ระบบทำความเย็นสำหรับศูนย์ข้อมูลแบบจุดความร้อนสูง

แปล และเรียบเรียงจาก หนังสือ ASHRAE JOURNAL DEC 2007
"High Density Heat Containment" โดย ***นายบัลลังก์ สาธร, นายวินัย แก้วมณี***
Johnson Controls International (Thailand) Co., Ltd

ทุกวันนี้ศูนย์ข้อมูลมักพบกับปัญหาเรื่องปริมาณลมเย็นที่จ่ายมากเกิน และการลัดวงจรของลมจ่าย แทนที่เราจะแก้ปัญหาด้วยการเพิ่มปริมาณลมเย็นเราก็ยังมีวิธีการง่ายๆ ที่สามารถตอบสนองได้ไม่ต่างกัน สำหรับความต้องการในการทำความเย็นที่เท่ากัน

เมื่อมีการออกแบบขยายศูนย์ข้อมูลเพิ่มเติมสำหรับใช้กับ High-Density Rack ในปี 2004 นั้น ทางบริษัท Oracle ได้ตัดสินใจที่จะลดปัญหาเรื่องปริมาณลมจ่ายมากเกินความจำเป็น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน ตั้งแต่อดีตแล้วที่ทางบริษัทฯ มีความกระตือรือร้นเป็นอย่างยิ่งในการที่จะค้นหาวิธีและการดำเนินการที่จะนำวิธีการสร้างสรรค์ใหม่ๆ มาใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม เมื่อเร็วๆ นี้จึงได้มีการทำโครงการ ที่ Oracle โดยการนำเอาน้ำที่กลั่นตัวจาก **เครื่องเป่าลมเย็น (AHU)** จำนวน 1 ล้าน แกลลอนต่อปี ไปเติมลงใน Cooling Tower เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำและลดปริมาณสารบำบัดน้ำสำหรับศูนย์ข้อมูล Austin ใน Texas ซึ่งเป็นหนึ่งในศูนย์ข้อมูลแห่งแรกๆ ในปี 2004 ที่ใช้แหล่งพลังงานทดแทนและได้รับการรับรองจาก EPA Green Power Partner

พื้นที่ใช้งานจำนวน 50,000 sq.ft. (4,645 m^2) ได้ถูกจัดให้มีความต้องการพลังงานเฉลี่ย 4 kW. ต่อ Rack และมีความต้องที่จะขยายเพิ่มอีก 3 Mw. สำหรับ Rack แบบ High-Density โดยมีขนาดเฉลี่ยรวมเท่ากับ 8 kw.ต่อชุด ระบบปรับอากาศที่ใช้กับศูนย์ข้อมูลเดิมนี้ได้กำหนดแบบไว้เป็นแบบช่องลมร้อนและช่องลมเย็น และจ่ายลมเย็นโดยใช้ช่องลมขนาด 30 นิ้ว (762 mm.) จากใต้พื้นของห้องศูนย์ข้อมูล ลมเย็นจะถูกส่งผ่านไปยังอุปกรณ์บนแร็คโดยผ่านแผ่นผนังพรุนของช่องลมเย็นที่ออกแบบไว้ และลมกลับก็จะถูกดูดกลับไปยังที่ว่างด้านหลังกลับไปยังเครื่องเป่าลมเย็น บทความนี้ได้อธิบายเรื่องระบบที่ใช้แบบจุดความร้อนสูง (HDHC) สำหรับส่วนขยายของ ศูนย์ข้อมูล ระบบนี้ได้นำเสนอทางแก้ปัญหาง่ายๆ โดยการใช้อุปกรณ์มาตรฐานทั่วไปที่มีอยู่โดยการแยกช่องจ่ายลมเย็นกับ ช่องลมร้อนกลับออกจากกัน วิธีดังกล่าวเป็นวิธีที่ได้รับความนิยมและผู้ผลิตก็ได้ผลิตอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กับระบบจ่ายลมเย็นหมุนเวียนแบบวงจรปิด

ข้อจำกัดโดยทั่วไปของการทำความเย็น

ช่องทางเดินอากาศร้อน/อากาศเย็นโดยทั่วไปจะไม่ได้แยกออกจากกันเพียงพอสำหรับอุปกรณ์ความจุความร้อนสูง อากาศร้อนกระจายไปยังอากาศเย็นที่อยู่ใกล้กับด้านบนของแร็คและส่วนปลายด้านบน Beaty and Davidson ได้ชี้ให้เห็นเรื่องปัญหาทั่วไปอันเนื่องจากลมเย็นที่กำลังจะไหลขึ้นไปบนสุดเกิดการผสมกับลมร้อนทำให้อากาศไหลผ่านมากขึ้นในช่องจ่ายลมแต่จะทำให้เปลืองพลังงานมากขึ้น จึงมีการปรับและแก้ไขความสมดุลของปริมาณลมเย็นที่จ่ายตามความต้องการของแต่ละแร็คตลอดเวลา

จากภาพแสดงการกระจายลมร้อนเข้าไปยังช่องจ่ายลมเย็นและอุณหภูมิของอากาศผสมที่ทางเข้าของแร็ค ซึ่งนำเสนอด้วยแบบจำลอง Computational Fluid Dynamic (CFD) จากรูปที่ 1 เป็น CFD Model Simulates ของศูนย์ข้อมูลซึ่งมีขนาดรวมเท่ากับ 60 x 8 kW (ต่อ Rack) ด้วยลมจ่าย 960 cfm. (453 L/s) ที่ไหลผ่านอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์แล้วจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น 26 ^{o}F (14 ^{o}C) จากรูปที่ 1 แสดง

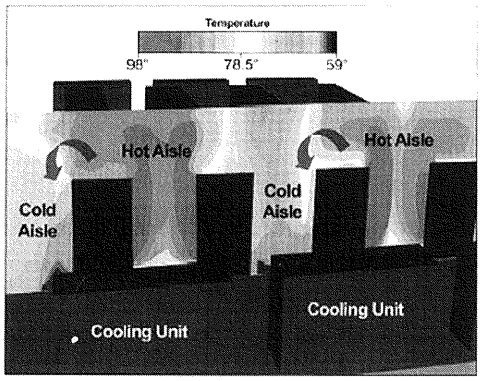

Figure 1: CFD model illustrating temperatures at the end of a row with 40% excess cold air supply.

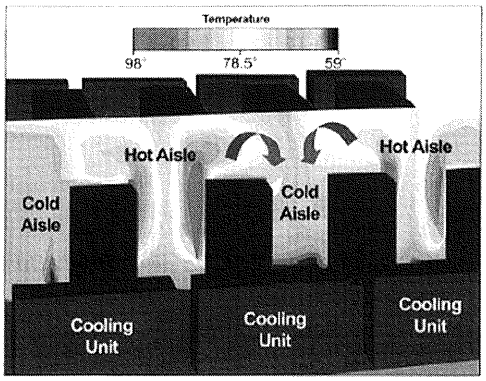

Figure 2: CFD model illustrating temperatures at the end of a row with 100% excess cold air supply.

ให้เห็นการแพร่กระจายของลมร้อนเข้าไปผสมกับลมเย็นและทำให้อุณหภูมิด้านเข้าของแร็ค ที่ระดับความสูงแตกต่างกันเมื่อจ่ายมากกว่าความต้องการของอุปกรณ์ 40 % อุณหภูมิลมที่พื้นผิวของส่วนบนของ เท่ากับ 76 °F (24 °C) เมื่ออุณหภูมิลมจ่ายที่หัวจ่ายเท่ากับ 59°F (15°C) ด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้น 17°F (9°C) รูปที่ 2 มีรูปแบบเหมือนกัน แต่เมื่อปริมาณลมจ่ายมากกว่าความต้องการของอุปกรณ์ 100% อุณหภูมิที่พื้นผิวของส่วนบน IT-Rack เท่ากับ 72°F (22°C) เมื่อเทียบกับรูปที่ 1 ที่ปริมาณลมจ่ายมากกว่าความต้องการของอุปกรณ์ 40% ซึ่งอุณหภูมิลมที่พื้นผิวของส่วนบน IT-Rack ลดลงเหลือ 72°F (22°C) เมื่อเทียบกับเดิมที่ 76°F (24°C) จากเหตุดังกล่าวจึงเป็นที่นิยมทำกันทั่วไปในการที่จ่ายลมมากกว่าปรกติให้กับระบบของอุปกรณ์ IT

ส่วนของลมเย็นที่เกินที่ไหลกลับไปโดยไม่ผ่านอุปกรณ์ใดๆ เลย แต่ได้ผสมโดยตรงกับกับลมร้อนที่ออกมาจากแร็ค เป็นผลให้อุณหภูมิอากาศที่ไหลกลับ CRAC มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ โดยอุณหภูมิอากาศที่ไหลกลับ CRAC ของ รูปที่ 1 เท่ากับ 79°F (26°C) ที่ลมจ่ายเกินไป 40% เมื่อเปรียบเทียบกับอุณหภูมิอากาศที่ไหลกลับ CRAC ของ รูปที่ 2 เท่ากับ 74°F (23°C) ที่ลมจ่ายเกินไป 100% ทั้ง 2 ตัวอย่างมีอุณหภูมิลมจ่ายที่เท่ากันคือ 59°F (15°C) นี่อธิบายได้ว่าทำไม Thermostats ที่ CRAC ของห้อง ศูนย์ข้อมูลที่เป็นแบบ High-Density จึงมักตั้งอุณหภูมิ set point ต่ำกว่าแบบปกติทั่วไป

การควบคุมอุณหภูมิลมกลับแบบทั่วไปเปรียบเทียบกับการควบคุมอุณหภูมิลมจ่าย

วิธีการทำความเย็นแบบทั่วๆ ไปที่ใช้การการควบคุมลมกลับนั้นดูไม่สมเหตุสมผลถ้าอุณหภูมิลมจ่ายมีค่าคงที่ เปรียบเทียบเหมือนการที่ต้องการอุณหภูมิภายในบ้าน โดยที่ติดตั้ง Thermostat ไว้ข้างนอกอุปกรณ์วัดจะต้องติดตั้งในพื้นที่ๆ ที่ต้องการควบคุม การหลักการทำความเย็นของ CRAC ทั้ง 2 แบบ คือแบบควบคุมที่ลมกลับและลมจ่ายได้อธิบายข้างล่างดังนี้

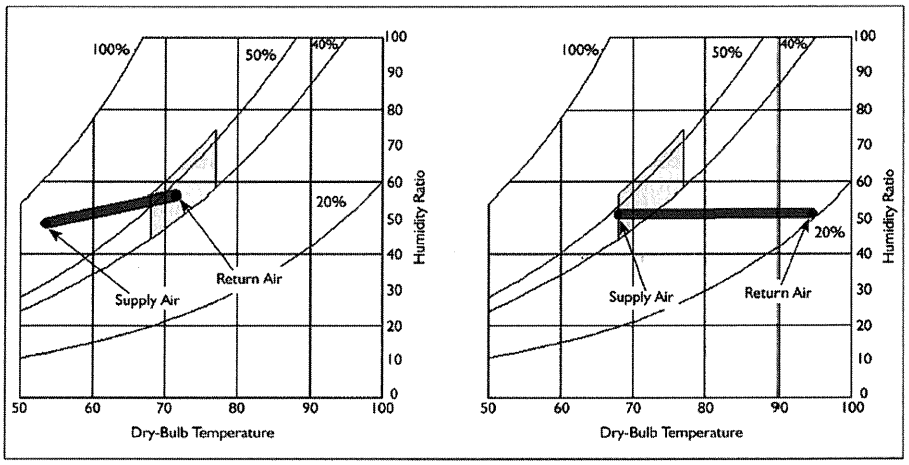

Figure 3 (left): Typical supply and return air conditions in conventional return air control systems.

Figure 4 (right): Typical supply and return air conditions in supply air temperature control systems.

รูปที่ 3 อธิบายการทำความเย็นแบบทั่วไป บน Psychometric Chart โซนสีเหลืองเป็นโซนที่ ASHRAE แนะนำตามมาตรฐาน Class 1 ในการปรับอากาศสำหรับอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ที่กำหนดอุณหภูมิลมจ่ายอยู่ที่ 68°F (20°C) ถึง 77°F (25°C) และค่า Relative Humidity อยู่ระหว่าง 40% ถึง 55% เส้นสีแดงที่อยู่บนชาร์ตแสดงอุณหภูมิของ Supply Air และ Return Air เป็นการควบคุมอุณหภูมิแบบลมกลับทั่วไป กระบวนการนี้ทั้งลมจ่ายและความชื้นสัมพันธ์ ไม่อยู่ในมาตรฐาน ASHRAE นี่เป็นการทำความเย็นที่ไม่มีประสิทธิภาพและไม่เหมาะสมสำหรับสำหรับอุปกรณ์ IT เพราะทำให้ค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่สูงเข้าสู่ทางด้านจ่ายของอุปกรณ์ IT

รูปที่ 4 แสดงถึงกระบวนการแบบใหม่ที่ควบคุมอุณหภูมิ Supply Air โดยการย้ายเอา sensor อุณหภูมิ และ RH sensor ไปด้านล่างของช่องพื้นในด้านลมจ่าย ชุดควบคุมวาล์วน้ำเย็นจะทำการปรับปริมาณน้ำเย็นเพื่อรักษาอุณหภูมิของ Supply Air ให้คงที่อยู่ที่ 68°F (20°C) ตามที่มาตรฐานที่ ASHRAE กำหนดเป็นค่าต่ำสุด ข้อควรระวังคือ: เมื่ออุณหภูมิ Supply Air อยู่ที่ 68°F (20°C) เครื่องเป่าลม จะต้องไม่ทำอุณหภูมิให้ต่ำกว่าค่า Dew-Point ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในการควบคุมความชื้น เมื่อมีการเพิ่มอุณหภูมิลมจ่ายให้สูงขึ้นในการใช้งานของเรานี้ระบบควบคุมความชื้นจะทำงานโดยใช้ชุดจ่ายลมส่วนกลางโดยไม่ได้ใช้เครื่อง CRAC ทั่วไปทำหน้าที่นี้

ส่วนประกอบอากาศเย็น และอากาศร้อน

รูปแบบของกระแสลมในรูปที่ 1 และ 2 แสดงให้เห็นการแยกส่วนที่ไม่ดี ระหว่างการจ่ายลมเย็น การกลับลมร้อน ของการออกแบบช่องทาง การจ่ายลมเย็น กับ การกลับลมร้อน แบบทั่วไป การแยกส่วนระหว่าง Supply Air และ Hot Air return ยิ่งมีค่าสูงยิ่งทำระบบมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทำให้สามารถกำหนดอุณหภูมิ ณ ตำแหน่งทางเข้าของแร็คได้ มีแนวทางในการดำเนินการอยู่ 3 ส่วนคือ Cold Aisle Containment, Hot Aisle Containment และ Rack Containment การดำเนินการทั้ง 3 ส่วนนี้ มีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันไป

ช่องอากาศเย็น (Supply Air)

ในการกั้นช่องอากาศเย็น (Supply Air) โดยจะกั้นด้านบนและด้านข้างของช่องจ่ายลมเย็น เพื่อไม่ให้อากาศร้อนที่ออกจากอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ไหลรวมกับอากาศเย็นและให้อุณหภูมิที่สม่ำเสมอ ณ ทางเข้าของแร็ค อุณหภูมิของลมจ่ายสามารถปรับให้สูงขึ้นได้เนื่องจากอุณหภูมิของอากาศที่ไหลเข้าอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ จะเป็นอุณหภูมิเดียวกับลมจ่าย การตั้งอุณหภูมิของ Supply Air ให้สูงขึ้นจะส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของ Chiller Plant ดีขึ้น และตัวเลขจำนวนชั่วโมงของ Free Cooling ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย และแน่นอนปริมาณอากาศที่ต้องการลดลงก็ส่งผลกระทบโดยตรงต่อการลดการใช้พลังงานในระบบลมหมุนเวียนด้วย ดังนั้นการใช้ Variable Speed Drives ของพัดลม CRAC ยังช่วยป้องกันเรื่องปริมาณลมที่มาเกินด้วย

ในการกั้นช่องอากาศเย็น (Supply Air) จะต้องทำประตูทางเข้าหรือม่านกั้นที่ปลายของช่องลมด้วย ซึ่งจะต้องมีไฟส่องทาง และ หัวจ่ายดับเพลิงอยู่ภายในช่องลมและด้านล่างของช่องจ่ายลมด้วย อุปกรณ์ดังกล่าวจะทำการจัดหาได้ง่ายในการก่อสร้างใหม่ แต่เป็นเรื่องยากในงานปรับปรุงเพิ่มเติมระบบจากเดิม กรณีที่มีแร็คอยู่แล้ว แต่ไม่มีอุปกรณ์อยู่เต็มจะต้องทำการปิดช่องว่างบนแร็คเหล่านี้ด้วย

ช่องอากาศร้อน (Return Air)

ในช่องอากาศเย็น (Supply Air) ทั่วทั้งหมดของศูนย์ข้อมูล ยกเว้นในช่องอากาศเย็น ช่องอากาศร้อน (return air) จะนำอากาศร้อนที่มีอุณหภูมิเดียวกับอากาศร้อนที่ออกมาจากอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ ที่มีค่าตั้งแต่ 20°F ถึง 40°F (11°C ถึง 22°C) ซึ่งมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิลมจ่ายตรงทางเข้าแร็ค อุณหภูมิของลมจ่ายแบบ ช่องอากาศเย็น (Cold Aisle) นั้นสามารถที่จะเพิ่มสูงขึ้นได้ถึง 60°F-70°F อุณหภูมิของลมกลับจะมีค่าสูงกว่าระบบปรับอากาศเพื่อความสบายทั่วไป ดังนั้นจึง

เป็นที่นิยมกันในการที่ให้ลมร้อนอยู่เฉพาะในช่องลมร้อนและให้ส่วนที่เหลือทั้งหมดอยู่ในส่วนของลมเย็นที่จ่าย วิธีการนี้มีข้อดีและข้อเสียเช่นเดียวกับแบบกั้นช่องลมเย็น

ส่วนประกอบของแร็ค / Rack Enclosure

Rack Enclosure ก็มีลักษณะคล้ายๆ กับแบบกั้น อากาศร้อน และอากาศเย็น เพียงแต่แบบนี้เราจะทำเฉพาะที่แร็ค แต่ละตัวเท่านั้น Rack Enclosure จะแยกส่วนทางด้านอากาศเย็นที่ไหลเข้าและอากาศร้อนที่ส่งออกไป เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผสมกันของอากาศทั้งสอง ในแร็คหนึ่งชุดอากาศเย็นจะไหลเข้า Rack จากด้านหน้า และอากาศร้อนจะถูกส่งผ่านออกไปยัง Return Air Plenum ที่อยู่ด้านบนโดยผ่านท่อระบายอากาศที่ต่ออยู่ด้านบนของ Rack ข้อดีของแบบนี้คือ เป็นการจัดหน่วยที่เล็กที่สุดในศูนย์ข้อมูล สามารถจัดวางที่ไหนก็ได้โดยไม่มีข้อจำกัดของการจัดว่างช่องลมร้อนหรือเย็นแต่อย่างไรก็ดีการติดตั้งกล่องครอบแร็คและท่อระบายอากาศนั้นจะทำให้มีค่าความดันตกคร่อมเพิ่มมากขึ้น จึงต้องมีการเพิ่มกำลังของพัดลมให้มากกว่าที่มีอยู่เดิม หรือต้องติดตั้งพัดลมเสริมเพื่อเอาชนะความดันที่เพิ่มขึ้น รวมทั้งข้อจำกัดเรื่องการติดตั้งระบบแสงสว่างและระบบดับเพลิงก็ยังคงมีเช่นเดียวกับแบบอื่นๆ

ในการติดตั้ง Rack Enclosure นั้นเหมาะสำหรับการขยายขนาดของระบบศูนย์ข้อมูลที่ใช้ระบบความจุสูง อันเนื่องมาจากประสิทธิภาพสูงและง่ายต่อการติดตั้ง (เนื่องจากสามารถติดตั้งได้ตามจำนวนแร็ค ที่มี)

รูปแบบระบบแยกความร้อนของ Higher-Density (HDHC)

รูปที่ 5 แสดงให้เห็นภาพของระบบ HDHC ที่ใช้หลักการของ Rack Enclosure ดังที่อธิบายไปแล้ว โดยการสร้างผนังกั้นความร้อนให้กับแร็ค และจัดทางเดินของอากาศร้อนให้กลับไปยังเครื่องเป่าลมเย็นอากาศเย็นถูกส่งไปยังอุปกรณ์ IT ผ่านทางช่องอากาศเล็กๆ ที่บริเวณพื้นเหมือนระบบปกติ

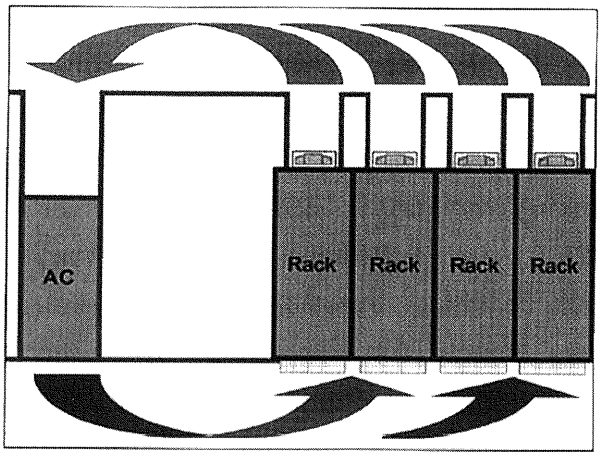

Figure 5: High-density heat containment system.

อากาศร้อนที่ระบายออกมาจากด้านหลังของแร็คจะต่อกับท่อขึ้นไปบนฝ้าเพดานเพื่อกลับไปยังเครื่องเป่าลมเย็นอีกที พัดลมแบบ อัตราไหลสูง กินไฟต่ำและสามารถปรับรอบได้จะถูกนำมาใช้เสริมในกรณีที่พัดลมของแร็คไม่สามารถจ่ายลมให้ได้ตามต้องการเนื่องจากความดันในระบบที่สูงขึ้นอันเนื่องมาจากผนังกั้นแร็ค และท่อลม ความร้อนที่ระบายออกมานี้ถูกแยกออกจากลมจ่ายโดยสิ้นเชิง

รูปที่ 6 แสดงให้เห็นภาพการติดตั้งของระบบ HDHC ในศูนย์ข้อมูล ประกอบไปด้วยอุปกรณ์สำเร็จที่สามารถหาซื้อได้ของ HDHC Rack enclosure มีดังนี้

- ผนังกั้นแร็ค ด้านข้าง ด้านหลัง และด้านล่าง
- พัดลมระบายอากาศที่สามารถปรับปริมาณลม กินไฟต่ำ
- ชุดปรับปริมาณลมของพัดลม
- ท่อลมระบายอากาศ
- อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ เช่น เครื่องมือสำหรับงานติดตั้ง กาว เทป ปะเก็นซีลสำหรับใช้อุดรอยรั่วของช่องต่อสายไฟและสายสัญญาณ แผ่นกั้นสำหรับช่องแร็คที่ว่างและ อื่นๆ

พัดลมเสริมของ HDHC Rack

ตารางที่ 1 แสดงให้เห็นถึงปริมาณอากาศที่ไหลผ่าน Rack ทั้งที่ใช้ และไม่ใช้พัดลมช่วยในการระบายอากาศ ปริมาณอากาศรวมจากการออกแบบให้กับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ใน Rack เท่ากับ 1,400 cfm. (660 L/s) เมื่อไม่ใช้พัดลมช่วยระบาย

IT Equipment Design Airflow, cfm	HDHC Supplemental Fan Status	Measured HDHC Airflow, cfm	Rack Plenum Pressure, in. w.c.	Rack Duct Pressure, in. w.c.	Ceiling Plenum Pressure, in. w.c.
1,400	On	1,640	-0.05	0.010	0.001
1,400	Off	1,040	0.16	0.002	0.001

Table 1: Supplemental fan power use.

Fan Power Comparison	Conventional Hot Aisle/ Cold Aisle Area	HDHC Rack Area
Total IT Equipment Load, kW	4,375	2,336
Number of CRAC Fans	63	27
CRAC Fan Power, kW	55 at 7.45 kW and 6 at 11.19 kW/each	4.69 kW/each
Rack Exhaust Fan Power, kW	0	500 at 0.07 kW/each
Total Fan Power, kW	499.300	158.100
Fan Power per Unit IT Equipment Load (kW/kW)	000.114	000.068

Table 2: Fan power comparison between conventional hot aisle/cold aisle versus high-density heat containment area.

อากาศ ความดันด้านส่งออกของ Rack จะสูงขึ้นอย่างน่าเป็นห่วง และทำให้ปริมาณลมลดลง เมื่อพิจารณาจาก Fan Curves กับความดันของพัดลมตัวหลักแล้วจะไม่สามารถรักษาปริมาณลมให้อยู่ใน 1,400 cfm. (660 L/s) ได้ จึงต้องให้พัดลมช่วยทำงาน

เมื่อพัดลมช่วยระบายอากาศทำงานที่ Full Speed จะได้ปริมาณลมเท่ากับ 1,640 cfm. (774 L/s) พัดลมจะใช้กำลังงานเท่ากับ 70 w. ที่ Full Speed ความแตกต่างระหว่างปริมาณลมจริงกับปริมาณลมออกแบบเท่ากับ 240 cfm.(113 L/s) จะทำให้เกิดจากการ Bypassing หรืออาจเกิดจากการ Short-Circuit ในระบบ HDHC ดังนั้นในส่วนของพัดลมช่วยจึงต้องการใช้การควบคุมพิเศษ โดยใช้ค่าความดันในช่องอากาศในการควบคุมความเร็วของพัดลม

ทุกวันนี้พัดลมท่อลมกลับของ HDHC กว่า 500 ชุดต้องทำงาน และอาจทำงานมามากกว่า 24 เดือน โดยที่ยังไม่มีตัวใดเสียหาย หรือเกิดการขัดข้อง

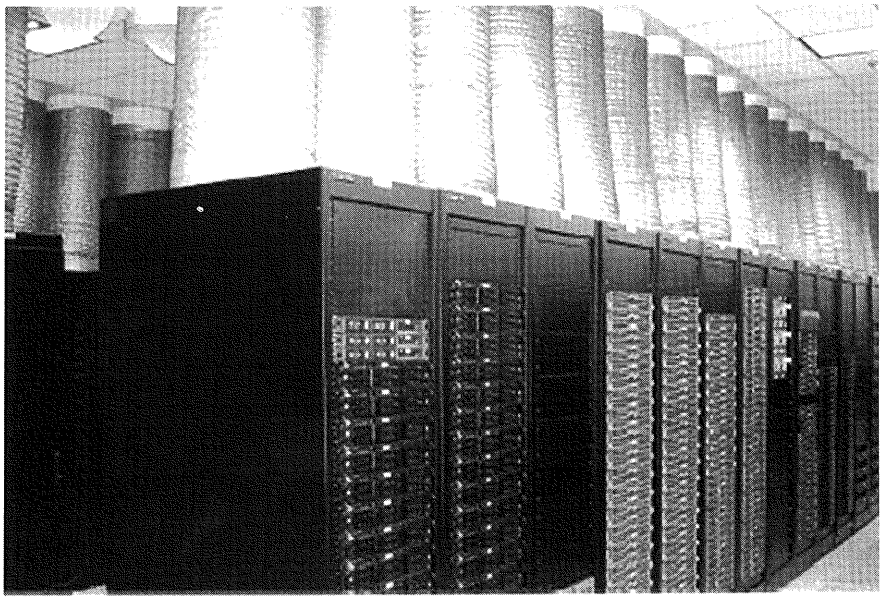

Figure 6: High-density containment systems installed in data center.

การปรับเปลี่ยนปริมาณลม

เมื่ออากาศร้อนถูกควบคุมและป้องกันไม่ให้ผสมกับลมเย็นที่จ่าย ความเสี่ยงจากอุณหภูมิ ณ จุดด้านเข้าของแร็ค จะสูงขึ้นจึงไม่มี อุณหภูมิของลมจ่ายที่สม่ำเสมอที่ทางเข้าอุปกรณ์แต่ละตัวทำให้ไม่ต้องจ่ายลมเย็นมากเกินไป

CRAC ที่ใช้จะถูกติดตั้งด้วยพัดลมที่ปรับรอบได้ จะผลิตปริมาณลมได้ตรงต่อความต้องการของอุปกรณ์ IT ตลอดช่วงเวลา 24 ชั่วโมง ใน 7 วัน ทำให้ลดการจ่ายลมเกินความต้องการ ก็จะสามารถประหยัดพลังงานได้มากเลยทีเดียว

การใช้พัดลมปรับรอบได้นั้นมีประโยชน์อีกแง่ในเรื่องของระบบสำรอง ในระบบที่ใช้ช่องอากาศร้อน/ช่องอากาศเย็นนั้นของเรามี CRAC Redundant 1 ชุด สำหรับ CRAC 6 ชุด

ในการทำงานปกติ ทั้งหมด (รวมทั้งชุดสำรอง) จะทำงานพร้อมกัน ตลอดเวลาที่ทำงานหากมีตัวใดไม่สามารถทำงานได้ CRAC ที่เหลือก็จะแบ่งการทำงานไปแทนโดยไม่ที่ไมมีการหยุดชะงักในการถ่ายเทภาระไปยังชุดอื่นที่ทำงานกันอยู่ ชุดสำรองจะทำงานที่อย่างน้อย 17% ของปริมาณลมที่ต้องการตามที่ออกแบบ ถึงแม้ว่า เราจะเลือกชุด CRAC ให้มีค่าลมที่เท่ากับความต้องการของโหลดที่คำนวณได้อย่างถูกต้องแล้วก็ตาม ส่วนเกิน 17% นี้ยังคงอยู่เนื่องจากการที่เราต้องเดินเครื่องสำรองไปพร้อมกับระบบ จากการติดตั้งระบบปรับรอบพัดลมเมื่อลดปริมาณลมลง 17% สำหรับ CRAC ตัวเดียวอาจลดการใช้พลังงานได้ถึง 43% ตาม Fan's Law ตามที่แสดงในรูปที่ 7

ในศูนย์ข้อมูลนั้น แร็ค นั้นเป็นที่นิยมมาได้ระยะหนึ่งแล้วสำหรับอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ และพัดลม VFD จะทำให้พัดลมทำงานที่รอบต่ำยิ่งนานก็จะทำให้ประหยัดพลังงานได้มากกว่าตามที่คำนวณไว้ตอนออกแบบ ถึงแม้จะทำงานที่ภาวะที่ออกแบบไว้ พัดลมจะทำงานที่ 75 % และลดการใช้พลังงานได้ถึง 58% ประโยชน์อีกอย่างที่ได้จาก VFD คือ การ Soft Start ของพัดลมทำให้อายุการใช้งานของพัดลมยาวนานขึ้นและช่วยลดค่าดีมานต์ในช่วงระบบฟื้นคืนหลังจากไฟฟ้าดับ

ประสิทธิภาพทางไฟฟ้าของพัดลม

ตารางที่ 2 แสดงถึงการเปรียบเทียบข้อมูลการใช้กำลังงานของพัดลมของทั้ง 2 รูปแบบ ทั้งแบบทั่วไปของช่องลมร้อนและช่องลมเย็น กับแบบใหม่ HDHC ข้อมูลของกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับ IT Equipment ได้จาก UPS และ Power Delivery Unit ในศูนย์ข้อมูล

ข้อมูลของกำลังไฟฟ้าของพัดลม CRAC Fan ได้จากเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า

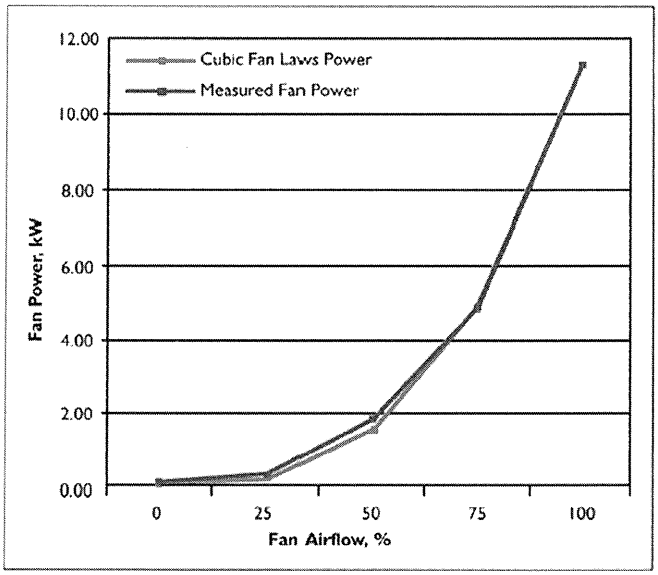

Figure 7: Measured fan power versus airflow for CRAC equipped with variable frequency drive.

- Rack Exhaust Fan มีเฉพาะ HDHC ใช้ค่าเฉลี่ย 70 w. ต่อตัวทั้งหมด 500 ตัวจากทั้งหมด 640 Rack

- Fan for moving air ใน HD area มีค่าเท่ากับ 68 w/kw ในระบบแบบ ทั่วไปของช่องลมร้อนและช่องลมเย็นมีค่าเท่ากับ 114w/kw เมื่อเปรียบอัตราส่วนพลังงานของทั้ง 2 แบบแล้ว ระบบ HDHC จะสามารถประหยัดงานได้มากกว่า Conventional Hot Aisle/Cold Aisle ถึง 40%

การควบคุมการปรับเปลี่ยนปริมาณลม (VFD Speed)

การควบคุมทั่วไปแล้วจะใช้ตำแหน่งเปิดของวาล์วน้ำเย็นในการคุมการทำงานของ VFD Speed อย่างไรก็ตามก็ต้องแปรผันตามความดันในช่องใต้พื้นด้วย

โดย VFD Speed จะควบคุมและประมวลผลจากความต่างของความดันของ Pressure Sensor ที่ติดตั้งอยู่บริเวณช่องลมใต้พื้นของศูนย์ข้อมูลจะเพิ่ม PID Loop Control เพื่อให้การควบคุมมีความเสถียรมากขึ้น และระบบถูกตั้งให้พัดลมทำงานเต็มที่เมื่ออุปกรณ์วัดความดันไม่ทำงาน และกำหนดค่าความดันต่างของระบบไว้ที่ 0.06 in.wg. (15 Pa) ในการใช้งานกับศูนย์ข้อมูล

ประสิทธิภาพทางพลังงานของ Mechanical Systems

การใช้ลมอุณหภูมิสูงจ่ายจากเครื่องทำส่งลมเย็นในระบบ HDHC ทำให้ช่วยเพิ่มการประหยัดพลังงานจากการทำงานของเครื่องทำน้ำเย็น และเป็นการเพิ่มชั่วโมงการทำงานของ Water-Side Economizer โดยอัตโนมัติ แต่ที่ ศูนย์ข้อมูล Austin นี้ไม่สามารถที่ประหยัดพลังงานได้อย่างเต็มที่ เนื่องจาก Water Chiller Plant ต้องรองรับระบบการทำความเย็นทั้ง 2 ระบบอยู่ ด้วยเหตุที่ว่า Conventional hot aisle/cold aisle ต้องการอุณหภูมิน้ำเย็นที่ต่ำกว่า HCHC ซึ่งแน่นอนมันส่งผลถึงการประหยัดพลังงานจาก Chiller Plant แต่มันส่งผลกระทบเล็กน้อยเท่านั้นเมื่อเทียบกับการเพิ่ม VFD Speed ของพัดลมต่างๆ ซึ่งอาจมีอัตราการคืนทุนโดยประมาณ 19 เดือน เพราะว่า VFD Speed Fan ทำงานพัดลมจะมีรอบต่ำตลอดเวลาที่ใช้งาน

สรุป

ระบบ HDHC ประสบความสำเร็จได้ โดยการแยกอากาศร้อน/อากาศเย็นออกจากกันขจัดปัญหาการจ่ายลมที่มากเกินไปและเพิ่มอุณหภูมิของลมจ่ายให้สูงขึ้น จัดทำช่องทางอากาศเข้าไปยัง IT Rack รวมไปถึงเพิ่ม VFD ของ CRAC ของศูนย์ข้อมูล

การขจัดปัญหาการจ่ายลมที่มากเกินไปจะช่วยลดการใช้พลังงานได้ พัดลมของ HDHC วัดค่าการใช้กำลังงานได้ 68 w. เมื่อเทียบกัน 114 w. ของ Conventional hot aisle/cold aisle ประหยัดพลังมากกว่าอยู่ 40% รวมถึงการประหยัดพลังงานเพิ่มเติมจาก Chiller Plant เมื่อใช้ร่วมกับ Water-Side Economizer แต่การประหยัดพลังงานดังกล่าวอาจมีค่าเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับสภาวะการทำงานและภาระการทำงานของอุปกรณ์ IT

ระบบ HDHC นั้นได้กำหนดสภาวะแวดล้อมที่สำคัญสำหรับศูนย์ข้อมูลเป็นแบบ Higher-Density Load ที่วางแนวทางที่จะเพิ่มประสิทธิภาพทางพลังงานของระบบ ภาระบนแร็คจะสามารถเพิ่มได้เนื่องจากไม่มีอากาศร้อนเข้ามาปะปนในช่องจ่ายลมเย็น ปริมาณที่เพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานของระบบนั้นจะคืนทุนให้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบเครื่องกลด้วยตลอดอายุการใช้งานของอุปกรณ์นั้นๆ ที่สำคัญที่สุด การใช้ HDHC ที่ศูนย์ข้อมูล Austin นั้น ช่วยให้ Oracle ยังคงรักษาความเชื่อถือได้ของระบบในระดับสูงโดยการใช้ระบบทำความเย็นและอุปกรณ์แบบมาตรฐานทั่วๆ ไป

อ้างอิง

- ASHRAE JOURNAL DECEMBER 2007 by Mitch Martin, Mukesh Khattar, Mark Germagian

[1.] Beaty, D., T. Davidson. 2003. "New guideline for ศูนย์ข้อมูลcooling." ASHRAE Journal 45(12):28-34.

[2.] ASHRAE. 2005. Design Considerations for Datacom Equipment Centers pp. 8-14.