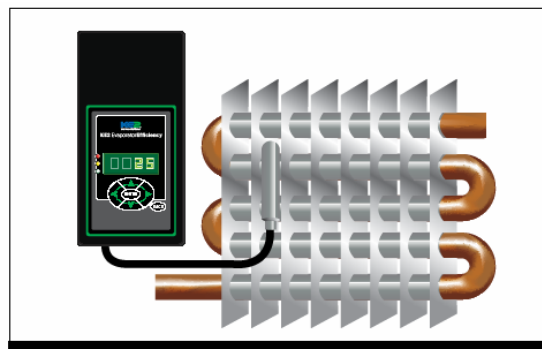


ข้อมูลเทคโนโลยีเชิงลึก ชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน (Smart Defrost Control)

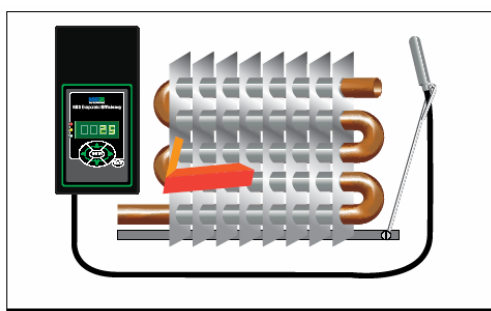
1. หลักการทำงานของเทคโนโลยี

ชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน (Smart Defrost Control) คืออะไร

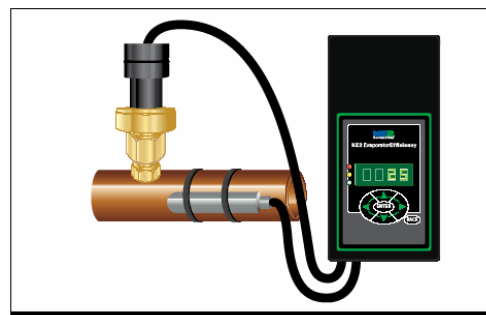
เป็นชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งที่คอยล์เย็นแบบอัตโนมัติ ที่มีการติดตั้งตัวเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิที่ผิวคอยล์ (Coil temperature sensor) และเซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิภายในห้อง (Space temperature sensor) และชุด Electronic Expansion Valve (EEV) เพื่อส่งสัญญาณไปยังชุดประมวลผลควบคุมการละลายน้ำแข็งและควบคุมให้ระบบมีการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



Coil temperature sensor



Space temperature sensor

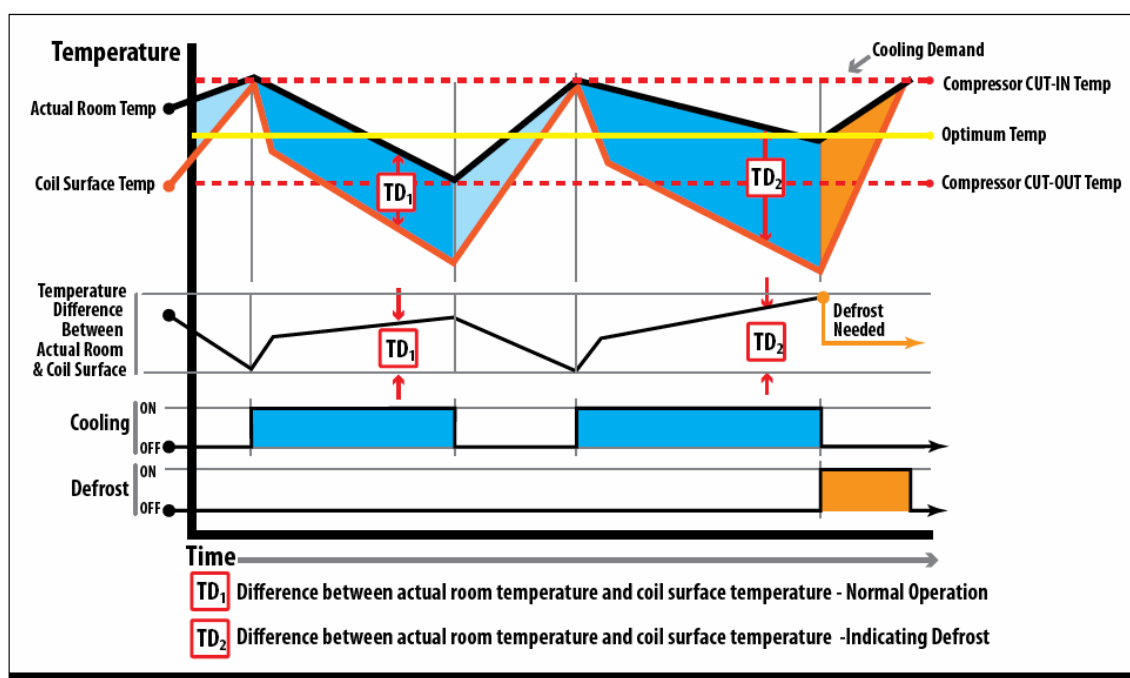


Suction temperature/Pressure transducer

โดยทั่วไปการละลายน้ำแข็งที่คอยล์เย็นแบบเดิมสามารถทำได้หลายรูปแบบดังนี้

1. Off-time Defrost : เป็นการหยุดคอมเพรสเซอร์ในการทำความเย็น แต่ยังคงเดินพัดลมที่มีอุณหภูมิสูงขึ้นเพื่อละลายน้ำแข็ง
2. Electric Defrost : เป็นวิธีที่ง่ายและนิยมใช้มากที่สุดคือใช้ Heater ไฟฟ้าในการละลายน้ำแข็งตามระยะเวลาที่กำหนด เช่น 3 ครั้งต่อวัน และครั้งละประมาณ 45-60 นาที
3. Hot Gas Defrost : เป็นวิธีที่ค่อนข้างซับซ้อนยิ่งขึ้น โดยใช้ Hot Gas ของสารทำความเย็นในสถานะ Superheat ที่คอมเพรสเซอร์วิ่งผ่านคอยล์เย็นไปยังคอนเดนเซอร์เพื่อละลายน้ำแข็งที่เกาะอยู่รอบ Tube ในลักษณะสวนทางกับสภาวะ Cooling Mode ของสารทำความเย็น

สำหรับหลักการการทำงานของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงานนี้ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ต่อไปนี้



รูปที่ 1 แสดงหลักการการทำงานของชุดละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูง

จากรูปที่ 1 ชุดละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงานมีหลักการการทำงานโดยจะพิจารณาประสิทธิภาพของคอยล์เย็นจากผลต่างของ Coil temperature และ Ambient air temperature (TD_1) เพื่อเป็นค่าโปรไฟล์อ้างอิง จากนั้นหากอุณหภูมิ Coil temperature ตกลงเร็วกว่าที่ควรจะเป็นก็จะแสดงถึงผลต่างของอุณหภูมิที่มีค่ามากขึ้น (TD_2) เนื่องจากประสิทธิภาพในการแลกเปลี่ยนความร้อนลดลง ซึ่งหมายถึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสมที่ควรจะเริ่มการละลายน้ำแข็ง (Defrost Needed)

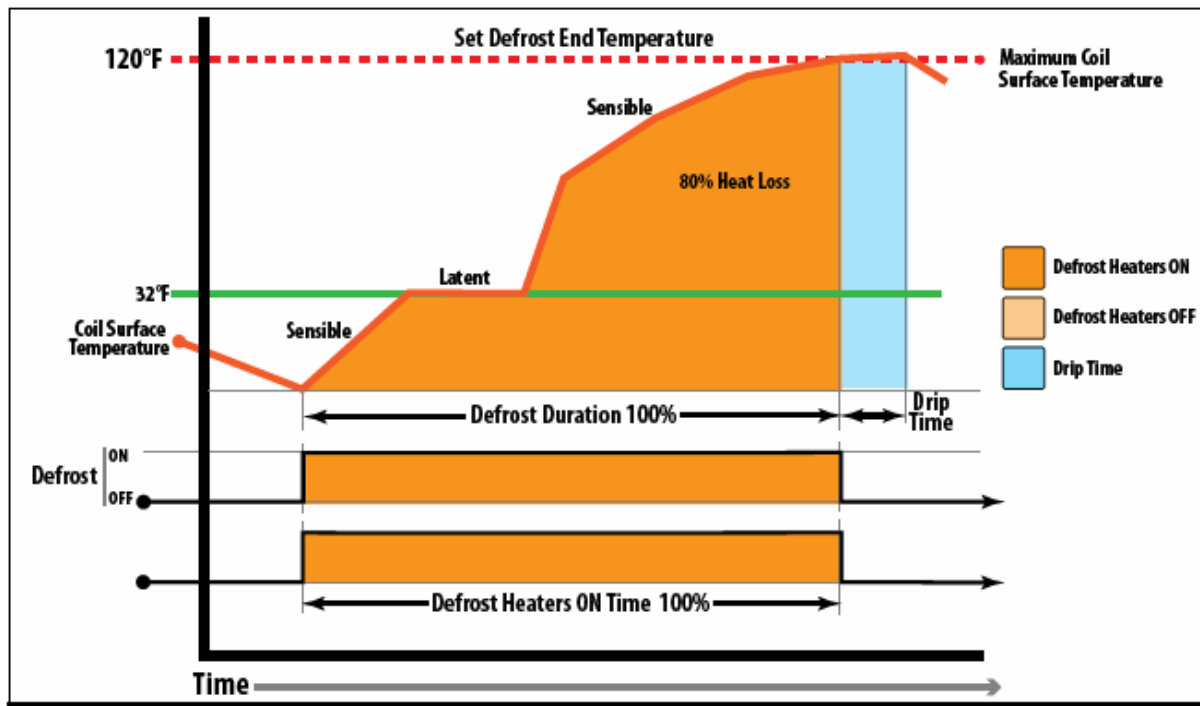
นอกจากนั้น ชุดละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูงยังสามารถประหยัดพลังงานเพิ่มเติมจากอุปกรณ์ในส่วนประกอบต่างๆ ของระบบ อาทิ

- Precise superheat control
- Reduced compressor runtime
- Fan cycling

2. การใช้ทดแทนเทคโนโลยีเดิม

ชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน สามารถเข้ามาใช้แทนระบบละลายน้ำแข็งของเดิมได้โดยที่ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องอีกทั้งยังช่วยลดการใช้พลังงาน เนื่องจากมีระบบควบคุมการทำงานที่ดีกว่าระบบเดิม โดยลดการละลายในเชิงในช่วงที่ไม่จำเป็นลง ดังแสดงการเปรียบเทียบการทำงานของระบบเดิมและระบบใหม่ได้ดังรูปที่ 2 และ 3 ต่อไปนี้

การทำงานของระบบเดิม



รูปที่ 2 การทำงานของชุดละลายน้ำแข็งแบบเดิม

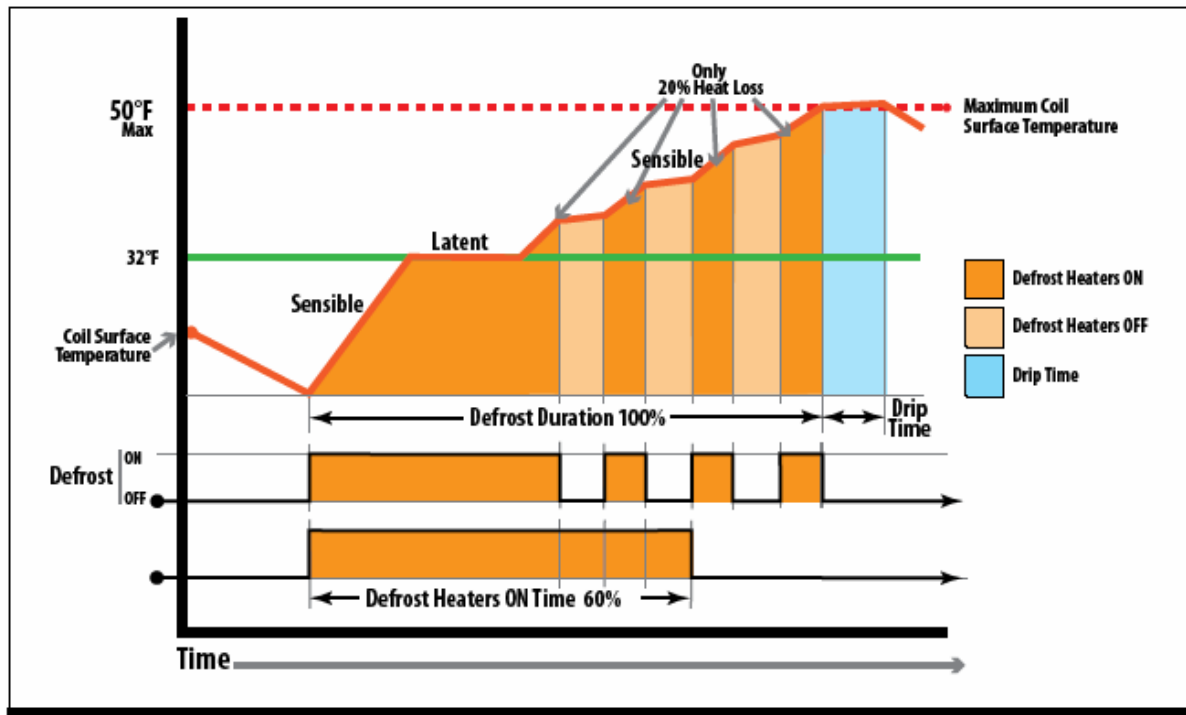
การทำงานของระบบละลายน้ำแข็งโดยทั่วไป จะใช้การตั้งเวลาในการละลายน้ำแข็งเมื่อถึงเวลาที่กำหนด ระบบละลายน้ำแข็งจะทำงานโดยอัตโนมัติโดยวิธีการละลายน้ำแข็งที่คอยล์อาจจะใช้ Heater ไฟฟ้า หรือ Hot Gas ส่วนระยะเวลาในการละลายน้ำแข็งขึ้นอยู่กับความหนาของน้ำแข็งที่เกาะอยู่รอบ ๆ คอยล์เย็น

จากรูปที่ 2 แสดงวัฏจักรในการละลายน้ำแข็งของชุดละลายน้ำแข็งแบบเดิม โดยจะมีการตั้งเวลาหรือตั้งอุณหภูมิที่ฝวคอยล์ซึ่งระยะเวลาการ Defrost ที่ไม่เหมาะสมอาจทำให้อุณหภูมิ Coil สูงถึงประมาณ 120 °F (50 °C) ซึ่งมากเกินไปจนเป็นอันตราย และเมื่ออุณหภูมิของฝวคอยล์ต่ำกว่า 32 °F (0 °C) ชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งก็จะสั่งให้มีการละลายน้ำแข็งโดยที่ชุด Heater จะทำงานตลอดระยะเวลาในการ Defrost (Heater On time = 100% of Defrost Duration) เมื่ออุณหภูมิที่ฝวคอยล์เพิ่มขึ้นถึงค่าที่กำหนดไว้ชุดละลายน้ำแข็งก็จะหยุดการทำงาน (กรณีนี้ อุณหภูมิ Heater อาจสูงถึง

300 °F ดังนั้นเมื่อมีหยดน้ำที่เกิดขึ้นจากการละลายน้ำแข็ง หยดตามสัมผัสก็จะทำให้เกิดหมอกภายในห้องเย็น และเกิดการเกาะตัวของน้ำแข็งภายในบริเวณที่ไม่มีระบบการละลายน้ำแข็งได้)

การทำงานของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน

การทำงานของระบบละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูงจะมีการติดตั้งชุดตรวจวัดอุณหภูมิที่คอยล์เย็น (Coil temperature) และอุณหภูมิห้อง (Ambient/Space temperature) เพื่อควบคุมการละลายน้ำแข็งให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดและลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง (โดยพิจารณาจากผลต่างอุณหภูมิที่ไม่เกิน 7 องศาเซลเซียส) การทำงานของระบบจะสามารถลดระยะเวลาในการละลายน้ำแข็งที่คอยล์ลงประมาณ 40% จากของเดิม (Heater On time = 60% of Defrost Duration) ตามรูปที่ 3 โดยอุณหภูมิของคอยล์จะมีค่าอยู่ประมาณไม่เกิน 50 °F (10°C) จากเดิมที่มีอุณหภูมิประมาณ 120 °F (50°C) โดยระยะเวลาในการละลายน้ำแข็งจะทำงานเป็นช่วง ๆ เท่าที่จำเป็น คิดเป็นระยะเวลาการทำงานประมาณ 60% จากระบบเดิม วิธีการนี้จะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้ประมาณ 40% และยังช่วยลดภาวะความร้อนภายในห้องที่เกิดขึ้นจากการทำงานของฮีตเตอร์ไฟฟ้าที่เกินความจำเป็น ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับระบบห้องเย็น และตู้แช่สินค้าต่าง ๆ เป็นต้น



รูปที่ 3 การทำงานของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน

3. ศักยภาพการประหยัดพลังงาน

จากผลการวิเคราะห์การใช้พลังงานของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงานเปรียบเทียบกับระบบควบคุมของเดิมพบว่า มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้มากกว่า 25-30% โดยสามารถประเมินจากพลังงานไฟฟ้าที่ลดลงจากระยะเวลาในการละลายน้ำแข็ง (จากรายละเอียดกรณีศึกษาในหัวข้อ 10 : ข้อมูลจากผู้ผลิต KE2 Therm Solutions ปี 2011) นอกจากนี้ การลดภาระการทำงานของฮีตเตอร์ไฟฟ้าจะช่วยลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดลงได้อีกด้วย

4. สภาพที่เหมาะสมกับการใช้เทคโนโลยี

สำหรับชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงานสามารถที่จะติดตั้งแทนชุดควบคุมของเดิมได้ทันที (สามารถใช้กับ ระบบการ Defrost แบบ Electric Defrost หรือ Hot Gas Defrost และ Thermal Expansion Valve : TEV) โดยที่ไม่ได้มีผลกระทบต่อการใช้งาน ดังนั้นการใช้งานจึงเหมาะสมกับห้องเย็น ตู้แช่สินค้า แทนระบบเดิมจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมได้

5. กลุ่มเป้าหมายการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี

กลุ่มของโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ ได้แก่

- โรงงานอาหารแปรรูป
- โรงงานผลิตเวชภัณฑ์

6. ราคาของเทคโนโลยี

ราคาของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงานขึ้นอยู่กับจำนวนชุดควบคุมและตัว Sensor โดยเฉลี่ยราคาจะอยู่ที่ประมาณ 30,000 ถึง 40,000 บาทต่อชุด

7. ระยะเวลาคืนทุนของเทคโนโลยี

จากข้อมูลกรณีศึกษาของ ชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน สามารถให้ผลประหยัดซึ่งมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1 – 2 ปี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดพิกัดของเครื่องที่ได้ทำการติดตั้ง ซึ่งเครื่องที่มีขนาดกำลังการผลิตมาก ผลประหยัดพลังงานสูงก็จะคืนทุนได้เร็ว

8. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งตามภาระการทำงาน มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่น้อยกว่าระบบเดิมและไม่ได้มีการสูญเสียความร้อนในส่วนอื่น ๆ ดังนั้นผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงไม่มี

9. ความแพร่หลายและศักยภาพการขยายผลในประเทศไทย

จากการตรวจสอบกับผู้จำหน่ายและฐานข้อมูลโรงงานอาคารควบคุมของ พพ. พบว่ามีการนำเทคโนโลยีนี้ไปประยุกต์ใช้แล้วประมาณไม่เกิน 5% ของจำนวนสถานประกอบการที่สามารถประยุกต์ใช้เทคโนโลยีนี้ได้ (ประมาณ 20 แห่งจาก 413 แห่ง)

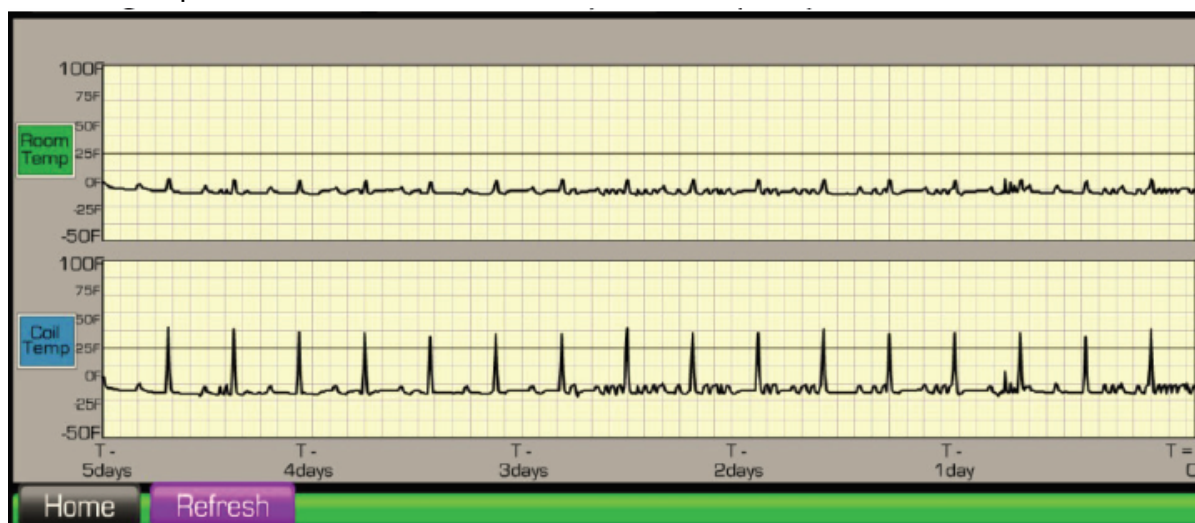
โดยเมื่อพิจารณาจากกลุ่มเป้าหมายการใช้เทคโนโลยีนี้ ในกลุ่มอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพแล้วพบว่า เทคโนโลยีนี้สามารถขยายผลในสถานประกอบการที่มีการใช้พลังงานรวมกันประมาณ 1,694 ktoe ตามข้อมูลการใช้พลังงานของประเทศ

ไทยในปี 2553 และจากการประมาณการในกรณีที่ 20% ของสถานประกอบการที่มีศักยภาพเหล่านี้นำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้จะทำให้เกิดผลประหยัดพลังงานให้กับประเทศได้ปีละประมาณ 18 ล้านบาท

10. ตัวอย่างกรณีศึกษา

1. Central Warehouse Freezer/High School Freezer (School District of Washington, Missouri) ประเทศสหรัฐอเมริกา

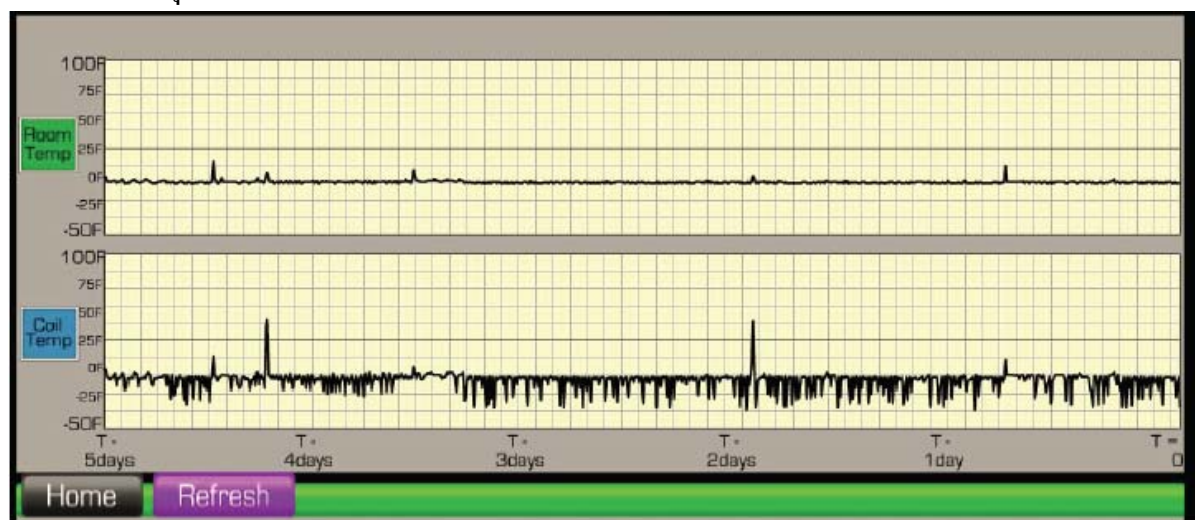
ก่อนการปรับปรุง



รูปที่ 4 ผลการบันทึกการละลายน้ำแข็งของระบบเดิม (ก่อนปรับปรุง)

จากรูปที่ 4 แสดงการละลายน้ำแข็งของระบบเดิมโดยการใช้ชุดควบคุมเวลาในการละลายน้ำแข็ง โดยในระยะเวลา 5 วันจะมีการละลายน้ำแข็ง 15 ครั้ง เฉลี่ยระบบละลายน้ำแข็งทำงานวันละ 3 ครั้ง

หลังการปรับปรุง



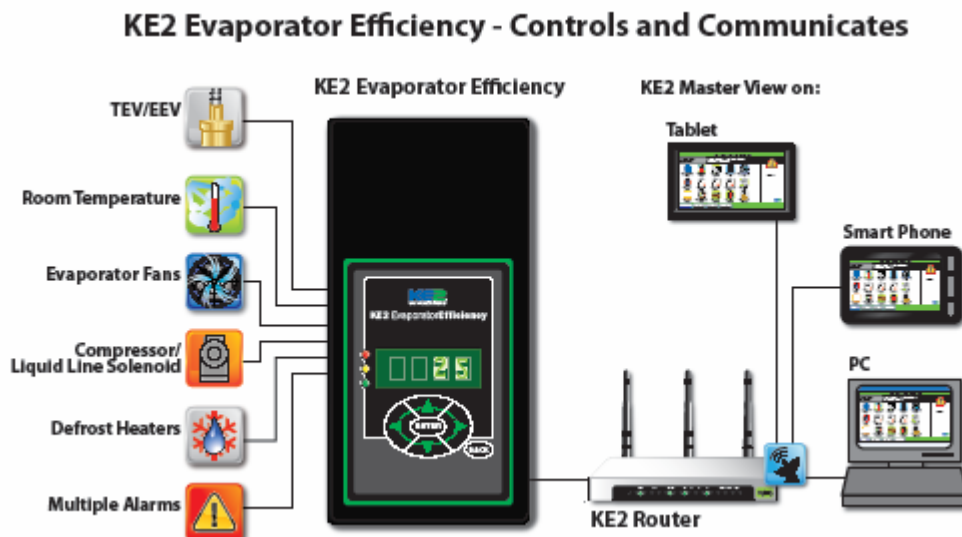
รูปที่ 5 ผลการบันทึกการละลายน้ำแข็งของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูง (หลังปรับปรุง)

(ที่มา Therm Solutions, Inc., Washington, Missouri 63090)

จากรูปที่ 5 แสดงการละลายน้ำแข็งของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูง โดยในระยะเวลา 5 วัน ระบบละลายน้ำแข็งจะทำงานเพียง 2 ครั้ง คิดเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการละลายน้ำแข็งลดลง 87% จากระบบเดิมที่ใช้ชุดควบคุมเวลาในการละลายน้ำแข็ง สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 30% โดยมีระยะเวลาคืนทุนประมาณ 1.5 ปี (กรณี High School Freezer ลดระยะเวลาลง 79% และลดการใช้พลังงานลงได้ 50%)

รายละเอียดของอุปกรณ์ที่ทำการติดตั้ง

1. ชุด KE2 Evaporator Efficiency Controller
2. KE2 Pressure Transducer
3. KE2 Temperature Sensors
4. Remote monitoring & control (In Future)



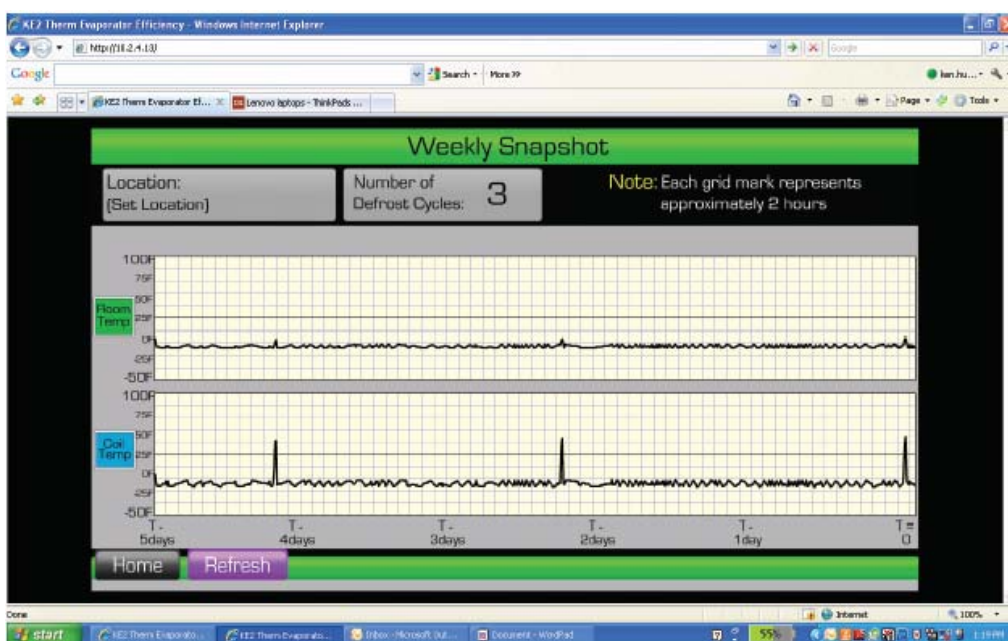
2. St.Louis Zoo , Missouri ประเทศสหรัฐอเมริกา

ก่อนการปรับปรุง

ใช้การตั้งเวลา defrost 15 ครั้ง ใน 5 วัน (เฉลี่ย 3 ครั้งต่อวัน)

หลังการปรับปรุง

เหลือระยะเวลาในการ defrost 2 ครั้งใน 5 วัน



รูปที่ 5 ผลการบันทึกการละลายน้ำแข็งของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูง (หลังปรับปรุง)

(ที่มา Therm Solutions, Inc., Washington, Missouri 63090)

จากรูปที่ 5 แสดงการละลายน้ำแข็งของชุดควบคุมการละลายน้ำแข็งประสิทธิภาพสูง โดยในระยะเวลา 5 วัน ระบบละลายน้ำแข็งจะทำงาน 2 ครั้ง คิดเป็นระยะเวลาที่ใช้ในการละลายน้ำแข็งลดลง 80% จากระบบเดิมที่ใช้ชุดควบคุมเวลาในการละลายน้ำแข็ง สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ประมาณ 30%

11. แหล่งข้อมูลอ้างอิง

- (1) KE2 Therm Solutions Inc., Washington, Missouri 63090
- (2) www.ke2therm.com