโครงการนี้ขาดทุนและไม่ได้ผลตอบแทนจากการลงทุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการวิเคราะห์การประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

ตารางที่ 4.7 ผลการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

Parameters	Variable Refrigerant Flow	Water cooled Chiller
Net Present Value (Baht)	9,007,032.34	-40,038,990.27
Internal Rate of Return (%)	34%	2%
Benefit-cost Ratio (Non-dimensionless)	2.34	0.56
Return on Investment (Non-dimensionless)	1.34	-0.44

จากตารางที่ 4.7 แสดงให้เห็นผลการเปรียบเทียบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของทั้งสองโครงการ โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีความน่าลงทุนมากกว่าโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำด้วยมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สูงกว่าถึง 49 ล้านบาท อัตราผลตอบแทนภายในที่สูงกว่าถึง 32% อัตราส่วนผลประโยชน์ต่อต้นทุนที่วิเคราะห์ได้ 2.34 ซึ่งมากกว่า 1 จึงผ่านเงื่อนไข ในขณะที่ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ วิเคราะห์ได้ 0.56 ซึ่งต่ำกว่า 1 จึงไม่ผ่านเงื่อนไข และผลตอบแทนจากการลงทุนที่สูงกว่าถึง 1.78 เท่าต่อปี

4.6 ผลการวิเคราะห์การประเมินความคุ้มค่าและความเหมาะสมเชิงวิศวกรรม

นำข้อมูลภาระการทำความเย็นรวมของอาคารที่ 18,296,235.54 Btu จากแบบจำลองอาคารไปวิเคราะห์ร่วมกับชั่วโมงการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารตามการใช้งานอาคารในลักษณะต่างๆ ตั้งแต่ 8 h/d ถึง 16 h/d และวิเคราะห์ร่วมกับประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ ราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าบาทต่อหน่วย รวมถึงจำนวนวันที่ใช้งานในหนึ่งปี เพื่อวิเคราะห์ราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของระบบปรับอากาศทั้งสามชนิด

ตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของระบบปรับอากาศทั้งสามชนิด

ระยะเวลาการใช้งาน (h/d)	Split Type (Baht/Year)	Variable Refrigerant (Baht/Year)	Water Cooled Chiller (Baht/Year)
8	19,393,277.82	16,152,837.40	13,046,386.90
9	21,817,437.55	18,171,942.08	13,883,823.90
10	24,241,597.28	20,191,046.75	14,324,580.21
11	26,665,757.01	22,210,151.43	15,029,790.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

ระยะเวลาการใช้งาน (h/d)	Split Type (Baht/Year)	Variable Refrigerant (Baht/Year)	Water Cooled Chiller (Baht/Year)
12	29,089,916.74	24,229,256.10	16,396,134.89
13	31,514,076.46	26,248,360.78	17,475,987.86
14	33,938,236.19	28,267,465.45	18,511,765.20
15	36,362,395.92	30,286,570.13	19,748,086.66
16	38,786,555.65	32,305,674.80	20,098,487.93

จากตารางที่ 4.8 แสดงให้เห็นผลการวิเคราะห์ราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่อปีของระบบปรับอากาศทั้งสามชนิดในชั่วโมงการใช้งานที่แตกต่างกัน ในการใช้งานระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่ 8 h/d มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 19,393,277.82 บาทต่อปี ในขณะที่การใช้งานที่ 9 h/d มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 21,817,437.55 บาทต่อปี เห็นได้ว่ามีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นถึง 2,424,159.74 บาทต่อปี แต่ในระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ในการใช้งานที่ 8 h/d มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 16,152,837.40 บาทต่อปี ในขณะที่การใช้งานที่ 9 h/d มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 18,171,942.08 บาทต่อปี เห็นได้ว่ามีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น 2,019,104.68 บาทต่อปี ซึ่งน้อยกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน และในระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำในการใช้งานที่ 8 h/d มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 13,046,386.90 บาทต่อปี ในขณะที่การใช้งานที่ 9 h/d มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ที่ 13,883,823.90 บาทต่อปี เห็นได้ว่ามีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้นเพียง 837,437 บาทต่อปี ซึ่งน้อยกว่าระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนและแบบรวมศูนย์ และมีแนวโน้มที่ได้ผลวิเคราะห์ในลักษณะเดียวกันทั้งหมดเมื่อมีจำนวนชั่วโมงการใช้งานสูงขึ้นต่อวัน กล่าวได้ว่าในหนึ่งวันเมื่อมีชั่วโมงการใช้งานระบบปรับอากาศที่สูงขึ้นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน จะมีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากที่สุดเมื่อเทียบกับระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์และระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีอัตราการเพิ่มขึ้นของราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำที่สุด เนื่องจากประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ อย่างไรก็ดีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวอาจยังไม่เพียงพอสำหรับช่วยในการตัดสินใจติดตั้งได้ จึงนำไปวิเคราะห์ร่วมกับค่าใช้จ่ายราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันของระบบปรับอากาศและราคาวัสดุ ราคาติดตั้งรวมไปถึงราคาการออกแบบและการเดินท่อของระบบปรับอากาศ เพื่อวิเคราะห์หามูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการตามระยะเวลาการใช้งานที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของโครงการตามระยะเวลาการใช้งานที่แตกต่างกัน

ระยะเวลาการใช้งาน (h/d)	Variable Refrigerant Net Present Value (Baht) (Discount rate 0.12)	Water Cooled Chiller Net Present Value (Baht) (Discount rate 0.08)
8	15,371,976.60	-22,674,383.89
9	18,130,751.64	-5,736,473.81
10	20,889,526.77	15,435,913.68
11	23,648,301.82	29,386,164.56
12	26,407,076.90	45,077,256.22
13	29,165,851.97	59,427,429.99
14	31,924,627.04	75,104,406.71
15	34,683,402.12	90,456,740.16
16	37,442,177.19	109,064,916.32

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นผลการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิของแต่ละโครงการตามระยะเวลาการใช้งานที่แตกต่างกัน ตั้งแต่ 8 h/d ถึง 16 h/d เพื่อประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าในการเลือกติดตั้งระบบปรับอากาศตามลักษณะการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคาร แสดงให้เห็นมูลค่าปัจจุบันสุทธิต่อชั่วโมงการใช้งานต่อวัน เห็นได้ว่าในช่วงชั่วโมงการใช้งานที่ 8 h/d ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 15,371,976.60 บาทในขณะที่ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ -22,674,383.89 บาท ซึ่งขาดทุนและไม่เหมาะสมในการลงทุน ในช่วงชั่วโมงการใช้งานที่ 9 h/d ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 18,130,751.64 บาทในขณะที่ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ -5,736,473.81 บาท ซึ่งขาดทุนและไม่เหมาะสมในการลงทุน ถึงในช่วงชั่วโมงการใช้งานที่ 10 h/d ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 20,889,526.77 บาทในขณะที่ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 15,435,913.68 บาท ซึ่งไม่ขาดทุนแล้วแต่ยังคงไม่เหมาะสมในการลงทุนเนื่องจากมีผลกำไรที่น้อยกว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ จนในช่วงชั่วโมงการใช้งานที่ 11 h/d ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 23,648,301.82 บาท ในขณะที่ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 29,386,164.56 บาท ซึ่งมีผลกำไรที่มากกว่าและน่าลงทุนมากกว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และในช่วงชั่วโมงการใช้งานที่ 12 h/d ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 26,407,076.90 บาทในขณะที่ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิคือ 45,077,256.22 บาท ซึ่งมีผลกำไรที่มากกว่าและน่าลงทุนมากกว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ และจากจำนวนชั่วโมงการใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานตั้งแต่ 11 h/d จนถึง 16 h/d ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำจะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สูงกว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

กล่าวได้ว่าอาคารสูงที่มีภาระการทำความเย็นรวมของอาคารที่ 18,296,235.54 Btu เมื่อมีลักษณะการใช้งานอาคารที่ต้องใช้งานระบบปรับอากาศที่ 8 h/d ถึง 10 h/d เหมาะสมที่จะติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เพราะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สูงกว่าโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ แต่เมื่อมีลักษณะการใช้งานอาคารที่ต้องใช้งานระบบปรับอากาศที่ 11 h/d ถึง 16 h/d เหมาะสมที่จะติดตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเพราะมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิที่สูงกว่าโครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์

จากลักษณะการใช้งานระบบปรับอากาศในอาคารสูงที่มีลักษณะการใช้งานอาคารแบบอาคารเรียน ซึ่งมีชั่วโมงการใช้งานต่อวันอยู่ที่ประมาณ 9 h/d จากผลการประเมินความเหมาะสมและความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรมในหัวข้อที่ 4.5 สามารถบอกได้ว่าระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เหมาะสมในการติดตั้งในอาคารสูงมากกว่าระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ เนื่องจากความเหมาะสมของพฤติกรรมผู้คนที่ใช้งานในอาคาร มีการเปิดและปิดเครื่องปรับอากาศตามเวลาเรียนของนักศึกษา ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศวิเคราะห์ร่วมกับภาระการทำความเย็นของอาคารและจำนวนชั่วโมงที่ใช้งานต่อวัน ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์มีประสิทธิภาพที่แย่กว่าระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำอยู่จำนวนหนึ่ง ในขณะที่มีภาระการทำความเย็นที่เท่ากันเมื่อวิเคราะห์ร่วมกับจำนวนชั่วโมงที่ใช้งาน เมื่อมีจำนวนชั่วโมงการใช้งานเพิ่มมากขึ้น ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเมื่อคูณกับจำนวนชั่วโมงการใช้งานจะส่งผลให้เห็นประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศที่แย่กว่าชัดเจนยิ่งขึ้น และเมื่อมีการวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ที่คำนึงถึงต้นทุนในการติดตั้ง และค่าใช้จ่ายต่างๆรวมไปถึงความคุ้มค่าร่วมด้วยแล้ว จะทำให้เห็นถึงความเหมาะสมในการติดตั้งระบบปรับอากาศในอาคารสูงมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงการที่ติดตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ เหมาะสมกับอาคารสูงมากกว่าระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำในเชิงวิศวกรรม เนื่องจากเมื่อนำพฤติกรรมการใช้งานมาวิเคราะห์ร่วมกับภาระการทำความเย็นและประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศ ระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ มีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดกว่ากว่าระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำที่ลักษณะการใช้งานที่ 8 h/d ยิ่งมีชั่วโมงการใช้งานที่สูงขึ้นในภาระการทำความเย็นที่เท่ากัน ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพดีกว่าจะมีราคาการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดยิ่งกว่ามากขึ้นเรื่อยๆ แต่ในลักษณะการใช้งานในอาคารสูงที่มีชั่วโมงการใช้งานที่ 8 h/d ทำให้ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำไม่เหมาะสมเนื่องจากระยะเวลา การใช้งานที่ 8 h/d เป็นช่วงที่ประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ อยู่ในเกณฑ์ที่ประหยัดพลังงานน้อย

โครงการที่ติตตั้งระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำเทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนมีมูลค่าปัจจุบันสุทธิติดลบหรือผลขาดทุนของโครงการคือ 40,038,990.27 บาท เนื่องจาก อัตราผลตอบแทนภายในหรือผลตอบแทนที่จะได้รับต่อปีของโครงการนี้คือ 2% ซึ่งต่ำกว่าอัตราคิดลดที่เลือกใช้คือ 8% เป็นการปรับมูลค่าเงินลดลงที่สูงกว่าผลตอบแทนที่จะได้ จึงทำให้การประเมินโครงการนี้ได้ผลขาดทุน อย่างไรก็ดีการปรับอัตราคิดลดให้ต่ำลงอาจทำให้โครงการนี้ได้รับผลตอบแทนที่สูงขึ้น แต่การจะปรับอัตราคิดลดให้ต่ำลงกว่า 2% นั้นไม่อาจทำให้โครงการนี้เอาชนะอัตราเงินเฟ้อโดยเฉลี่ยของประเทศไทยได้

โครงการที่ติตตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน มีผลกำไรของโครงการคือ 9,007,032.34 บาท ซึ่งสูงถึง 134% ของเงินลงทุน และได้ผลกำไรต่อปีสูงถึง 34% ต่อปี แม้จะใช้อัตราคิดลดที่ 12% และอาคารสูงเป็นอาคารประเภทที่ไม่กังวลเรื่องพื้นที่ในการติดตั้งและความสวยงาม

ได้ว่าในการเลือกลงทุนติดตั้งระบบปรับอากาศสำหรับอาคารสูง โครงการที่ติตตั้งระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์เทียบกับระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนนั้น มีความคุ้มค่าในการลงทุนมากที่สุดทั้งในเชิงวิศวกรรมและเศรษฐศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบ

จากข้อมูลค่าใช้จ่ายราคาวัสดุ ราคาติดตั้ง ราคาการออกแบบ ราคาการเดินท่อ ราคาบำรุงรักษาเชิงป้องกันต่อปี ของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์ ระบบปรับอากาศแบบทำน้ำเย็นชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ และระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ไม่สามารถเปิดเผยข้อมูลราคาจัดซื้อได้ (สถานประกอบการไม่อนุญาตให้เปิดเผย) ซึ่งต้องใช้ข้อมูลการประเมินราคากลางจากบริษัทผู้ผลิตและบริษัทอื่นๆ แทน (ไม่สามารถเปิดเผยชื่อบริษัทได้)

5.3 ข้อเสนอแนะ

หลังจากที่ทำการประเมินความคุ้มค่าเชิงวิศวกรรม และทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศในอาคารสูง จึงได้ทำการประเมินความคุ้มค่าของระบบปรับอากาศแบบรวมศูนย์รุ่นใหม่ ที่ทางบริษัทผู้ผลิตได้ยื่นใบเสนอขายมา จึงพบข้อบกพร่องของการประเมินมูลค่าซากและความคุ้มค่าที่ยังคงได้รับจากระบบปรับอากาศรุ่นเก่า ซึ่งนับว่าเป็นกระแสเงินสดที่ดำเนินอยู่ก่อนเปลี่ยนเป็นระบบปรับอากาศรุ่นใหม่ ในการประเมินความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ของระบบปรับอากาศนั้น นอกจากจะประเมินโครงการที่จะลงทุนแล้ว ควรต้องประเมินความคุ้มค่าและมูลค่าซากของระบบปรับอากาศเดิมที่ใช้อยู่ก่อนด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Cp All. (2019). **The Cp All History.** Accessed 10 December 2021. Available from https://www.cpall.co.th/en/about-us/history

[2] Freitas, Iuri Abreu Saraiva, and Xingxing Zhang. (2018). "Green building rating systems in Swedish market-A comparative analysis between LEED, BREEAM SE, GreenBuilding and Miljöbyggnad." **Energy Procedia** 153: 402-407.

[3] Saab, Roba, and Mohamed I. Hassan Ali. (2017). "Variable-Refrigerant-Flow Cooling-Systems Performance at Different Operation-Pressures and Types-of-Refrigerants" **Energy engineering** 119: 426-432.

4] Devecioğlu, A. G., and V.Oruç. (2020). "Energetic performance analysis of R466A as an alternative to R410A in VRF systems." **Engineering Science and Technology, an International Journal** 23(6): 1425-1433.

[5] Zhang, Yin, et al. (2017). "Outdoor air thermal plume simulation of layer-based VRF air conditioners in high-rise buildings." **Energy Procedia** 142: 3787-3792.

[6] สันติ บันเทิงไพบูลย์. (2561). "การออกแบบระบบปรับอากาศประหยัดพลังงานด้วยวิธีแลกเปลี่ยนความร้อนใต้ดิน" วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้างและสาธารณูปโภค สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

[7] Yu, F. W., and K. T. Chan. (2008). "Optimization of water-cooled chiller system with load-based speed control." **Applied Energy** 85(10): 931-950.

[8] Zheng, Huifan, et al. (2022). "Experimental study of R290 replacement R134a in cold storage air conditioning system." **Case Studies in Thermal Engineering**: 102203.

[9] Takakusagi, Akira. (2021). "Theoretical study evaluating renewal of an air-conditioning system." **Journal of Building Engineering** 44: 102876.

[10] Ma, Keyan, et al. (2017). "Web based chiller plant optimal control-A case study." **Procedia Engineering** 205: 967-974.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[11] มงคลพล ธีรประเสริฐ. (2549). “การเปรียบเทียบระบบปรับอากาศระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนและเครื่องทำน้ำเย็น กรณีศึกษา อาคารสำนักงานและที่พักอาศัย.” ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

[12] Daikin. (2019). Daikin Industries (Thailand)**.** Accessed 10 December 2021. Available from https://www.daikin.co.th

[13] Investopedia. (2021). NPV. Accessed 10 December 2021. Available from https://www.investopedia.com/terms/n/npv.asp#

[14] Investopedia. (2021). Discount Rate. Accessed 10 December 2021 Available from https://www.investopedia.com/terms/d/discountrate.asp

[15] Bank of Thailand. (2018). Inflation. Accessed 10 December 2021. Available from https://www.bot.or.th/Thai/MonetaryPolicy

[16] Sukhothai Thammathirat. (2016). Opportunity Cost. Accessed 10 December 2021 Available from https://www.stou.ac.th/stouonline/lom/data/sec.html

[17] Krungsri. (2022). IRR. Accessed 10 December 2021 Available from https://www.krungsri.com/th/personal/knowledge

[18] Sukhothai Thammathirat. (2016). B/C Ratio. Accessed 10 December 2021 Available from https://www.stou.ac.th/Lom14/04-04-01.html

[19] Formula. (2020). ROI. Accessed 10 December 2021 Available from https://corporatefinanceinstitute.com/resources/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

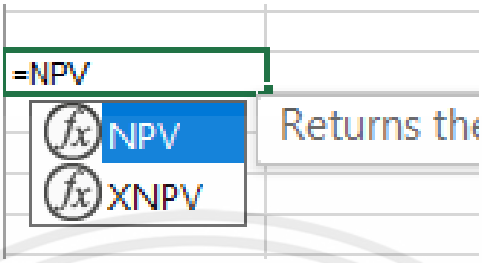
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

กระบวนการวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์

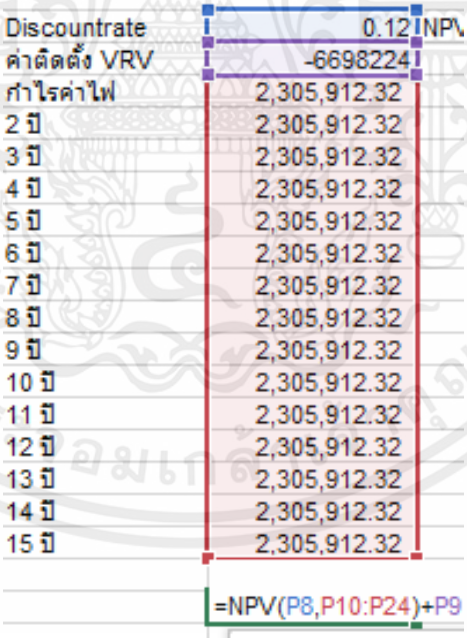
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลกระแสเงินสด อายุการใช้งานและต้นทุนค่าเสียโอกาสต่างๆของระบบปรับอากาศแล้ว ทำการวิเคราะห์โครงการด้วยโปรแกรม Microsoft Excel 365 โดยการหามูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV นั้นเริ่มจากการค้นหาสมการด้วยการพิมพ์ =NPV ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 ค้นหาสมการ NPV

โดย Rate (กรอบสีฟ้า) คืออัตราคิดลดที่เลือกใช้ Value1 (กรอบสีแดง) คือกระแสเงินสดเข้าตลอดอายุโครงการ หรือผลกำไรที่ได้รับในแต่ละปี และ Value2 (กรอบสีม่วง) คือกระแสเงินสดออกหรือเงินลงทุนของโครงการนั้นๆ โดยให้ใส่ค่าเป็นลบ ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 ตัวอย่างการใส่ข้อมูลลงในสมการ NPV

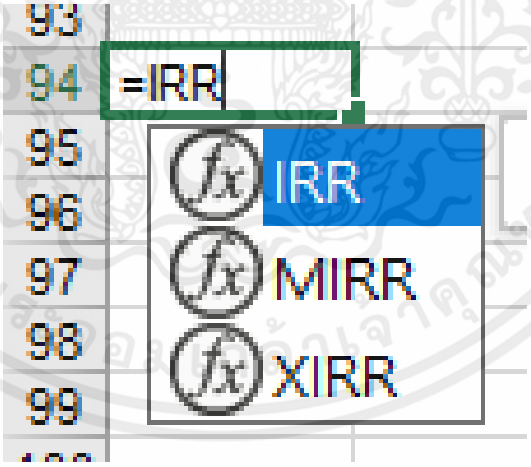
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใส่ข้อมูลตามที่โปรแกรมได้กำหนดครบถ้วนแล้ว จะได้ค่า NPV ดังรูปที่ ก.3

Discountrate	0.12
ค่าติดตั้ง VRV	-6698224
กำไรค่าไฟ	2,305,912.32
2 ปี	2,305,912.32
3 ปี	2,305,912.32
4 ปี	2,305,912.32
5 ปี	2,305,912.32
6 ปี	2,305,912.32
7 ปี	2,305,912.32
8 ปี	2,305,912.32
9 ปี	2,305,912.32
10 ปี	2,305,912.32
11 ปี	2,305,912.32
12 ปี	2,305,912.32
13 ปี	2,305,912.32
14 ปี	2,305,912.32
15 ปี	2,305,912.32
	9,007,032.34

รูปที่ ก.3 ตัวอย่างการวิเคราะห์ NPV

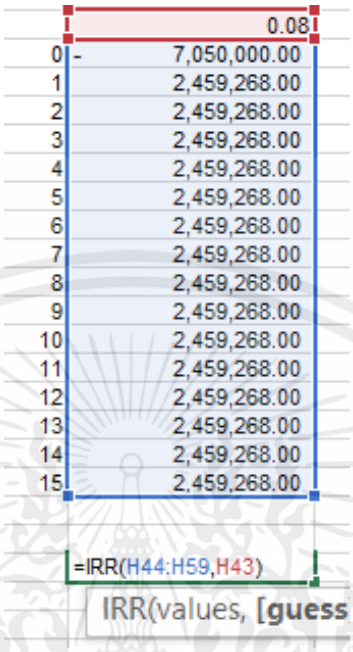
หลังที่ได้ทำการวิเคราะห์มูลค่าปัจจุบันสุทธิ NPV แล้ว ต้องวิเคราะห์ อัตราผลตอบแทนภายใน IRR เพิ่มเติมด้วย โดยเริ่มจากการค้นหาสมการด้วยการพิมพ์ =IRR ดังรูปที่ ก.4



รูปที่ ก.4 ค้นหาสมการ IRR

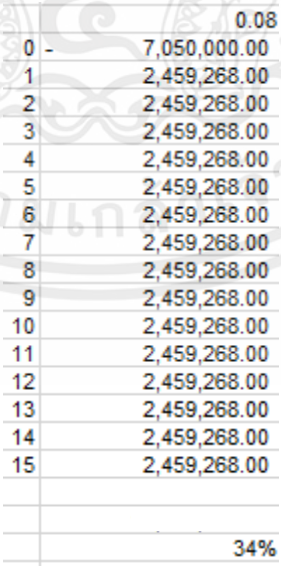
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Values (กรอบสีฟ้า) คือกระแสเงินสดเข้าตลอดอายุโครงการ หรือผลกำไรที่ได้รับในแต่ละปี แต่จะรวมเงินลงทุนในปีที่ศูนย์เข้าไปด้วยซึ่งเป็นค่าลบ และ Guess (กรอบสีแดง) คืออัตราคิดลดที่เลือกใช้ ดังรูปที่ ก.5



รูปที่ ก.5 ตัวอย่างการใส่ข้อมูลลงในสมการ IRR

เมื่อใส่ข้อมูลตามที่โปรแกรมได้กำหนดครบถ้วนแล้ว จะได้ค่า IRR ดังรูปที่ ก.6



รูปที่ ก.6 ตัวอย่างการวิเคราะห์ IRR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายปฏิพล สินธุเดชะ
วัน เดือน ปีเกิด	วันที่ 7 เดือน เมษายน พ.ศ. 2542
ภูมิลำเนา	จังหวัดสมุทรสาคร
ที่อยู่	35/9 หมู่ที่ 1 ตำบลท่าเสา อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร 74110
E-mail	Patipon.sint@gmail.com

ประวัติการศึกษา

- สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกระทุ่มแบน “วิเศษสมุทคุณ” ปีการศึกษา 2560 จังหวัดสมุทรสาคร
- สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต วศ.บ (วิศวกรรมเครื่องกล) ปีการศึกษา 2564 จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ผลงานและกิจกรรม

- ผู้ได้รับโรงการทุนการศึกษาเครือเจริญโภคภัณฑ์ รุ่นที่ 41
- สหกิจศึกษา ณ บริษัท เครือเจริญโภคภัณฑ์ จำกัด (มหาชน) จังหวัดนนทบุรี แผนกวิศวกรอาคาร ปี พ.ศ. 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้