จริงหรือ ? ที่โรงงานผลิตใบเรือยอชที่ใหญ่ที่สุดในโลก

Rolly Tasker Sails (Thailand)

อาจจะเป็นโรงงานประหยัดพลังงานที่สุดในโลกแห่งหนึ่ง

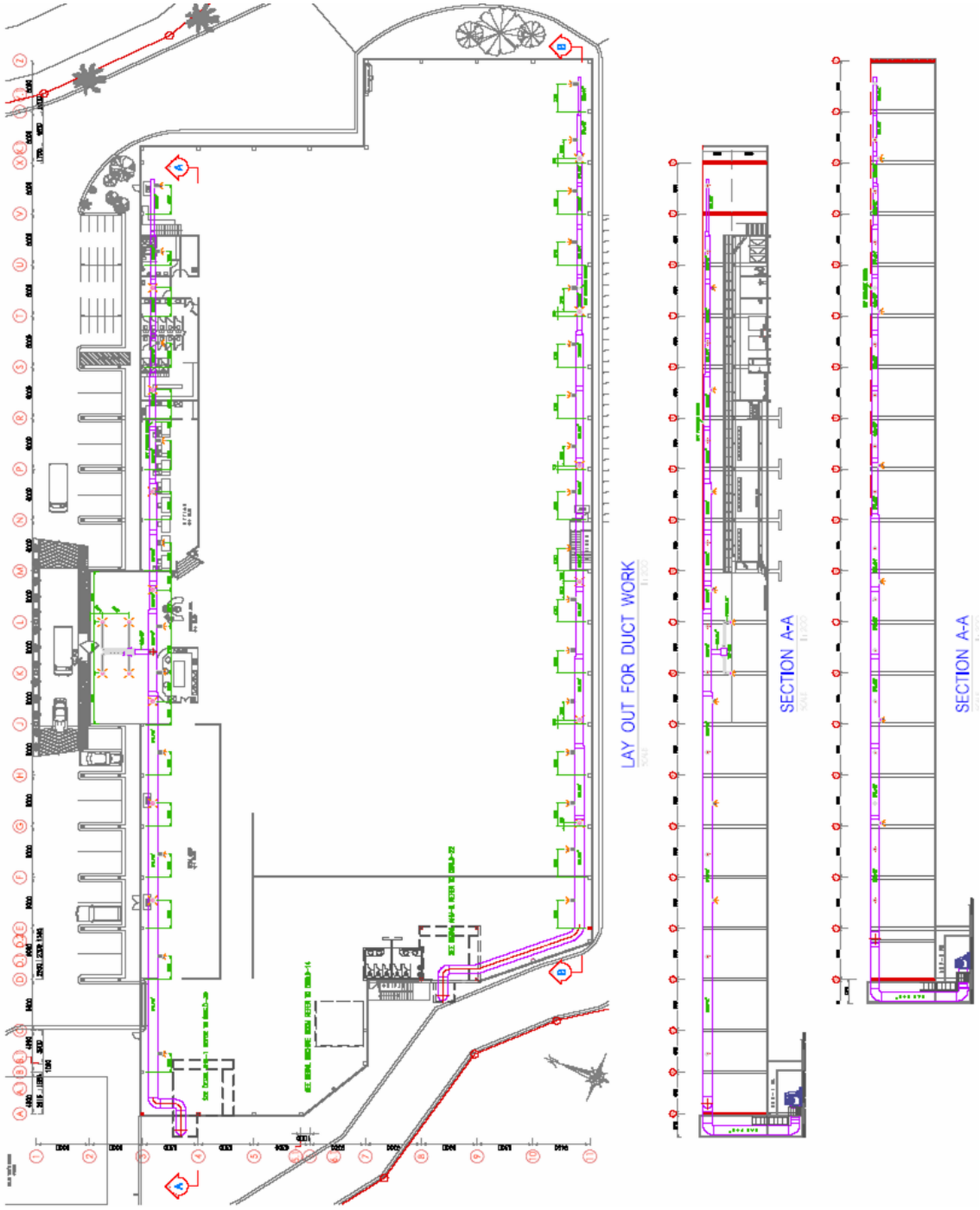
ด้วยการใช้ เทคโนโลยีของ SMAC® เขาทำได้อย่างไร?

1) บทนำ

Rolly Tasker Sails (Thailand) Co.,Ltd. ก่อตั้งโดย Mr. Rolly Tasker อดีตแชมป์เหรียญทอง Olympic หลายสมัยในการแข่งขันเรือใบและมีประสบการณ์การผลิตใบเรือทุกชนิดมากกว่า 48 ปี โรงงานแห่งใหม่ตั้งอยู่ที่ จ.ภูเก็ต เป็นโรงงานผลิตใบเรือที่ใหญ่ที่สุดในโลก โรงงานแห่งนี้ใช้เทคโนโลยีและวัสดุชั้นเยี่ยม มีความคงทนสูงและตัดเย็บด้วยความปราณีตเช่นเดียวกับการตัดเย็บเครื่องหนังชั้นดี ของโลกเลยทีเดียว ปัจจุบันเรือยอชหรือเรือใบทุกชนิดมากกว่าครึ่งหนึ่งของโลกล้วนแต่ใช้ผลิตภัณฑ์ใบเรือของ Rolly Tasker และแพร่หลายไปกว่า 50 ประเทศทั่วโลก

โรงงานแห่งใหม่นี้เสร็จสมบูรณ์เมื่อประมาณสิ้นปี 2005 มีพื้นที่ใช้สอยทั้งสิ้น 9038 ตรม. โดยมีพื้นที่ประมาณ 6500 ตรม.ความสูงเฉลี่ย 7.5 เมตร ที่ต้องปรับภาวะอากาศที่ระดับ 25 ± 1°C ความชื้นสัมพัทธ์ 50±5%RH โรงงานแห่งนี้ได้รับการออกแบบจากประเทศออสเตรเลีย **แรกเริ่มเป็นแบบโรงงานที่ใช้วัสดุก่อสร้างตามมาตรฐานทั่วไปซึ่งทำให้ต้องใช้ระบบปรับอากาศขนาด 360 TR(1265 KW ความเย็น)แต่เจ้าของกิจการต้องการให้เป็นโรงงานที่หุ้มฉนวนแบบ Cold Room panel (Double skin-wall) เพื่อเป็นฉนวนป้องกันการแผ่รังสีและการเหนี่ยวนำความร้อนจากภายนอกให้มากที่สุด ดังนั้นผนังห้องเย็น(Cold Room Panel)จึงได้รับการคัดเลือกมาใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งมีผลให้ลดภาระของเครื่องปรับอากาศจากที่ควรจะเป็น (หากไม่ได้ใช้ Cold Room panel) ขนาด 360 ton (1265 KWความเย็น) เหลือเพียงขนาด 270 TR (949 KW ความเย็น) ซึ่งถือได้ว่าผนัง Cold Room Panel มีส่วนช่วยลดขนาดของระบบปรับอากาศลงได้ถึง 25%**

อย่างไรก็ตาม Mr. Rolly Tasker มีความปราถนาอย่างแรงกล้าที่จะให้โรงงานแห่งนี้เป็นที่สุดของโลกในการประหยัดพลังงาน ซึ่งจากประสบการณ์ของโรงงานเก่าในภูเก็ตซึ่งมีพื้นที่เพียง 1250 ตรม. ใช้ระบบปรับอากาศขนาด 75 TR ความเย็น และประสบปัญหาควบคุมอุณหภูมิ 25°C/50% RH ไม่ได้เลย ประกอบกับการควบคุมคุณภาพอากาศก็ไม่สามารถทำได้เช่นกัน **จึงตั้งเป้าหมายที่จะให้โรงงานแห่งใหม่ควบคุมทั้งสภาวะอากาศ, คุณภาพอากาศ และต้องประหยัดพลังงานให้ได้มากที่สุด (ตั้งเป้าหมายที่ 50%)**



ในที่สุดเจ้าของกิจการได้คัดเลือกให้ Turnkey contractor ใช้สิทธิบัตร SMAC®Technology ในการออกแบบและสร้างระบบปรับอากาศสำหรับโรงงานแห่งใหม่แห่งนี้

เทคโนโลยีภายใต้สิทธิบัตรSMAC เคยใช้งานในโครงการปรับปรุงระบบปรับอากาศสำนักงานใหญ่ของ บมจ. ปูนซีเมนต์ไทย,บางซื่อ อาคาร-สนญ-1 แล้วเป็นครั้งแรกในประเทศไทยเมื่อประมาณสิ้นปี 2547 **โดยสามารถลดพลังงานได้ประมาณ > 35%** ตามบทความที่เผยแพร่ในหนังสือวิชาการชุดที่ 10/2548 ของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

การนำเทคโนโลยีของสิทธิบัตร SMAC ® มาใช้ในการออกแบบ คำนวณ และสร้างงานระบบปรับอากาศสำหรับโรงงาน Rolly Tasker ในครั้งนี้ สามารถทำให้โรงงานแห่งนี้ลดขนาดของระบบปรับอากาศจาก 270 TR (949 KW ความเย็น)

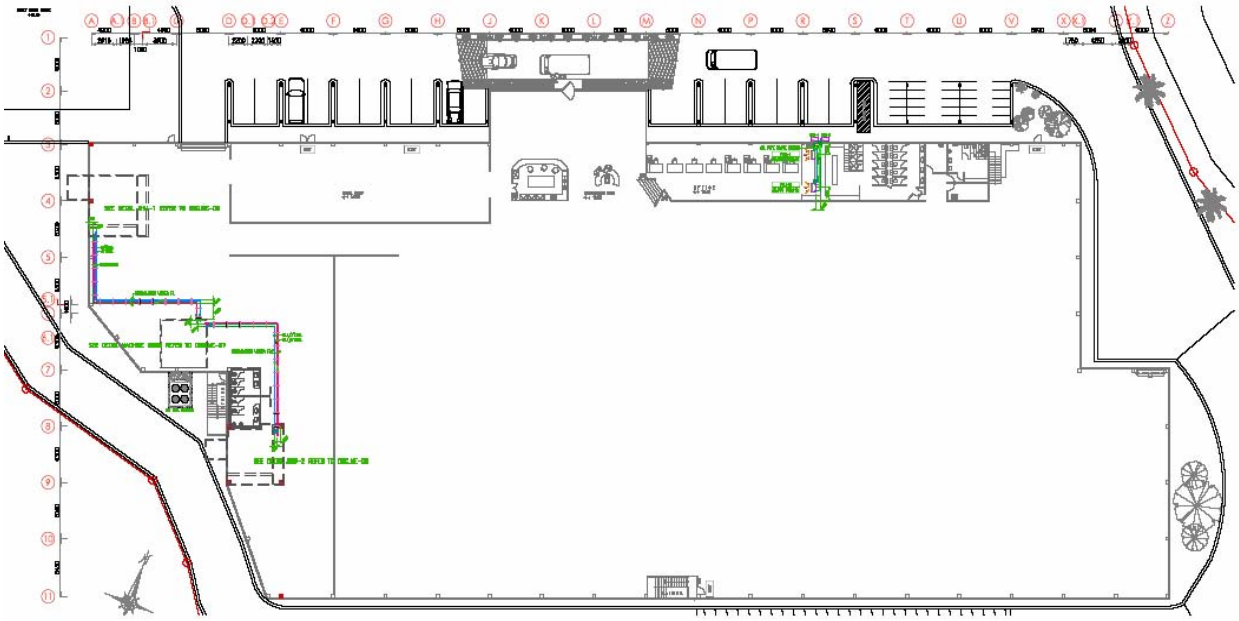
ลดลงเหลือเพียง 144TR (506 KW) ความเย็นซึ่งลดลงมากกว่า 45% จากที่ลดลงมาแล้วอันเนื่องมาจากการใช้ฉนวนCold Room Panel

หมายเหตุ สรุปการลดพลังงานสำหรับระบบปรับอากาศ (At design stage)

A) ในเบื้องต้นโดยที่โรงงานสร้างแบบมาตรฐานก่อสร้างทั่วๆไป ระบบปรับอากาศที่จำเป็นต้องใช้ขนาด 360 TR (1266 KW ความเย็น)

B) เมื่อปรับปรุงแบบการก่อสร้างโดยใช้ผนังห้องเย็น (Cold Room panel) ทั้งหลังคาและผนังทุกด้าน ทำให้ลดขนาดของระบบปรับอากาศเหลือเพียง 270TR (949 KW ความเย็น) ลดลง 25%

C) นำเทคโนโลยีของสิทธิบัตรSMAC®มาใช้ในการออกแบบและจัดการระบบปรับอากาศ ทำให้ลดขนาดของระบบปรับอากาศเหลือเพียง 144TR (506 KW) ลดจาก B) อีก 46.7% หรือลดจาก A) ถึง 61.1%



2) ความท้าทายของโครงการ

สภาวะอากาศในจ.ภูเก็ตซึ่งเป็นเกาะมีสภาพอากาศที่ร้อนชื้นประกอบกับตลอดปีมีฤดูฝนที่ยาวนานหลายเดือน จากข้อมูลของกรมอุตุนิยมฯ พอสรุปได้ดังนี้

- อุณหภูมิเฉลี่ย 29.5-35 ^{O}C (85-95 ^{O}F) Range
- ความชื้นสัมพัทธ์ 65-80 % RH Range
- สภาวะอากาศภายในโรงงานที่ต้องการคือ 25 ± 1^{o}C/50±5%RH
- พื้นที่ที่ต้องปรับอากาศ 6500 ตรม. สูงเฉลี่ย 7.5 เมตร
- จำนวนคน 250 คน (รวมพนักงานสำนักงาน 15 คนแล้ว)
- จำนวนอากาศบริสุทธิ์ที่ต้องการถ่ายเท (Ventilation) = 5300 CFM (2500 L/S)

ความท้าทายของงานดังกล่าวอยู่ที่การออกแบบ คำนวณ และควบคุมระบบปรับอากาศโดยใช้พลังงานน้อยที่สุด รวมทั้งความสามารถในการควบคุมภาวะอากาศภายในอาคารให้ได้ตามความต้องการ ด้วยความแม่นยำ ดังนั้นกระบวนการทำงานจึงต้องอาศัยความถูกต้องทางหลักวิศวกรรม,มีการคำนวณอย่างละเอียด มีการใช้ Computer Simulation ในการคำนวณ

ตลอดจนการตรวจสอบข้อมูลเปรียบเทียบระหว่าง Technology ระบบปรับอากาศธรรมดา **(Conventional-Method)** เทียบกับ Technology ของ **SMAC ® - Method** ซึ่งกระบวนการดังกล่าวประกอบด้วย

2.1 การคำนวณภาระการทำความเย็นของระบบปรับอากาศโดยยึดถือ ASHRAE Heat balance Method โดยใช้ Computerized Load Estimate Program

2.2 การใช้หลักการ ASHRAE-BIN-Method เพื่อการคำนวณค่า load และค่าพลังงานตลอดทั้งปี

2.3 การใช้ Computerized Cooling-Load & Energy simulation program เพื่อการ Simulate ค่า Cooling load, ค่า CO_2 Emission, ค่าพลังงานและอื่น ๆ เปรียบเทียบระหว่าง Conventional กับ SMAC ® System

2.4 การใช้ computerized-Coil selection และ Automatic control logic ในการสร้างระบบควบคุมการทำงานของระบบปรับอากาศทั้งระบบให้เป็นไปตาม Technology สิทธิบัตร**SMAC ®**

SMAC ® (Shaw Method of Air Conditioning)

SMAC® คือสิทธิบัตร-นวัตกรรมที่คิดค้นโดย Dr. Allan Shaw เป็นกระบวนการ (Process) ที่ทำให้การควบคุมภาวะอากาศทั้งอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคารปรับอากาศได้อย่างแม่นยำโดยปราศจาก Reheat or Overcooling process ที่ไปเพิ่มภาระการทำงานของระบบปรับอากาศที่สูญเปล่าในทุกๆสภาวะอากาศภายนอกที่เปลี่ยนแปลงทุกขณะ

SMAC®-Technology ใช้กระบวนการการทำงานของแผงคอยล์เป็นอิสระ 2 ชุด แยกทำงานอิสระ ตลอดจนการจัดการและควบคุมกระบวนการของ Refrigeration cycle ให้ทำงานที่พอดีกับภาระความร้อนหรือความชื้นภายในอาคารที่เปลี่ยนแปลงทุกขณะทุกเวลาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลาโดยปราศจากการสูญเสียพลังงานที่เปล่าประโยชน์

3) ขั้นตอนการทำงาน

3.1) การออกแบบ โดยวิธีการของ สิทธิบัตร SMAC นั้นจะใช้การออกแบบเครื่องส่งลมเย็นให้มี Coil เย็น 2 ชุด โดยใช้ computerized-Coil selection Program ภายใต้สิทธิบัตร **SMAC** ซึ่งก่อให้เกิดกระบวนการถ่ายเทความร้อน Heat transfer

process และกระบวนการถ่ายเทมวลสาร (Mass Transfer Process) ของอากาศที่ได้รับการบำบัด (Treated Supply Air) แล้วส่งเข้าไปยังบริเวณพื้นที่ปรับอากาศโดยปราศจากการสูญเสียพลังงานที่เปล่าประโยชน์ นอกเหนือจากนั้นแล้วการออกแบบระบบท่อลมเพื่อการกระจายลมส่งไปตามมาตรฐาน ASHRAE และความสวยงามที่คุ้นเคยทั่วไป

3.2) การคำนวณ กำหนดขนาดของ Coil เย็นภายใต้ สิทธิบัตร SMAC นั้นจะใช้คอยล์เย็นชนิดประสิทธิภาพสูงที่ได้รับการกำหนดค่า Fluid Flow dynamic ที่ดีพอสำหรับการถ่ายเทความร้อนสูงสุด (Highest Heat Transfer Potential) และการกำจัดมวลอันเนื่องมาจากความชื้นในอากาศอย่างมีประสิทธิภาพสูง (Highest Mass Transfer- or Driving Potential,) ทั้งนี้

Coil ชุดที่ -1 มีหน้าที่ควบคุมความชื้น ติดตั้งอยู่ในทางเข้าของอากาศภายนอกเพื่อทำหน้าที่กำจัดความชื้นโดยกลั่นน้ำออกจากอากาศให้มากที่สุด ที่สามารถครอบคลุมระดับความชื้นสัมพัทธ์ที่จะเกิดขึ้นภายในอาคารตามที่ต้องการ

Coil ชุดที่ -2 มีหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิภายในของอาคารติดตั้งอยู่ในทางเข้าของลมกลับ เพื่อรับภาระทั้งหมดของ Sensible Heat เพื่อควบคุมอุณหภูมิเป็นหลัก เราอาจให้นิยาม Coil ทั้งสองชุดว่า Sensible driven coil และ Latent driven coil ก็คงจะเข้าใจได้ง่ายขึ้น ซึ่งทั้ง 2 องค์ประกอบคือตัวแปรอิสระที่ประกอบเป็น **Load condition** ของสภาวะอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศนั่นเอง

ความหมายของ Load Condition

มีปัจจัยมากมายที่มีผลต่อภาระความร้อนในบริเวณที่ปรับอากาศ ซึ่งประกอบ ด้วยแหล่งความร้อนภายใน (Internal Load) ซึ่งได้แก่ มนุษย์, แสงสว่าง, เครื่องจักร, เครื่องใช้และอื่นๆ แหล่งความร้อนจากผลิตภัณฑ์ (ในที่นี้คือผ้าใบชนิดต่าง ๆ Fabric load) และความผันแปรของปริมาณอากาศภายนอก อันเกิดจากระบบระบายอากาศเพื่อถ่ายเทอากาศบริสุทธิ์ที่หมุนเวียนเข้าออกอย่างไม่มีความคงที่แน่นอนตลอดเวลา ตัวแปรต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ ทั้งด้านความร้อนสัมผัส (Sensible heat) และความร้อนแฝง (Latent heat) ที่มีผลกระทบต่อภาวะอากาศภายในพื้นที่ปรับอากาศล้วนแต่มีความอิสระและผันแปรตลอดเวลา

ด้วยข้อเท็จจริงดังกล่าวชี้ให้เราเห็นชัดที่สุดว่ากรรมวิธีหรือวิธีการที่จะจัดการควบคุมตัวแปรเหล่านี้จะต้องมีการกระบวนการปรับอากาศที่สามารถแยกทำหน้าที่ต่าง ๆ ในการควบคุมตัวแปรอิสระทั้ง Sensible และ Latent heat อย่างแน่นอน

อุปสรรคสำคัญที่ทำให้กระบวนการปรับอากาศเป็นไปด้วยความลำบากยิ่งก็คือคุณสมบัติของอากาศ (Air property) เอง

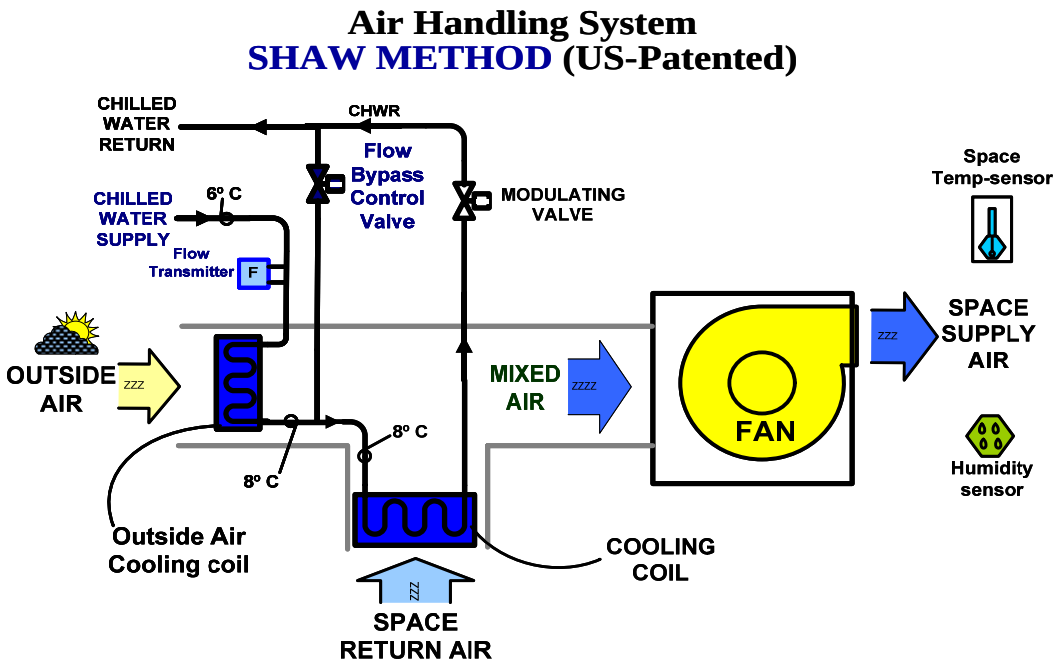
- การควบคุม**ความชื้นสมบูรณ์ (Absolute humidity)** ของอากาศเพื่อให้ค่า**ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity, RH)** ที่ต้องการนั้นจำเป็นที่จะต้องใช้พลังงานความเย็นมากมายในการควบคุมให้ได้
- เป็นที่ทราบกันดีว่า **ความสามารถในการทำความเย็นสัมผัส (Sensible Cooling Capacity)** ไม่สามารถแปรผันตามสัดส่วนคงที่กับ**ความสามารถในการทำความเย็นแฝง (Latent Cooling Capacity)** หรือเพียงพออย่างเหมาะสมในการเอาชนะ**ภาระความร้อนสัมผัส (Sensible Load)** ได้ทุกขณะและต่อเนื่องตลอดเวลา

กระบวนการที่ยุ่งยากเหล่านี้ตอกย้ำความสำคัญให้เราเห็นว่าการปรับภาวะอากาศที่ดีนั้นจะต้องใช้วิธีการที่หลากหลาย (Multi dimensional solution) เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของสภาวะอากาศที่ต้องการภายในพื้นที่ปรับอากาศให้ได้

3.3) กรรมวิธีเลือก Coil ภายใต้ สิทธิบัตร SMAC® เพื่อให้เป็นไปได้ตามทฤษฎีของ Heat transfer และ Mass Transfer และใช้งานได้ในเชิงปฏิบัติการจริง ๆโดยทั่วไปแล้ว การเลือกหรือสร้าง Coil เย็นทั้ง 2 ชุด **(Latent driven coil + Sensible driven coil)** ควรปฏิบัติดังนี้คือ

- **Latent driven coil หรือ Outside-Air Coil** ผู้ผลิต Coil จะต้องรู้ปริมาณความชื้นที่ต้องการกำจัดสูงสุดของทั้งระบบปรับอากาศภายในพื้นที่นั้น ๆ (Required Moisture Removal, dehumidification) ซึ่งมีค่าเท่ากับผลรวมของ Room Latent load บวกกับ Outdoor air dehumidification load

- **Sensible driven coil หรือ Return Air coil** ผู้ผลิต Coil จะต้องรู้ปริมาณความร้อนสัมผัส (Sensible heat load) สูงสุดที่ต้องกำจัดของพื้นที่ปรับอากาศ และหักลบกับค่า Sensible capacity ที่ Latent coil สามารถกำจัดได้อีกส่วนหนึ่ง เพื่อจะช่วยให้ประหยัดขนาดของ Coil ไม่ให้ใหญ่และสิ้นเปลืองเกินไป



<u>หมายเหตุ</u>

<u>Outdoor Air Coil (Latent driven Coil)</u>

สภาวะอากาศภายนอกอาคาร คือตัวแปรที่มีนัยสำคัญมาก ๆ การเลือก Coil เย็นดังกล่าว จึงต้องคำนึงถึงสภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- ความชื้นสมบูรณ์ที่สูงที่สุดของภูมิอากาศภายนอก
- อุณหภูมิสูงที่สุดของภูมิอากาศภายนอก
- Enthalpy – ค่าพลังงานสูงสุดของอาคาร ณ สถานะดังกล่าว

<u>ค่าสภาวะอากาศที่ผ่านออกจาก Coil ดังกล่าว ควรจะมีค่าต่ำกว่าจุด Apparatus dew point เล็กน้อย และเพื่อประโยชน์ในการคำนวณปริมาณลมในการใช้งานได้</u>

<u>อัตราการไหลของสารความเย็น (ในที่นี้หมายถึง Chilled water flow rate) สามารถคำนวณได้จากค่าของอุณหภูมิน้ำที่ไหลเข้าออก Chiller และค่า room total load บวกกับ Outdoor air total load รวมกัน</u>

<u>Return air coil (Sensible driven coil)</u> การเลือก Coil ชุดดังกล่าวนี้ควรจะคำนึงถึง

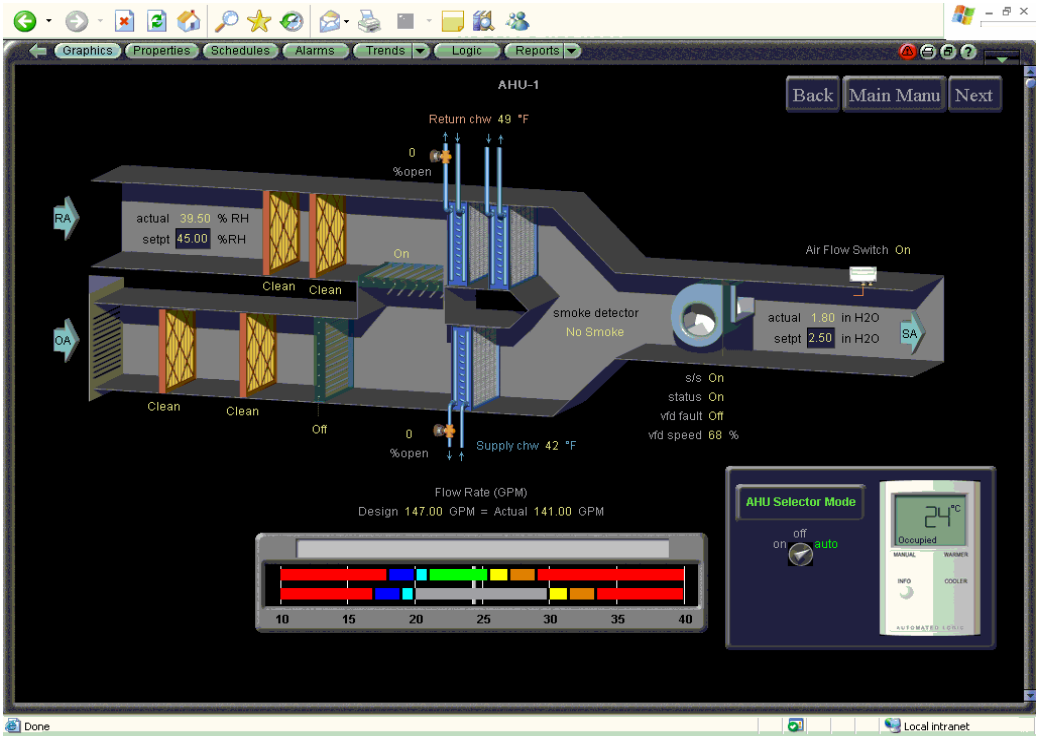
- ค่าความร้อนสัมผัส (Sensible cooling load) สูงสุด
- ค่าความร้อนแฝง (Latent cooling load) สูงสุด

<u>ค่าความร้อนสัมผัสที่นำมาเลือกใช้จะเท่ากับ Max Room Sensible load ลบกับค่า Sensible load ที่ coil ชุด Outdoor air Coil สามารถทำได้บางส่วนแล้ว</u>

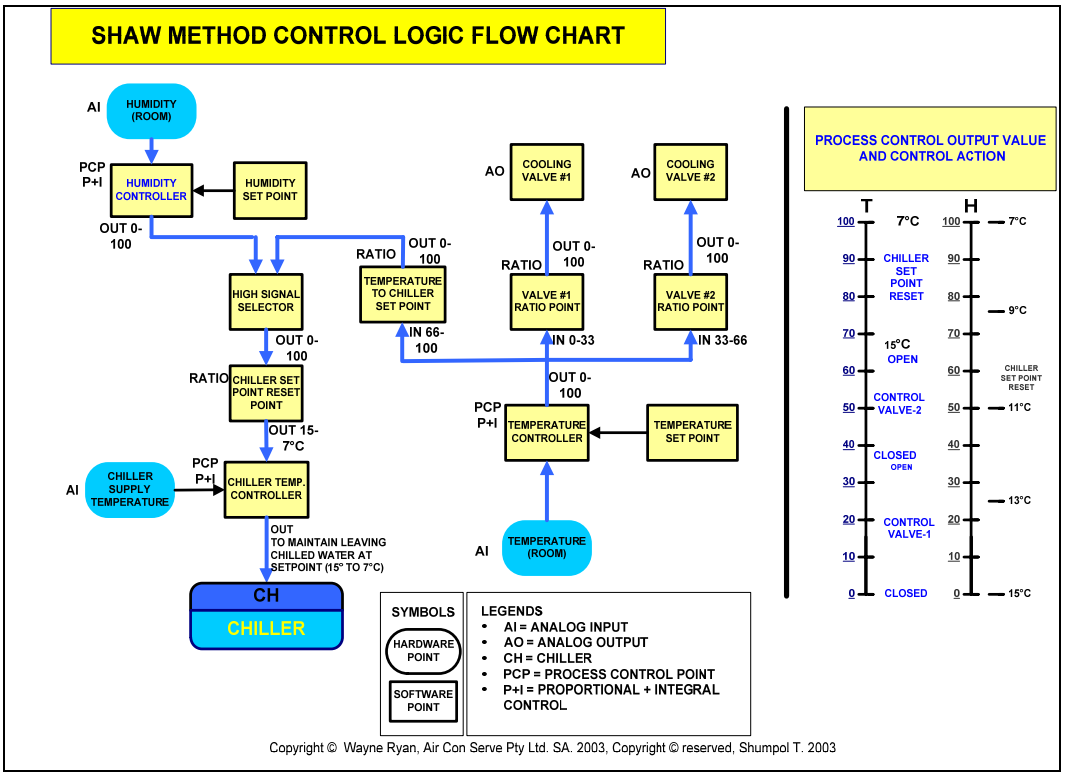
<u>ค่าอุณหภูมิของน้ำเข้า Coil เย็นดังกล่าวควรจะมีค่าต่ำกว่า space dew point ลบกับผลต่างของอุณหภูมิน้ำเข้าออกของ Outdoor air coil ทั้งนี้ควรพยายามเลือกอุณหภูมิที่เข้า coil ที่สูงสุดเท่าที่จำเป็นต่อการใช้งานเพื่อให้สามารถเอาชนะภาระความเย็นของ Peak Sensible cooling load ที่ต้องการ</u>

ในโครงการ Rolly Tasker นี้ Coil เย็น 2 ชุดดังกล่าวได้มีการทดสอบ (Simulated Coil performance) โดยใช้ ARI-certified Computerized-Coil performance and Coil selection program และผลิตโดย ARI-certified coil manufacturer เองด้วยเพื่อให้มั่นใจในการใช้งาน (โดยปกติสามารถใช้ coil เย็นที่ผลิตได้ในประเทศเช่นเดียวกัน หากมี Coil Performance program ให้ตรวจสอบ)

3.4) ระบบควบคุม อัตโนมัติตามเทคโนโลยีภายใต้ สิทธิบัตร SMAC®



ระบบควบคุม อัตโนมัติตามเทคโนโลยีภายใต้ สิทธิบัตร SMAC เป็นระบบควบคุมที่เรามักจะคุ้นเคยว่า BAS (Building Automation System) หรือ BMS (Building Management System) โดยเน้น Automation & Control ที่อาศัยหลักการสำคัญของวิศวกรรมปรับอากาศที่ซับซ้อน**ครบทุก ๆ Process** จึงมีขั้นตอนที่มากมายครบถ้วนที่สามารถควบคุมและสั่งการให้อุปกรณ์ทุก ๆ ชนิดตั้งแต่ Chiller ไปจนถึงพัดลมทุก ๆ ตัว ที่มีหน้าที่หน้าที่อิสระหรือสัมพันธ์กัน ทั้งนี้อยู่ภายใต้ **สิทธิบัตร SMAC** อย่างครบถ้วน โดยไม่ยุ่งยาก ซึ่งปัจจุบันเป็นที่น่ายินดีว่า Control Logic-Software ได้รับการพัฒนา ให้เป็นภาษาไทยที่สามารถใช้งานได้อย่างง่ายดายควบคู่ไปกับ Control Logic process **ภายใต้ สิทธิบัตร SMAC** (ดูภาพ Flow chart ประกอบ)

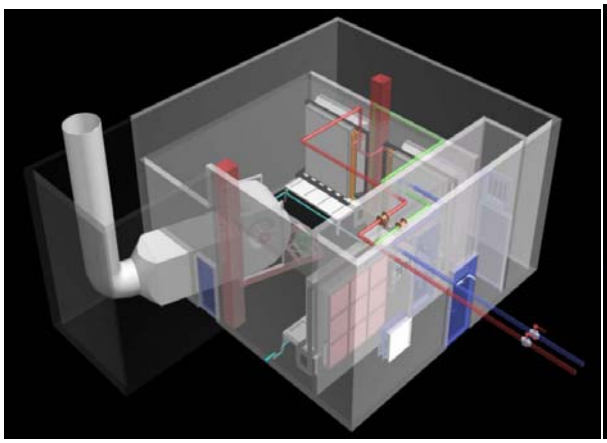
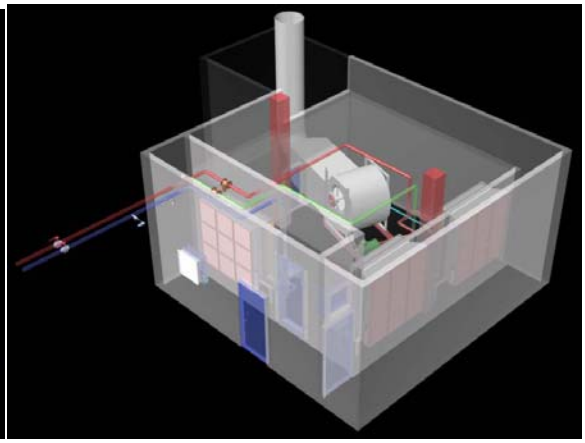


<u>การบริหารการใช้งานระบบปรับอากาศโดยปราศจากการใช้คนควบคุม Human Free-Operation</u>

ระบบปรับอากาศสำหรับโรงงาน Rolly Tasker ได้รับการออกแบบและติดตั้งระบบ HVAC Control Managerให้เป็น 100% อัตโนมัติ ซึ่งสามารถ Reprogram โดยเจ้าของกิจการได้ทุกเมื่อ โดยมีวัตถุประสงค์ให้สามารถจัดตารางการใช้งานระบบปรับอากาศได้ตามวันเวลาให้สอดคล้องกับแผนงานการผลิต รวมถึงการตั้งค่าหรือเปลี่ยนแปลง Set point ในระบบเพื่อการวางแผนในการจัดการพลังงานได้ล่วงหน้าตลอดทั้งปี โดยที่ปัจจุบัน Chiller plant และ HVAC Control Room ถูกล๊อคปิดตายโดยเจ้าของโรงงานพร้อม Program การใช้งานต่าง ๆ ไว้ล่วงหน้า โดยไม่มีเจ้าหน้าที่ควบคุมระบบปรับอากาศโดยตรงแต่ประการใด ทั้งนี้ยังรวมถึงการติดต่อสื่อสารกับทีมงานที่กรุงเทพเพื่อปรับเปลี่ยนแผนงานโดยผ่านทางระบบ Internet โดยที่ทางทีมงาน บ.โกลด์มาร์กเทคนิคัล ซัพพลาย จก. สามารถรับรู้สภาวะการใช้งานและอ่านค่าต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศแบบ Real time ได้จากกรุงเทพฯ หรือที่ไหน ๆ ในโลกนี้ได้ตลอดเวลาที่ต้องการ

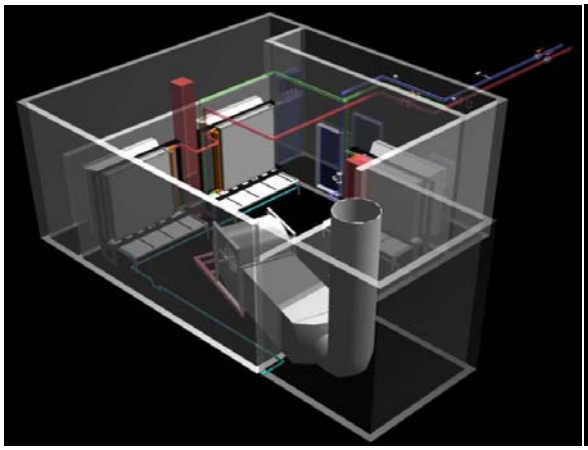
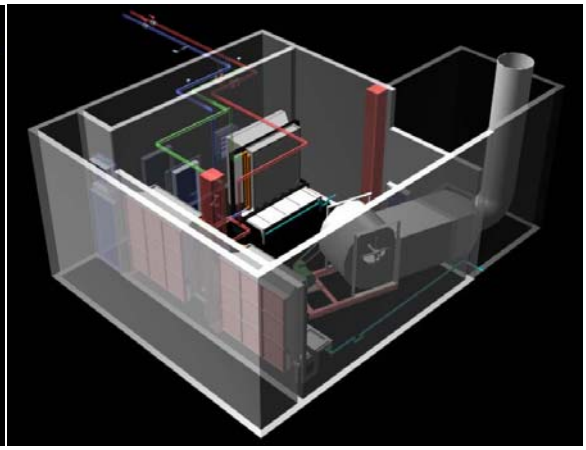
<u>3.5) การออกแบบ ห้องเครื่องส่งลมเย็น Air handling unit room</u>

เนื่องจากเป้าหมายการประหยัดพลังงนเป็นเป้าหมายหลัก ทางทีมงานจึงตัดสินใจสร้างห้องส่งลมเย็นในลักษณะ **Build-up AHU Room โดยอาศัย CAD – Computer Aid Design, และ CAE- Computer Aid Engineering** มาใช้ในการออกแบบและการทำ Performance Simulation ของเครื่องส่งลมเย็น ความท้าทายคือการทำให้ AHU ทั้งเครื่องที่มี Cooling Coil 2 ชุด, Filter bank, และพัดลมให้มี static pressure ต่ำที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ภายในเนื้อที่ที่ถูกกำหนดโดยเจ้าของอาคาร รวมทั้งคำนึงถึง คุณภาพอากาศ (Indoor air Quality) ควบคู่ไปด้วยโดยไม่ใช้เงินลงทุนมากเกินไป

<u>องค์ประกอบสำคัญและท้าทายคือ</u> (ดูภาพประกอบ)

- Total Static pressure drop ของทั้งระบบเครื่องส่งลมเย็นและท่อส่งลมเย็นและหัวจ่าย ที่ต้องจ่ายลมเข้ามาจาก 2 ฟากของโรงงานโดย throw เท่ากับ 30 เมตรโดยประมาณ
- พัดลมประสิทธิภาพสูงโดยที่ค่าประสิทธิภาพ ณ จุดทำงาน working point efficiency => 85%

- การสร้างห้องส่งลมเย็นเลือกใช้วัสดุหลักเป็นอิฐมวลเบาประกอบกับ Cold Room panel
- จุดสำคัญที่เน้นเป็นกรณีพิเศษคือ ถาดน้ำทิ้งเป็นชนิด stainless ออกแบบให้แห้งเร็วด้วย Slope มาก ๆ เพื่อไม่กักเก็บน้ำอันเป็นส่วนทำให้สะสมสิ่งสกปรกได้ง่าย และเมื่อถึงเวลาทำความสะอาดก็สามารถใช้น้ำเปล่าชะล้างด้วยแรงดันธรรมดาก็เพียงพอทำให้การทำงานง่ายที่สุด
- หัวจ่ายลมใช้ Adjustable pitch jet nozzles เพื่อการจ่ายลมให้ทั่วถึงและลดระดับเสียง
- การบำรุงรักษาเครื่องส่งลมเย็นทำได้อย่างง่ายดายโดยสามารถเดินเข้าไปหาอุปกรณ์หลักและชิ้นส่วนต่าง ๆ เหมือนเดินอยู่ในห้องทำงานภายในสำนักงานเลยทีเดียว
- ระบบกรองอากาศ (Air Filtration) มี 2 ชั้น คือ ชั้นแรกเป็น Pre-filterใช้ Aluminum Filter-double layer ขนาดหนา 2 นิ้ว อีกชั้นหนึ่งคือ Medium filter ซึ่งในการออกแบบได้เลือกค่า pressure drop น้อยเป็น 2 เท่าของขนาดพื้นที่ที่ใช้งานจริงตามปริมาณลม ซึ่งจะมีผลให้อายุงานของ Filter ยาวนานไม่น้อยกว่า 2 ปี ก่อนที่จะมีการอุดตันถึงขั้นต้องเปลี่ยน (<u>หมายเหตุ</u> ขึ้นอยู่กับปริมาณฝุ่นใยผ้าภายในโรงงาน)

4.) สรุปผลที่ได้รับจากการใช้ Technology ภายใต้ สิทธิบัตร SMAC® และการออกแบบโดยยึดถือ Performance

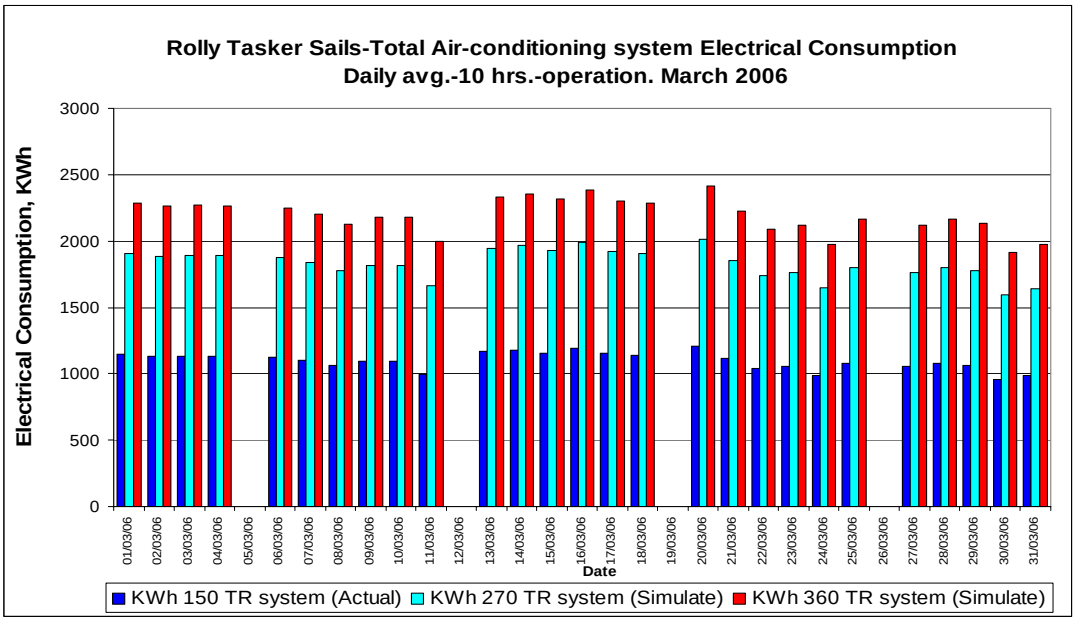
จากขั้นตอนการออกแบบคำนวณการจำลอง (Simulation), การเลือกใช้อุปกรณ์การควบคุมและการจัดการในระบบปรับอากาศโดยอาศัย Technology **ภายใต้ สิทธิบัตร SMAC®** ในโรงงาน Rolly Tasker นี้พอสรุปได้ดังนี้คือ

4.1) ระบบปรับอากาศที่ติดตั้งจริง Air cooled chiller-152TR (535 KW, designed 144 TR) ที่ Design EWT 55 ^{O}F/LWT 45^{O}F, 95F outside Air on condenser

กรณีเปรียบเทียบการสร้างโรงงาน	Cold Room Panel	SMAC Technology	TR	%	SAVE (%)
กรณีที่ -1	ไม่มี	ไม่มี	360	100	(-)
กรณีที่ -2	มี	ไม่มี	270	71.4	25%
กรณีที่ -3 (ติดตั้งจริง)	มี	มี	152	43.4	57.8%

เป้าหมายที่ตั้งไว้ 50% จะเห็นว่า **กรณีที่ 3 ที่โรงงานได้รับการก่อสร้างด้วย cold room panel และ SMAC Technology ทำให้ใช้ระบบปรับอากาศลดลงได้ 57.8 %เหลือเพียง 42.2%**

4.2) การติดตามผลการใช้งานตั้งแต่เดือนมกราคม ถึง สิงหาคม 2549 (8 เดือน) ที่สภาวะ ผลผลิต สภาวะอากาศต่าง ๆที่ปรับเปลี่ยนมาตลอดได้ผลดังภาพ / GRAPHS ประกอบต่าง ๆ ดังนี้คือ



GRAPH-1

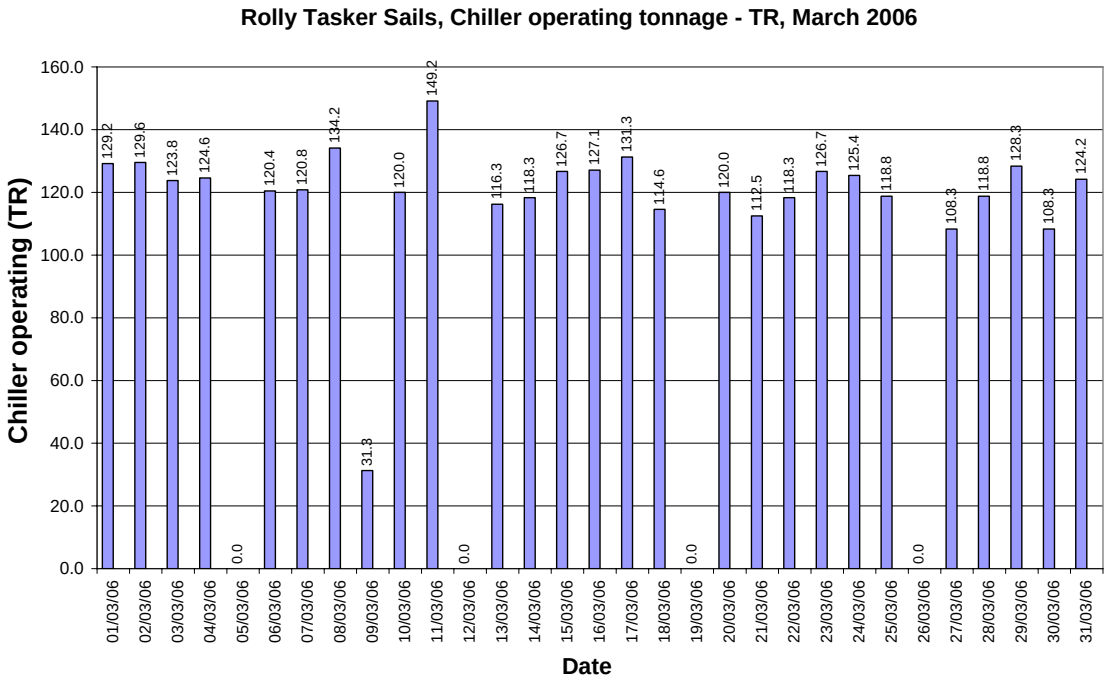
GRAPH-1 แสดงการเปรียบเทียบพลังงานรวมของระบบปรับอากาศทั้งระบบซึ่งรวมถึง Chiller Cooling Tower, Pump, AHU และอุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งระบบ โดยเปรียบเทียบระหว่าง

A) ระบบ ที่ติดตั้งจริง 152 TON.(SMAC®-System) และหุ้มฉนวน Cold room Panel

B) ระบบธรรมดาที่โรงงานหุ้มฉนวน Cold room Panel แต่ไม่มี SMAC Technology ที่ 270 TR.

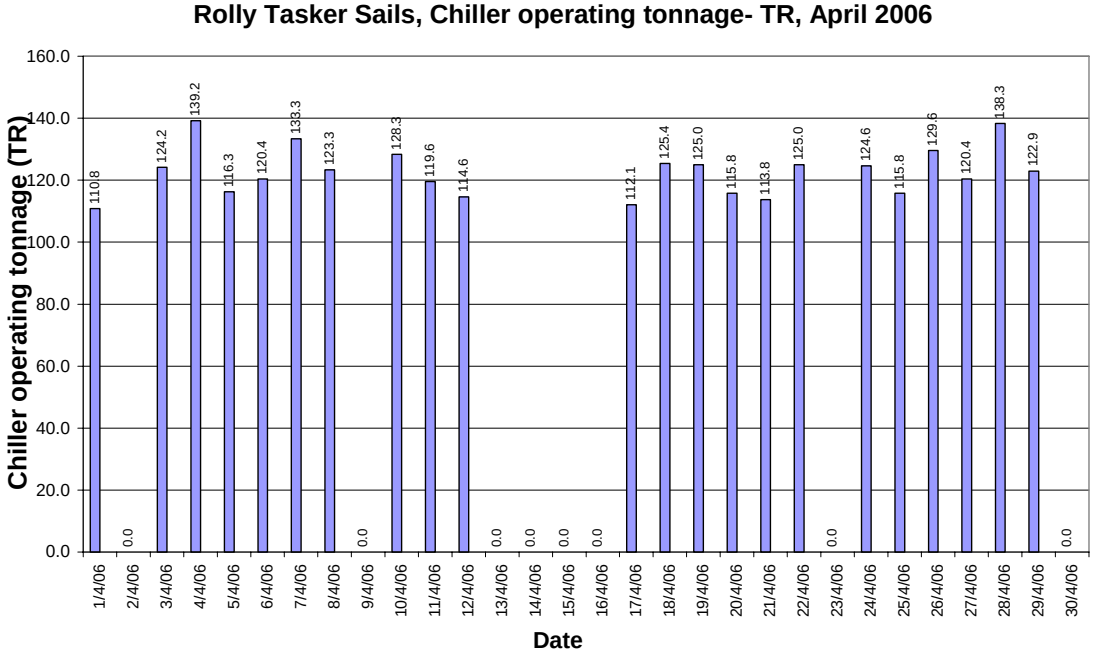
C) ระบบธรรมดาเริ่มแรกที่โรงงานออกแบบโดยไม่มีฉนวนและไม่มี SMAC ที่ 360 TR.

หมายเหตุ ข้อมูลของ A) เป็นข้อมูลพลังงานใช้งานจริงที่สภาวะอากาศเดือนมีนาคม 2549 ที่มีช่วงอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ระหว่าง 28 ^{O}C – 33 ^{O}C และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) อยู่ระหว่าง 55.8-67.5 % RH, B) และ C) เป็นข้อมูลพลังงานที่นำมาสภาวะอากาศเดือนมีนาคมมาทำ Simulation เพื่อหาค่าพลังงานไฟฟ้า



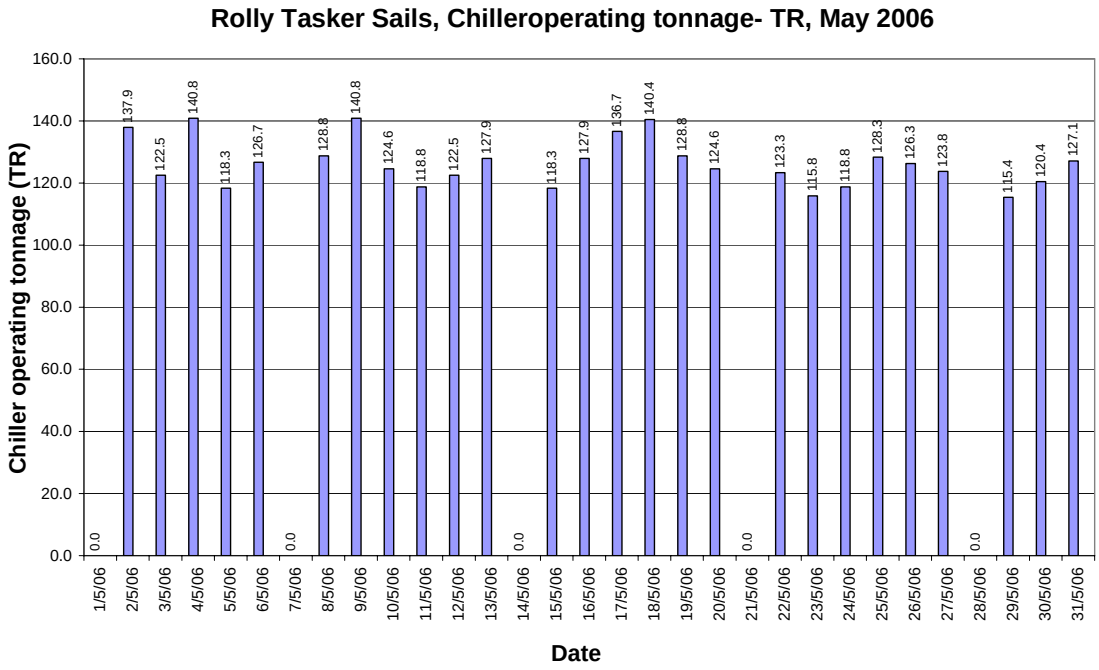
GRAPH-2

GRAPH-2 แสดงค่าเป็นความเย็นรวมของระบบปรับอากาศที่ทำงานจริงแต่ละวันตลอดเดือนมีนาคม 2549 ซึ่งมีช่วงอุณหภูมิอากาศภายนอกอยู่ระหว่าง 28 ^{O}C – 33 ^{O}C และความชื้นสัมพัทธ์ (RH) อยู่ระหว่าง 55.8-67.5 % RH จะเห็นได้ว่าจำนวนตันความเย็นที่ใช้งานจริงอยู่ที่ค่าเฉลี่ยตลอดเดือนที่ 123 ตัน (ค่าเฉลี่ย 26 วัน)



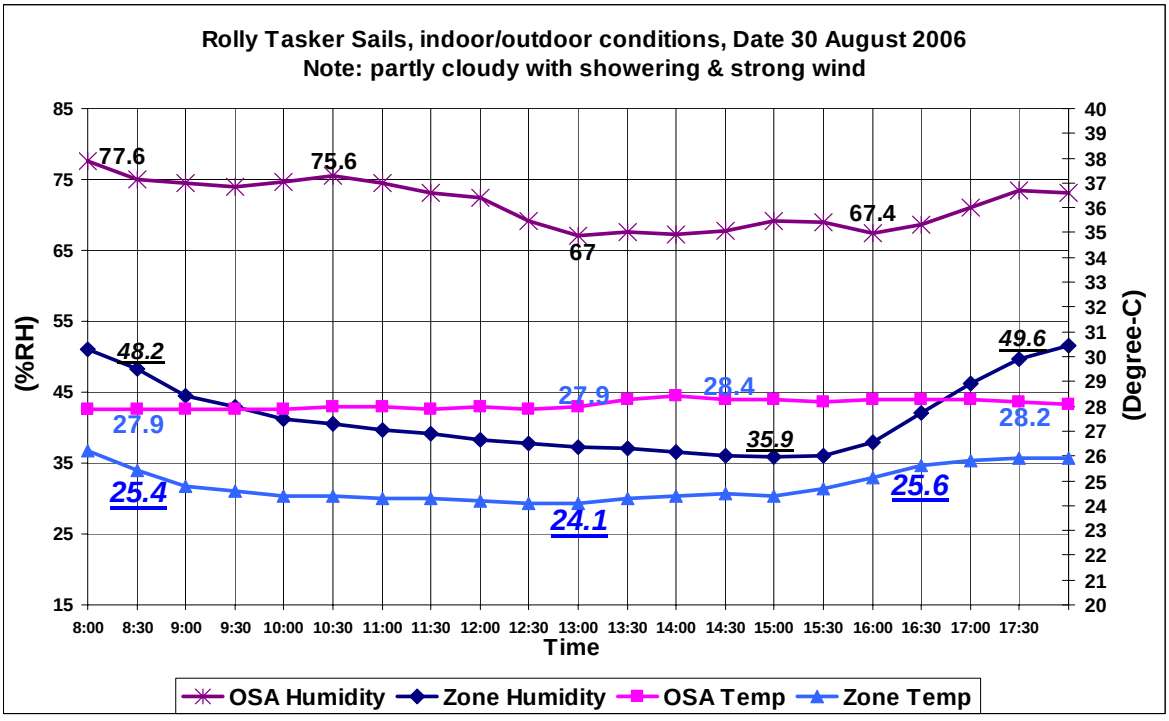
GRAPH-3

GRAPH-3 แสดงค่าเฉลี่ยของความเย็นที่ใช้งานจริงของเดือนเมษายน 2549 ได้ค่าเฉลี่ยตลอดเดือน = 122.8 TR (ค่าเฉลี่ย 22 วัน) ซึ่งมีค่าสภาวะอากาศภายนอกที่ 28 ^{O}C – 33 ^{O}C/56-65% RH. ใกล้เคียงกับเดือนมีนาคม



GRAPH-4

GRAPH-4 แสดงค่าเฉลี่ยของความเย็นที่ใช้งานจริงของเดือนพฤษภาคม 2549 ได้ค่าเฉลี่ยตลอดเดือน = 126.5 TR. (ค่าเฉลี่ย 26 วัน) ซึ่งค่าสภาวะอากาศภายนอกอยู่ที่ 29 ^{O}C – 34 ^{O}C/58-67% RH. สูงกว่าเดือนมีนาคมและเดือนเมษายนเล็กน้อย มีความใกล้เคียงค่าที่ออกแบบคำนวณมาก

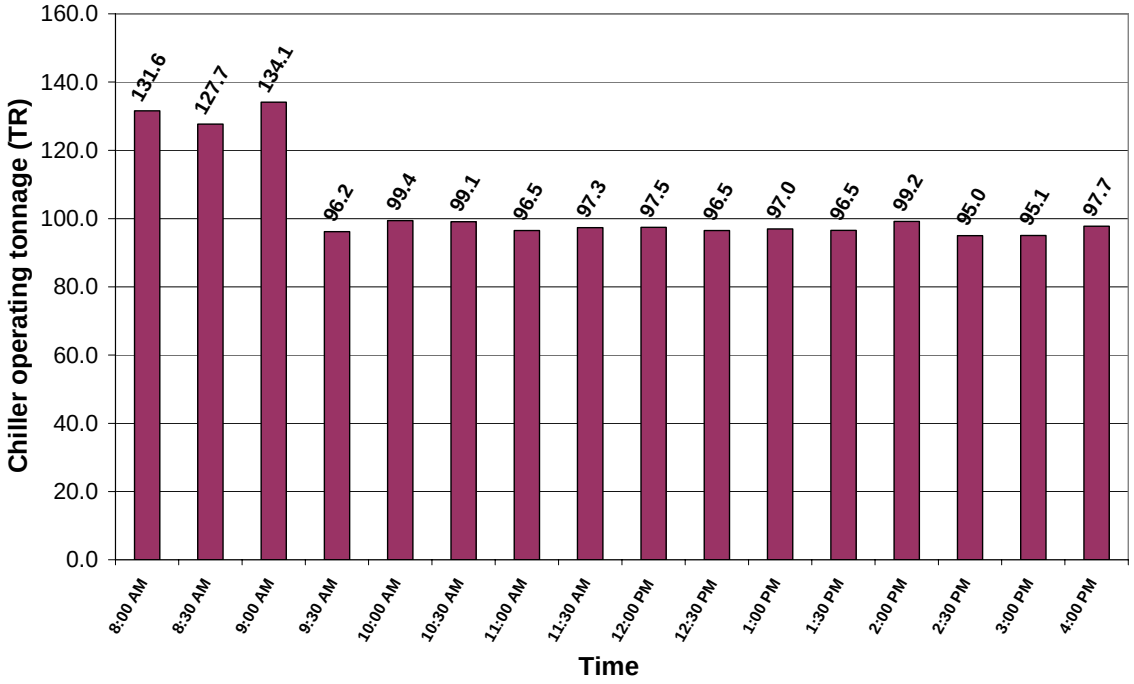


GRAPH-5

GRAPH-5 แสดงสภาวะการทำงาน ณ วันที่ **30 สิงหาคม 2549 เพียง 1 วัน** วัดจากช่วงเวลาหลังเปิดเครื่องปรับอากาศเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (เปิด 7.00น.) และหลังจากปิดเครื่องปรับอากาศ 1 ชั่วโมง (ปิด 16.30 น.) ข้อสังเกตที่สำคัญคือ

เป็นวันที่สภาวะภายนอกมีฟ้าฝนกระจายเป็นส่วน ๆ โดยมีค่า = 27.9^{O}C– 28.4^{O}C /67-77.6% RH. ซึ่งเป็นช่วงที่ไม่ร้อนมากนัก แต่มีความชื้นสูงมาก (ดูผลต่อ GRAPH-6)

Rolly Tasker Sails, Chiller operating tonnage-TR, Date 30 August 2006
Note: partly cloudy with showering & strong wind



GRAPH-6

GRAPH-6 แสดงค่าเป็นความเย็นเฉลี่ยของระบบปรับอากาศที่ใช้งานจริงในวันที่ 30 สิงหาคม 2549 สัมพันธ์โดยตรงกับ GRAPH-5 แสดงให้เห็นค่าเฉลี่ยของความเย็นที่ 131 ตันกว่าๆ เพียง 1.5-2 **ชั่วโมงแรกหลังจากนั้นค่าความเย็นเฉลี่ยตลอดทั้งวันอยู่ที่ 97.2 ตันเท่านั้น โดยที่สามารถรักษาสภาวะอากาศภายในโรงงานอยู่ที่ 24.1^{O}C– 25.6^{O}C/35.9-49.6%RH. โดยไม่ต้อง Over-Cooling หรือ Reheating แต่อย่างใด**

หากพิจารณาดูจากกราฟข้างต้นที่บันทึกโดย Data logger ของ BAS ที่เก็บข้อมูลจาก Control Sensors ต่าง ๆ ในระบบปรับอากาศที่มี SMAC Technology ติดตั้งอยู่

เราน่าจะสรุปได้ว่า โรงงาน Rolly Tasker แห่งนี้ประสบความสำเร็จในการใช้ Technology SMAC ในระบบปรับอากาศ โดยสามารถควบคุมสภาวอากาศภายในอาคารที่ปรับอากาศได้อย่างแม่นยำและคงที่ที่สุดโดยใช้พลังความเย็นระบบปรับอากาศทั้งระบบเฉลี่ย 8 เดือน ระหว่าง 97 TR- 126.5 TR. และมีค่าสูงสุดที่วัดได้ 149.2 เพียงวันเดียวในเดือนมีนาคม นอกจากนั้นแล้วตลอดระยะเวลา 8 เดือนที่ผ่านมาค่าเฉลี่ยสูงสุดที่มีความถี่มากที่สุดไม่เกิน 130 TR เลย และค่าพลังงานไฟฟ้าของทั้งระบบสูงสุดเฉลี่ยไม่เกิน 140 Kw.hr/ชม.ซึ่งหากใช้งาน 365 วันโดยไม่มีวันหยุดและใช้ค่าพลังงานไฟฟ้าสูงสุด 140 Kw.hr/ชม. โดยใช้งานวันละ 8 ชั่วโมงทุกวันจะมีค่าพลังงานรวมต่อพื้นที่ ต่อปีเท่ากับ 140 x 365 x 8 / 6500 = 62.9 KW hr./yr./SQM.

Total A/C system energy, KW hr/yr/SQ.M. = 62.9 KW hr./yr./SQM. เท่านั้น

หรือเปรียบเทียบความเย็นของระบบปรับอากาศที่ใช้งานจริงที่ค่าสูงสุดเฉลี่ยไม่เกิน 130 TR แล้ว จะได้ค่าเปรียบเทียบ TR/SQM. = 130/6500 = 0.02 TR/SQM. = 240 BTU/SQM. หรือ

เปรียบเทียบ SQM/TR. = 6500/130 = 50 SQM. /TR. (ดูตารางเปรียบเทียบ)

ตารางเปรียบเทียบ

กรณีเปรียบเทียบการสร้างโรงงาน	Cold room panel	SMAC Technology	Avg. Max-TR. (Actual)	SQM/TR	BASE performance	C.O.P. Improvement
กรณีที่ -1	ไม่มี	ไม่มี	307.9*	**21.1**	100%	0%
กรณีที่ -2	**มี**	ไม่มี	230.9*	**28.15**	133.4%	33.4%
กรณีที่ -3 (ติดตั้งจริง)	**มี**	**มี**	**130**	**50**	**236.9%**	**136.9%**

หมายเหตุ * กรณี 1- และ กรณี -2 เป็นข้อมูล TR จากการ Simulation ซึ่งดีกว่าค่า Design เบื้องต้นโดยถือ Load profile ตามความเป็นจริงของกรณี- 3 เป็นฐานคำนวณเพื่อให้การเปรียบเทียบอยู่บนฐานข้อมูลเดียวกัน

สรุปสิ่งที่ได้จากการสังเกตการณ์และติดตามผล

ผลที่ได้จากการนำเทคโนโลยีของ SMAC มาใช้ในโครงการดังกล่าวทำให้ได้รับผลที่เป็นที่น่าพอใจเกินความคาดหมายของทีมงาน และทำให้เกิดความมั่นใจในการปรับปรุงอาคารอื่นๆ ต่อไป สิ่งที่ได้จากการติดตามผลคือ:-

1) การใช้ TECHNOLOGY - **ภายใต้ สิทธิบัตร SMAC** สามารถใช้งานในด้านการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบปรับอากาศเดิมที่มีอยู่อย่างได้ผลสูงมากคุ้มค่าการลงทุน มีระยะ PAYBACK ที่ต่ำ และหากเริ่มโครงการใหม่ตั้งแต่การออกแบบตั้งแต่ต้นเลยจะส่งผลให้ประหยัดต้นทุนการลงทุนทั้งระยะเริ่มต้นและระยะยาวตลอดอายุงานของระบบ
2) ใช้งานได้ดีกับ SINGLE ZONE หรือ MULTI ZONE ตามหลักการวิศวกรรมปรับอากาศที่ระบุไว้ในรายละเอียดภายใต้สิทธิบัตรของ SHAW METHOD
3) TECHNOLOGY ของ SMAC ได้แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในอาคาร อย่างแทบไม่มีข้อจำกัด โดยไม่ต้องพึ่งพาขบวนการ REHEAT ใด ๆ ทั้งสิ้น ช่วยลดภาระการลงทุนให้กับการใช้งานในหลาย ๆ สภาวะที่ต้องการควบคุมความชื้นเป็นพิเศษได้อย่างมีประสิทธิภาพ
4) การปฏิบัติงานภาคสนามในการติดตั้งระบบปรับอากาศภายใต้ SMAC TECHNOLOGY ไม่มีความซับซ้อนหรือยุ่งยากไปกว่าระบบดั้งเดิมแต่ประการใด ปัจจัยสำคัญอยู่ที่การออกแบบคัดเลือกชุด COIL น้ำเย็นที่ทำหน้าที่เป็น LATENT DRIVEN COIL และ SENSIBLE DRIVEN COIL ทั้งสองชุดภายใต้เทคนิคของ SMAC นั้นทาง บริษัท โกลด์มาร์กเทคนิคัล ซัพพลาย จำกัด ในฐานะผู้ร่วมทุนกับ ADT เจ้าของสิทธิบัตร SMAC จะทำให้การออกแบบเลือก COIL SIZING ให้ได้พร้อมทั้งจัดทำเรื่อง CONTROL LOGIC PROGRAM ให้ทำงานตามสิทธิบัตรได้ ซึ่งค่าใช้จ่ายก็เป็นค่าใช้จ่ายปกติเท่า ๆ กันกับระบบดั้งเดิมเช่นกัน
5) ในด้านระบบควบคุม (CONTROL) นั้น การจัดการและควบคุมระบบปรับอากาศทั้งระบบสามารถจัดการได้กับมาตรฐาน PROTOCOL ทั่วไปที่มีอยู่ แต่ทั้งนี้ในปัจจุบันมาตรฐานโลกสากลกำหนดให้เป็น BACNET PROTOCOL STANDARD แล้วยิ่งทำให้การทำงานด้าน CONTROL ทำได้อย่างง่ายดายมากขึ้นไม่ว่าระบบปรับอากาศเดิมที่มีอยู่หรือที่ติดตั้งใหม่นั้นจะเป็นยี่ห้อหรือผู้ผลิตใด
6) การลงทุนทั้งระบบภายใต้ SMAC technology สำหรับระบบปรับอากาศเดิมที่มีอยู่หรือระบบปรับอากาศที่ติดตั้งใหม่นั้นแทบจะไม่มีความแตกต่างจากการลงทุนระบบปรับอากาศมาตรฐานดั้งเดิมเท่าไรนัก เมื่อเทียบกับการประหยัดขนาดของการลงทุนในโครงการใหม่ และค่าพลังงานที่ลดลงได้อย่างมากมาย

ข้อจำกัดของบทความ

- บทความนี้มีข้อจำกัดในการนำเสนอรายละเอียดทางเทคนิคของ SMAC®-Technology ที่ได้รับการสงวนสิทธิ์ตามกฎหมายสิทธิบัตร และด้วยเหตุที่ SMAC®-Technology เป็น 100%-Process + Methodology Know-how ซึ่งไม่ใช่เครื่องจักรหรือสินค้าใด ๆ ทั้งสิ้น ผู้เขียนจึงได้นำเสนอแนวความคิดหลัก ๆ ของ SMAC®-Technology ที่ผู้เขียนและทีมงานได้ปฏิบัติจนเกิดผลจริง โดยไม่สามารถกล่าวถึงวิธีการและกรรมวิธีทางเทคนิคโดยละเอียดทั้งหมด
- ผู้เขียนในฐานะผู้ร่วมทุนกับ ADT.PTY, SA. ในฐานะเจ้าของสิทธิบัตร มีความยินดีที่จะเผยแพร่ SMAC®-Technology เพื่อประโยชน์ต่อหน่วยงานทั้งภาคเอกชนและภาครัฐเพื่อประโยชน์ในการประหยัดทรัพยากรพลังงานของหน่วยงานและของประเทศชาติสืบต่อไป
- For all enquiry and question about SMAC® Technology please contact:

  Shumpol Thirakomen (e-mail; Shumpol@goldmarktech.com)

  Goldmark Technical Supply Co., Ltd.

  69, 71 Pattanakarn-72, Pravet, BKK 10250

  Tel; 02 722 1362-3, Fax; 02 722 1364

หนังสืออ้างอิง:

A) USA PATENT NUMBER; U.S. 6, 269, 650, B1. INVENTION OF DR. ALLAN SHAW

B) บทความเรื่อง " กรรมวิธีประหยัดพลังงานในระบบปรับอากาศอย่างถาวรและยั่งยืน (Long Term Energy Saving) ควบคู่กับการรักษาคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality) โดยอาศัย เทคโนโลยี SMAC (Shaw Method of Air Conditioning, USA. Patent U.S. 6, 269, 650, B1)" ที่เผยแพร่ในหนังสือวิชาการชุดที่ 10/2548 ของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย

C) AIRAH JOURNAL, SEPTEMBER 1998, เรื่อง "CONTROL OF SIMULTANEOUS HEAT AND MASS TRANSFER IN THE REDUCTION OF GLOBAL WARMING"

D) AIRAH JOURNAL, AUGUST 2001, เรื่อง "A QUANTITATIVE EVALUATION OF A NEW METHOD OF AIR CONDITIONING"

E) CLIMATE CONTROL NEWS JOURNAL MARCH-2004, เรื่อง "ENERGY SAVING THROUGH DESIGN AND THE PATENTED SHAW METHOD OF AIR-CONDITIONING"

บทความนี้ผู้เขียนขอแสดงความระลึกด้วยความเคารพต่อ DR. ALLAN SHAW ผู้ล่วงลับในฐานะผู้ให้กำเนิด สิทธิบัตร SMAC® (SHAW METHOD OF AIR-CONDITIONING) ดังกล่าว