

การประเมินประสิทธิภาพของปฏิสัมพันธ์ด้วยข้อมูลภาคสนามของซิลเลอร์ Evaluation of Interaction Efficiency via Field Test Data of Chillers

วสภ วิษณุสันต์กุล¹ และ เด่นชัย วรเดชจำเริญ^{1*}

¹ ภาควิชาวิศวกรรมระบบเครื่องกลและนวัตกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม บางเขน 2410/2 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนา
นิคม เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

*ติดต่อ: ติดต่อบัญชี: denchai.wora@gmail.com, 094-850-3366, 0257911111 ต่อ 2147

บทคัดย่อ

จากการทดสอบข้อมูลปราศจากความผิดพลาด (fault-free data) และข้อมูลที่มีความผิดพลาด (faulty data) จากห้องทดลองการเดินซิลเลอร์มาตรฐานพบว่า การหาปฏิสัมพันธ์ (Interaction) โดยการสร้างความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องในรูปแบบของการวิเคราะห์สหสัมพันธ์ (Pearson's correlation) จะมีค่าลดลงเมื่อความผิดพลาดมีค่ารุนแรงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญและสามารถนำไปเป็นเครื่องมือในการตรวจสอบการทำงานของซิลเลอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามประเทศไทยไม่มีห้องทดสอบเพื่อเก็บข้อมูลดังกล่าว และข้อมูลที่ได้จากการเดินเครื่องในอาคารจริงมีการสะสมความผิดพลาดเนื่องจากการติดตั้งระบบและการทดสอบที่ไม่ได้มาตรฐาน

เพื่อแก้ปัญหาข้างต้น บทความนี้ทำการประเมินประสิทธิภาพของปฏิสัมพันธ์เพื่อประเมินการทำงานของระบบซิลเลอร์โดยใช้ข้อมูลการทำงานจริงจากระบบอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System, BAS) ของอาคารพาณิชย์ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่จำนวน 3 อาคาร โดยการประยุกต์รูปแบบมาตรฐานการตรวจสอบการทำงานของซิลเลอร์จากสมาคมปรับอากาศประเทศสหรัฐอเมริกา (ASHRAE RP-1275) เพื่อสร้างแนวทางการตรวจสอบการเดินเครื่องซิลเลอร์ที่เหมาะสมรวมถึงลักษณะการตั้งเวลาเปิดปิดซิลเลอร์ โดยใช้ตัวแปรมาตรฐานที่มีผลต่อการทำงานของซิลเลอร์ ซึ่งประกอบด้วย อุณหภูมิน้ำร้อนที่เข้าคอนเดนเซอร์ อุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากอีวาพอเรเตอร์ และภาระโหลดการทำงานของซิลเลอร์ ในรูปแบบของ excel worksheet เพื่อสามารถตรวจสอบการทำงานได้อย่างสะดวก การประยุกต์ที่มีประสิทธิภาพนี้สามารถใช้ส่งเสริมการใช้ประโยชน์ข้อมูลจากระบบอาคารอัตโนมัติแก่ผู้ดูแลอาคารที่ยังขาดประสบการณ์การเดินซิลเลอร์

คำหลัก: ข้อมูลปราศจากความผิดพลาด; ข้อมูลความผิดพลาด; ปฏิสัมพันธ์; อาคารอัตโนมัติ

Abstract

Testing results of fault-free and faulty data obtained from standardized chiller laboratory are found that Pearson's correlation values of chiller interaction analysis used for correlating between 2 variables associated with chiller reduce when fault severity levels are increased with significance. The interaction can be used as a potential tool for chiller investigations effectively. However, in Thailand, the standardized laboratory is not available due to a cost-prohibitive issue. Also, field test data cannot be compensated because the field data include faulty operations caused by improper installation and commissioning.

To address the issue, this paper evaluates the interaction efficiency for chiller operation assessment by using field test data of BAS from 3 medium-to-large scaled commercial buildings. The ASHRAE RP-1275 standard is applied to create an investigation guideline of the chiller operations and chiller manager schedule setting based on the excel worksheet with the data of inlet condenser water temperature, outlet evaporator temperature water and chiller load. This worksheet is mainly developed for easy-to-use objectives. The proposed guideline based on the interaction application

could be used to encourage BAS data utilization to inexperienced building operators in chiller routine operations.

Keywords: Fault-free data; Faulty data; Interaction; Building Automation System

1. บทนำ

เนื่องด้วยซิลเลอร์คือระบบปรับอากาศขนาดใหญ่ที่เป็นปัจจัยหลักต่อค่าไฟฟ้าที่ใช้ภายในอาคารขนาดใหญ่จึงมีความจำเป็นต้องให้การทำงานของซิลเลอร์นั้นมีประสิทธิภาพสูงสุดอยู่เสมอ เพื่อไม่ให้เป็นการสูญเสียพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ หากแม้แต่ว่าการตรวจสอบการทำงานของซิลเลอร์ในปัจจุบันที่ถูกเรียกว่าการตรวจสอบแบบ walk-through audit นั้นไม่สามารถระบุปัญหาที่แน่ชัดได้หากไม่เกิดความเสียหายแบบชัดเจน หากผู้ตรวจสอบไม่มีความชำนาญทำการเดินตรวจสอบจะไม่สามารถตรวจสอบพบปัญหาได้ เช่น ปัญหาการอุดตันของสิ่งสกปรกในท่อน้ำ เป็นต้น

หลังจากที่ได้มีการคิดค้นเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบผ่านงานวิจัย “การพัฒนาการหาปฏิสัมพันธ์สำหรับใช้เป็นเครื่องมือประเมินการทำงานของซิลเลอร์เบื้องต้น” ซึ่งถูกคิดค้นผ่านข้อมูลที่ปราศจากความผิดพลาดและข้อมูลที่มีความผิดพลาดรวมอยู่ด้วยจากงานวิจัยของสมาคมปรับอากาศสหรัฐอเมริกา ASHRAE RP-1043 [1] ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการสร้างมาตรฐานใหม่ให้กับการตรวจสอบการทำงานของซิลเลอร์ในประเทศไทย จึงทำการนำ Interaction ไปทดลองใช้กับอาคารจริงในประเทศไทย โดยจะยกตัวอย่างทั้งหมด 3 อาคาร

2. Interaction

การหาปฏิสัมพันธ์สำหรับโครงการงานวิจัยนี้จะทำการหาทั้งหมด 5 ตัวแปรดังนี้ 1) T_{evo} คืออุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจาก Evaporator ที่จะถูกใช้ในการแลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศที่ AHU ถ้า T_{evo} ถูกตั้งค่าให้มีอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะมีผลทำให้ภาระโหลดการทำงานลดลง ในทางกลับกันถ้าตั้งค่าไว้ต่ำก็จะส่งผลให้มีภาระโหลดที่สูงขึ้น 2) T_{cdi} คืออุณหภูมิของน้ำที่จะถูกนำไปใช้ในขบวนการควบแน่นน้ำยาเป็นของเหลว ถ้ามีอุณหภูมิสูงจะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการควบแน่นของน้ำยาลดลง และจะก่อให้เกิดค่า kWh ที่สูงขึ้น 3) Load การทำงาน 4) CQ1 ผลต่างอุณหภูมิน้ำเข้า-ออก Evaporator และ 5) CQ2 ผลต่างอุณหภูมิน้ำเข้า-ออก Condenser จากงานวิจัยก่อนหน้านี้มีภาระระบุ

CQ(Characteristic quantity) ไว้ถึง 7 ตัวแปร [2] แต่ในงานวิจัยนี้ทำการยกตัวอย่างเพียง CQ1 และ CQ2 เนื่องจากเป็นเป็นตัวแปรที่สามารถระบุปัญหาเบื้องต้นที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งได้ เช่น ปัญหาการอุดตันในท่อน้ำหรือในคอยล์เย็นและคอยล์ร้อน เป็นต้น โดยเกณฑ์การประเมินมีดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลเกณฑ์การประเมิน Interaction เบื้องต้น

ตัวแปร	ระดับของค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ที่ต้องการ (R)
T_{cdi}	ระดับกลาง
T_{evo}	ระดับกลาง
Load	ระดับสูง
CQ1	ระดับกลาง
CQ2	ระดับกลาง

เงื่อนไขระดับ : ระดับต่ำ (0-0.50), ระดับกลาง (0.51-0.89) และระดับสูง (0.9-1.0) [3]

การใช้การตรวจสอบการทำงานของซิลเลอร์ด้วยการใช้ Interaction จะสามารถตรวจพบปัญหาเบื้องต้นได้ เพื่อจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้อย่างทันท่วงที

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

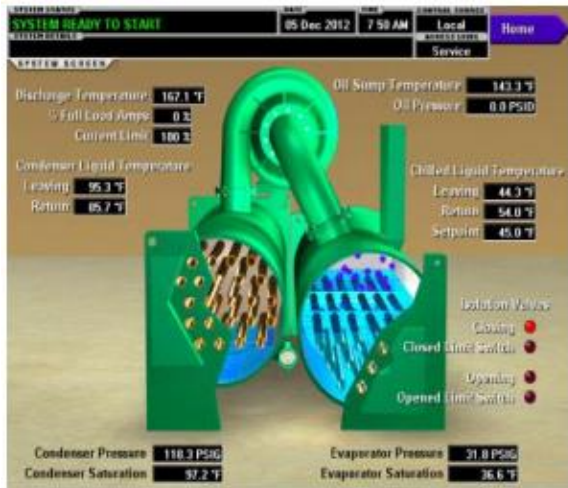
การนำตัวแปรของข้อมูลที่ได้จากซิลเลอร์มาวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้ ถูกแบ่งลักษณะของการเก็บข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท โดยตัวแปรที่จะทำการบันทึกจากระบบซิลเลอร์มีดังนี้

ตารางที่ 2 แสดงค่าตัวแปรที่บันทึกได้จากระบบซิลเลอร์

Parameters	Refrigerant-side		Water-side	
	Evaporator	ความดัน	อุณหภูมิ	อุณหภูมิ เข้า
Condenser	ความดัน	อุณหภูมิ	อุณหภูมิ เข้า	อุณหภูมิ ออก
Load	เปอร์เซ็นต์การทำงานของระบบซิลเลอร์			
kWh	หน่วยการใช้ไฟฟ้า			

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบ Monitoring

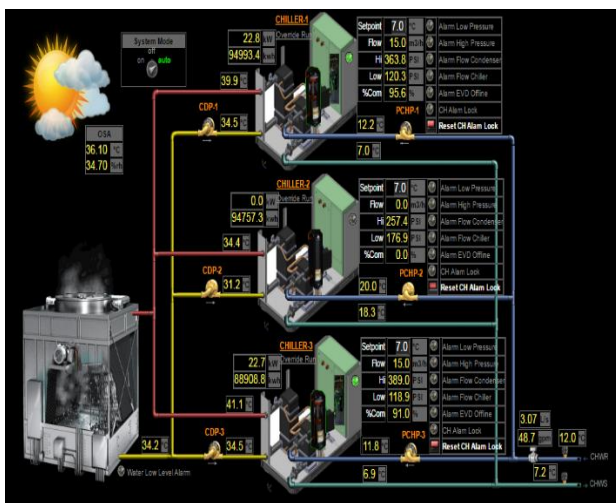
เนื่องด้วยบางอาคารที่ได้ทำการตรวจสอบไม่มีระบบอาคารอัตโนมัติ(Building Automation System) จึงจำเป็นต้องทำการจัดบันทึกข้อมูลผ่านระบบ Monitoring



รูปที่ 1 หน้าจอแสดงค่าพารามิเตอร์ทั่วไป

จากรูปที่ได้แสดงในรูปที่ 1 แสดงตัวอย่างหน้าจอที่แสดงค่าตัวแปรต่างๆที่ได้จากการทำงานของซิลเลอร์ ซึ่งในการบันทึกค่านั้นจะต้องใช้ช่างผู้ดูแลอาคารทำการจัดบันทึกทุกๆช่วงเวลาที่ได้มีการกำหนด ข้อเสียของการจัดบันทึกด้วยคนนั้น อาจก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อน ซึ่งจะส่งผลทำให้การตรวจสอบไม่แม่นยำ

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลจากระบบอาคารอัตโนมัติ



รูปที่ 4 หน้าจอแสดงค่าพารามิเตอร์ของระบบอาคารอัตโนมัติ (Building Automation System, BAS)

ระบบอาคารอัตโนมัติคือศูนย์รวบรวมข้อมูลที่มีการติด เซนเซอร์ตรวจวัดทั้งหมดภายในอาคารโดยจะทำการลากสายหรือใช้ Wireless ส่งสัญญาณมาที่ตู้ควบคุม แล้วทำการแสดงผลในหน้าจอขึ้นเอง โดยงานวิจัยนี้จะทำการวิเคราะห์เพียงระบบปรับอากาศของระบบ BAS ซึ่งแสดงได้ดังรูปที่ 2

การเก็บข้อมูลผ่านระบบอาคารอัตโนมัตินั้นสามารถดำเนินงานได้โดยง่ายเนื่องจากระบบมีการจัดเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลของระบบอยู่แล้ว เพียงนำข้อมูลที่ต้องการออกมา โดยข้อมูลที่ได้นั้นจะเป็นไฟล์เอกสาร .TXTหรือ .CSV ดังรูปที่ 3

Date	Excel Time	Tevi	Tevo	Tcdi	Tcdo	P_dis	P_suc	Power_Q	Flow rate	COP
6/3/2017 04:00:00 ICT	42800.17	26.2	26.1	28.8	28.6	240.4	240.7	0	0	3276.7
6/3/2017 04:15:00 ICT	42800.18	26	26.3	28.7	28.6	239.6	240.7	0	0	3276.7
6/3/2017 04:30:00 ICT	42800.19	25.8	26.4	28.7	28.6	239.6	239.3	0	0	3276.7
6/3/2017 04:45:00 ICT	42800.2	25.7	26.5	28.6	28.5	238.8	239.3	0	0	3276.7
6/3/2017 05:00:00 ICT	42800.21	25.6	26.6	28.6	28.5	237.9	237.8	0	0	3276.7
6/3/2017 05:15:00 ICT	42800.22	25.5	26.7	28.6	28.5	237.9	237.8	0	0	3276.7
6/3/2017 05:30:00 ICT	42800.23	25.4	26.8	28.5	28.4	237.1	237.8	0	0	3276.7
6/3/2017 05:45:00 ICT	42800.24	25.3	26.8	28.5	28.4	236.3	236.4	0	0	3276.7
6/3/2017 06:00:00 ICT	42800.25	25.2	26.8	28.5	28.4	236.3	236.4	0	0	3276.7
6/3/2017 06:15:00 ICT	42800.26	25.2	26.8	28.4	28.3	235.5	236.4	0	0	3276.7
6/3/2017 06:30:00 ICT	42800.27	25.1	26.9	28.4	28.3	235.5	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 06:45:00 ICT	42800.28	25.1	26.9	28.4	28.2	234.7	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 07:00:00 ICT	42800.29	25.1	26.8	28.5	28.2	234.7	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 07:15:00 ICT	42800.3	25.2	26.4	28.5	28.1	234.7	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 07:30:00 ICT	42800.31	25.4	25.2	28.4	28.1	234.7	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 07:45:00 ICT	42800.32	25.5	24.2	28.4	28.1	234.7	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 08:00:00 ICT	42800.33	25.6	23.6	28.5	28.1	234.7	234.9	0	0	3276.7
6/3/2017 08:15:00 ICT	42800.34	23.3	23.3	26.8	26.8	214.4	216.1	0	16.4	3276.7
6/3/2017 08:30:00 ICT	42800.35	22.6	16.5	28.6	35.7	340.3	161	119.5	16.8	6.9
6/3/2017 08:45:00 ICT	42800.36	21.7	15.7	29.1	36.1	343.5	155.2	116.4	17	6.6
6/3/2017 09:00:00 ICT	42800.38	21.9	14.9	29.3	35.3	345.2	142.1	99.70001	14.9	5.8
6/3/2017 09:15:00 ICT	42800.39	15.7	0.7	23.5	30	155.5	130.5	00.700001	17.8	5

รูปที่ 3 แสดงไฟล์เอกสาร .CSV [4 - 5]

เนื่องด้วยไฟล์เอกสาร .CSV นั้นสามารถเปิดด้วยโปรแกรม Microsoft Excel ได้โดยง่าย และประกอบกับเครื่องมือการตรวจสอบด้วย Interaction นั้นก็ใช้โปรแกรม Microsoft Excel เช่นกัน จึงก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการเก็บรวบรวมข้อมูลและแม่นยำกว่าการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการจัดบันทึก

4.ขั้นตอนการประเมิน interaction

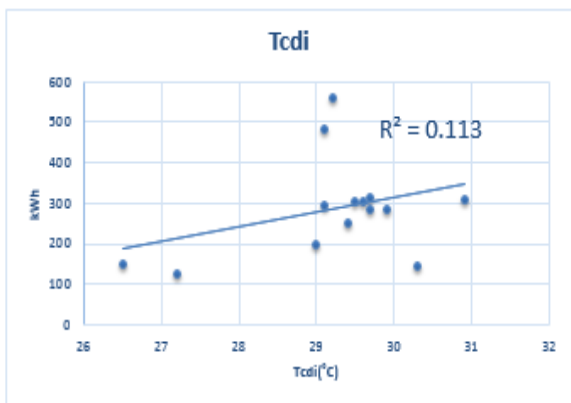
การดำเนินการโดยการนำ Interaction ไปตรวจสอบกับอาคารจริง โดยทำการหาปฏิสัมพันธ์ทั้งหมด 5 ตัวแปร 1) อุณหภูมิน้ำขาเข้า Condenser (T_{cdi}) (2) อุณหภูมิน้ำขาออก Evaporator (T_{evo}) (3) ภาระโหลดการทำงาน (%Load) 4) ผลต่างอุณหภูมิน้ำด้านคอยล์เย็น (CQ1) 5) ผลต่างอุณหภูมิน้ำด้านคอยล์

ร้อน (CQ2) มาหาปฏิสัมพันธ์กับ ค่า kW การใช้ไฟฟ้าของซิลเลอร์

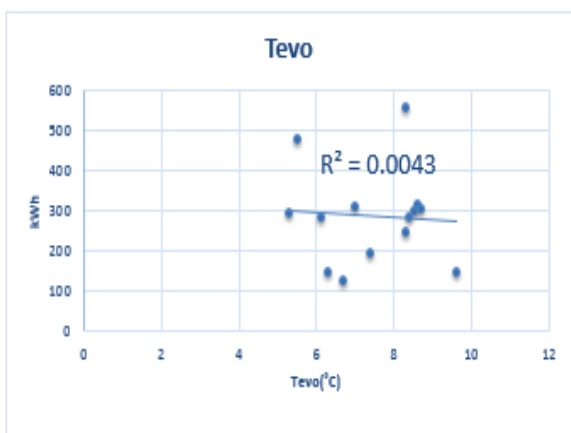
โดยขั้นตอนการดำเนินงานจะถูกแบ่งออกเป็น 3 อาคาร จะแสดงให้เห็นถึงปัญหาของแต่ละอาคารที่ได้ทำการตรวจสอบยกตัวอย่างเช่นลักษณะการดูแลอาคารที่ไม่ได้มาตรฐานและอาคารที่มีการดูแลที่ได้มาตรฐาน เพื่อเป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงผลการใช้ Interaction ได้อย่างชัดเจน ซึ่งประกอบด้วยอาคาร A, อาคาร B และอาคาร C ดังนี้

4.2 การประเมินอาคาร A ด้วย interaction

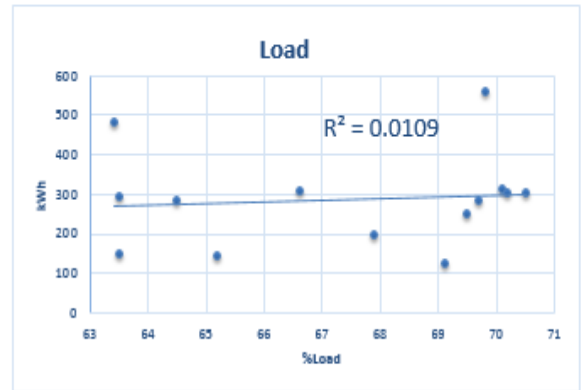
อาคาร A เป็นอาคารที่ได้รับการดูแลที่ไม่ได้มาตรฐาน เนื่องด้วยวิศวกรประจำอาคารเป็นวิศวกรไฟฟ้าทำให้ขาดความรู้ของซิลเลอร์ จึงทำให้การดูแลไม่ได้ประสิทธิภาพ ซึ่งเมื่อนำ Interaction เข้าไปตรวจสอบได้ผลออกมาดังนี้



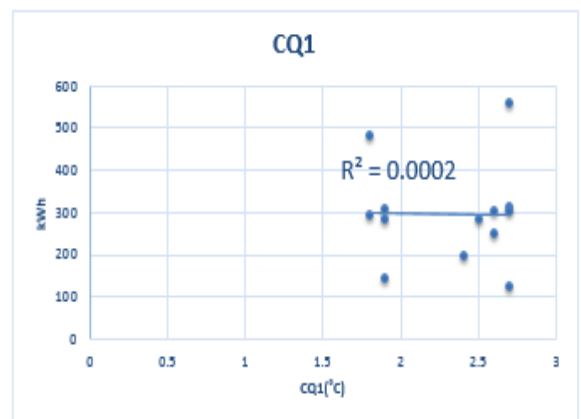
รูปที่ 4 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่เข้า Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.33)



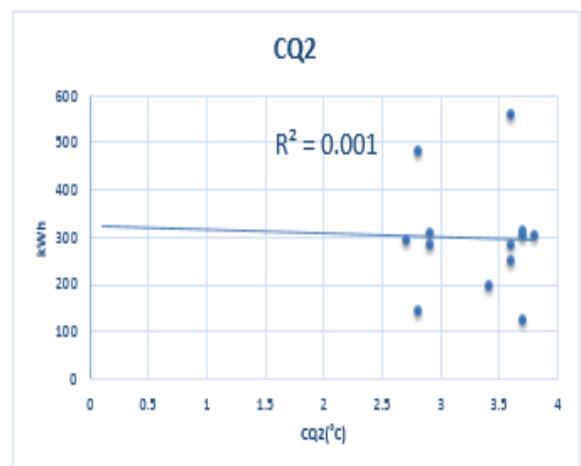
รูปที่ 5 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ออกจาก Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.06)



รูปที่ 6 แสดงการหา Interaction ระหว่างภาระโหลดการทำงาน กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.10)



รูปที่ 7 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.01)

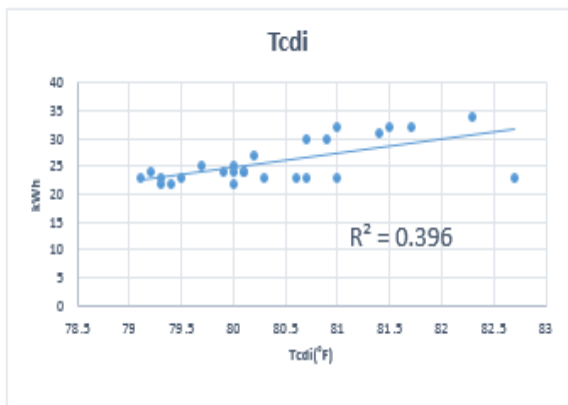


รูปที่ 8 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.03)

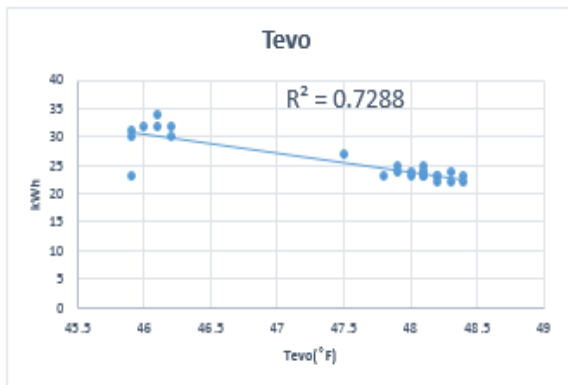
ข้อมูลที่ได้จากรูปที่ 4-8 การตรวจสอบพบว่าค่า Interaction ของอาคาร A นั้นไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินทั้งหมด เมื่อได้มีการเข้าไปตรวจสอบหน้างานจริงพบว่ามีการปรับ Balancing Valve ซึ่งไม่สมควรปรับอย่างยิ่งเพราะจะส่งผลต่อระบบภาพรวมทั้งหมด

4.2 การประเมินอาคาร B ด้วย interaction

อาคาร B เป็นอาคารที่มีช่างและวิศวกรผู้ดูแลอาคารที่มีประสบการณ์จึงได้รับการดูแลที่ได้มาตรฐานทำให้ซีลเลอร์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ เมื่อนำข้อมูลมาตรวจสอบด้วย Interaction ได้ผลออกมาดังนี้



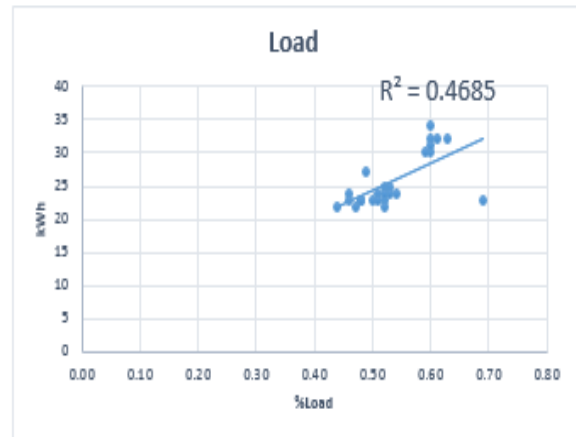
รูปที่ 9 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่เข้า Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.63)



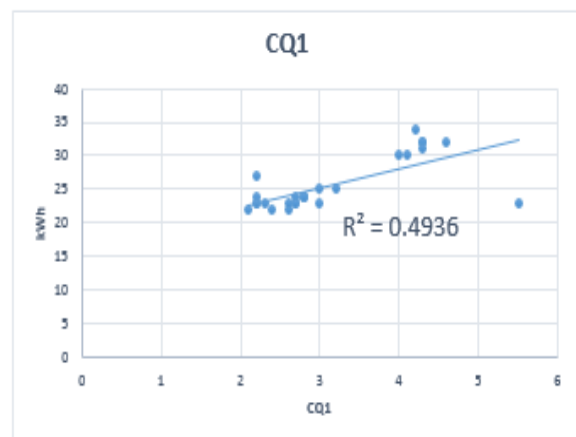
รูปที่ 10 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ออกจาก Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=-0.85)

จากผลของค่า Interaction ที่แสดงดังรูปที่ 9-13 แสดงได้ถึงอาคารที่ได้รับการดูแลที่ได้มาตรฐาน แต่ยังคงพบว่าการกระจายตัวของกลุ่มข้อมูลแสดงถึงมีความผิดพลาดเกิดขึ้นเพียงแต่ยังไม่ส่งผลต่อการทำงานโดยรวมของระบบ โดยสามารถเพิ่มเติมประสิทธิภาพ

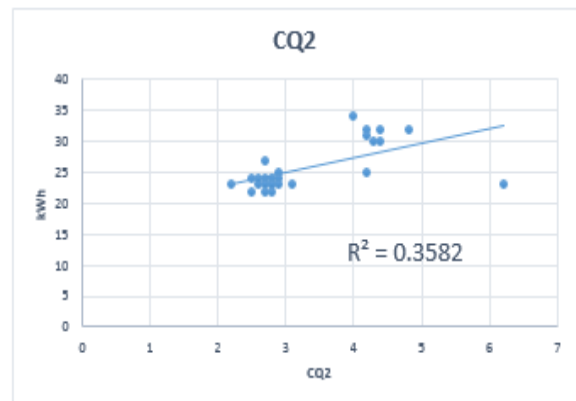
ของระบบได้โดยการนำระบบวินิจฉัยความผิดพลาดมาใช้เพื่อตั้งประสิทธิภาพให้สูงยิ่งขึ้นได้อีกด้วย



รูปที่ 11 แสดงการหา Interaction ระหว่างภาระโหลดการทำงาน กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.68)



รูปที่ 12 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.70)

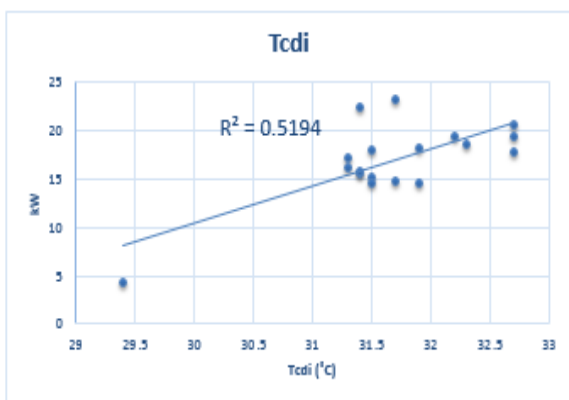


รูปที่ 13 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.59)

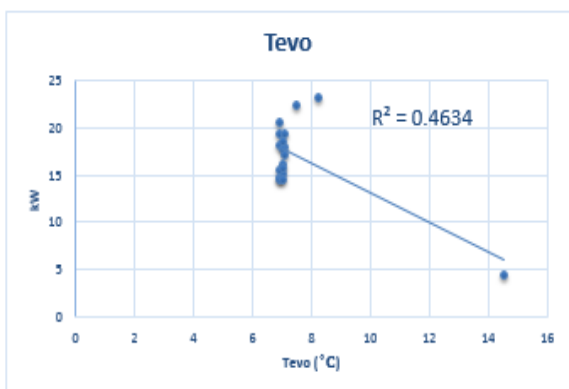
4.3 การประเมินอาคาร C ด้วย interaction

อาคาร C เป็นอีกหนึ่งอาคารที่ได้รับการดูแลที่ได้มาตรฐาน โดยควบคุมดูแลผ่านระบบอาคารอัตโนมัติ ซึ่งในอาคารนี้หลังจากได้ทำการตรวจสอบพบว่าระบบควบคุมมีปัญหาทำให้ซิลเลอร์มีการปิดเปิดตัวเองบ่อยครั้งจึงจะทำการแสดงผลการตรวจด้วย Interaction ในการเปรียบเทียบ โดยเริ่มจากการสังเกตการทำงานในขณะปกติ และนำไปเปรียบเทียบเมื่อระบบมีความผิดปกติเกิดขึ้นจริง ซึ่งแสดงได้ดังนี้

4.3.1 การทำงานของซิลเลอร์ปกติ



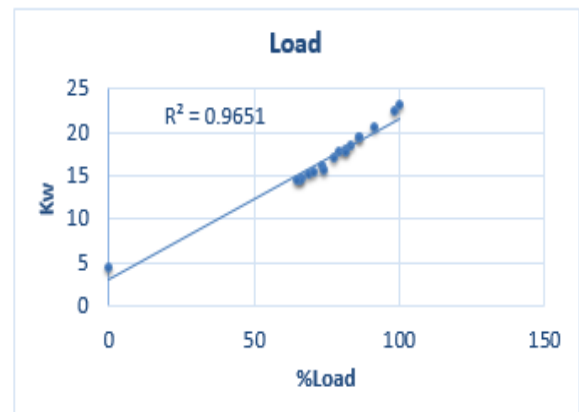
รูปที่ 14 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่เข้า Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.72)



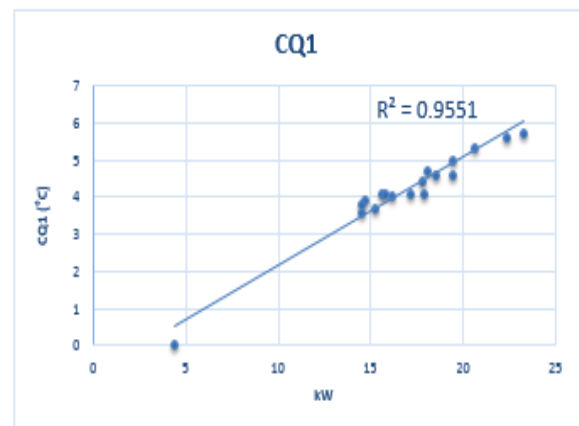
รูปที่ 15 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ออกจาก Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.68)

จากรูปที่ 14 – 18 แสดงการทำงานประมวลผล interaction ของทั้ง 5 ตัวแปรดังแสดงในตารางที่ 1 กับค่า kW ในขณะที่เครื่องซิลเลอร์ทำงานแบบปกติ และเมื่อเกิดการทำงานผิดปกติ จะสามารถทำการตรวจสอบข้อมูลการทำงานย้อนหลังโดยใช้ข้อมูลจาก local sever

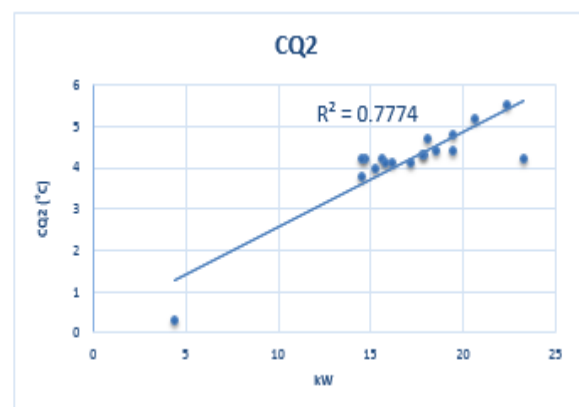
ในการคำนวณค่า interaction ดังแสดงในรูปที่ 19 - 22 ดังแสดงในหัวข้อถัดไป



รูปที่ 16 แสดงการหา Interaction ระหว่างภาระโหลดการทำงาน กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.98)

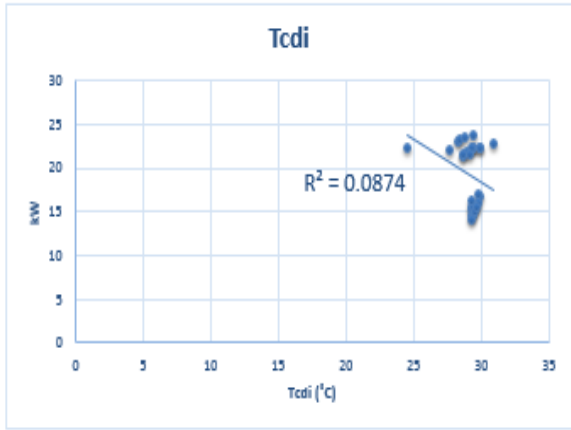


รูปที่ 17 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.97)

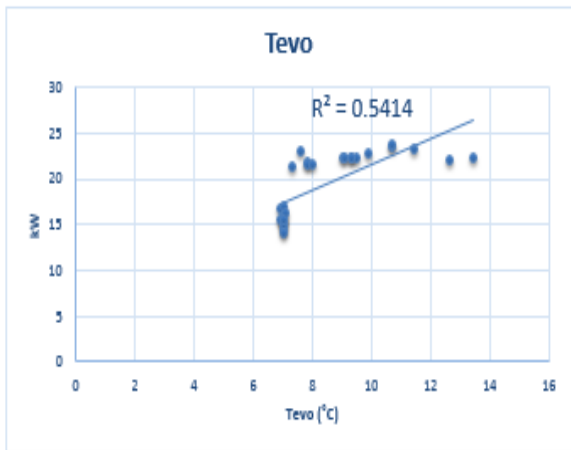


รูปที่ 18 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.88)

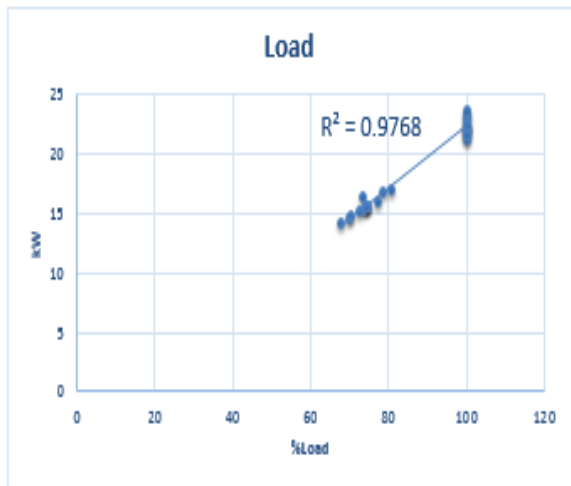
4.3.2 การทำงานของระบบควบคุมผิดพลาด



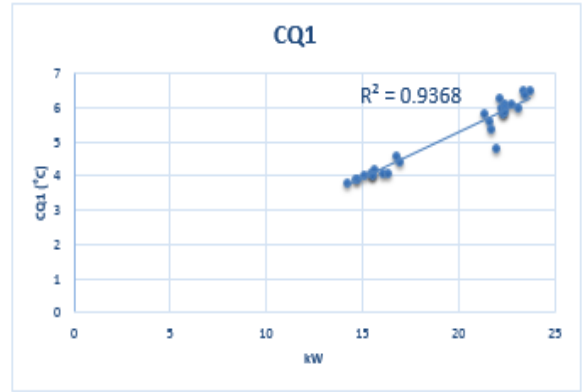
รูปที่ 19 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่เข้า Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.29)



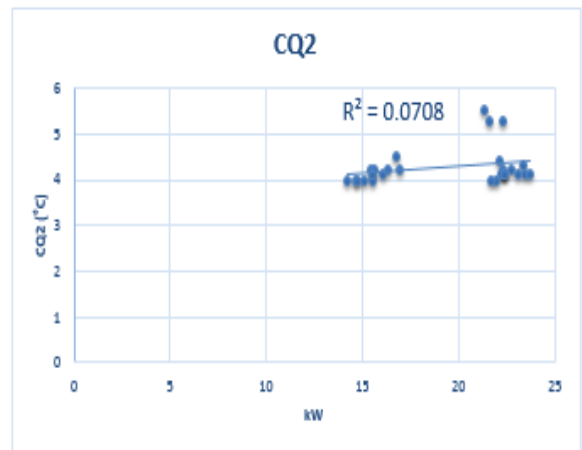
รูปที่ 20 แสดงการหา Interaction ระหว่างอุณหภูมิน้ำที่ออกจาก Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.73)



รูปที่ 21 แสดงการหา Interaction ระหว่างภาระโหลดการทำงาน กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.98)



รูปที่ 22 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Evaporator กับ kWh การใช้ไฟฟ้า (R=0.97)



รูปที่ 23 แสดงการหา Interaction ระหว่างผลต่างของอุณหภูมิน้ำที่ Condenser กับ kWh การใช้ไฟฟ้า(R=0.26)

หลังจากที่ใช้ Interaction ในการตรวจสอบพบว่า ค่า T_{cdi} และ CQ2 ไม่ผ่านเกณฑ์การประเมิน แต่ค่า T_{ev0} ยังผ่านเกณฑ์การประเมินนั้นแต่ลักษณะความสัมพันธ์ของข้อมูลไม่ได้เป็นไปตามที่ได้กำหนดไว้ คือเมื่อ T_{ev0} มีค่าสูงขึ้นจะส่งผลทำให้ค่าการใช้ไฟฟ้าต่ำลง

ดังนั้นจึงนำไปสู่การหาสาเหตุ พบว่าซิลเลอร์มีการปิดเปิดบ่อยครั้ง เนื่องจากการตั้งค่าที่ระบบควบคุมให้มีการสั่งงานให้ 1 เครื่อง stand by ตามเวลาการทำงาน เช่น (9.00-18.00) และอีกเครื่องจะถูกตั้งไว้ในลักษณะที่เมื่อทำงานได้ไหลต่ำสักพัก จะทำการปิดเครื่อง และต้องใช้เวลาานานจนกว่าจะกลับมาทำงานใหม่ซึ่งในขณะนั้นหมายถึงระบบทำน้ำเย็นไม่ได้ เมื่อเปิดเครื่องจึงทำให้ทั้งสองเครื่องมีเปอร์เซ็นต์ โหลดที่สูง และจะวนกลับมาในลักษณะเดิม

หลังจากเมื่อพบสาเหตุก็ทำการแก้ปัญหาที่ระบบควบคุมจึงทำให้ระบบกลับมาทำงานปกติ

5.สรุปผล

เมื่อนำเครื่องมือที่ถูกคิดค้นจากงานวิจัย “การพัฒนาการหาปฏิสัมพันธ์สำหรับใช้เป็นเครื่องมือประเมินการทำงานของซิลเลอร์เบื้องต้น” ซึ่งถูกคิดค้นจากข้อมูลการทำงานของซิลเลอร์ที่ได้มาตรฐานสูงสุดจากสมาคมปรับอากาศสหรัฐอเมริกาผ่านงานวิจัย ASHRAE RP-1043[1] เมื่อมาทำการตรวจสอบใช้กับอาคารจริงในประเทศไทย โดยทำการเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างการดูแลอาคารที่ได้มาตรฐานกับการดูแลอาคารที่ไม่ได้มาตรฐาน และการเกิดความผิดพลาดที่ระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติ ผลที่ได้สามารถสรุปได้ว่า Interaction สามารถใช้ตรวจสอบการทำงานของซิลเลอร์เบื้องต้นกับอาคารในประเทศไทยได้จริง

ทั้งนี้ Interaction สามารถประยุกต์ต่อโดยสามารถทำการหาปฏิสัมพันธ์กับระบบปรับอากาศทางด้าน Air side ได้อีกด้วย หรือสามารถประยุกต์ใช้กับระบบเครื่องจักรอื่นๆที่สามารถเก็บตัวแปรที่มีนัยสำคัญกับค่าการใช้ไฟฟ้าได้อีกด้วย

6.กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้างานวิจัยหัวข้อ “การประเมินประสิทธิภาพของปฏิสัมพันธ์ด้วยข้อมูลภาคสนามของซิลเลอร์” สำเร็จได้ด้วยดีโดยได้รับคำแนะนำและการให้คำปรึกษาของ ดร. เด่นชัย วรเดชจำเริญ อาจารย์ที่ปรึกษาประจำคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม และบริษัทอีอีซี เอ็นจิเนียริ่ง เน็ทเวิร์ค จำกัด สำหรับข้อมูลอาคารที่ได้มาตรฐาน จนนำไปสู่การสร้างผลงานที่สามารถนำไปต่อยอดใช้งานได้จริง

7.เอกสารอ้างอิง

- [1] Comstock, M.C. and Braun, J.E. (1999). Experimental data from fault detection and diagnostic studies on a centrifugal chiller, ASHRAE Research Project 1043-RP 1999.
- [2] Reddy, A. (2009). Evaluation and assessment of fault detection and diagnostic methods for centrifugal chillers – II. ASHRAE Research Project 1275-RP 2009.

- [3] Woradechjumroen, D. Li, H., and Yu, Y. (2015). Energy interaction among HVAC and supermarket environment, *International Journal of Civil, Architectural, Structural and Construction Engineering*, Vol 8 (12), 2014, pp. 1119-1126.
- [4] Widsankun, W., Woradechjumroen, D. and Eiamworawutthikul, C. (2016). Power Consumption Modeling of building and chiller systems utilizing Smart Building Energy Solutions Technologies, paper presented in the ME-NETT 30, 2016, Thailand.
- [5] Widsankun, W., Woradechjumroen, D. and Tongshoob, T. (2016). Utilizing BAS and Online Power Monitoring for Chiller Operation Optimization, paper presented in the ME-NETT 30, 2016, Thailand.