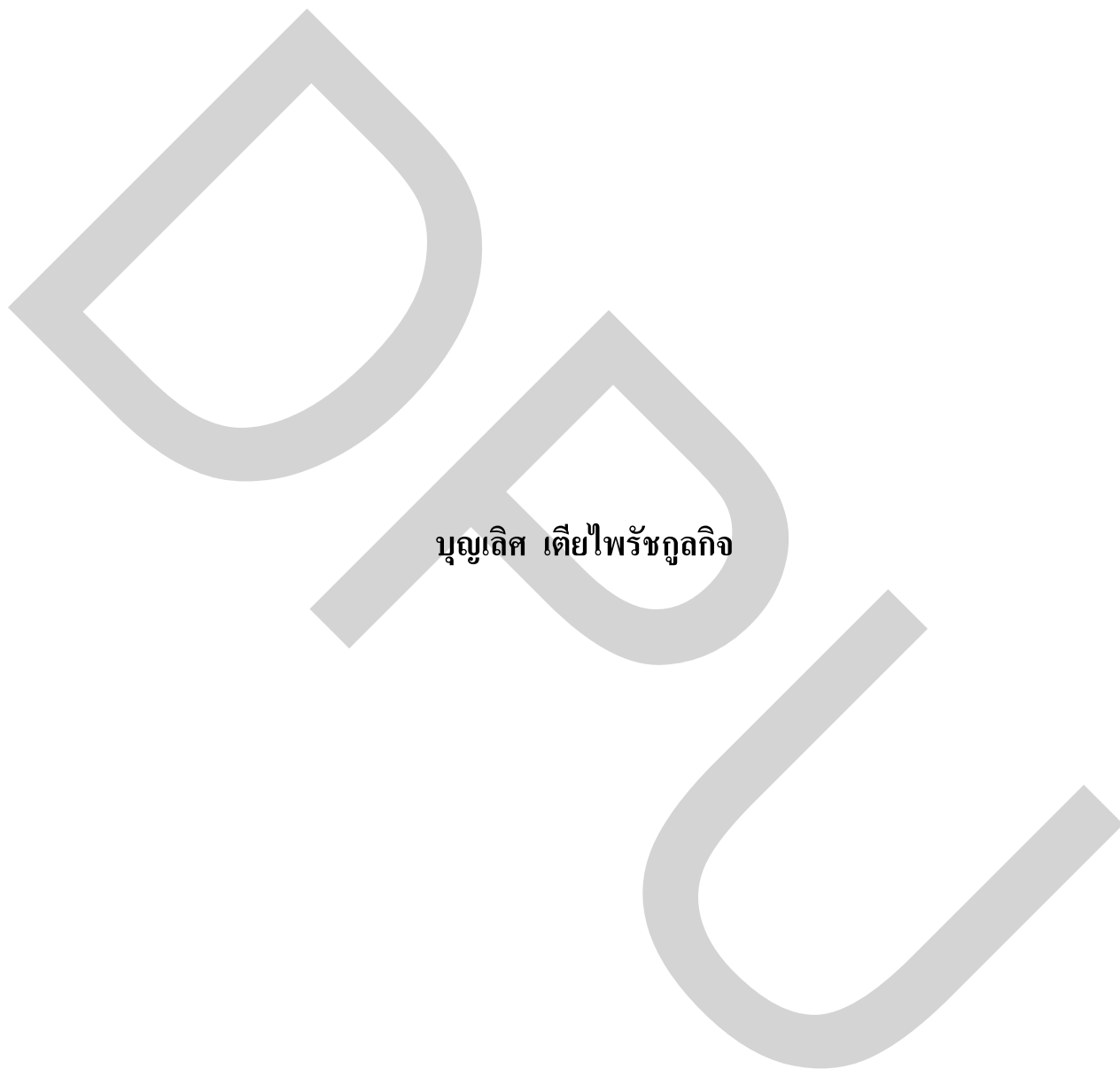


การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์

กรณีศึกษา: ศูนย์คอมพิวเตอร์ธนาคารของรัฐ



บุญเลิศ เตียไพรัชกุลกิจ

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2554

Study an Optimum Conditions for Computer Data Storage

Case Study Computer of State Bank



BOONLERT TIAPAIRATKULGIT

A Thematic Paper Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Building Technology Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2011

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์เรื่อง “การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์” สำเร็จได้โดยได้รับความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก อาจารย์ ดร.ศโรชา เจริญวัย อาจารย์ที่ปรึกษา สารนิพนธ์ ที่ได้สละเวลาให้คำปรึกษาและตรวจสอบจนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี และขอขอบคุณ คณะกรรมการสอบสารนิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ติเกะ บุญนาค อาจารย์ ดร.ประศาสน์ จันทราทิพย์ และอาจารย์ ดร.รังสิต ศรีจิตติ ที่กรุณาให้แนวคิดข้อเสนอแนะ และคำแนะนำต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ทำการศึกษาเป็นอย่างยิ่ง อันมีผลให้งานศึกษานิพนธ์นี้มีคุณค่าทางวิชาการ นอกจากนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ และน้องๆ บริษัท กรุงไทย คอมพิวเตอร์ เซอร์วิส เซส จำกัด และ คุณอุษณีย์ วิสิทธิ์ เลขานุการหลักสูตร ที่คอยให้กำลังใจตลอดมาจนสารนิพนธ์เล่มนี้สำเร็จ คุณงามความดี และประโยชน์อันพึงมีจากสารนิพนธ์เล่มนี้ ผู้ทำการศึกษาขอมอบเป็น เครื่องบูชาพระคุณแก่ คุณพ่อ คุณแม่ บุพการี คณาจารย์ ผู้ซึ่งมอบความรักความห่วงใยและสิ่งที่ดีกับ ผู้ทำการศึกษาตลอดมา

บุญเลิศ เตียไพรัชกุลกิจ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ฅ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญภาพ.....	ฌ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	3
1.3 ขอบเขตของการศึกษา.....	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	4
2. แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 มาตรฐานห้องคอมพิวเตอร์ (Telecommunications Industry Association 942).....	5
2.2 การออกแบบพื้นที่ห้องเก็บข้อมูล.....	5
2.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
3. ระเบียบวิธีศึกษา.....	36
3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา.....	36
3.2 ปัจจัยและองค์ประกอบที่นำมาศึกษา.....	41
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา.....	42
3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อออกแบบทดลอง.....	46
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	51
3.6 ความคาดหวังผลของข้อมูลจากการทดลองห้องคอมพิวเตอร์.....	51
4. ผลการศึกษา.....	52
4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	62
5. สรุปผลการศึกษา.....	64
5.1 สรุปผลการศึกษา.....	64
5.2 อภิปรายผล.....	66

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา	66
5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	72
ภาคผนวก ก ปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบห้องคอมพิวเตอร์.....	73
ภาคผนวก ข ข้อมูลอุปกรณ์ทดลอง.....	82
ประวัติผู้เขียน.....	90

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงปัจจัยตรวจสอบด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และภาพสภาพแวดล้อม.....	47
3.2 แสดงปัจจัยตรวจสอบด้านระบบไฟฟ้า.....	48
3.3 แสดงปัจจัยตรวจสอบด้านระบบปรับอากาศ.....	49
3.4 แสดงปัจจัยตรวจสอบด้านอื่นๆ.....	50
4.1 ขนาดพื้นที่จำนวนตู้ Rack Server ที่มีการใช้งานและสามารถติดตั้งเพิ่มได้.....	52
4.2 ขนาดพื้นที่ และจำนวนความเย็นของเครื่องปรับอากาศ.....	53
4.3 ผลตรวจสอบด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และภาพสภาพแวดล้อม.....	58
4.4 ผลตรวจสอบด้านระบบไฟฟ้า.....	59
4.5 ผลตรวจสอบด้านระบบปรับอากาศ.....	60
4.6 ผลตรวจสอบด้านอื่นๆ.....	61

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ผนังยิปซั่ม แผ่นฝ้าอะคูสติค กระจกนิรภัยกันความร้อน.....	6
2.2 พื้นยกและรางเดินสายใต้พื้นยกสูง 50 cm แบบมีคานทั้ง 4 ด้าน.....	7
2.3 ขนาดของเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) ขนาด 40 kVA.....	8
2.4 ฐานกระจายน้ำหนักและภาพด้านหน้าหลังทำการติดตั้งแล้วเสร็จ.....	10
2.5 อัตราส่วนค่าความร้อนสัมพัทธ์ ระหว่างระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น.....	11
2.6 การเคลื่อนที่ของลมของระบบปรับอากาศแบบทั่วไปและแบบควบคุมความชื้น....	12
2.7 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ.....	13
2.8 ความสัมพันธ์ของเวลากับความชื้นในห้องกรณีห้องเป็นระบบปิดระหว่าง ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) และ ระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system).....	14
2.9 Heater ชนิด Electric Reheat.....	15
2.10 อุปกรณ์ทำความชื้นแบบ (Electrode steam boiler).....	15
2.11 การควบคุมอุณหภูมิโดยเฉลี่ยระหว่างระบบปรับอากาศ ควบคุมความชื้น(Precision air conditioning) และระบบปรับอากาศ แบบทั่วไป (Comfort air Conditioning system).....	16
2.12 การออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบ Redundancy (N+1).....	17
2.13 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning).....	18
2.14 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning system) แบบใช้น้ำเย็น (Chilled water system).....	19
2.15 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น(Precision air conditioning) แบบ 2 วงจร A/CW.....	19
2.16 การทำงานแบบสั่งงานจากส่วนกลาง (Centralized Control) พร้อมชุดควบคุมสำรอง (Supervisor controller).....	20
2.17 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบ Down Flow System.....	21

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.18 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบ Up Flow System กระจายลมเย็นด้านบนผ่าน Plenum และ Return ลมด้านบนหน้าเครื่อง.....	21
2.19 การออกแบบระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น แบบกระจายลมเย็นจากด้านบน.....	22
2.20 การออกแบบระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น แบบกระจายลมเย็นจากด้านล่าง.....	22
2.21 การออกแบบระบบปรับอากาศควบคุมความชื้นแบบกระจายลมเย็น จากด้านล่างแบบ Return air ผ่านท่อลมบนฝ้าเพดาน.....	23
2.22 แผ่นกรองอากาศที่ติดตั้งระบบปรับอากาศควบคุม ความชื้น (Precision air conditioning).....	24
2.23 รางเดินสาย และการจัดวางให้เหมาะสม.....	27
2.24 วงจรภายในของระบบไฟฟ้าสำรองอัตโนมัติ (UPS).....	29
2.25 แสงสว่างที่เหมาะสม และหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในห้องคอมพิวเตอร์.....	31
3.1 อาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา.....	36
3.2 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ A.....	37
3.3 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ B.....	38
3.4 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ C.....	39
3.5 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ D.....	40
3.6 เครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า (Power Analyzer).....	42
3.7 เครื่องวัดความเร็วลม/ความชื้น (CFM).....	43
3.8 เครื่องมือวัดความส่องสว่าง Lux Meter.....	44
3.9 เครื่องมือวัดไฟฟ้า Multi Meter Clamp Amp.....	45
4.1 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ A.....	53
4.2 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ B.....	54
4.3 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ C.....	44

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.4 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ D.....	55
4.5 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ A.....	55
4.6 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ B.....	56
4.7 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ C.....	56
4.8 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ D.....	57

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์
ชื่อผู้เขียน	กรณิศศึกษา: ศูนย์คอมพิวเตอร์ธนาคารของรัฐ
อาจารย์ที่ปรึกษา	บุญเลิศ เตียไพรัชกุลกิจ
สาขาวิชา	ดร.ศโรชา เจริญวัย
ปีการศึกษา	การจัดการเทคโนโลยีในอาคาร
	2553

บทคัดย่อ

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสม และเป็นแนวทางในการปรับปรุงห้องคอมพิวเตอร์ ด้านการจัดพื้นที่และการติดตั้งอุปกรณ์ให้มีความถูกต้องและเหมาะสมตามมาตรฐาน Tia-942 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ที่เป็นที่ยอมรับของทั่วโลก โดยทำการศึกษาห้องคอมพิวเตอร์ของธนาคารรัฐแห่งหนึ่ง ที่มีสภาพแวดล้อมและขนาดพื้นที่ที่ต่างกัน จำนวน 4 ห้อง โดยเลือกทำการศึกษาหัวข้อที่สำคัญใน 4 ด้านได้แก่ ด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่และสภาพแวดล้อม ด้านระบบไฟฟ้าด้าน ระบบปรับอากาศ และด้านอื่นๆ

จากผลการศึกษาห้องคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง ได้แก่ห้องคอมพิวเตอร์ A,B,C และ D พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ A,B และ C มีหัวข้อที่ศึกษาไม่เข้าข่ายตามมาตรฐาน Tia-942 ในด้านพื้นที่ที่มีความสูงของพื้นที่วัดจากใต้อาคารมีความสูงไม่เพียงพอ ทำให้การถ่ายลมเย็นของเครื่องปรับอากาศที่จ่ายจากใต้พื้นที่ให้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ การจัดวางตู้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไม่เป็นทิศทางเดียวกันจึงไม่สามารถจัดแบ่งช่องลมร้อนและช่องลมเย็นได้อย่างชัดเจนเกิดการปะทะกันระหว่างลมเย็นที่จ่ายจากระบบปรับอากาศขึ้นทางด้านหน้าของตู้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์กับลมร้อนที่จ่ายออกจากด้านหลังตู้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ทำให้การถ่ายความเย็นของระบบปรับอากาศได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ห้องคอมพิวเตอร์ C ไม่มีเครื่องปรับอากาศสำรองรองรับการทำงานในลักษณะ N+1 ได้ ส่วนห้องคอมพิวเตอร์ D ซึ่งเป็นห้องที่ได้สร้างขึ้นมาใหม่ได้มีการออกแบบและปรับปรุงเพื่อให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดของ Tia-942

Thematic Paper Title	Study an Optimum Conditions for Computer Data Storage Case Study Computer of State Bank
Thematic Paper Advisor	Dr. Sarocha Charoenvai
Department	Building Technology Management
Academic Year	2010

ABSTRACT

Study an optimum conditions for computer data storage. The purposes of this study were to study the appropriate condition and find ways to improve the computer lab in field new area and equipment installation for correct and appropriate by compared with Tia-942 standard, the standard for computer data storage that was recognized around the world. The sample consists were four computer rooms in of State Bank with the different environment and area. Choosing to study four important topics : building area and environmental, electrical system, air conditioning system and other.

The results of this study showed that computer room A, B and C had the study topics not related from Tia-942 standard. On the raised floor the height of the raised floor from underneath the temple buildings are not enough so the distribution of cool air conditioners from under the ground not fully effective to pay for computer equipment. Computer equipment wasn't cabinet arrangement in the same direction so can't be classified hot vents and cooling vents clear. The affect of cold air from the air conditioning system that pays up in front of computer equipment cabinets with hot air from the back. Cause not to pay full cooling performance. Room C without air conditioning reservations can be run in N+1. Room D which has created a new design and improved to meet Tia-942 standard.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

การดำเนินกิจการขององค์กรธุรกิจต่างๆ ที่ใช้ระบบคอมพิวเตอร์จะมีห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์หลักซึ่งเป็นศูนย์กลางของระบบการประมวลผลภายในองค์กร โดยเฉพาะอย่างยิ่งองค์กรทางธุรกิจที่ต้องมีการประมวลผลอยู่ตลอดเวลา เช่น ระบบงานธนาคารหรือสถาบันการเงินต่างๆ การที่ห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์เกิดปัญหา ไม่สามารถทำงานได้ จะทำให้เกิดความเสียหายกับองค์กร โดยระดับความเสียหายจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์หยุดทำงานไป ยิ่งห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์หยุดการทำงานไปนานเท่าไร ความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับองค์กรก็จะมีมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้น การจัดสถานะที่เหมาะสมให้กับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับองค์กรที่ยอมให้ห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์เกิดความเสียหายหรือหยุดทำงานนานๆ ไม่ได้ ซึ่งสถานะที่เหมาะสมของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์จะช่วยลดระยะเวลาในการหยุดให้บริการของระบบงานหลักและเพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขององค์กรอีกด้วย

ธนาคารของรัฐภายใต้การกำกับของกระทรวงการคลัง นอกจากดำเนินการด้านพาณิชย์กรรมเช่นเดียวกับธนาคารพาณิชย์ทั่วไปแล้ว ยังเป็นช่องทางของรัฐบาลในการให้บริการทางการเงินสนองตามนโยบายของรัฐ โดยปล่อยสินเชื่อให้ธุรกิจบางประเภท เช่น สินเชื่อเพื่อโอท็อป (OTOP: หนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์) สินเชื่อคอมพิวเตอร์ไอซีที สินเชื่อเพื่อการศึกษา ฯลฯ

นอกจากนี้ยังได้ขยายศักยภาพในการให้บริการประชาชนได้อย่างทั่วถึง ไม่เพียงแต่การขยายสาขาทั่วประเทศเท่านั้น ยังได้นำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้กับงานให้บริการลูกค้าและการปฏิบัติงาน ปัจจุบัน มีการขยายตัวอย่างรวดเร็วเนื่องจากมีลูกค้าเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องมีการขยายและปรับปรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของธนาคารให้มีประสิทธิภาพอยู่ตลอดเวลา แต่การมีประสิทธิภาพอย่างเดียวยังไม่เพียงพอ ระบบการเก็บข้อมูลยังต้องมีความน่าเชื่อถือด้วยเพื่อเป็นหลักประกันในการให้บริการกับลูกค้า

ธนาคารได้ตระหนักถึงความสำคัญของการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้บริการลูกค้าและการปฏิบัติงานในยุคที่เทคโนโลยีสารสนเทศมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วและการใช้สารสนเทศได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญของการแข่งขันในธุรกิจการเงินการธนาคาร จึงจัดตั้งบริษัท กรุงไทย

คอมพิวเตอร์ เซอร์วิส เซส จำกัด (KCS) ขึ้นโดยได้รับความเห็นชอบจากกระทรวงการคลังและธนาคารแห่งประเทศไทย เพื่อให้ฝ่ายคอมพิวเตอร์ของธนาคารเป็นหน่วยงานที่มีมุมมองกว้างทั้งด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ด้านนโยบาย ด้านบุคลากร ด้านการจัดหาระบบและการทำงานร่วมกับบริษัทคอมพิวเตอร์ชั้นนำระดับสากล ดังนั้นจึง จำเป็นที่จะต้องมีการพัฒนาระบบการจัดเก็บข้อมูลของการดำเนินธุรกิจขององค์กรและพัฒนาให้ก้าวทันเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วสำหรับการทำธุรกรรมทางธุรกิจต่างๆ เช่น ธุรกรรมทางการเงินธนาคาร ธุรกรรมติดต่อสื่อสาร การเก็บข้อมูล การประมวลผลข้อมูลผ่านระบบเครือข่ายสื่อสารและระบบคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ขององค์กรเหล่านั้น จำเป็นต้องติดตั้งในห้องที่มีการจัดเตรียมระบบไฟฟ้าสำรองอย่างต่อเนื่อง มีการปรับอากาศแวดล้อม และระบบปรับอากาศชนิดควบคุมความชื้นที่เหมาะสม สำหรับรองรับการใช้งานใน “ห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์” ที่ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ (Server Mainframe)

โดยสมาคมการสื่อสารอุตสาหกรรม (Telecommunications Industry Association: TIA) ได้กำหนดมาตรฐาน โครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลการสื่อสาร (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers : TIA 942) (Telecommunications Industry Association, 2005) ไว้ เพื่อเป็นการเตรียมโครงสร้างพื้นฐาน และเป็นแนวทางในการออกแบบ การติดตั้งให้กับศูนย์ข้อมูลหรือห้องคอมพิวเตอร์

ในการออกแบบห้องคอมพิวเตอร์ จะต้องคำนึงถึงการพัฒนาของเทคโนโลยีในอนาคต และการเจริญเติบโตทางธุรกิจ เพราะทั้งสองสิ่งนี้ จะเป็นตัวแปรสำคัญของการออกแบบห้องคอมพิวเตอร์อย่างมาก ห้องคอมพิวเตอร์บางแห่ง ถูกดัดแปลงมาจากอาคารธรรมดา ไม่ได้คำนึงถึงพื้นที่ การรับน้ำหนัก ความสูงของเพดาน ความสูงของฝ้าเพดาน ไม่มีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ซึ่งทั้งหมดนี้สำคัญอย่างยิ่ง สำหรับห้องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากจะส่งผลกระทบต่อ การติดตั้ง ระบบสายสื่อสาร สายไฟฟ้า ท่อ ราง และการส่งลมเย็นของระบบปรับอากาศทั้งหมดภายในห้องคอมพิวเตอร์

เนื่องจากเครื่องคอมพิวเตอร์มีความจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ซึ่งระบบไฟฟ้านี้เอง Telecommunications Industry Association 942 (TIA 942) ได้มีการกล่าวไว้เป็นมาตรฐานหลักของศูนย์คอมพิวเตอร์ กล่าวคือ ได้แบ่งย่อยออกมาเป็น Tier I-IV ซึ่งกล่าวถึงรูปแบบการต่อของระบบไฟฟ้า ตั้งแต่แหล่งจ่าย ไปยังศูนย์คอมพิวเตอร์ รวมทั้งการเลือกระบบไฟฟ้าสำรอง การเลือกระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน และที่สำคัญคือ รูปแบบการต่อของระบบไฟฟ้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งห้องคอมพิวเตอร์บางแห่งยังมีรูปแบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า ที่ผิดและไม่ได้มาตรฐาน ไม่ได้คำนึงถึงความเสี่ยงเมื่อเกิดไฟฟ้าดับ รวมทั้ง ขนาดของเครื่องสำรองไฟฟ้า ที่เพียงพอต่อห้องคอมพิวเตอร์ และการดำเนินธุรกิจ ในอนาคตเป็นต้น ทั้งหมดนี้ก็คือความน่าเชื่อถือของศูนย์คอมพิวเตอร์ สำหรับปัญหาของระบบปรับอากาศ ภายในห้องคอมพิวเตอร์ ที่ผู้ดำเนินการศึกษาพบ คือ ระบบปรับอากาศ

ไม่สามารถระบายความร้อนของเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ได้เพียงพอ อันเนื่องมาจากปัญหาการออกแบบที่ผิดพลาด ไม่เพียงพอต่อความต้องการของเครื่องคอมพิวเตอร์ อีกทั้ง การวางเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ผิดตำแหน่ง ทำให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศ ไม่สามารถระบายความร้อนได้ทัน ซึ่งจะส่งผลให้เครื่องคอมพิวเตอร์เกิดความร้อนสูงและทำงานผิดพลาดเสียหาย

จึงเป็นที่มาของแนวความคิดในการศึกษาสถานะที่เหมาะสมของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่มีการใช้งานอยู่ในปัจจุบัน โดยทำการเลือกห้องเก็บข้อมูลตัวอย่างที่มีขนาดพื้นที่และสภาพแวดล้อมของห้องที่ต่างกันจำนวน 4 ห้อง มาเป็นประชากรในการศึกษา วิเคราะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลการสื่อสาร (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers: TIA 942) และนำผลที่ได้จากการศึกษามาเป็นแนวทางในการปรับปรุงหรือใช้ประกอบในการดำเนินการก่อสร้างห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์แห่งใหม่ สำหรับรองรับการขยายตัวของระบบคอมพิวเตอร์ในอนาคต และเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจที่ต้องการศึกษาสถานะที่เหมาะสมด้านต่างๆ ของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์

1.2 วัตถุประสงค์ของงานศึกษา

1. เพื่อศึกษาสถานะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์
2. เพื่อนำเสนอแนวทางในการปรับปรุงห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ให้เป็นไปตามมาตรฐานโครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลการสื่อสาร (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers : TIA 942)

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1. ในการศึกษาจะเก็บข้อมูลในศูนย์คอมพิวเตอร์ของธนาคารของรัฐแห่งหนึ่ง ที่มีสภาพแวดล้อมและขนาดพื้นที่ที่ต่างกันจำนวน 4 ห้อง ดังนี้
 - 1.1 ห้องคอมพิวเตอร์ A มีขนาดพื้นที่ 100 m²
 - 1.2 ห้องคอมพิวเตอร์ B มีขนาดพื้นที่ 200 m²
 - 1.3 ห้องคอมพิวเตอร์ C มีขนาดพื้นที่ 90 m²
 - 1.4 ห้องคอมพิวเตอร์ D มีขนาดพื้นที่ 340 m²
2. เนื่องจากมาตรฐาน โครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลการสื่อสาร (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers : TIA 942) ที่สมาคมการสื่อสารอุตสาหกรรม (Telecommunications Industry Association : TIA) ได้กำหนดไว้มีจำนวนมาก บางมาตรฐานไม่สอดคล้องกับบริบทของสังคมไทย บางมาตรฐานอยู่นอกขอบเขตที่ผู้ศึกษาจะสามารถ

ดำเนินการได้เนื่องจากความไม่เหมาะสมด้านเวลาและงบประมาณดังนั้นในการศึกษาจะเลือกมาตรฐาน 4 มาตรฐานประกอบด้วยหัวข้อดังนี้

- 1) ด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพแวดล้อม
- 2) ด้านระบบไฟฟ้า
- 3) ด้านระบบปรับอากาศ
- 4) ด้านอื่นๆ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถทราบถึงความต้องการพื้นฐานด้านต่างๆ ตามมาตรฐานของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์
2. เพื่อสามารถพิจารณาเลือกขนาดที่เหมาะสม ของระบบไฟฟ้าสำรอง ให้เพียงพอต่อการใช้งานของห้องคอมพิวเตอร์
3. สามารถพิจารณาเลือกระบบปรับอากาศที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้
4. สามารถรองรับการขยายตัวให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ภายในห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้ในอนาคต
5. ประโยชน์ด้านการบริหารงานด้านต่างๆ เช่น การปรับปรุง การวางแผน และการพัฒนางานในองค์กร ด้านการเตรียมระบบสาธารณูปโภคสำหรับอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ได้
6. สามารถลดปัญหาและความเสี่ยงที่อาจจะเกิดกับระบบคอมพิวเตอร์สื่อสารและระบบสารสนเทศ ลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ผู้ดำเนินการศึกษาได้นำทฤษฎีความรู้ทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมาใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงเพื่อเป็นแนวทางในการทำการศึกษา ซึ่งมีแนวคิดทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 มาตรฐานห้องคอมพิวเตอร์ Telecommunications Industry Association 942: ANSI/TIA-942 (Telecommunication Industry Association,2005)

มาตรฐานสำหรับการก่อสร้างห้องคอมพิวเตอร์ งานระบบวิศวกรรมประกอบอาคาร ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ สภาพแวดล้อม ตลอดจนการออกแบบห้องคอมพิวเตอร์ให้มีประสิทธิภาพมาตรฐาน จะเป็นไปตามมาตรฐานของ Telecommunications Industry Association 942 (TIA 942)

2.2 การออกแบบพื้นที่ห้องเก็บข้อมูล

2.2.1 การออกแบบผนัง (Wall Partition Design)

หากพิจารณาถึงด้านความปลอดภัยแล้วการกันผนังที่ทุกด้าน มีทางเข้าออกทางเดียวเหมือนจะเป็นวิธีที่มีความปลอดภัยที่สุด แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้วการเปิดช่องแสงไว้บางส่วนจะช่วยประหยัดแสงสว่างในช่วงเวลากลางวันได้ หรือการเปิดผนังบางด้านเป็นพื้นที่กระจกใสในบางส่วนจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถมองเห็นอุปกรณ์ภายในห้องเก็บข้อมูลจากภายนอกได้ การกันผนังห้องเก็บข้อมูลโดยกันชนพื้นชั้นบน จะช่วยป้องกันความชื้นเข้ามาจากภายนอกได้ ซึ่งจะช่วยให้เครื่องปรับอากาศไม่ต้องทำงานหนักและประหยัดพลังงาน วัสดุที่นิยมเลือกใช้ทำผนังมีหลายแบบ อาทิเช่น

- 1) ผนังยิปซัม ซึ่งเป็นวัสดุที่ผลิตขึ้นจากแรียิปซัม มาประกอบเป็นแกนกลาง ยึดด้วยกระดาษเหนียวทั้ง 2 หน้าชนิดที่นิยมใช้ทำผนังห้องเก็บข้อมูลคือ ชนิดทนไฟ เนื่องจากมีส่วนผสมของเส้นใยแก้ว (Fiber Glass) ทำให้มีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นและเพิ่มความต้านทานไฟได้นาน 2-4 ชั่วโมง (กรณีต้องการทนไฟมากขึ้นสามารถซ้อนผนัง 2 ชั้นได้) และชนิดอลูมิเนียมพอยล์ที่เป็นแผ่นยิปซัม ที่มีแผ่นอลูมิเนียมพอยล์ บอยู่ด้านหลัง ทำให้สามารถกันความชื้น ได้ดียิ่งขึ้น และ

สามารถสะท้อนรังสีความร้อนได้มากกว่า 95% ทั้งในรูปการนำการพาและการแผ่รังสีความร้อน (รูปที่ 2.1)

2) แผ่นฝ้าอะคูสติค เป็นฝ้าเพดานที่มีคุณสมบัติการเก็บเสียงได้ดี ลดเสียงสะท้อนของลมที่เกิดจากเครื่องปรับอากาศได้ ทนต่อความชื้น ความร้อน และทนไฟ สามารถทำการติดตั้งได้ง่ายด้วยโครงคร่าวแบบแขวน (T-BAR) ในกรณีที่ระดับความสูงของห้องเก็บข้อมูลมีข้อจำกัดอาจจะไม่ต้องทำการติดฝ้าเพดาน โดยสามารถตกแต่งงานระบบเหนือฝ้าให้เรียบร้อยสวยงามได้

2.2.2 กระจกที่นิยมใช้ในห้องเก็บข้อมูล

1) กระจกนิรภัยกันความร้อน (Tempered Safety Glass) มีลักษณะทั่วไปเหมือนกระจกธรรมดาแต่มีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างกันออกไปคือ เมื่อถูกแรงกระแทก แผ่นกระจกจะแตกออกเป็นชิ้นเล็กๆ ไม่มีคม และยังมีความแข็งแรงกว่ากระจกธรรมดา 3- 5 เท่า

2) กระจกเสริมลวด (wired Glass) เป็นกระจกที่มีเส้นลวดฝังอยู่ในเนื้อกระจก ทำให้กระจกมีคุณสมบัติในการต้านทานการแตกหลุดร่วงของแผ่นกระจกและป้องกันการลุกลามของเปลวไฟรวมถึงควันไฟจากภายนอกได้ซึ่งประตูห้องเก็บข้อมูล นิยมใช้ประตูที่มีคุณสมบัติป้องกันไฟ



รูปที่ 2.1 ผนังยิปซัม แผ่นฝ้าอะคูสติค กระจกนิรภัยกันความร้อน(Tempered Safet Glass และ ประตูป้องกันไฟ)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

2.2.3 พื้นยกระดับ (Raised Floor)

แผ่นพื้นยกโดยมาก จะมีขนาดของแผ่น 60 x 60 cm แบบที่นิยมใช้ในห้องเก็บข้อมูล นิยมใช้แบบพื้นซีเมนต์ เพราะมีความแข็งแรงและมีคุณสมบัติในการป้องกันไฟฟ้าสถิตได้ดี การยกพื้นห้องเก็บข้อมูล ไม่ควรมีความสูงต่ำกว่า 20 cm (รูปที่ 2.2)

กรณีใช้เครื่องปรับอากาศแบบกระจายลมเย็นจากด้านล่าง ระดับความสูงที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลอยู่ 40-60 cm อย่างไรก็ตามเมื่อติดตั้งพื้นยกแล้วเสร็จ จะต้องมีพื้นที่เพียงพอต่อการระบายอากาศให้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต่างๆ และมีพื้นที่เหนือเครื่องปรับอากาศเพียงพอสำหรับหมุนเวียนอากาศของเครื่องปรับอากาศ

คุณสมบัติของการรองรับน้ำหนักของพื้นยก ต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งานค่าที่เกี่ยวข้องในการรองรับน้ำหนักได้แก่ ค่าที่พื้นยกสามารถรับน้ำหนักกดทับเป็นจุด (Concentrated Load) ได้ สำหรับห้องเก็บข้อมูลควรจะรองรับน้ำหนักกดทับเป็นจุดได้ไม่น้อยกว่า 1,000 ปอนด์ โดยเมื่อรับน้ำหนักดังกล่าวแล้วมีค่าการแอ่นตัวไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงค่าการรองรับน้ำหนักแบบล้อหมุน (Rolling Load) ซึ่งจะทดสอบโดยการใช้ล้อกลิ้งไปบนแผ่นพื้น โดยเฉพาะส่วนที่เป็นแผ่นเจาะรู (Perforate) ควรจะต้องสามารถรองรับน้ำหนักแบบล้อหมุน (Rolling load) ได้ดีเนื่องจากจะต้องใช้ติดตั้งบริเวณทางเดิน

การติดตั้งพื้นยกที่ดี ควรปูได้ระดับสามารถสลับแผ่นหรือหมุนด้านต่างๆ ของพื้นยกได้รอบ และควรเลือกใช้แบบที่มีการติดตั้งคาน (Stringer) ทั้ง 4 ด้านเพื่อความแข็งแรง



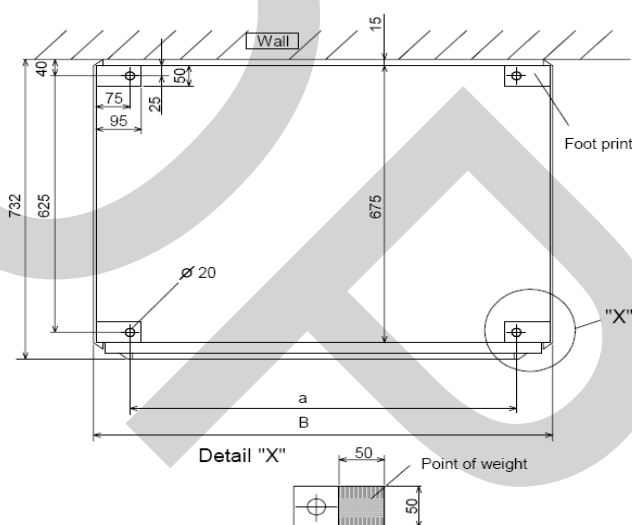
รูปที่ 2.2 พื้นยกและรางเดินสายใต้พื้นยกสูง 50 cm แบบมีคาน (Stringer) ทั้ง 4 ด้าน

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

2.2.4 การออกแบบฐานกระจายน้ำหนัก (Share load design)

ห้องเก็บข้อมูลส่วนใหญ่ ต้องดำเนินการก่อสร้างบนพื้นที่สำนักงานซึ่งไม่ได้ ออกแบบมาเฉพาะสำหรับทำห้องเก็บข้อมูล ทำให้น้ำหนักบรรทุกของพื้นที่อาคารจะอยู่ระหว่าง 250-300 kg/m² (ตามข้อบัญญัติของกรุงเทพมหานคร เรื่อง ควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2522) บางครั้งอาจจะไม่สามารถรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ หรือเครื่อง สாரองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) ได้ ยกตัวอย่างเช่น

เครื่องสாரองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) ที่ต้องการติดตั้งในห้องเก็บข้อมูล 40 kVA



รูปที่ 2.3 ขนาดของเครื่องสாரองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) ขนาด 40 kVA

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

เครื่องสாரองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) ขนาด 40 kVA มีขนาดพื้นที่ฐาน 450 x 600 mm. (0.27 m²) มีน้ำหนัก 470 kg หากสมมุติว่าน้ำหนักเครื่องเฉลี่ยบนพื้นที่ฐานเท่าๆ กันน้ำหนักเฉลี่ย กดทับบนพื้นอาคารจะมีค่าเท่ากับ

$$\begin{aligned} \text{น้ำหนักเฉลี่ยกดทับบนพื้นอาคาร} &= 470 / (0.45 \times 0.60) \text{ kg/m}^2 \\ &= 1740 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{ซึ่งมีค่าเกินกว่าน้ำหนักบรรทุก} = 5.8 \text{ เท่าของพื้นอาคารถึง}$$

$$\text{หมายเหตุ - } 5.8 = 1,740 \text{ kg/m}^2 / 300 * \text{kg/m}^2$$

$$\text{- *น้ำหนักบรรทุกของพื้นอาคารทั่วไป } 300 \text{ kg/m}^2$$

ดังนั้นการก่อสร้างห้องเก็บข้อมูลทุกครั้งหากมีความจำเป็นต้องมีการวางอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) ที่มีน้ำหนักมาก จำเป็นต้องให้วิศวกรโยธาออกแบบและรับรองแบบการติดตั้งทุกครั้ง

ขั้นตอนในการออกแบบฐานกระจายน้ำหนักเบื้องต้น

1) ศึกษาแบบโครงสร้าง

ติดต่อฝ่ายดูแลอาคาร เพื่อขอสำเนาแบบโครงสร้าง รายละเอียดต่างๆของพื้นที่ รายละเอียดของคานและพื้น โดยรอบพื้นที่ที่จะทำการติดตั้ง ในบางครั้งหากพื้นที่ที่ติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ใกล้เคียงกับแนวเสาหรือคาน วิศวกรโยธาอาจจะทำการออกแบบโดยถ่ายน้ำหนักไปยังเสาหรือคานนั้นๆ ก็สามารถกระทำได้

2) สํารวจพื้นที่

การสำรวจพื้นที่ที่ติดตั้งจริง พร้อมเก็บข้อมูลแวดล้อม อาทิเช่น ข้อมูลน้ำหนักและขนาดอุปกรณ์อื่นที่วางอยู่เดิมในบริเวณเดียวกัน แนวทางการจัดทำฐานกระจายน้ำหนัก สามารถทำได้หรือไม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการสำรวจพื้นที่จะมีส่วนช่วยในการตัดสินใจ และออกแบบฐานกระจายน้ำหนักได้อย่างถูกต้องหากเป็นไปได้การจัดวางอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในห้องเก็บข้อมูลใหม่ ควรจะทำการออกแบบและจัดวางอุปกรณ์ต่างๆ โดยผ่านคำแนะนำจากวิศวกรโยธา เพื่อลดปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นในภายหลัง

3) ทำรายการคำนวณ

การคำนวณฐานกระจายน้ำหนักสามารถคิดได้โดยนำน้ำหนักของสิ่งของทั้งหมดที่ต้องการวางบนฐานกระจายน้ำหนักเช่น น้ำหนักเครื่องสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติ (UPS) น้ำหนักของแบตเตอรี่ น้ำหนักของตู้ รวมทั้งน้ำหนักของเหล็กที่นำมาใช้ในการทำฐานกระจาย โดยมีวิธีการคำนวณเช่น การคำนวณฐานกระจายน้ำหนักสำหรับ UPS 40 kVA

$$\text{น้ำหนักของ UPS+แบตเตอรี่และตู้ (480 kg + 692 kg)} = 1,172 \text{ kg}$$

$$\text{ใช้เหล็กขนาด 125x65x8T ทำ Support ฐานกระจายน้ำหนัก รวมน้ำหนัก} = 11.5 \text{ kg}$$

$$\text{ตามรูประยะทั้งหมด (2.4m x 5 คาน) + (2.4m x 5 คาน)} = 24 \text{ m}$$

$$\text{รวมน้ำหนักเหล็กฐานทั้งหมด (24m. X 11.5 kg)} = 276 \text{ kg}$$

$$\text{รวมน้ำหนักเหล็กทั้งหมด (1,172 kg +276 kg)} = 1,445 \text{ kg}$$

$$\text{พื้นที่รวมทั้งหมดของฐานกระจายน้ำหนัก (2.4m x 2.4m)} = 5.75 \text{ Sqm}$$

$$\text{การกระจายน้ำหนักต่อตารางเมตร (1,445 kg / 5,75 Sqm)} = 251.38\text{kg/Sqm}$$

$$\text{สำหรับข้อกำหนดของอาคาร พื้นที่สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุดไม่เกิน} = 300 \text{ kg / Sqm}$$

การคำนวณฐานกระจายน้ำหนักนี้ สามารถรับน้ำหนักของ UPS พร้อม Battery ได้

4) การออกแบบและติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักร

การติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักรจำเป็นต้องใช้ความระมัดระวังไม่ให้สะเก็ดไฟจากการเชื่อมคานเหล็กไม่ให้กระเด็นไปโดนสายไฟฟ้า สายสัญญาณ คอมพิวเตอร์ หรืออุปกรณ์ได้ ระหว่างการทำงานต้องทำการตัดระบบแจ้งเตือนอัคคีภัยหรือระบบดับเพลิงอัตโนมัติด้วย และหลังทำงานเสร็จสิ้นต้องทำการเปิดระบบเหมือนเดิมทุกครั้ง



รูปที่ 2.4 ฐานกระจายน้ำหนักรและภาพด้านหน้าหลังทำการติดตั้งแล้วเสร็จ

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

โดยเฉพาะกรณีติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักรได้พื้นที่ยก ควรให้ความระมัดระวังอย่างยิ่ง เพราะสะเก็ดไฟจากการเชื่อมหรือการเจียรอาจจะกระเด็นไปโดนกาวที่ใช้ติดแผ่นฉนวน (Closed Cell Insulation) ได้พื้นที่ ซึ่งอาจจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ เพื่อความปลอดภัยในการทำฐานกระจายน้ำหนักรซึ่งมีงานเชื่อมโลหะ ต้องเตรียมถังฉีดดับเพลิงที่มีสภาพพร้อมใช้งานบริเวณทำงานด้วย

5) ตรวจสอบและรับรองแบบโดยวิศวกรโยชาก่อนจัดวางอุปกรณ์

หลังทำการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักรแล้วเสร็จต้องทำการตรวจสอบอีกครั้งโดยวิศวกรโยชา เพื่อตรวจสอบงานว่าเป็นไปตามแบบและติดตั้งได้อย่างถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิศวกรรม จึงอนุญาตให้นำอุปกรณ์วางบนฐานกระจายน้ำหนักรได้

2.2.5 การออกแบบระบบปรับอากาศสำหรับห้องเก็บข้อมูล

ระบบปรับอากาศสำหรับห้องเก็บข้อมูลโดยมากจะออกแบบให้ใช้ระบบปรับอากาศอยู่ 2 ประเภท ได้แก่

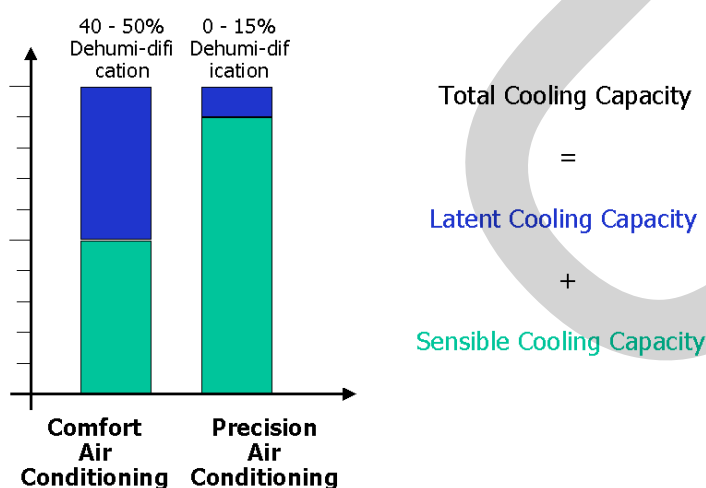
1) ระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system)

ระบบปรับอากาศสำหรับส่วนสำนักงานคำนึงถึง ความสุขสบายของผู้อยู่อาศัย ความสะอาด การหมุนเวียนของอากาศและการถ่ายเทอากาศ โดยออกแบบให้ ทำความเย็นที่อุณหภูมิ 24-25 องศาเซลเซียส โดยออกแบบเป็นระบบปรับอากาศแบบแยกส่วน ติดตั้งตามห้องต่างๆ เพื่อให้ประหยัดพลังงาน โดยสามารถเปิดใช้งานเป็นบางส่วน ได้ตามความจำเป็น และสามารถบำรุงรักษาได้ง่าย

2) ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision Air conditioning)

ระบบปรับอากาศภายในสำหรับห้องเก็บข้อมูลมักจะออกแบบให้ใช้ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) เนื่องจากระบบปรับอากาศประเภทนี้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการปรับอากาศสำหรับห้องเก็บข้อมูลมากกว่าระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system) หากต้องการเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system) กับระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) พอที่จะสรุป (รูปที่ 2.5)

ค่าความร้อนสัมผัส (Sensible Capacity)



รูปที่ 2.5 อัตราส่วนค่าความร้อนสัมผัส ระหว่างระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) และระบบปรับอากาศทั่วไป (Comfort air conditioning system)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

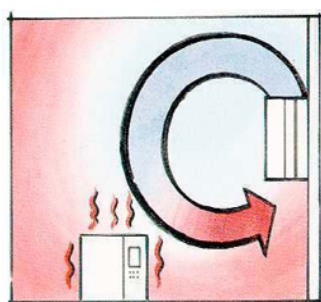
เนื่องจากภาระความร้อนที่เป็นปัจจัยหลัก ภายในห้องเก็บข้อมูล เป็นความร้อนที่เกิดจากการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ส่งกำลังไฟฟ้าต่างๆ ภาระความร้อนดังกล่าวเป็นภาระความร้อนที่เรียกว่า ความร้อนสัมผัส ซึ่งจะเป็นส่วนสำคัญในการพิจารณาขนาดทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ เครื่องปรับอากาศที่เลือกใช้สำหรับห้องเก็บข้อมูลจึงควรมีอัตราส่วนความร้อนสัมผัส เทียบกับความจุของความเย็นรวม (Total Cooling capacity) ที่สูง จากกราฟจะพบว่าระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) จะให้ค่าความร้อนสัมผัส สูงกว่าระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system) มาก ดังนั้นจึงคำนวณจากค่าความร้อนสัมผัสเดียวกัน จึงสามารถเลือกใช้เครื่องปรับอากาศควบคุมความชื้นที่มีความจุของความเย็นรวม (Total Cooling capacity) ต่ำกว่าระบบปรับอากาศแบบทั่วไป

1) การเคลื่อนที่ของช่องลม (Air movement)

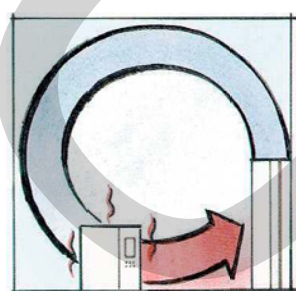
การเคลื่อนที่ของลม (Air movement) โดยประมาณต่อตัน = 650 cfm ของระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning)

การเคลื่อนที่ของลม (Air movement) โดยประมาณต่อตัน = 400 cfm ของระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system)

การเคลื่อนที่ของลมในปริมาณสูง จะทำให้อุปกรณ์กระจายความร้อนได้เป็นอย่างดี ส่วนการเคลื่อนที่ของลมในปริมาณต่ำจะทำให้อุปกรณ์ระบายความร้อนได้ยาก และอาจเกิดพื้นที่ร้อน (Hot Spot) ในห้องได้ (รูปที่ 2.6)



การเคลื่อนที่ของลมของระบบปรับอากาศแบบทั่วไป



การเคลื่อนที่ของลมของระบบปรับอากาศแบบควบคุมความชื้น

รูปที่ 2.6 การเคลื่อนที่ของลมของระบบปรับอากาศแบบทั่วไปและแบบควบคุมความชื้น

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

การหมุนเวียนและการกระจายลมภายในห้องเก็บข้อมูลเป็นปัจจัยที่มีความสำคัญในการพาความร้อนจากแหล่งกำเนิดความร้อนต่างๆ ไปทำความเย็นและรักษาสภาวะอากาศภายในห้องให้อยู่ในระดับที่ต้องการ การกระจายลมทำได้โดยการออกแบบในหลายส่วนพร้อมกัน เช่น

1) ออกแบบให้พื้นที่ระดับมีความสูงเพียงพอที่จะสามารถส่งผ่านลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศไปยังแหล่งภาระความร้อนได้ทั่วถึงโดยต้องพิจารณาถึงพื้นที่ว่างใต้พื้นยกเหนือการติดตั้งรางเดินสายไฟฟ้าหรือทางเดินสายคอมพิวเตอร์ สำหรับห้องที่มีพื้นที่ ขนาดใหญ่ พื้นยกควรสูงไม่น้อยกว่า 50 cm (ใต้พื้นยกควรกรุภายในด้วยฉนวนที่มีคุณภาพ)

2) ออกแบบให้ฝ้าเพดานมีระดับสูงเพียงพอโดยควรมีระดับความสูงเหนือตู้ใส่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ไม่น้อยกว่า 50 cm เพื่อไม่ให้เป็นการอุปสรรคของการไหลกลับของ (Return air) ไปยังเครื่องปรับอากาศ

3) ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปรับอากาศควรออกแบบให้มีการกระจายตำแหน่งเครื่องปรับอากาศให้ติดตั้งครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด และจำนวนเครื่องปรับอากาศยิ่งมากจะทำให้การกระจายลมยิ่งมีคุณภาพมากขึ้น แต่ทั้งนี้จำนวนเครื่องปรับอากาศควรพิจารณาควบคู่ไปกับงบประมาณและข้อจำกัดของพื้นที่ในการติดตั้ง (รูปที่ 2.7)



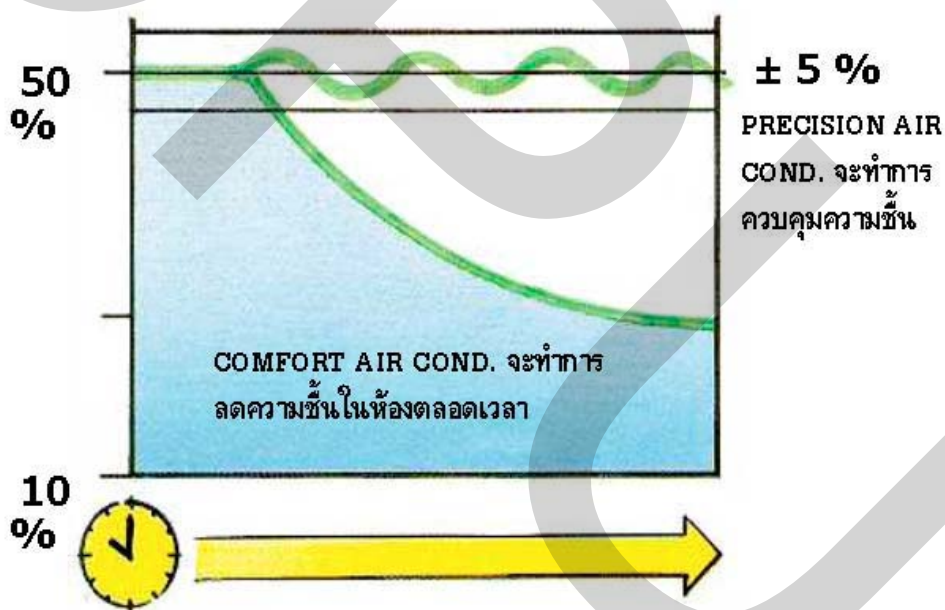
รูปที่ 2.7 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเก็บข้อมูลควรควบคุมให้อยู่ในสภาวะคงที่ไม่ให้เกิดปัญหา ความชื้นสัมพัทธ์สูงเกินไปอันอาจก่อให้เกิดปัญหากับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้หรือในทางกลับกัน หากความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้องเก็บข้อมูลต่ำเกินไปอาจเกิดไฟฟ้าสถิต ซึ่งสามารถรบกวนการทำงานของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ได้เช่นเดียวกัน จึงควรออกแบบให้สภาวะความชื้นสัมพัทธ์อยู่ระหว่าง $50 \pm 5\%$ RH หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (รูปที่ 2.8)

กรณีห้องคอมพิวเตอร์ถูกปิดสนิท ความชื้นของห้องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system) จะลดต่ำลงเรื่อย ขณะที่ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) จะมีการควบคุมความชื้นทำให้สามารถรักษาระดับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศถูกควบคุมอยู่ในช่วงที่จำกัด



รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ของเวลากับความชื้นในห้อง กรณีห้องเป็นระบบปิดระหว่างระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) และระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

และในกรณีที่ระดับความชื้นในอากาศไม่อยู่ในค่าที่กำหนดระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) จะทำการลดความชื้น (Dehumidification) ด้วยวิธีการทำให้แฟนคอยล์ (Fan coil) เย็นจัดโดยจำกัดให้สารทำความเย็นไหลอยู่บนพื้นที่ 2/3 ของ แฟนคอยล์ ทำให้หน้า แฟนคอยล์ เย็นจัดและความชื้นในอากาศจะควบแน่นและไหลออกไปยังท่อน้ำทิ้ง ระดับความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศก็จะต่ำลง การลดความชื้นเป็นเวลานานอาจจะทำให้อุณหภูมิในห้องต่ำลง ในสภาวะลดความชื้นจึงมีเครื่องทำความร้อน (Heater) ช่วยในการรักษาระดับอุณหภูมิ (รูปที่ 2.9 และ 2.10)



รูปที่ 2.9 Heater ชนิด Electric Reheat

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

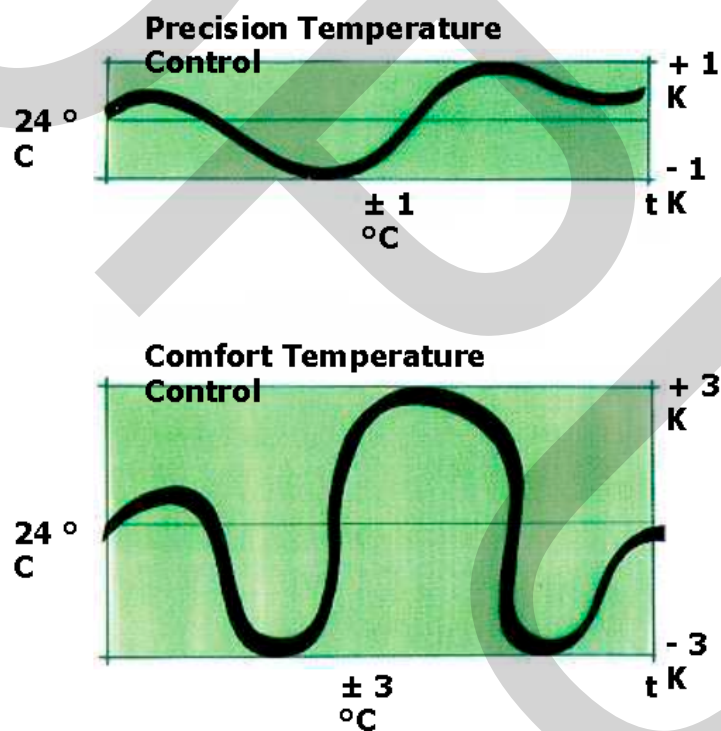


รูปที่ 2.10 อุปกรณ์ทำความชื้นแบบ (Electrode stream boiler)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

3) การควบคุมอุณหภูมิ

สภาวะอุณหภูมิ และการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิภายในห้องเก็บข้อมูลไม่ควรมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้าง เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในช่วงกว้างอาจมีผลทำให้อุปกรณ์เสียหายได้และมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องควบคุมอุณหภูมิภายในห้องเก็บข้อมูลให้คงที่ และต่อเนื่องเวลา จึงควรออกแบบให้สภาวะอากาศควบคุมที่อุณหภูมิ $22 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$ หรือตามข้อกำหนดของผู้ผลิตอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system) จะควบคุมอุณหภูมิได้ไม่แม่นยำ เหมือนระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) เนื่องจากระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) ใช้หลักการควบคุมแบบ PI Control ควบคุมการทำงานด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ และมีเครื่องมือวัดที่มีความแม่นยำ (รูปที่ 2.11)



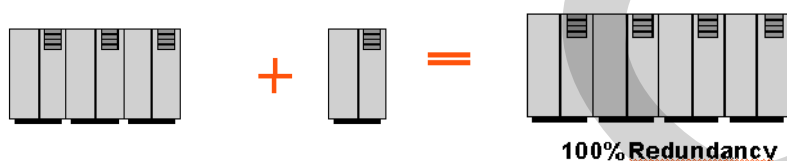
รูปที่ 2.11 การควบคุมอุณหภูมิโดยเฉลี่ยระหว่างระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) และระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

4) เสถียรภาพของระบบปรับอากาศ

ระบบปรับอากาศแบบทั่วไป (Comfort air conditioning system) โดยมากไม่ได้ถูกออกแบบมาให้ทำงานแบบตลอดเวลา แต่ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) จะออกแบบให้สามารถทำงานได้ตลอดเวลา เนื่องจากออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์ประกอบที่มีความทนทานสูง การออกแบบระบบปรับอากาศของห้องเก็บข้อมูล มีความจำเป็นจะต้องสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง แม้ในกรณีไฟฟ้าดับเครื่องปรับอากาศยังคงสามารถทำงานได้โดยใช้พลังงานจากระบบไฟฟ้าสำรอง (Generator) ในขณะที่ไฟฟ้าดับในสถานะทำงานปกติ จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ออกแบบ ควรออกแบบให้มีเครื่องปรับอากาศสำรองเพื่อ

- ให้เครื่องปรับอากาศสำรองสามารถทำงานทดแทนเครื่องปรับอากาศที่เสียหายได้ทันที โดยอัตโนมัติ ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์ยังคงสามารถทำงานได้ตามปกติ
- ให้เครื่องปรับอากาศสำรองสามารถทำงานเสริมหรือลดการทำงานกรณีเครื่องปรับอากาศที่ทำงานอยู่ไม่เพียงพอ โดยเครื่องสำรองจะทำงานเสริมโดยอัตโนมัติ
- เครื่องปรับอากาศสำรองทำงานสลับกับเครื่องปรับอากาศที่ทำงานอยู่โดยอัตโนมัติ เพื่อเฉลี่ยอายุการใช้งานของเครื่องปรับอากาศทุกเครื่องให้ใกล้เคียงกัน ง่ายต่อการบำรุงรักษา
- ออกแบบให้สามารถรองรับการเพิ่มจำนวนเครื่องปรับอากาศตามการเพิ่ม/ขยายของระบบคอมพิวเตอร์ในอนาคต ให้สามารถเพิ่ม/ขยายได้โดยไม่กระทบต่อระบบในปัจจุบัน
- จำนวนเครื่องปรับอากาศสำรองควรมีไม่น้อยกว่า $N+1$ เครื่อง (รูปที่ 2.12)



รูปที่ 2.12 การออกแบบเครื่องปรับอากาศแบบ Redundancy (N+1)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

5) ประเภทของระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น

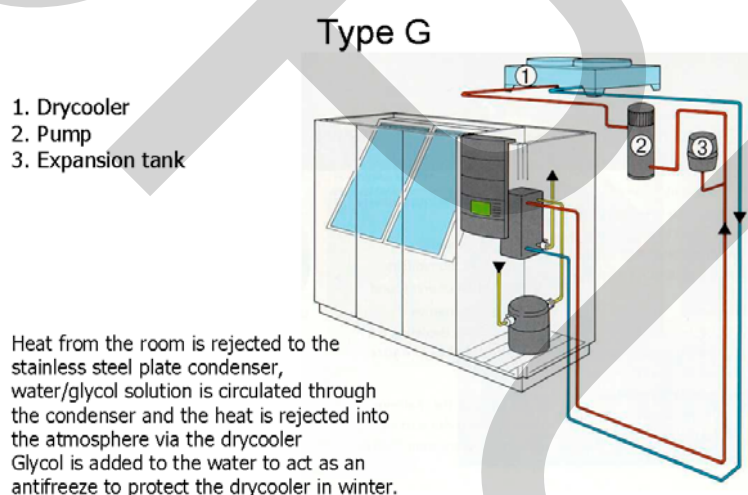
ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) สามารถจำแนกตามวิธีการระบายความร้อนได้ทั้งหมด 4 ประเภท ได้แก่

(1) ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบระบายความร้อนด้วยอากาศ (Air cooled system)

(2) ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled system) (รูปที่ 2.13)

(3) ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบใช้น้ำเย็น (Chilled water system) (รูปที่ 2.14)

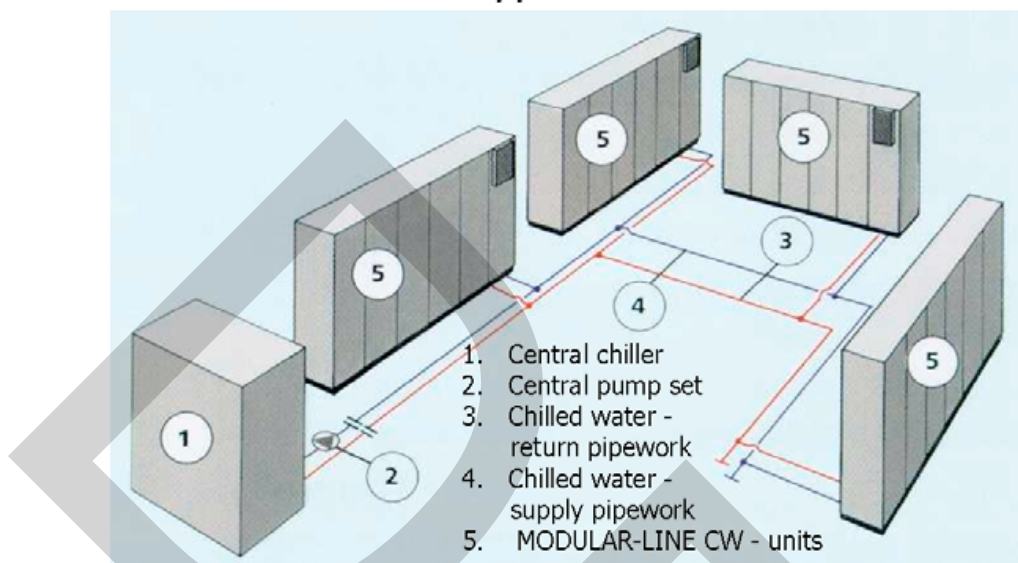
(4) ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบ 2 วงจร A/CW (รูปที่ 2.15)



รูปที่ 2.13 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water cooled)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

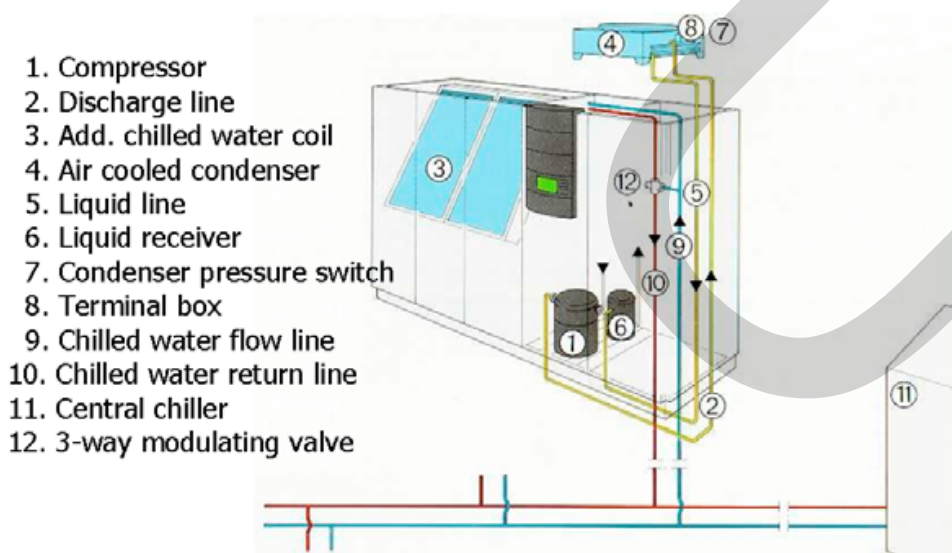
Type CW



รูปที่ 2.14 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning system) แบบใช้น้ำเย็น (Chilled water system)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

Type A/CW



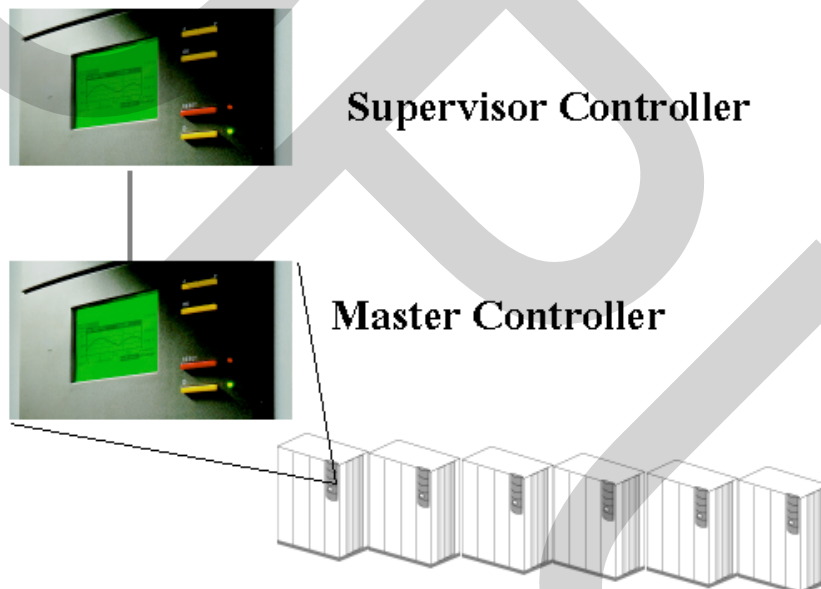
รูปที่ 2.15 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบ 2 วงจร A/CW

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

5) การออกแบบให้ระบบปรับอากาศแบบควบคุมความชื้นให้ประหยัดพลังงาน

ออกแบบให้ระบบปรับอากาศเป็นระบบสั่งงานจากส่วนกลาง(Centralized Control) ให้เครื่องปรับอากาศทำงานสอดคล้องกัน เช่น หากสภาวะอากาศภายในห้องความชื้นสูง เครื่องปรับอากาศต้องทำการลดความชื้น เพื่อให้สามารถควบคุมความชื้นให้อยู่ในช่วงกำหนดได้ ไม่เกิดเหตุการณ์ที่เครื่องปรับอากาศบางเครื่องกำลังเพิ่มความชื้น บางเครื่องกำลังลดความชื้น อันเป็นเหตุให้ไม่สามารถควบคุมสภาวะอากาศโดยรวมภายในห้องในสภาวะที่ต้องการได้ (รูปที่ 2.16)

การทำงานแบบระบบสั่งงานจากส่วนกลางสามารถทำการติดตั้งชุดควบคุมสำรอง (Supervisor Controller) เพื่อใช้เป็นตัวควบคุม (Controller) ทดแทนกรณี ชุดควบคุมหลัก (Master Controller) ชัดข้องก็สามารถกระทำได้เช่นกัน



รูปที่ 2.16 การทำงานแบบสั่งงานจากส่วนกลาง (Centralized Control) พร้อม ชุดควบคุมสำรอง (Supervisor controller)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

6) การกระจายลมของระบบปรับอากาศควบคุมความชื้นมี 2 ระบบหลัก

- กระจายลมเย็นจากด้านล่าง (Down Flow System) (รูปที่ 2.17)
- กระจายลมเย็นจากด้านบน (Up Flow System) (รูปที่ 2.18)



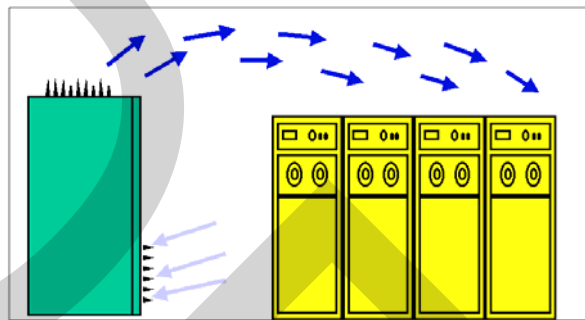
รูปที่ 2.17 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบ Down Flow System
ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548



รูปที่ 2.18 ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning) แบบ Up Flow System
กระจายลมเย็นด้านบน ผ่าน Plenum และ Return ลมด้านล่างหน้าเครื่อง

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

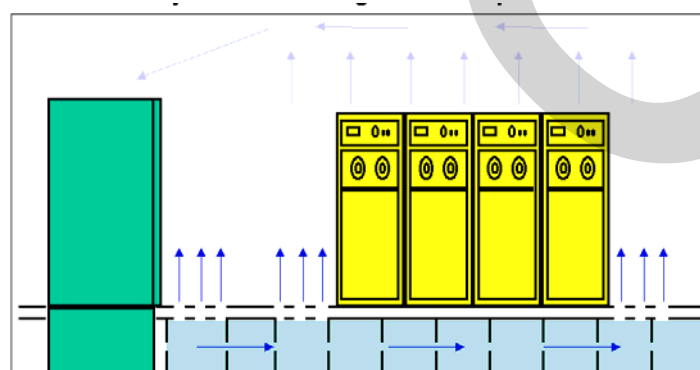
การออกแบบโดยใช้วิธีกระจายลมเย็นจากด้านบนเป็นแบบที่เหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่ไม่มีการติดตั้งพื้นยกระดับการไหลของอากาศ จะไหลผ่านอุปกรณ์และกลับมาที่ระบบปรับอากาศทางตอนหน้าของเครื่อง ช่องจ่ายลมเย็น จะเป่าอย่างอิสระทางด้านบนของเครื่อง การออกแบบในลักษณะนี้จะเหมาะกับห้องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ไม่มีพื้นยกหรือพื้นยกไม่สูงมากนัก มีข้อจำกัดด้านความสูงของห้อง และมีจำนวนอุปกรณ์ไม่มาก (รูปที่ 2.19)



รูปที่ 2.19 การออกแบบระบบปรับอากาศควบคุมความชื้นแบบกระจายลมเย็นจากด้านบน

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

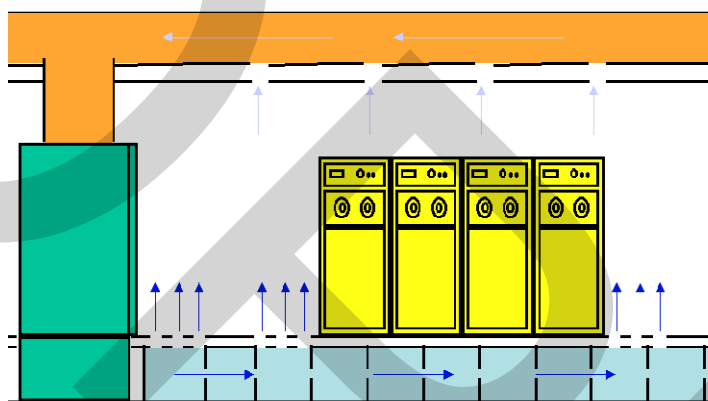
การออกแบบโดยใช้วิธีกระจายลมเย็นจากด้านล่างแบบอากาศไหลกลับอิสระเป็นแบบที่เหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ทั่วไป ส่วนอากาศไหลกลับจะไหลผ่านอุปกรณ์และกลับมาที่ระบบปรับอากาศทางด้านบนของเครื่อง ส่วนช่องจ่ายระบบปรับอากาศจะเป่าผ่านพื้นยก โดยลมเย็นจะไหลผ่านแผ่นพื้นยกที่มีรูพรุน (Perforate Panel) ผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จากด้านล่างสู่ด้านบน การออกแบบในลักษณะนี้จะเหมาะกับห้องคอมพิวเตอร์ทั่วไปที่มีพื้นยก (รูปที่ 2.20)



รูปที่ 2.20 การออกแบบระบบปรับอากาศควบคุมความชื้นแบบกระจายลมเย็นจากด้านล่าง

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

การออกแบบโดยใช้วิธีกระจายลมเย็นจากด้านล่าง แบบอากาศไหลกลับผ่านท่อลมบนฝ้าเพดานเป็นแบบที่เหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ มีความสูงเหนือฝ้าและงบประมาณเพียงพอในการทำท่อลมเหนือฝ้าเพดาน ส่วนอากาศไหลกลับจะไหลผ่านอุปกรณ์ขึ้นไปยังท่อลมเหนือฝ้า และกลับมาที่ระบบปรับอากาศทางด้านบนของเครื่อง ส่วนช่องจ่ายลมเย็นจะเป่าผ่านพื้นยก โดยลมเย็นจะไหลผ่านแผ่นพื้นยกที่มีรูพรุน (Perforate Panel) ผ่านอุปกรณ์คอมพิวเตอร์จากด้านล่างสู่ด้านบน การออกแบบในลักษณะนี้กรณีที่ห้องมีขนาดใหญ่จะช่วยให้ลมจ่ายกลับไหลขึ้นฝ้าได้โดยตรง ไม่ไหลผ่านอุปกรณ์ระหว่างทาง (รูปที่ 2.21)



รูปที่ 2.21 การออกแบบระบบปรับอากาศควบคุมความชื้นแบบกระจายลมเย็นจากด้านล่างแบบ Return air ผ่านท่อลมบนฝ้าเพดาน

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

7) การกรองฝุ่นละออง

ในห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์มีความจำเป็นต้องควบคุมสภาวะอากาศ ให้คงที่ตามที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น และในขณะเดียวกันยังมีความจำเป็นต้องควบคุมความสะอาดภายในห้องเก็บข้อมูลด้วย เนื่องจากฝุ่นละอองอาจจะเข้าไป ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทำให้เกิดความเสียหายได้ การป้องกันฝุ่นละอองภายในห้องเก็บข้อมูลทำได้โดยการติดตั้งแผ่นกรองอากาศที่มีความละเอียดเหมาะสมภายในเครื่องปรับอากาศ โดยมากจะมีระดับความละเอียดที่ EU4 หรือในกรณีที่ต้องการความสะอาดมากๆ อาจจะใช้ระดับความละเอียดที่ EU5 ก็ได้ (รูปที่ 2.22)



รูปที่ 2.22 แผ่นกรองอากาศที่ติดตั้งระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น (Precision air conditioning)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

8) การทำความดันบวกในห้องเก็บข้อมูล

การออกแบบระบบปรับอากาศภายในห้องเก็บข้อมูลให้มีความดันเป็นบวก (Positive pressure) หรือการทำให้แรงดันอากาศภายในห้องสูงกว่าแรงดันอากาศภายนอกห้อง เพื่อป้องกันการถ่ายเทของความชื้นในอากาศและฝุ่นละอองที่จะเข้ามาจากภายนอก ทำได้โดยการเติมอากาศเข้ามาในห้อง อากาศที่เติมเข้ามานั้นแนะนำให้เป็นอากาศที่ผ่านการทำความเย็นและกรองฝุ่นละอองแล้ว เพื่อลดภาระการทำงานของระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น และยืดอายุการใช้งานแผ่นกรองอากาศ (Filter) อีกด้วย นอกจากนี้อากาศที่ผ่านการทำความเย็นเป็นอากาศที่ถูกลดความชื้นแล้วระดับหนึ่งจึงช่วยไม่ให้เครื่องปรับอากาศควบคุมความชื้นทำงานหนัก ในการกำหนดความเย็นให้กับห้องเก็บข้อมูลจะต้องนำค่าภาระความร้อนของห้องเก็บข้อมูลมาพิจารณาในการออกแบบด้วย โดยภาระความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณจากสูตรดังนี้

$$\text{Load Estimation } Q_{\text{load}} = Q_{\text{equ}} + Q_{\text{trans}} + Q_{\text{solar}} + Q_{\text{light}} + Q_{\text{person}} + Q_{\text{fresh}}$$

เมื่อ Q_{load} = Total heat load

Q_{equ} = Heat load of equipment

Q_{trans} = Heat transmission

Q_{solar} = Solar heat gain

Q_{light} = light load

Q_{person} = heat load of persons

Q_{fresh} = Load of fresh air intake

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

2.2.6 ระบบไฟฟ้าห้องเก็บข้อมูล

การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับห้องเก็บข้อมูลในประเทศไทย ส่วนมากจะต้องเชื่อมต่อหรือปรับปรุงเพื่อเข้ากับระบบไฟฟ้าเดิม มาตรฐานที่ใช้อ้างอิงในการออกแบบในประเทศไทย ได้แก่ มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ. 2545 ส่วนมาตรฐานในต่างประเทศ ได้แก่ National Electric Code (NEC) มาตรฐานที่กล่าวถึงงานออกแบบ ไฟฟ้าทั่วไป นอกจากต้องออกแบบให้ถูกต้องตามมาตรฐานแล้ว ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการบำรุงรักษา หรือเรื่องความคล่องตัวขณะใช้งานและความสามารถในการต่อขยายได้ในอนาคต ดังนั้นการออกแบบตามมาตรฐานข้างต้นนั้นจึงเป็น เกณฑ์ขั้นต่ำที่สุดที่ใช้ในการออกแบบเท่านั้น เพราะการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับห้องเก็บข้อมูลจะต้องคำนึงถึง เสถียรภาพของระบบ การบำรุงรักษา ความปลอดภัย ความคล่องตัวและความสามารถในการต่อขยายได้ และคุณภาพของพลังงานไฟฟ้าสูงสุดอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องคอมพิวเตอร์จะแบ่งโหลดไฟฟ้าออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่

1) โหลดไฟฟ้าปกติ (Normal Load) ได้แก่ แสงสว่างทั่วไปในห้องเก็บข้อมูล, เต้ารับไฟฟ้าบางส่วน เป็นต้น

2) โหลดไฟฟ้าฉุกเฉิน (Emergency Load) ได้แก่ ระบบปรับอากาศควบคุมความชื้น ระบบยูพีเอส ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ระบบแจ้งเพลิงความไวสูง ระบบควบคุม ระบบตรวจจับน้ำรั่วซึมได้พื้น เป็นต้น

3) โหลดไฟฟ้าสำรอง (UPS) ได้แก่ อุปกรณ์คอมพิวเตอร์และเครือข่ายต่างๆ เป็นต้น

ในบางกรณีห้องเก็บข้อมูลขนาดเล็กที่ไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ก็จะต่อระบบไฟฟ้าสำรอง (UPS) เข้ากับไฟฟ้าปกติโดยตรง กรณีที่ไฟฟ้าดับเป็นเวลานาน ห้องคอมพิวเตอร์ก็จะมีอุณหภูมิสูง และเครื่องยูพีเอสก็จะสำรองไฟฟ้าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในระยะเวลาที่จำกัด ขึ้นอยู่กับปริมาณแบตเตอรี่ที่ติดอยู่กับเครื่อง ส่วนห้องเก็บข้อมูลที่มีความสำคัญมาก ต้องทำการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าด้วย เพื่อสำรองไฟฟ้ากรณีกระแสไฟฟ้าขัดข้องเป็นเวลานาน ซึ่งอาจจะเกิดจากความผิดปกติในการจ่ายไฟ หรือเกิดจากการบำรุงรักษาสายส่งหรือระบบไฟฟ้าหลักของอาคาร เครื่องกำเนิดไฟฟ้าก็จะทำการสำรองไฟฟ้าให้กับห้องเก็บข้อมูลแทน โดยการถ่ายโอนด้วยสวิตช์อัตโนมัติ (Automatic Transfer Switch) หรือ ATS

1) เมนไฟฟ้า

เมนไฟฟ้าสำหรับห้องเก็บข้อมูลต้องมีขนาดเพียงพอต่อการใช้งานและรองรับการขยายในอนาคตได้เหมาะสม สำหรับห้องเก็บข้อมูลที่มีความสำคัญมากๆ อาจจะออกแบบเมนไฟฟ้าให้เป็นแบบหลายแหล่งจ่าย (Multi Feeder) โดยใช้เมนไฟฟ้ามาจากหม้อแปลง (Sub Station)

หรือ ตู้เมนไฟฟ้าที่ต่างกัน เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้า แต่ก็จะทำให้งบประมาณในการติดตั้งไฟฟ้าสูงขึ้นไปด้วย

2) สายไฟฟ้า

การเลือกใช้สายไฟฟ้าที่เหมาะสม มีผลกระทบโดยตรงต่อประสิทธิภาพ เสถียรภาพ และความปลอดภัยในการใช้งานปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกสายไฟฟ้าในห้องเก็บข้อมูล ได้แก่ ประเภทการใช้งาน พิกัดแรงดันและกระแส แรงดันตกคร่อม ลักษณะการติดตั้ง รวมถึงสภาวะแวดล้อมของการติดตั้ง โดยเฉพาะกรณีของแรงดันตกคร่อมมักจะต้องมาคิดคำนวณแรงดันตกคร่อมกรณีต้องเดินสายไฟฟ้าที่มีระยะทางไกล หรือเป็นสายไฟฟ้าสำหรับแรงดันกระแสตรง 48V ที่จะมีกระแสใช้งานสูง อาจจะต้องเพิ่มขนาดพื้นที่หน้าตัด หรือเพิ่มจำนวนสายเพื่อลดค่าความต้านทานสายไฟฟ้าสำหรับเมนไฟฟ้าอาจจะใช้เป็นสายชนิด CV เพื่อลดขนาดพื้นที่หน้าตัด

สายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยภายในห้องเก็บข้อมูลแนะนำให้ใช้สายแบบ VCT เนื่องจากสายของวงจรย่อยของแต่ละวงจรจะรวมกันอยู่ภายในสายไฟฟ้าเส้นเดียวกัน ทำให้ติดตั้งและบำรุงรักษาง่าย นอกจากนี้ยังป้องกันการบาดหรือการถลอกได้ดีกว่าสาย THW การติดตั้งสายไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ต้องมีการทดสอบคุณสมบัติความเป็นฉนวน และทำสัญลักษณ์ไว้ทุกวงจร

3) ตู้ไฟฟ้าหลัก

ตู้ไฟฟ้าหลักนอกจากจะมีขนาดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการใช้งานแล้ว ยังต้องออกแบบให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาและการต่อขยายได้ง่ายอีกด้วย ตู้ไฟฟ้าหลักที่ดีควรเป็นตู้ที่แบ่งส่วนต่างๆของตู้อย่างชัดเจน มีเครื่องมือวัดที่ที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย รวมทั้งความหนาของตัวตู้ต้องไม่บางเกินไป ทำสีอบแห้งเรียบร้อยสวยงาม

4) ตู้ไฟฟ้าย่อย

ตู้ไฟฟ้าย่อย หรือตู้โหนดเป็นตู้ของวงจรย่อย ภายในตู้จะประกอบด้วยสะพานไฟ (Circuit breaker) สำหรับวงจรย่อยแต่ละตู้รับ 1 สะพานไฟ ต่อ 1 ตู้รับ โดยแต่ละวงจรจะมีขนาดแตกต่างกันไป และมีจำนวนเฟส 1 หรือ 3 เฟส ขึ้นอยู่กับความต้องการของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ตู้ไฟฟ้าย่อยอาจจะออกแบบและผลิตตามความต้องการ หรืออาจจะใช้ตู้ไฟฟ้าย่อยสำเร็จรูปก็ได้ ตู้ไฟฟ้าย่อยที่ออกแบบและผลิตตามความต้องการจะมีความแข็งแรงและสวยงามกว่า สามารถเลือกขนาดได้ตามต้องการ แต่ตู้วงจรย่อยสำเร็จรูปจะมีตัวเลือกค่อนข้างจำกัด แต่จะมีข้อดีคือ สะพานไฟ (Circuit Breaker) ย่อยสามารถปรับเปลี่ยนได้ขณะตู้ไฟฟ้าทำงานอยู่

5) เต้ารับไฟฟ้า

เต้ารับไฟฟ้าควรออกแบบให้ 1 เต้ารับ ต่อ โดยตรงกับสะพานไฟ (Circuit Breaker) 1 ตัว และต้องเป็นแบบมีสายดิน อาจเลือกแบบที่สามารถล็อกเต้ารับตัวผู้กับตัวเมียได้ เพื่อป้องกันสายหลุดโดยอุบัติเหตุกรณีที่เป็นเครื่องเซิร์ฟเวอร์ (Server) หรืออุปกรณ์ขนาดใหญ่อาจจะต้องใช้ปลั๊กไฟฟ้าชนิดพิเศษ หรือที่เรียกกันว่า Power Plug เข้ามาใช้งานร่วมด้วย ซึ่งเต้ารับไฟฟ้าประเภทนี้จะรองรับกระแสสูงได้ การกำหนดสีของเต้ารับเป็นสิ่งที่แนะนำใช้ในห้องเก็บข้อมูล เพราะผู้ใช้งานจะทราบว่าเต้ารับที่ต่อใช้งานเป็นเต้ารับธรรมดาหรือเต้ารับที่ผ่านระบบยูพีเอส โดยมากจะกำหนดให้สีแดงเป็นเต้ารับผ่านยูพีเอส ส่วนสีเขียวหรือสีขาวจะเป็นเต้ารับธรรมดา

6) รางเดินสาย

รางเดินสายต้องออกแบบให้มีตำแหน่งที่เหมาะสมกับตำแหน่งการจัดวางอุปกรณ์ และจัดวางการกระจายลมให้น้อยที่สุด ต้องระมัดระวังไม่ให้ตำแหน่งของรางเดินสายอยู่ใต้ตู้ใส่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์เพราะจะบำรุงรักษาและเข้าถึงยาก ตำแหน่งเต้ารับที่ต่อจากรางไฟฟ้าควรออกแบบให้สามารถเสียบอุปกรณ์ได้ง่าย ต้องไม่อยู่ใต้ตู้ใส่อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (รูปที่ 2.23)



รูปที่ 2.23 รางเดินสาย และการจัดวางให้เหมาะสม

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

7) ระบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง (Generator)

ออกแบบให้โหลดที่มีความสำคัญรับไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองเมื่อเกิดภาวะไฟฟ้าดับ โดยเฉพาะอย่างยิ่งอุปกรณ์เกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์ ระบบเครือข่าย และระบบปรับอากาศภายในห้องอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และอุปกรณ์สื่อสาร ในช่วงที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าขัดข้อง สวิตช์สับถ่ายอัตโนมัติ (ATS) จะเลือกรับไฟฟ้าจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแทนแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ต่ออยู่เดิม เมื่อไฟฟ้าหลักเข้าสู่สภาวะปกติ สวิตช์สับถ่ายอัตโนมัติ (ATS) จะสลับกลับมารับไฟฟ้าหลักตามปกติ ซึ่ง ขั้นตอนต่างๆ เหล่านี้จะถูกสั่งการโดยอัตโนมัติ

ขนาดเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอสำหรับโหลดฉุกเฉินทั้งหมด การติดตั้งต้องคำนึงถึงการระบายความร้อน การระบายควันไอเสียให้อยู่ในพื้นที่ที่สามารถถ่ายเทอากาศที่ดีและเข้าถึงเพื่อทำการบำรุงรักษาและเติมน้ำมันเชื้อเพลิงได้ง่าย

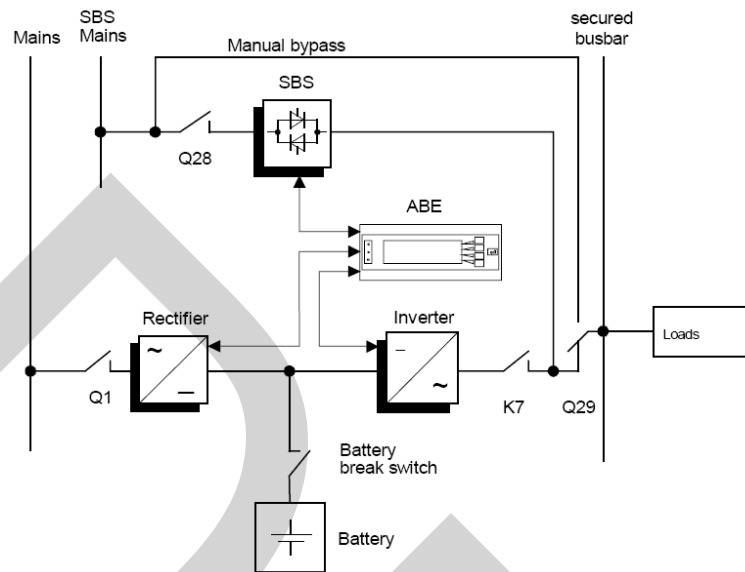
8) ระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉินอัตโนมัติ (UPS)

ออกแบบให้ระบบคอมพิวเตอร์และเครือข่ายในพื้นที่ห้องเก็บข้อมูลรับไฟฟ้าที่มีการควบคุมและสำรองไฟฟ้าอัตโนมัติเพื่อให้อุปกรณ์ต่างๆ สามารถปลอดภัยจากภาวะไฟฟ้าผิดปกติในทุกรูปแบบและสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องนอกจากระบบ UPS จะป้องกันโหลดจากไฟฟ้าดับแล้วยังสามารถป้องกันความผิดปกติที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า หรือควบคุมคุณภาพพลังงานไฟฟ้าด้วย โดยจะแก้ปัญหา เช่น เซิร์จ (Surge), สไปค (Spike), ฮาร์โมนิก (Harmonic) เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้อาจทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับระบบไฟฟ้าเกิดความเสียหายโดยเฉพาะอย่างยิ่งกับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งปัญหาที่กล่าวมาข้างต้นอาจทำให้ข้อมูลที่ความสำคัญเสียหายหรือสูญหายได้

ระบบ UPS สำหรับห้องเก็บข้อมูล ที่สำคัญควรประกอบด้วยส่วนการทำงานดังต่อไปนี้

8.1 ส่วนเรียงกระแส (Rectifier)

ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนหนึ่งจะนำไปชาร์จแบตเตอรี่ ส่วนที่เหลือจะจ่ายให้อินเวอร์เตอร์ (Inverter) โดยส่วนเรียงกระแส (Rectifier) ที่ดีจำเป็นต้องลดค่าความผิดเพี้ยนของสัญญาณรวม (Total Harmonic Distortion) ให้อยู่ในระดับต่ำหรือไม่ควรเกิน 8% สำหรับระบบยูพีเอสขนาดใหญ่หรือ > 80 kVA ขึ้นไปควรเลือกใช้ส่วนเรียงกระแส (Rectifier) แบบ 12 พัลส์ (Pulse) เพื่อลด Total Harmonic Distortion ของกระแสด้านเข้า



รูปที่ 2.24 วงจรภายในของระบบไฟฟ้าสำรองอัตโนมัติ (UPS)

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

8.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

ในสภาวะการทำงานปกติอินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะรับไฟฟ้ากระแสตรงจากส่วนเรียงกระแส (Rectifier) เพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับอีกครั้งเพื่อจ่ายให้กับโหลด ในสภาวะที่ระบบไฟฟ้าหลักดับจะรับไฟฟ้ากระแสตรงที่จ่ายจากแบตเตอรี่แทน

8.3 สวิตซ์ตัดผ่านอัตโนมัติ (Static Bypass Switch, SBS)

ทำหน้าที่ตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด กรณีที่อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ผิดปกติหรืออยู่ในสภาวะเกินพิกัดระบบ UPS จะย้ายวงจรจ่ายโหลดมาที่ส่วนสวิตซ์ตัดผ่าน (Bypass Switch) ทันที เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับส่วนอินเวอร์เตอร์ (Inverter) เมื่อโหลดเข้าสู่สภาวะปกติ UPS จะย้ายวงจรจ่ายโหลดกลับมาที่อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ตามเดิม

8.4 สวิตซ์ตัดผ่านภายนอก (External manual bypass)

สวิตซ์ตัดผ่านภายนอก (External manual bypass) ควรจะต้องมีการออกแบบไว้เพื่อใช้กรณีต้องการซ่อมบำรุงยูทิลิตี้หรือปรับปรุงระบบไฟฟ้าโดยไม่ต้องปิดระบบคอมพิวเตอร์

8.5 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ที่ใช้งานกับยูทิลิตี้ ต้องเพียงพอในการสำรองไฟฟ้าระหว่างรอเครื่องกำเนิดไฟฟ้าทำงาน และต้องเพียงพอสำหรับผู้ดูแลในการปิดระบบคอมพิวเตอร์ ลงอย่างปลอดภัย ควรจะมีขนาดสำรองไฟฟ้าไม่น้อยกว่า 15 นาที

9) ระบบไฟฟ้าแสงสว่างในบริเวณห้องเก็บข้อมูล

ในห้องทำงานที่มีจอคอมพิวเตอร์นั้น การออกแบบระบบแสงสว่างโดยพิจารณา ระดับความสว่างอย่างเดียวจะไม่เพียงพอ เพราะหากออกแบบแสงสว่างไม่ดีอาจเกิดแสงบาดตา (Glare) ซึ่งจะมีผลไปลดสมรรถภาพในการทำงาน ทำให้กล้ามเนื้อตาล้าได้ง่าย อาจทำให้ผู้ปฏิบัติงาน ปั่นข้อมูลผิดพลาด การออกแบบไฟฟ้าแสงสว่างต้องมีการจัดวางตำแหน่งโคมไฟให้ดี ซึ่งมี องค์ประกอบในการพิจารณาหลักๆ ดังนี้

- (1) แสงบาดตา (Glare) ทั้ง Direct glare และ Indirect glare
- (2) มุมวิกฤต (Critical Angle)
- (3) ตำแหน่งจอคอมพิวเตอร์
- (4) ตำแหน่งโคมไฟและชนิดของโคมไฟ

ความส่องสว่างทั่วไปในห้องเก็บข้อมูลหรือห้องควบคุมตามมาตรฐานของการ กำหนดกำลังส่องสว่าง ภายในห้อง มาตรฐานของ IES กำหนดให้กำลังส่องสว่างไม่น้อยกว่า 500 Lux (lumen/m²) โดยวัดที่บริเวณพื้นที่ใช้งานจริงในทุกๆ จุด โดยการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสง สว่าง

หลอดไฟที่ใช้เป็นหลอดไฟแบบฟลูออเรสเซนต์ เพราะมีกำลัง ส่องสว่างต่อหน่วย ค่อนข้างมาก และโคมไฟที่ใช้เป็นแบบโคมสะท้อนแสงกลับได้ ในกรณีที่ต้องการประหยัด พลังงาน ปัจจุบันได้มีเทคโนโลยีการใช้บาลาสแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งสามารถประหยัดพลังงานได้ มากกว่าเดิมประมาณ 5 เท่า นอกจากนี้ ยังสามารถออกแบบใช้อุปกรณ์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งสามารถ ประหยัดค่าใช้จ่ายในกรณีเกิดค่าไฟฟ้าได้ คือดิจิตอลมิเตอร์ แบบจัดการโหลดซึ่งสามารถวัดค่า ปริมาณไฟฟ้า ทั้งค่ากระแส ค่าแรงดันได้พร้อมทั้งดูค่าทวิคูณความถี่ (Harmonics) และแฟกเตอร์ กำลัง (Power Factor) ของระบบที่ใช้ นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการโหลดให้คงที่สม่ำเสมอและมี ฟังก์ชันการทำงาน ที่ตัดค่าใช้งาน ที่มากที่สุดในแต่ละเดือน (การไฟฟ้าจะคิดค่าสูงสุดของการใช้ งานในเวลา 15 นาที ของแต่ละเดือนมารวมกับค่าไฟฟ้าด้วย) นอกจากนี้ยังทำให้สามารถควบคุมค่า แฟกเตอร์กำลัง (Power Factor) ของระบบให้มีค่าสูงมากกว่า 0.85 ได้ ทำให้ไม่ต้องเสียเงินค่า KVAR ที่การไฟฟ้า คิดในกรณี ค่าแฟกเตอร์กำลัง (Power Factor) มีค่าต่ำกว่า 0.85 ลงได้ ทำให้ประหยัด พลังงานและประหยัดค่าใช้จ่ายด้วย



รูปที่ 2.25 แสงสว่างที่เหมาะสม และหลอดไฟฟ้าที่ใช้ในห้องคอมพิวเตอร์

ที่มา : การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ; บริษัท SITEM ประเทศไทย เมื่อ 25 มีนาคม 2548

กรณีที่ไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ หรือในช่วงที่เกิดเหตุเพลิงไหม้ จะต้องมีความสว่างเพียงพอต่อเส้นทางหนีภัย บริเวณพื้นที่ต่างระดับ บริเวณเก็บอุปกรณ์สำหรับการหนีภัย ระบบแสงสว่างฉุกเฉินจะต้องมีเสถียรภาพและความมั่นคงของระบบในทุกสภาวะ รวมทั้งจะต้องมีระยะเวลาเพียงพอต่อการหนีภัย สำหรับพื้นที่ที่ต้องมีกิจกรรมต่อเนื่องเมื่อไฟฟ้าจากการไฟฟ้าดับ ควรติดตั้งแสงสว่างฉุกเฉินเพื่อให้มีความส่องสว่างเพียงพอสำหรับกิจกรรมนั้นๆ บางครั้งต้องให้ความสว่างเท่ากับในสภาวะปกติระบบแสงสว่างฉุกเฉิน ประกอบด้วย หลอดไฟฟ้า ชุดอัดประจุไฟฟ้า และแบตเตอรี่ การทำงานของระบบ คือ ระบบจะอัดประจุไฟฟ้าเก็บไว้ในแบตเตอรี่ เมื่อไฟฟ้าหลักจากการไฟฟ้าดับ ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่จะจ่ายไฟฟ้าไปยังหลอดไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่าง

10) ระบบการต่อลงดิน(Grounding System)

ระบบหนึ่งที่มีความสำคัญมากต่อการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าคือ การต่อลงดิน (Grounding หรือ Earthing) ซึ่งมีมาตรฐานที่ให้ความสำคัญในเรื่องนี้อย่างมาก เช่น

- (1) NEC Article 250 “Grounding”
- (2) IEC 364-5-54 “Earthing Arrangement and Protective Conductors”
- (3) มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย พ.ศ.2545

การต่อลงดินเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดกับระบบไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อเกิดการลัดวงจรลงดิน ทำให้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต่างๆ ทำงานได้อย่างถูกต้องและป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับบุคคลที่ไปสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ที่มีแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากการเหนี่ยวนำหรือการรั่วไหล

การต่อลงดินของระบบไฟฟ้า (System Grounding) หมายถึง การต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของระบบไฟฟ้าที่มีกระแสไหลผ่านลงดิน เช่น การต่อจุด Neutral ลงดิน การต่อลงดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้า (Equipment Grounding) หมายถึง การต่อส่วนที่เป็นโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของอุปกรณ์ต่างๆ ลงดิน สำหรับห้องเก็บข้อมูลที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อยู่มาก การต่อลงดินเป็นสิ่งสำคัญอย่างมากเนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้จะมีความไวต่อสัญญาณรบกวน (Noise) นอกจากการต่อลงดินแล้วยังต้องคำนึงถึงการลดสัญญาณรบกวนด้วย เพราะฉะนั้นการต่อลงดินของห้องเก็บข้อมูลสามารถทำได้โดยการต่อลงดินของระบบการจ่ายไฟฟ้า (Electrical Grounding) ส่วนโลหะที่ไม่มีกระแสไหลผ่านของเครื่องคอมพิวเตอร์ จะต้องถูกต่อลงดินเพื่อให้อิทธิพลไฟฟ้าของโครงโลหะของเครื่องคอมพิวเตอร์มีศักย์เท่ากับดิน ซึ่งการต่อลงดินวิธีนี้มีข้อดีคือ มีความปลอดภัยเมื่อเกิดการลัดวงจร และทำให้อุปกรณ์ป้องกันทำงานได้รวดเร็วขึ้นเมื่อเกิดการลัดวงจร

ปัญหาของห้องเก็บข้อมูลที่ตรวจพบบ่อยๆ

- (1) ไม่มีการออกแบบและการจัดการที่ดีเพียงพอ
- (2) ไม่สามารถขยายระบบได้มากเท่าที่ควร หรือการขยายเพิ่มเติมทำได้ยาก
- (3) ระบบจ่ายพลังงาน ออกแบบไม่ดีพอ ทำให้ระบบทำงานขาดความต่อเนื่องก่อให้เกิดความเสียหายของข้อมูล
- (4) ระบบปรับอากาศยังเป็นแบบระบบเก่า ซึ่งไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นได้ทำให้การประมวลผลเกิดความผิดพลาดและอายุการใช้งานสั้นลง
- (5) ระบบรักษาความปลอดภัยไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อเกิดปัญหาจึงทำการแก้ไขได้ยาก

(6) การจัดเก็บสายเคเบิล(Wire Way) ต่างๆไม่เป็นระเบียบ จึงยากต่อการแก้ไข และเพิ่มเติม

ข้อคำนึงในการออกแบบห้องเก็บข้อมูล

1. มองสิ่งที่เคยเกิดขึ้นและมองอนาคตข้างหน้า
2. คำนึงถึงความต้องการหลักของห้องเก็บข้อมูล
 - 2.1 สถานที่ตั้งของศูนย์ ความประหยัดในการเชื่อมต่อเครือข่าย และความปลอดภัย
 - 2.2 แหล่งพลังงานที่ดีและต่อเนื่อง เพื่อใช้กับระบบภายในห้องเก็บข้อมูล
 - 2.3 ระบบปรับอากาศที่สามารถควบคุมได้ทั้งอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งถือว่าเป็น

หัวใจหลักของการทำงาน

- 2.4 การเชื่อมต่อระบบภายในห้องเก็บข้อมูล และการเชื่อมต่อกับภายนอก

การออกแบบโดยใช้หลักพื้นฐานของการใช้งาน

1) ออกแบบให้ง่ายที่สุดไม่ยุ่งยาก สามารถแก้ไขตรวจสอบ และเพิ่มเติมในส่วนที่ต้องการได้ เช่น การจัดการอุปกรณ์เดินสายเคเบิลต้องทำการมาร์คสายทั้งหมด เพื่อความสะดวกในการค้นหา

2) การออกแบบต้องคำนึงถึงการขยายตัวของระบบที่จะเพิ่มขึ้นในอนาคต เมื่อเพิ่มจำนวนของอุปกรณ์ต่างๆ เพิ่มการเชื่อมต่อการเดินสายเคเบิลต่างๆ สามารถทำได้โดยไม่กระทบต่อระบบเดิม และมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยต่อการเซอร์วิส

3) การออกแบบต้องคำนึงถึงขนาดของห้องเก็บข้อมูลเราต้องวางแผนในการจัดเตรียมอุปกรณ์ระบบต่างๆ ของห้องเก็บข้อมูลทั้งปัจจุบันและที่จะเข้ามาในอนาคตเพื่อขนาดของพื้นที่ ที่ก่อสร้างจะเป็นไปตามความเหมาะสม

4) อุปกรณ์ที่เลือกใช้ควรเป็นแบบเป็นชิ้นส่วน (Modula) เพื่อสะดวกสบาย และรวดเร็วในการเพิ่มเติม

5) การออกแบบต้องคำนึงถึงประโยชน์สูงสุด และสามารถใช้งานได้จริงเหมาะสมกับงบประมาณ ซึ่งคำนึงถึงความสะดวกและสวยงาม

แนวทางการออกแบบ

- 1) การวางแผนความต้องการที่แท้จริงของห้องเก็บข้อมูลนั้นๆ
- 2) ออกแบบให้ใช้งานง่ายที่สุด ตรวจสอบแก้ไขได้ง่ายและรวดเร็ว
- 3) ออกแบบให้สามารถรองรับเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่เข้ามาได้
- 4) ระบบต่างๆ ที่เลือกใช้ควรเป็นแบบ Modula เพื่อสามารถเพิ่มเติมได้

5) ออกแบบภายในห้องสิ่งสำคัญคือตู้ (Rack) ต้องจัดวางให้เหมาะสม สะดวกเป็นระเบียบเพื่อง่ายต่อการจัดระบบ

6) คำนึงถึงน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมดภายในศูนย์ซึ่งรวมถึงอุปกรณ์สำหรับอนาคต ด้วยให้สามารถตั้งบนพื้นยก (Raised floors)

7) ควรออกแบบพื้นห้องโดยใช้ พื้นยก (Raised floors) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงน้ำหนักของพื้นที่จะรับได้ การจัดระเบียบการเดินสายเคเบิลของระบบต่างๆ ควรอยู่ใต้ Raised floors รวมถึงระบบปรับอากาศควรจ่ายลงใต้ พื้นยก (Raised floors) แล้วจ่ายโดยใช้แผ่นพื้นแบบเจาะรูระบาย

8) จัดทำป้ายสำหรับสายเคเบิลทุกชนิดที่ใช้ทั้งต้นสายและปลายสาย เพื่อความสะดวกในการ แก้ไขเพราะคุณไม่สามารถมองเห็นสายได้ เพราะสายได้ถูกจัดอยู่ใต้พื้นได้

9) เก็บความเรียบร้อยของฝ้าตู้ ฝ้าราง และอุปกรณ์ทั้งหมดให้เป็นระเบียบ

10) วางแผนสำหรับสิ่งที่ไม่คาดคิดในอนาคตที่อาจจะเกิดขึ้น ภายในศูนย์เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขได้ทันท่วงที

ในการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ใช้วิธีเก็บข้อมูล จากห้องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดพื้นที่และสภาพแวดล้อมของห้องที่ต่างกันจำนวน 4 ห้องมาเป็นตัวแปรในการศึกษาวิเคราะห์เปรียบเทียบกับมาตรฐาน โครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลการสื่อสาร (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers : TIA 942) โดยได้มีการออกแบบตารางการเก็บข้อมูล

2.3 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการทำสารนิพนธ์ ได้อ้างอิง บทความ เอกสารงานวิจัย ทฤษฎีและตำราอ้างอิงจากสถาบันมาตรฐานต่างๆ มาเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ข้อมูลสารนิพนธ์ฉบับนี้ ดังนี้

อนุพงษ์ นุตโร (2543) ได้ทำการศึกษาเรื่อง “การออกแบบศูนย์คอมพิวเตอร์สำรองและระบบฐานข้อมูลอุปกรณ์เครือข่าย บริษัทหลักทรัพย์ เอบีเอ็น แอมโร จำกัด (มหาชน)” เพื่อทำการปรับปรุงระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ให้มีความปลอดภัยมีความน่าเชื่อถือและสามารถบริหารเครือข่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพหลังจากมีการพัฒนาระบบพบว่าระบบเครือข่ายของบริษัทมีความน่าเชื่อถือเพิ่มมากขึ้น สามารถลดระยะเวลาในการแก้ไขปัญหาด้านระบบเครือข่าย และยังสามารถให้บริการด้านเครือข่ายทำได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

สมาน งามเลิศนภกรณ (2) (2540) ได้ศึกษาเรื่อง “ศักยภาพในการติดตั้งเครื่องควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด” ของอาคาร ธนาคารนครหลวงไทย สำนักงานใหญ่ โดยทำการติดตั้งเครื่องควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด พบว่าสามารถควบคุมโหลดได้ประมาณ 37 kW และ 135 kW ในช่วงเวลา

Partial Peak และ On peak ตามลำดับ โดยใช้เงินในการลงทุนติดตั้ง 203,621 บาท ทำการวิเคราะห์การลงทุนภายใต้อัตราค่าไฟฟ้า TOD สามารถลดภาระค่าไฟฟ้าได้ 32,712 บาทต่อเดือน มีระยะเวลาคืนทุน 3.1 ปี พร้อมทั้งได้ดำเนินการติดตั้งระบบควบคุมอาคารอัตโนมัติเพื่อใช้ควบคุมกำลังไฟฟ้าสูงสุด ใช้เงินลงทุนในการติดตั้ง 2,205 บาท ซึ่งในการวิเคราะห์การลงทุนพบว่าไม่สามารถคืนทุนได้ทั้งภายใต้อัตราค่าไฟฟ้าแบบ TOD และ TOU

เจริญ เทพรังษฤกษ์ (2546) ได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง “ศักยภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองในอาคารและโรงงานเพื่อลดความต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบไฟฟ้า” โดยทำการเก็บข้อมูลวิเคราะห์ผลระหว่างการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซและการลงทุนในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง พบว่าการลงทุนในเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองมีความคุ้มค่ามากกว่าการลงทุนสร้างโรงไฟฟ้ากังหันก๊าซ

สกุลรัตน์ ศิริพันธ์ โนน (2543) ได้ทำการศึกษาในหัวข้อเรื่อง “วงจรแปลงผันไฟฟ้าที่มีความคิดเขียนของกระแสด้านเข้าต่ำสำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อเนื่อง” ได้ทำการเสนอวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้า 1 เฟส แบบใหม่ที่มีความคิดเขียนของกระแสทางด้านเข้าต่ำสำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบต่อเนื่อง โดยวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าที่นำเสนอ เป็นวงจรเรียงกระแสไฟฟ้าแบบวิธีสวิตซ์คู่กับวงจรอินเวอร์เตอร์แบบบริดจ์ เพื่อลดฮาร์มอนิกด้านเข้าและการมอดูเลตสวิตซ์กำลังที่ใช้ร่วมกันระหว่างวงจรเรียงกระแสแบบสวิตซ์คู่กับวงจรอินเวอร์เตอร์แบบบริดจ์เพื่อช่วยลดแรงดันบัลไฟตรง ผลการทดสอบวงจร โดยรวมแสดงให้เห็นถึงคุณสมบัติที่ดีของวงจรแปลงผันกำลังที่พัฒนาขึ้น โดยวงจรสามารถปรับปรุงรูปคลื่น กระแสด้านเข้าให้มีรูปร่างใกล้เคียงไซน์เวฟได้ ในขณะที่เดียวกันวงจรอินเวอร์เตอร์ก็สามารถสร้างแรงดันไฟฟ้าที่มีความคิดเขียนฮาร์มอนิกต่ำ ง่ายให้โหลดได้ในสภาวะต่างๆ ได้

บทที่ 3 ระเบียบวิธีศึกษา

3.1 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ในการศึกษา สภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ จะดำเนินการศึกษาโดยใช้ห้องคอมพิวเตอร์ จำนวน 4 ห้อง ซึ่งแต่ละห้องมีรูปแบบการจัดวางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่แตกต่างกัน มีรูปแบบการใช้ไฟฟ้า และระบบปรับอากาศที่แตกต่างกันมาเป็นตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ โดยแบ่งออกเป็นห้องต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.1 อาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการศึกษา

3.1.1 ห้องคอมพิวเตอร์ A (รูปที่ 3.2)

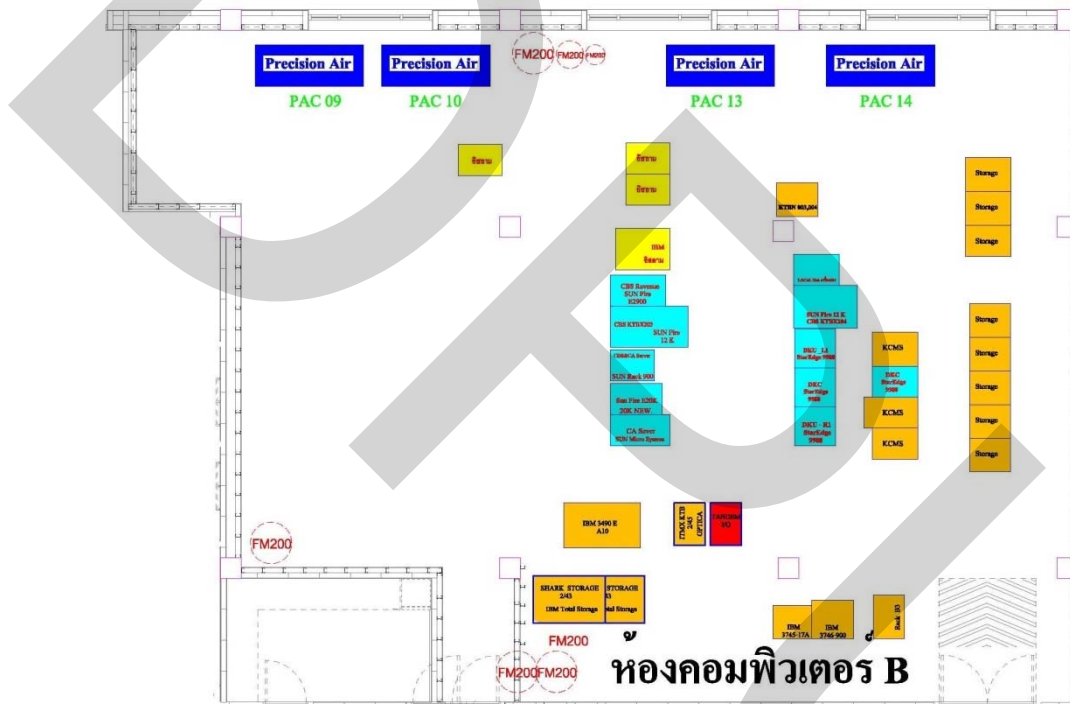
- ขนาดพื้นที่ห้อง 100 m²
- ความสูงของพื้น 30 cm
- ขนาดและจำนวนเครื่องปรับอากาศควบคุมความชื้น 15,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง
- จำนวนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จำนวน 14 เครื่อง
- ระบบไฟฟ้า 1 แหล่งจ่าย



รูปที่ 3.2 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ A

3.1.2 ห้องคอมพิวเตอร์ B (รูปที่ 3.3)

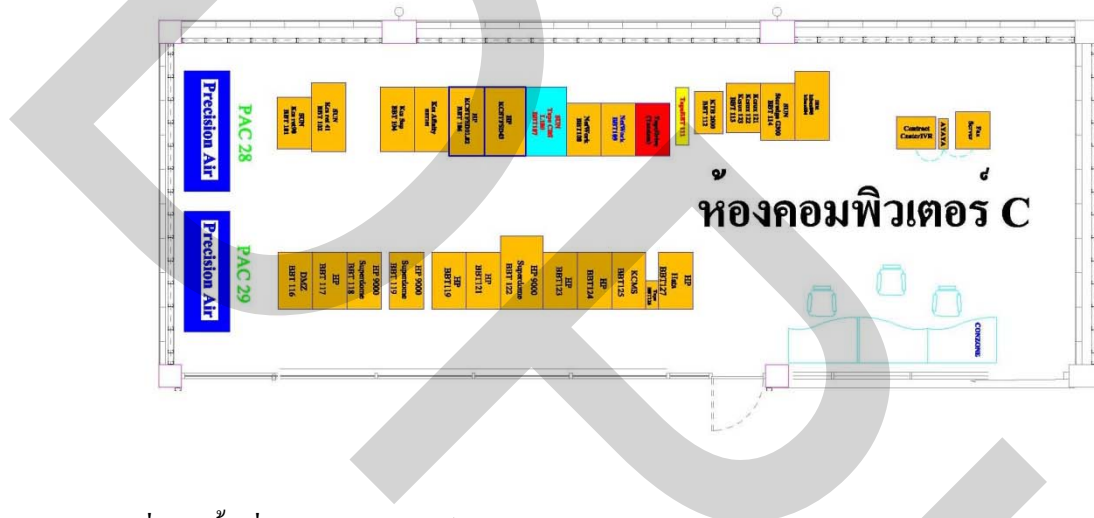
- ขนาดพื้นที่ห้อง 200 m²
- ความสูงของพื้น 30 cm
- ขนาดและจำนวนเครื่องปรับอากาศควบคุมความชื้น 15,000 BTU จำนวน 4 เครื่อง
- จำนวนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จำนวน 35 เครื่อง
- ระบบไฟฟ้า 2 แหล่งจ่าย



รูปที่ 3.3 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ B

3.1.3 ห้องคอมพิวเตอร์ C (รูปที่ 3.4)

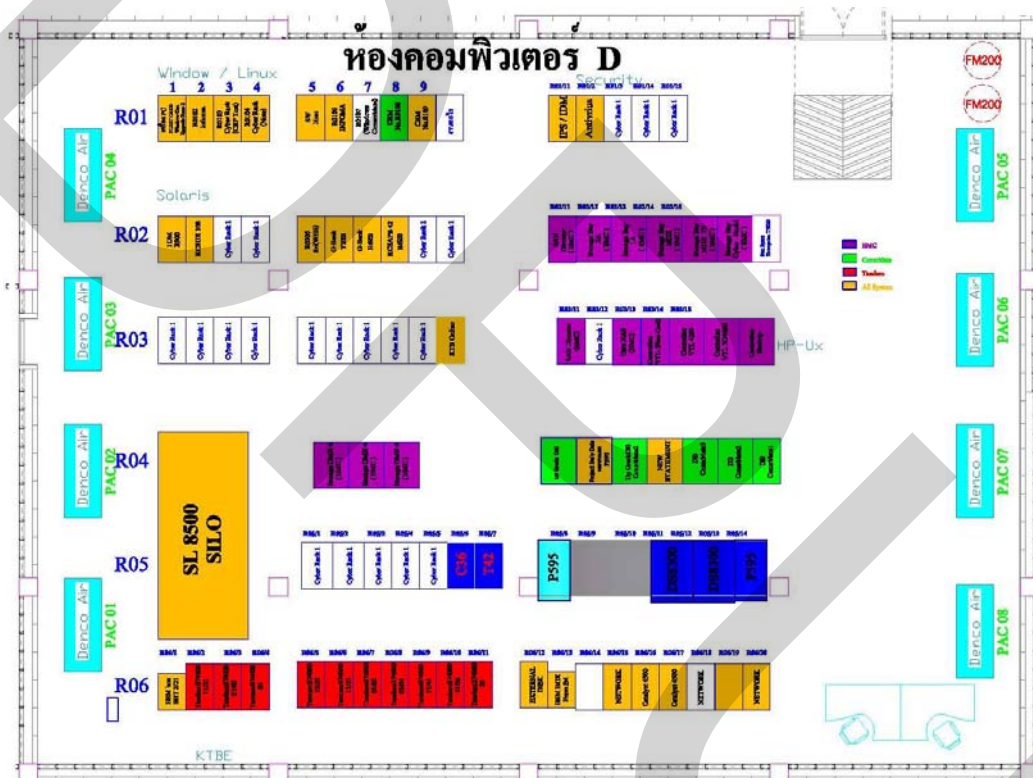
- ขนาดพื้นที่ห้อง 90 m²
- ความสูงของพื้น 30 cm
- ขนาดและจำนวนเครื่องปรับอากาศควบคุมความชื้น 15,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง
- จำนวนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จำนวน 27 เครื่อง
- ระบบไฟฟ้า 2 แหล่งจ่าย



รูปที่ 3.4 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ C

3.1.4 ห้องคอมพิวเตอร์ D (รูปที่ 3.5)

- ขนาดพื้นที่ห้อง 340 m²
- ความสูงของพื้น 60 cm
- ขนาดและจำนวนเครื่องปรับอากาศควบคุมความชื้น 15,000 BTU จำนวน 8 เครื่อง
- จำนวนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ จำนวน 65 เครื่อง
- ระบบไฟฟ้า 2 แหล่งจ่าย



รูปที่ 3.5 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ D

3.2 ปัจจัยและองค์ประกอบที่นำมาศึกษา

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูล เป็นการศึกษาเชิงทดลอง โดยการ ใช้เครื่องมือวัดทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นเครื่องมือในการตรวจวัดหาข้อมูล ศึกษาแนวคิดในการ ออกแบบห้องเก็บข้อมูล รูปแบบของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ที่มีในอนาคต มาทำการศึกษาสภาวะ ที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูล โดยมีปัจจัยที่นำมาประกอบในการพิจารณาศึกษา ได้แก่

- 1) การศึกษาด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพแวดล้อม
- 2) การศึกษาด้านระบบไฟฟ้า
- 3) การศึกษาด้านระบบปรับอากาศ
- 4) การศึกษาด้านอื่นๆ

เหตุผลที่นำปัจจัยทั้ง 4 ด้านมาพิจารณาเป็นองค์ประกอบหลัก เนื่องจากศูนย์คอมพิวเตอร์ หรือห้องเก็บข้อมูล มีความจำเป็นต้องให้อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ทำงานอย่างต่อเนื่องอยู่ ตลอดเวลา เพื่อให้ธุรกิจดำเนินไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ต้องการให้คอมพิวเตอร์ที่เป็นหัวใจหลักในการ ดำเนินธุรกิจ เกิดความเสียหาย หรือหยุดทำงานเป็นเวลานานๆ ซึ่งอาจจะก่อผลเสียต่อธุรกิจ ดังนั้น สิ่งที่สำคัญสำหรับห้องเก็บข้อมูลคือ ระบบไฟฟ้าที่เครื่องคอมพิวเตอร์มีความจำเป็นต้องใช้พลังงาน ไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ซึ่งระบบไฟฟ้านี้เอง มาตรฐาน โครงสร้างพื้นฐานของศูนย์ข้อมูลการสื่อสาร Telecommunication Industry Association 942 (TIA-942) ได้มีการกล่าวไว้เป็นมาตรฐานหลักของ ศูนย์คอมพิวเตอร์ ซึ่งกล่าวถึงรูปแบบการต่อของระบบไฟฟ้า ตั้งแต่แหล่งจ่าย ไปยังศูนย์ คอมพิวเตอร์ รวมทั้งการเลือกระบบไฟฟ้าสำรอง การเลือกระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน และที่สำคัญคือ รูปแบบการต่อของระบบไฟฟ้าไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

สำหรับระบบปรับอากาศมีผลต่อห้องคอมพิวเตอร์ เพราะ ระบบปรับอากาศจะช่วย ระบายความร้อนของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ทำงานหนัก เกิดความร้อนขึ้นสูงที่ตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ หากไม่มีระบบปรับอากาศ เครื่องคอมพิวเตอร์อาจเกิดความเสียหายได้ และอายุการใช้งานสั้นลง และในขั้นตอนการจัดวางตำแหน่งคอมพิวเตอร์ มีความสำคัญสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ เพราะปัจจัย ดังกล่าวนี้ จะเป็นตัวส่งผลกระทบต่อ การใช้พลังงานไฟฟ้า และระบบปรับอากาศ เพราะหากมี การจัดวางตำแหน่งที่ดี จะมีผลต่อการระบายความร้อนของเครื่องปรับอากาศ และกลุ่มการใช้ พลังงานไฟฟ้า สูง ต่ำ ไม่เท่ากัน ภายในห้อง หากมีการจัดวางตำแหน่งที่ดี ก็ยังมีผลต่อการเดินระบบ ไฟฟ้า และสื่อสาร ภายในห้อง เพราะรางเดินสายไฟฟ้าและสื่อสาร หากเดินซับซ้อนไม่เป็นระเบียบ ไม่คำนึงถึงทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศ อาจจะมีขวางทางลมที่ไประบายความร้อนเครื่องปรับอากาศก็เป็นได้ ซึ่งตามมาตรฐาน Telecommunication Industry Association 942 (TIA-942) ก็ได้ กล่าวถึงการจัดโซนของระบบปรับอากาศเอาไว้เช่นกัน

สภาพแวดล้อมของห้องคอมพิวเตอร์นั้น มีค่อนข้างมาก อาทิ เช่น ความสูงของพื้นที่ ความสว่างภายในห้องคอมพิวเตอร์ การทนความร้อนของห้องคอมพิวเตอร์ การควบคุมการเข้าถึงห้องคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่ง Telecommunication Industry Association 942 (TIA-942) ก็ได้กล่าวเอาไว้ ในการแบ่งระดับความน่าเชื่อถือของศูนย์คอมพิวเตอร์ Tier 1-4 แล้ว

จึงเป็นเหตุผลให้ผู้ดำเนินการศึกษา เรื่องการศึกษาสภาวะเหมาะสมสำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์ เลือกลงเอาหัวใจของ ศูนย์คอมพิวเตอร์มาศึกษา เปรียบเทียบกับมาตรฐาน Telecommunication Industry Association 942 (TIA-942) เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แท้จริง และหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น จนได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์ ที่อยู่ในระดับยอมรับได้นั่นเอง

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา

การเก็บรวบรวมข้อมูลจะใช้แบบบันทึกผลการตรวจวัด ห้องคอมพิวเตอร์แต่ละห้อง โดยอ้างอิงปัจจัยหลักทั้ง 4 ด้านที่ได้กล่าวมาแล้ว โดย

3.3.1 ใช้การทดลองวัดค่าต่างๆ เช่น ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าประสิทธิภาพระบบปรับอากาศ โดยเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมาตรฐาน ดังนี้

- 1) เครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า (Power Analyzer)

สำหรับวิเคราะห์ ภาดการณ์ และวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบ พร้อมบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น Power Quality Analyzer Fluke รุ่น 435 หมายเลขเครื่อง DM9511074 ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด $\pm 1\%$ (รูปที่ 3.6)



รูปที่ 3.6 เครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า (Power Analyzer)

2) เครื่องวัดความเร็วลม/ความชื้น (CFM)

สำหรับวัดค่าความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ของอากาศ TESTO รุ่น 416 หมายเลขเครื่อง 01399387 ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด $\pm (0.2 + 1.5\%$ ของค่าที่อ่านได้) (รูปที่ 3.7)



รูปที่ 3.7 เครื่องวัดความเร็วลม / ความชื้น (CFM)

3) เครื่องมือวัดความส่องสว่าง Lux Meter

สำหรับวัดค่าความเข้มของแสงในอาคารสำนักงาน YU FONG รุ่น YF-1065
หมายเลขเครื่อง 870913 ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (รูปที่ 3.8)

ที่ 0-200 LUX $\pm 4\%$ rdg $\pm 0.5\%$ f.s.

ที่ 0-20000 LUX $\pm 7\%$ rdg $\pm 1\%$ f.s.



รูปที่ 3.8 เครื่องมือวัดความส่องสว่าง Lux Meter

4) เครื่องมือวัดไฟฟ้า Multi Meter Clamp Amp

สำหรับวัดค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้า 1 เฟส HIOKI รุ่น 3280-10 หมายเลขเครื่อง 070334614 ค่าความคลาดเคลื่อนของการวัด (รูปที่ 3.9)

AC Current Rang $\pm 1.5\%$ rdg. ± 5 dgt. at 50 or 60Hz

AC Voltage Rang 2.3% rdg. ± 8 dgt. at 50 or 60Hz

DC Voltage Rang $\pm 1.3\%$ rdg. ± 4 dgt.



รูปที่ 3.9 เครื่องมือวัดไฟฟ้า Multi Meter Clamp Amp

3.3.2 ตรวจสอบรูปแบบ Configuration

3.3.3 ตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้องคอมพิวเตอร์ตามมาตรฐาน Telecommunication Industry Association (TIA-942)

3.3.4 ตรวจสอบรูปแบบการวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์

3.4 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อออกแบบทดลอง

ในการศึกษาสถานะที่เหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ นั้นไม่มีเอกสารหรือตำราเล่มใดเคยกล่าวไว้มาก่อน แต่มีเพียงเอกสารในการออกแบบห้องคอมพิวเตอร์ โดยอ้างอิงมาตรฐานศูนย์คอมพิวเตอร์ Telecommunications Industry Association 942 (TIA-942) โดยจะกล่าวถึงระบบประกอบอาคารศูนย์คอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะเป็นระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ ระบบสื่อสาร สภาพแวดล้อมของตัวอาคาร และห้องคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ออกแบบและสร้างศูนย์คอมพิวเตอร์มักอ้างอิงมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ (ตาราง 3.1)

สำหรับมาตรฐานที่ใช้ในการอ้างอิง Tier หรือระดับความน่าเชื่อถือของศูนย์คอมพิวเตอร์นั้นจะกล่าวไว้ในมาตรฐานของ Telecommunications Industry Association 942 (TIA-942) ซึ่งเกี่ยวกับความน่าเชื่อถือของระบบที่มีอยู่ในศูนย์คอมพิวเตอร์ทั้งเรื่อง แหล่งจ่ายไฟฟ้าต่างๆ และระบบการทำความเย็น เป็นต้น

ทั้งนี้สถาบันที่แนะนำเกี่ยวกับการออกแบบระบบ และการวิเคราะห์ความน่าเชื่อถือของระบบนั้นยังมีอีกมากมาย แต่สถาบันที่เป็นที่นิยมกันโดยทั่วไปนั้นได้แก่ IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) ซึ่งได้กล่าวเกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้า การเลือกระบบที่เหมาะสมและมีความน่าเชื่อถือ ใน IEEE-493 (Gold Book) เป็นต้น

ผู้ศึกษาจึงมีความจำเป็นต้องอ้างอิงตามมาตรฐาน Telecommunications Industry Association 942 (TIA-942) มาเป็นตัวเปรียบเทียบประสิทธิภาพ กับค่าตัวแปรที่ตรวจสอบได้ทั้ง 4 ห้อง ว่าค่าที่ตรวจสอบได้เป็นไปตามมาตรฐาน Telecommunications Industry Association 942 (TIA-942) หรือไม่ แต่ผู้ศึกษาได้เลือกใช้มาตรฐานที่เหมาะสมกับบริบทและสภาพแวดล้อมของประเทศไทยดังแสดงตามตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ปัจจัยตรวจสอบด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพสภาพแวดล้อม

ปัจจัยตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์ตามมาตรฐาน TIA-942	TIA-942
1. พื้นที่และขนาดของห้องคอมพิวเตอร์ เพียงพอต่อการติดตั้งอุปกรณ์ Server, Computer, Network System	yes
2. พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ห่างไกลจากภัยพิบัติ น้ำท่วม	recommended
3. ห้องคอมพิวเตอร์ มีผนังที่มีความสามารถทนไฟ ได้ไม่น้อยกว่า 1 ชม.	recommended
4. ห้องคอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่กับห้องไฟฟ้า Main และ UPS สามารถเข้าถึงได้ทันที	yes
5. ความสูงของห้องคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 m และมีผนังกันชนที่สูงกว่า Rack ไม่น้อยกว่า 50 cm.	yes
6. ความสูงของเพนยก (Raised Floor) ต้องไม่น้อยกว่า 60 cm. และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับระบายอากาศสำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และ Return Air ของระบบปรับอากาศ	yes
7. ขนาดของแผ่นเพนยก (Raised Floor) มีขนาด 60 x 60 cm	yes
8. ปริมาณการส่องสว่างของแสงภายในห้องคอมพิวเตอร์อยู่ที่ 500 lux	500 lux /vertical 200 lux/Horizontal

ตารางที่ 3.2 ปัจจัยตรวจสอบด้านระบบไฟฟ้า

	ปัจจัยตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์ตามมาตรฐาน TIA-942	TIA-942
1.	ใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์คอมพิวเตอร์ (โดยเฉพาะอุปกรณ์หลัก) มีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินรองรับ	yes
2.	ขนาดของ Generator เพียงพอต่อการจ่ายให้แก่ UPS ขณะโหลดเต็มพิกัด (Full Load)	yes
3.	ระบบไฟฟ้าหลักจ่ายให้แก่ศูนย์คอมพิวเตอร์ในลักษณะ 2 แหล่งจ่าย (Dual Source)	recommended
4.	อุปกรณ์หลักภายในห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับไฟฟ้าจากระบบ UPS	yes
5.	Battery UPS สามารถสำรองไฟฟ้าขณะไฟฟ้าดับได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที	yes
6.	UPS ที่จ่ายให้กับศูนย์ติดตั้งแบบ N+1 Redundancy หรือดีกว่า	yes
7.	อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Server) และ Network แยกรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายคนละตู้	yes
8.	มี PDU หรือระบบการตรวจสอบการจ่ายไฟในแต่ละห้องคอมพิวเตอร์	yes
9.	ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับการซ่อมแซมได้โดยไม่กระทบต่อการทำงาน	recommended
10.	มีการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Phase Balance Load)	yes
11.	มีการเดินระบบไฟฟ้าภายในราง (Wire Way) อย่างเป็นระเบียบ ไม่มีคางทางลม	yes

ตารางที่ 3.3 ปัจจัยตรวจสอบด้านระบบปรับอากาศ

	ปัจจัยตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์ตามมาตรฐาน TIA-942	TIA-942
1. ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นชนิด Air cool, Water cool หรือ Chiller		yes
2. ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่กระทบต่อระบบคอมพิวเตอร์		yes
3. มีระบบปรับอากาศสำรองภายในศูนย์ หรือติดตั้งแบบ Redundancy N+1 หรือดีกว่า		yes
4. ระบบปรับอากาศหลักมีไฟฟ้าจากไฟฟ้าฉุกเฉิน (Generator)		yes
5. มีระบบตรวจสอบควบคุมความชื้นภายในห้อง		yes
6. ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20-25 องศาเซลเซียส \pm 5%		yes
7. ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมความชื้น (Reactive Humidity) ได้ที่ 40-55 %		yes

ตารางที่ 3.4 ปัจจัยตรวจสอบด้านอื่นๆ

ปัจจัยตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์ตามมาตรฐาน TIA-942		TIA-942
1. มีการจัดช่องร้อย ช่องเส้นสำหรับสายเคเบิลหรือคอมพิวเตอร์เพื่อประโยชน์ของการจัด Zone ในระบบปรับอากาศ		yes
2. มีการจัดกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมาก ๆ		yes
3. หากเครื่องคอมพิวเตอร์มีน้ำหนักมากเกินไป จะต้องมีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก		recommended
4. ในการติดตั้งระบบ Network Cable จะต้องไม่กีดขวางทางลม ของระบบปรับอากาศ		yes
5. ติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล NFPA-75		yes
6. การป้องกันการโจรกรรมข้อมูล		yes

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

เมื่อรวบรวมข้อมูลผลการตรวจวัดของตัวแปรทั้งหมดแล้ว นำผลการวัดที่ได้ มาเปรียบเทียบในแต่ละประเด็นให้เข้ากับมาตรฐานห้องคอมพิวเตอร์ TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 942 (TIA-942)

โดยในอันดับแรกจะต้องกำหนดห้องที่ได้มาตรฐานมาเป็นตัวเปรียบเทียบกับตัวแปรทั้งหมด ว่าห้องที่ได้มาตรฐานควรจะเป็นห้องคอมพิวเตอร์แบบใด มีวิธีรูปแบบการต่อระบบไฟฟ้าและปรับอากาศอย่างไร การวางเครื่องคอมพิวเตอร์ควรวางแบบใดบ้าง สภาวะแวดล้อมที่เหมาะสมภายในห้องคอมพิวเตอร์ควรเป็นแบบใด และมีประเด็นใดบ้างที่ควรปรับปรุงแก้ไขให้เข้ากับมาตรฐาน เพื่อเป็นประโยชน์ในการจัดการห้องคอมพิวเตอร์ต่อไปในอนาคต

จากนั้น เมื่อเปรียบเทียบจากประเด็นต่างๆ ทั้งหมดแล้วจะทำให้สามารถอธิบายสรุปให้ทราบได้ว่า สภาวะที่เป็นอยู่ของห้องคอมพิวเตอร์ปัจจุบัน เปรียบเทียบกับมาตรฐาน อยู่ในระดับใด และจะเสนอแนวทางแก้ไข ให้ได้สภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ ได้อย่างไร ควรจะเป็นไปในรูปแบบใดบ้าง

3.6 ความคาดหวังผลของข้อมูลจากการทดลองห้องคอมพิวเตอร์

ความมุ่งหวังจากแบบทดลอง การหาสภาวะเหมาะสมสำหรับห้องคอมพิวเตอร์ โดยอ้างอิงมาตรฐานศูนย์คอมพิวเตอร์ TELECOMMUNICATIONS INDUSTRY ASSOCIATION 942 (TIA-942) ซึ่งเมื่อรวมข้อมูลผลทดลองทั้งหมด สิ่งที่ได้คือ

3.6.1 ทราบข้อมูลว่า ห้องคอมพิวเตอร์แต่ละห้องที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ได้รับมาตรฐานศูนย์คอมพิวเตอร์ หรือไม่เพียงใด

3.6.2 ทราบข้อมูลว่าปัจจัยต่างๆ ที่นำมาทดลองซึ่งเป็นหัวใจหลักของศูนย์คอมพิวเตอร์ เช่น ระบบไฟฟ้า ระบบปรับอากาศ พื้นที่สภาพแวดล้อม และการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ มีสถานะเป็นอย่างไร

3.6.3 ทราบข้อมูลว่าปัจจัยหลักที่หยาบขรุขระมากขึ้นมาศึกษา เมื่อเกิดปัญหาจากความค้ำยมาตรฐาน จะสามารถเสนอแนวทางแก้ไขได้อย่างไร

บทที่ 4

ผลการศึกษา

จากผลที่ได้จากการศึกษาจะกล่าวถึงหัวข้อหลักที่สำคัญของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ดังต่อไปนี้

- 1) การใช้พื้นที่ติดตั้ง Rack Server
- 2) การใช้งานเครื่องปรับอากาศ
- 3) การสำรวจการติดตั้งระบบสื่อสารและไฟฟ้า
- 4) การสำรวจศูนย์คอมพิวเตอร์ ตามมาตรฐาน TIA 942

จากการศึกษาและเก็บข้อมูลจากห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์แต่ละห้องได้แก่ ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D พบว่ามีขนาดพื้นที่ห้องและจำนวนการติดตั้ง Rack Server ดังนี้ ตารางที่ 4.1 ขนาดพื้นที่ จำนวนตู้ Rack Server ที่มีการใช้งานและสามารถติดตั้งเพิ่มได้

สถานที่	ขนาดพื้นที่ (m ²)	จำนวน RACK ที่ติดตั้งแล้ว (RACK)	สามารถติดตั้งเพิ่มได้ (RACK)
ห้องคอมพิวเตอร์ A	100	14	6
ห้องคอมพิวเตอร์ B	200	35	10
ห้องคอมพิวเตอร์ C	90	27	-
ห้องคอมพิวเตอร์ D	340	65	20

พิจารณาห้องคอมพิวเตอร์ A ขนาดพื้นที่ 100 m² มีการติดตั้ง Rack Server ใช้งานไปแล้วจำนวน 14 RACK สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีกจำนวน 6 Rack ห้องคอมพิวเตอร์ B ขนาดพื้นที่ 200 m² มีการติดตั้ง Rack Server ใช้งานไปแล้วจำนวน 35 Rack สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีกจำนวน 10 Rack ห้องคอมพิวเตอร์ C ขนาดพื้นที่ 90 m² มีการติดตั้ง Rack Server ใช้งานเต็มพื้นที่แล้วจำนวน 27 Rack ไม่สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีก ส่วนห้องคอมพิวเตอร์ D ขนาดพื้นที่ 340 m² มีการติดตั้ง Rack Server ใช้งานไปแล้วจำนวน 65 Rack สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีก จำนวน 20 Rack (ตารางที่ 4.1)

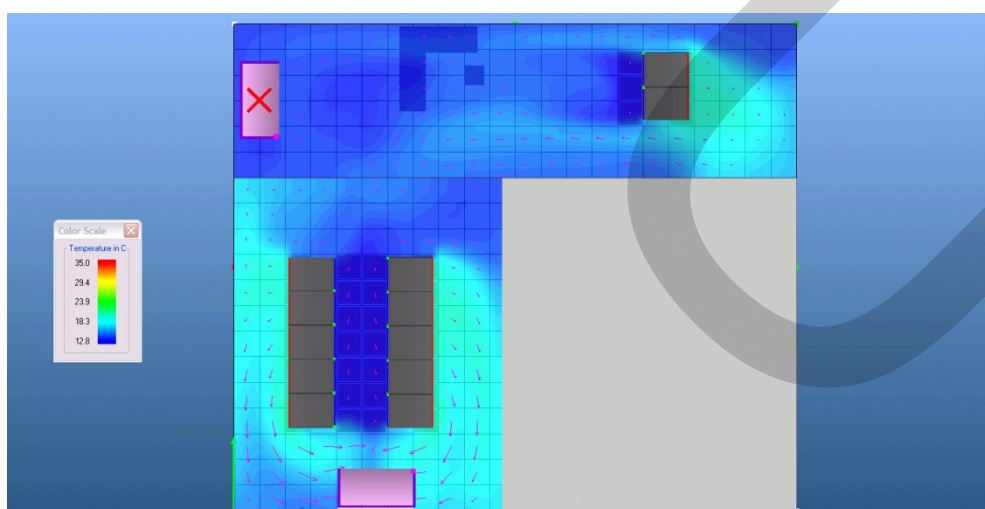
2) การใช้งานเครื่องปรับอากาศ

จากการศึกษาและเก็บข้อมูล เครื่องปรับอากาศ ห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D ได้ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่ และจำนวนความเย็นของเครื่องปรับอากาศ

สถานที่	พื้นที่ (m ²)	เครื่องปรับอากาศใช้งานปกติ (BTU)	เครื่องปรับอากาศสำรอง (BTU)
ห้องคอมพิวเตอร์ A	100	150,000	150,000
ห้องคอมพิวเตอร์ B	200	450,000	150,000
ห้องคอมพิวเตอร์ C	90	300,000	-
ห้องคอมพิวเตอร์ D	340	900,000	300,000

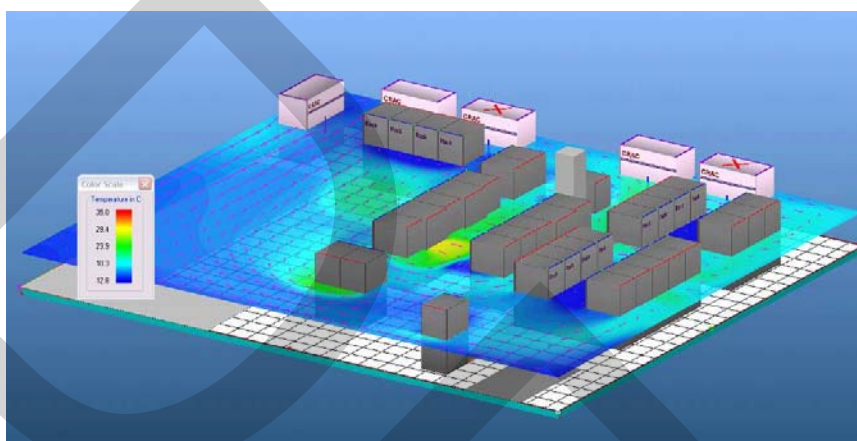
ห้องคอมพิวเตอร์ A ขนาดพื้นที่ 100 m² มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 1 เครื่อง (ตาราง 4.2) และมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรอง ขนาด 150,000 BTU อีกจำนวน 1 เครื่อง อุณหภูมิภายในห้องคอมพิวเตอร์ A มีอุณหภูมิ 24 °C ทิศทางการไหลของลมเย็นที่จ่ายให้กับตู้ Rack Server มีทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 4.1)



รูปที่ 4.1 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ A

ที่มา : รายงานโครงการจัดจ้างศึกษาแนวทางการติดตั้ง Rack Server ในห้องคอมพิวเตอร์;
บริษัท โพรเฟสชั่นนัล คอมพิวเตอร์ จำกัด; 2 มิถุนายน 2553

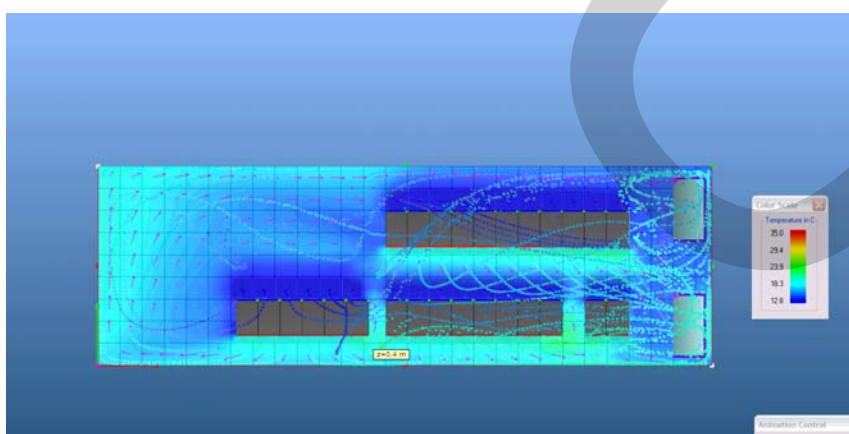
ห้องคอมพิวเตอร์ B ขนาดพื้นที่ 200 m² มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 3 เครื่อง และมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรอง ขนาด 150,000 BTU อีกจำนวน 1 เครื่อง อุณหภูมิภายในห้องคอมพิวเตอร์ B มีอุณหภูมิ 23 °C การวาง Rack Server บางตำแหน่งไม่มีการจัดแบ่งช่องลมร้อนและช่องลมเย็น (รูปที่ 4.2)



รูปที่ 4.2 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ B

ที่มา : รายงานโครงการจัดจ้างศึกษาแนวทางการติดตั้ง Rack Server ในห้องคอมพิวเตอร์;
บริษัท โพรเฟสชั่นนัล คอมพิวเตอร์ จำกัด; 2 มิถุนายน 2553

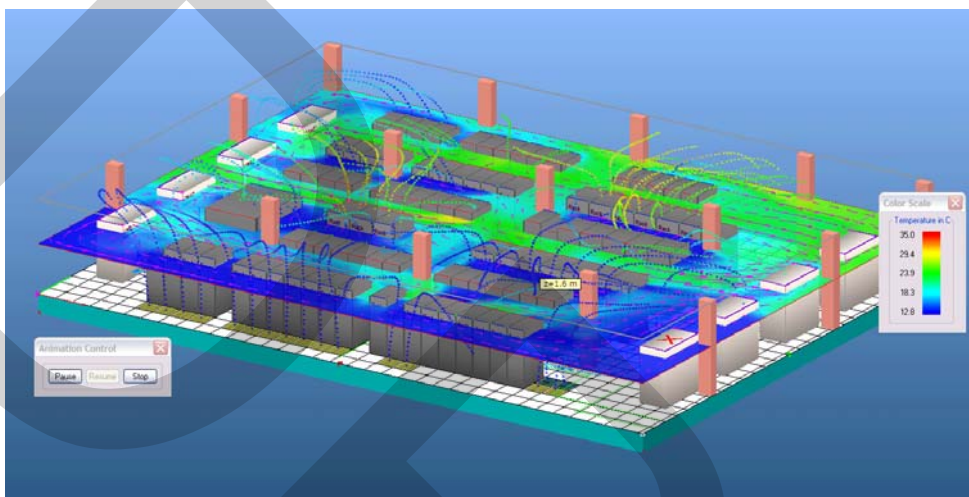
ห้องคอมพิวเตอร์ C ขนาดพื้นที่ 90 m² มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 2 เครื่อง ไม่มีเครื่องปรับอากาศสำรองอุณหภูมิภายในห้องคอมพิวเตอร์ C มีอุณหภูมิ 25 °C ทิศทางการไหลของช่องลมเย็นที่จ่ายให้กับตู้ Rack Server มีทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 4.3)



รูปที่ 4.3 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ C

ที่มา : รายงานโครงการจัดจ้างศึกษาแนวทางการติดตั้ง Rack Server ในห้องคอมพิวเตอร์;
บริษัท โพรเฟสชั่นนัล คอมพิวเตอร์ จำกัด; 2 มิถุนายน 2553

ห้องคอมพิวเตอร์ D ขนาดพื้นที่ 340 m² มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 6 เครื่อง และมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรอง ขนาด 150,000 BTU อีกจำนวน 2 เครื่อง อุณหภูมิภายในห้องคอมพิวเตอร์ B มีอุณหภูมิ 23 °C ทิศทางการไหลของช่องลมเย็นที่จ่ายให้กับตู้ Rack Server มีทิศทางเดียวกัน (รูปที่ 4.4)

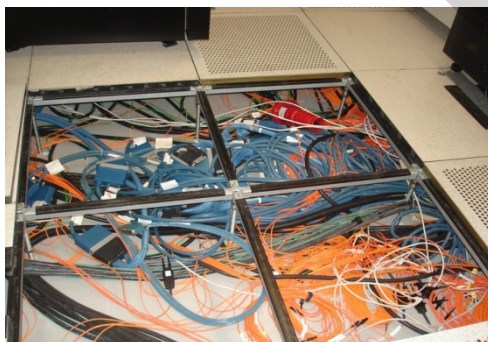


รูปที่ 4.4 พื้นที่และทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ D

ที่มา : รายงาน โครงการจัดจ้างศึกษาแนวทางการติดตั้ง Rack Server ในห้องคอมพิวเตอร์;
บริษัท โปรเฟสชั่นแนล คอมพิวเตอร์ จำกัด; 2 มิถุนายน 2553

3) การสำรวจการติดตั้งระบบสื่อสารและไฟฟ้า

ในการสำรวจการจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าได้พื้นที่ ห้องคอมพิวเตอร์ A พบว่าไม่มีการติดตั้งรางสำหรับระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำให้การเดินสายระบบสื่อสารและสายไฟไม่เป็นระเบียบ ทำให้เกิดความวุ่นวายทิศทางลมของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้นขึ้นมายังห้องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.5



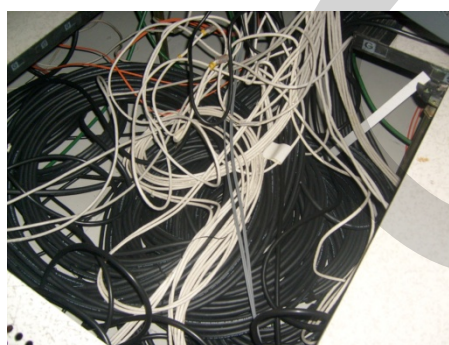
รูปที่ 4.5 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ A

ในการสำรวจการจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ B พบว่าไม่มีการติดตั้งรางสำหรับระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำให้การเดินสายระบบสื่อสารและสายไฟไม่เป็นระเบียบทำให้เกิดขวางแนวทิศทางการไหลของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้นขึ้นมายังห้องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ B

ในการสำรวจการจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ C พบว่าไม่มีการติดตั้งรางสำหรับระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำให้การเดินสายระบบสื่อสารและสายไฟไม่เป็นระเบียบ ทำให้กีดขวางแนวทิศทางการไหลของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้นขึ้นมายังห้องคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ C

เมื่อพิจารณาการจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ D พบว่ามีการติดตั้งพื้นยกที่มีความสูง 60 cm. มีการติดตั้งแนวรางระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำการเดินสายสัญญาณระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้าได้อย่างเป็นระเบียบ ไม่กีดขวางแนวการจ่ายลมเย็นของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้นยก ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 การจัดวางสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้น ห้องคอมพิวเตอร์ D

จากผลการสำรวจการติดตั้งระบบสื่อสารและไฟฟ้าห้องคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง พบว่ามีห้องคอมพิวเตอร์ 3 ห้องที่ไม่มีการติดตั้งแนวรางระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำให้สายสื่อสารและสายไฟฟ้าใต้พื้นจัดวางไม่เป็นระเบียบกีดขวางแนวการจ่ายลมเย็นของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้นยก ซึ่งมีผลทำให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศจ่ายความเย็นให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ภายในห้องได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ

4) การสำรวจศูนย์คอมพิวเตอร์ ตามมาตรฐาน TIA 942

ผลการสำรวจข้อมูลศูนย์คอมพิวเตอร์เทียบกับมาตรฐาน TIA-942 ได้ผลตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการสำรวจข้อมูลด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพแวดล้อม

ปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์และห้องคอมพิวเตอร์	TIA-942	Room A	Room B	Room C	Room D
1. พื้นที่และขนาดของห้องคอมพิวเตอร์ เพียงพอต่อการติดตั้งอุปกรณ์ Server, Computer, Network System	yes	✓	✓	✓	✓
2. พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ห่างไกลจากภัยพิบัติ น้ำท่วม	recommended	✓	✓	✓	✓
3. ห้องคอมพิวเตอร์ มีผนังที่มีความสามารถทนไฟ ได้ไม่น้อยกว่า 1 ชม.	recommended	✓	✓	✓	✓
4. ห้องคอมพิวเตอร์ติดอยู่กับห้องไฟฟ้า Main และ UPS สามารถเข้าถึงได้ทันที	yes	✓	✓	✓	✓
5. ความสูงของห้องคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 เมตรและมีผนังกันชนที่สูงกว่า Rack ไม่น้อยกว่า 50 cm.	yes	✓	✓	✓	✓
6. ความสูงของพื้นยก (Raised Floor) ต้องไม่น้อยกว่า 60 cm. และมีพื้นที่เพียงพอ สำหรับระบายอากาศสำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และ Return Air ของระบบ ปรับอากาศ	yes	< 30	< 30	< 30	✓
7. ขนาดของแผ่นพื้นยก (Raised Floor) มีขนาด 60 x 60 cm	yes	✓	✓	✓	✓
8. ปริมาณการส่องสว่างของแสงภายในห้องคอมพิวเตอร์อยู่ที่ 500 lux	500 lux /vertical 200 lux/Horizontal	600	510	570	530

ตารางที่ 4.4 ผลการสำรวจข้อมูลด้านระบบไฟฟ้า

ปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์และห้องคอมพิวเตอร์	TIA-942	Room A	Room B	Room C	Room D
1. ใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์คอมพิวเตอร์ (โดยเฉพาะอุปกรณ์หลัก) มีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินรองรับ	yes	✓	✓	✓	✓
2. ขนาดของ Generator เพียงพอต่อการจ่ายให้แก่ UPS ขณะโหลดเต็มพิกัด (Full Load)	yes	✓	✓	✓	✓
3. ระบบไฟฟ้าหลักจ่ายให้แก่ศูนย์คอมพิวเตอร์ในลักษณะ 2 แหล่งจ่าย (Dual Source)	recommended	x	✓	✓	✓
4. อุปกรณ์หลักภายในห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับไฟฟ้าจากระบบ UPS	yes	✓	✓	✓	✓
5. Battery UPS สามารถสำรองไฟฟ้าขณะไฟฟ้าดับได้เป็นเวลานาน้อยกว่า 10 นาที	yes	✓	✓	✓	✓
6. UPS ที่จ่ายให้กับศูนย์ติดตั้งแบบ N+1 Redundancy หรือดีกว่า	yes	✓	✓	✓	✓
7. อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Server) และ Network แยกรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายคนละตู้	yes	✓	✓	✓	✓
8. มี PDU หรือระบบการตรวจสอบการจ่ายไฟในแต่ละห้องคอมพิวเตอร์	yes	x	x	x	x
9. ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับการช่อมแซมได้โดยไม่กระทบต่อการทำงาน	yes	✓	✓	✓	✓
10. มีการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Phase Balance Load)	yes	✓	✓	✓	✓
11. มีการเดินระบบไฟฟ้าภายในราง (Wire Way) อย่างเป็นระเบียบไม่เกิดขวางทางลม	yes	x	x	x	✓

ตารางที่ 4.5 ผลการสำรวจข้อมูลด้านระบบปรับอากาศ

ปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์และห้องคอมพิวเตอร์	TIA-942	Room A	Room B	Room C	Room D
1. ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นชนิด Air cool , Water cool หรือ Chiller	yes	✓	✓	✓	✓
2. ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่กระทบต่อระบบคอมพิวเตอร์	yes	✓	✓	✓	✓
3. มีระบบปรับอากาศสำรองภายในศูนย์ หรือติดตั้งแบบ Redundancy N+1 หรือ ดีกว่า	yes	x	✓	x	✓
4. ระบบปรับอากาศหลักรับไฟฟ้าจากไฟฟ้ฉุกเฉิน (Generator)	yes	✓	✓	✓	✓
5. มีระบบตรวจสอบความชื้นภายในห้อง	Yes	✓	✓	✓	✓
6. ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20-25 องศาเซลเซียส ± 5%	yes	✓	✓	✓	✓
7. ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมความชื้น (Reactive Humidity) ได้ที่ 40-55 %	yes	✓	✓	✓	✓

ตารางที่ 4.6 ผลการสำรวจข้อมูลด้านอื่นๆ

ปัจจัยที่ต้องพิจารณาตรวจสอบศูนย์คอมพิวเตอร์และห้องคอมพิวเตอร์	TIA-942	Room A	Room B	Room C	Room D
1. มีการจัดช่องร้อย สาย สำหรับการจัดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประโยชน์ของการจัด Zone ในระบบปรับอากาศ	yes	✓	✓	✓	✓
2. มีการจัดกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมาก ๆ	yes	✓	✓	✓	✓
3. หากเครื่องคอมพิวเตอร์มีน้ำหนักมากเกินไป จะต้องมีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก	recommended	✓	✓	✓	✓
4. ในการติดตั้งระบบ Network Cable จะต้องไม่เกิดขวางทางลม ของระบบปรับอากาศ	yes	x	x	x	✓
5. ติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล NFPA-75	yes	✓	✓	✓	✓
6. การป้องกันการโจรกรรมข้อมูล	yes	✓	✓	✓	✓

4.1 การวิเคราะห์ผลการทดลอง

หัวข้อในการพิจารณาด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพแวดล้อม (ตาราง 4.3) ที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้คือ ขนาดของพื้นที่สำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ จะขึ้นอยู่กับการออกแบบและความต้องการใช้พื้นที่แต่ละห้อง สถานที่ที่ใช้สำหรับสร้างห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นพื้นที่ที่มีความปลอดภัยจากน้ำท่วม สภาพโครงสร้างของผนังห้องแต่ละด้านจะต้องใช้วัสดุทนไฟสามารถป้องกันไฟไหม้ได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง ภายในห้องคอมพิวเตอร์แต่ละห้องจะต้องมีการติดตั้งตู้ไฟฟ้าสำรอง (UPS) ของแต่ละห้องแยกเป็นอิสระซึ่งกันและกัน ความสูงของพื้นห้องจะต้องมีความสูงไม่น้อยกว่า 60 cm ขนาดของแผ่นพื้นยกจะต้องมีขนาด 60 x 60 cm ความสว่างของห้องคอมพิวเตอร์ ไม่น้อยกว่า 500 lux

เมื่อพิจารณาจากผลการสำรวจข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D พบว่า ด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่และสภาพแวดล้อม ของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง ตามหัวข้อที่ใช้ในการพิจารณา ส่วนใหญ่เข้าข่ายตามมาตรฐานกำหนด ยกเว้นในเรื่องความสูงของพื้นยก พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C มีความสูงจากพื้นอาคารถึงพื้นยก (Raised Floor) วัดได้เพียง 30 cm ทำให้ไม่สามารถติดตั้งรางระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำให้การวางระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้าใต้พื้น กีดขวางแนวทิศทางการที่จ่ายจากเครื่องปรับอากาศใต้พื้น Raised Floor ขึ้นมาให้กับห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนห้องคอมพิวเตอร์ D ซึ่งเป็นห้องที่ปรับปรุงก่อนหน้านี้แล้วและมีความสูงของพื้น Raised Floor 60 cm มีพื้นที่สำหรับการติดตั้งรางระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า ทำให้การเดินทางสายสัญญาณระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า สามารถทำได้เป็นอย่างดี ไม่กีดขวางแนวทิศทางการของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้น Raised Floor

หัวข้อในการพิจารณาด้านระบบไฟฟ้า (ตาราง 4.4) ที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้คือ ต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และระบบไฟฟ้าสำรอง (UPS) สำหรับใช้ทดแทนกรณีไฟดับได้อย่างต่อเนื่อง ไม่น้อยกว่า 10 นาที แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายในห้องคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นชนิด 2 แหล่งจ่าย ระบบไฟฟ้าสำรอง (UPS) มีเครื่องสำรองสามารถทำงานทดแทนกันได้ มีการกระจายกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในแต่ละเฟสที่ใกล้เคียงกัน

เมื่อพิจารณาจากผลการสำรวจข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D พบว่าการพิจารณาด้านระบบไฟฟ้า ของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง ส่วนใหญ่เข้าข่ายตามมาตรฐานกำหนด ยกเว้น ห้องคอมพิวเตอร์ A พบว่ามีแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายในห้องเพียงแหล่งจ่ายเดียวซึ่งจะมีผลต่อการอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ เนื่องจากปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์มีการออกแบบให้รองรับระบบไฟฟ้าเป็นแบบ 2 แหล่งจ่าย (Dual Source) แทบทั้งสิ้น เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ หรือจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าหากระบบไฟฟ้าที่ใช้งานอยู่เกิดชำรุดหรือใช้งานไม่ได้ จะไม่

มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าแหล่งที่ 2 ทำงานทดแทนไม่มีการติดตั้งตู้ PDU (Power Distribution Unit) สำหรับตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าของห้องคอมพิวเตอร์แต่ละห้องสำหรับตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง และจากการสำรวจพบว่าภายในห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C ไม่มีการติดตั้งรางไฟฟ้าให้กับสายไฟทำให้การเดินไฟฟ้าให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เป็นระเบียบทำให้เกิดขวางแนวทิศทางลมเย็นจากใต้พื้นที่จะจ่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

หัวข้อในการพิจารณาด้านระบบปรับอากาศ (ตาราง 4.5) ที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้คือระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นชนิด Air Cool คือมีการระบายความร้อนด้วยน้ำและมีระบบควบคุมความชื้น ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง มีระบบปรับอากาศสำรองทดแทนในกรณีระบบปรับอากาศเครื่องใดเครื่องหนึ่งชำรุดหรือต้องทำการปิดเพื่อทำการซ่อมบำรุงรักษา มีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินสำรองใช้งานให้กับระบบปรับอากาศ อุณหภูมิที่จ่ายให้กับมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 20 – 25 °C และมีการควบคุมความชื้นภายในห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ความชื้นระหว่าง 40 – 50 %

เมื่อพิจารณาจากผลการสำรวจข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D พบว่าการพิจารณาด้านระบบปรับอากาศ ของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง ส่วนใหญ่เข้าข่ายตามมาตรฐานกำหนด ยกเว้นระบบปรับอากาศภายในห้องคอมพิวเตอร์ A และ C ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรองทดแทนซึ่งกันและกัน (Redundancy N+1) เพื่อใช้งานในกรณีที่เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานอยู่เกิดชำรุด หรือต้องทำการปิดเครื่องปรับอากาศเพื่อทำการบำรุงรักษา

หัวข้อในการพิจารณาด้านอื่นๆ (ตาราง 4.6) ที่ใช้ในการสำรวจครั้งนี้คือ การจัดช่องลมร้อนช่องลมเย็น การจัดกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีน้ำหนักมาก มีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนักสำหรับกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมาก มีการติดตั้งรางสายสื่อสารเพื่อให้การเดินสายสื่อสารใต้พื้นยกมีความเป็นระเบียบไม่เกิดขวางแนวทิศทางลมเย็นที่จ่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ มีการติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยอัตโนมัติโดยใช้สารเคมี ด้านความปลอดภัยของข้อมูลมีการติดตั้งโปรแกรมป้องกันการจารกรรมข้อมูล

เมื่อพิจารณาจากผลการสำรวจข้อมูลห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D พบว่าการพิจารณาด้านอื่นๆ ของห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้อง ส่วนใหญ่เข้าข่ายตามมาตรฐานกำหนด ยกเว้นการติดตั้งรางสายสื่อสารภายในห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C ยังไม่มีการติดตั้งทำให้การเดินระบบสื่อสารให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เป็นระเบียบทำให้เกิดขวางแนวทิศทางลมเย็นจากใต้พื้นที่จะจ่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

กล่าวโดยสรุปห้องคอมพิวเตอร์ที่ทำการสำรวจข้อมูล ทั้ง 4 ห้อง พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ D เข้าข่ายได้ข้อมูลตามที่มาตรฐาน TIA-942 กำหนดมากที่สุด ส่วนห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C ได้ผลการสำรวจที่ใกล้เคียงกัน

บทที่ 5

สรุปผลการศึกษา

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์สรุปผลด้านต่างๆ ดังนี้

5.1.1 การใช้พื้นที่ติดตั้ง Rack Server

ห้องคอมพิวเตอร์ A ขนาดพื้นที่ 100 m² มีการติดตั้ง Rack Server จำนวน 14 Rack สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีกจำนวน 6 Rack มีการจัดช่องลมร้อนและลมเย็นอย่างชัดเจน ความสูงของพื้นยกภายในห้องมีความสูงเพียง 30 cm. และไม่มีการติดตั้งแนวรางเดินระบบไฟฟ้าและสื่อสาร มีตู้จ่ายไฟฟ้าสำรอง (UPS) มาจากแหล่งจ่ายเดียว

ห้องคอมพิวเตอร์ B ขนาดพื้นที่ 200 m² มีการติดตั้ง Rack Server จำนวน 35 Rack สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีกจำนวน 10 Rack การวางตำแหน่งตู้ Rack Server บางพื้นที่ไม่มีการจัดช่องลมร้อนและลมเย็นทำให้เกิดการปะทะกันระหว่างลมเย็นที่จ่ายขึ้นจากใต้พื้นยกปะทะกับลมร้อนที่ออกจากด้านหลังตู้ Rack Server ความสูงของพื้นยกภายในห้องมีความสูงเพียง 30 cm. และไม่มีการติดตั้งแนวรางเดินระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ห้องคอมพิวเตอร์ C ขนาดพื้นที่ 90 m² มีการติดตั้ง Rack Server ใช้งานเต็มพื้นที่แล้วจำนวน 27 RACK ไม่สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีก มีการจัดช่องลมร้อนและลมเย็นอย่างชัดเจน ความสูงของพื้นยกภายในห้องมีความสูงเพียง 30 cm. และไม่มีการติดตั้งแนวรางเดินระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

ห้องคอมพิวเตอร์ D ขนาดพื้นที่ 340 m² มีการติดตั้ง Rack Server ใช้งานไปแล้วจำนวน 65 Rack สามารถติดตั้ง Rack Server เพิ่มได้อีกจำนวน 20 Rack การวางตำแหน่งตู้ Rack Server มีการจัดช่องลมร้อนและลมเย็นอย่างชัดเจน ความสูงของพื้นยกภายในห้องมีความสูง 60 cm. และมีการติดตั้งแนวรางเดินระบบไฟฟ้าและสื่อสาร

5.1.2 การใช้งานเครื่องปรับอากาศ

ห้องคอมพิวเตอร์ A มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 1 เครื่อง และมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรองขนาด 150,000 BTU อีกจำนวน 1 เครื่อง อุณหภูมิภายในห้อง 24 °C ทิศทางการไหลของช่องลมเย็นที่จ่ายให้กับตู้ Rack Server มีทิศทางเดียวกัน

ห้องคอมพิวเตอร์ B มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 3 เครื่อง และมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรอง ขนาด 150,000 BTU อีกจำนวน 1 เครื่อง อุณหภูมิภายในห้อง 23 °C การวาง Rack Server บางตำแหน่งไม่มีการแบ่งช่องลมร้อนและช่องลมเย็น

ห้องคอมพิวเตอร์ C ขนาดพื้นที่ 90 m² มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 2 เครื่อง ไม่มีเครื่องปรับอากาศสำรองอุณหภูมิภายในห้อง 25 °C ทิศทางการไหลของช่องลมเย็นที่จ่ายให้กับตู้ Rack Server มีทิศทางเดียวกัน

ห้องคอมพิวเตอร์ D ขนาดพื้นที่ 340 m² มีเครื่องปรับอากาศขนาด 150,000 BTU เปิดใช้งานจำนวน 6 เครื่อง และมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรอง ขนาด 150,000 BTU อีกจำนวน 2 เครื่อง อุณหภูมิภายในห้อง 23 °C ทิศทางการไหลของช่องลมเย็นที่จ่ายให้กับตู้ Rack Server มีทิศทางเดียวกัน

5.1.3 การสำรวจการติดตั้งระบบสื่อสารและไฟฟ้า

การตรวจสอบสายระบบสื่อสาร และระบบไฟฟ้าใต้พื้นห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C พบว่าไม่มีการติดตั้งรางสำหรับระบบสื่อสารและระบบไฟฟ้า การเดินสายระบบสื่อสารและสายไฟไม่เป็นระเบียบ กีดขวางแนวทิศทางการไหลของระบบปรับอากาศที่จะจ่ายจากใต้พื้นขึ้นมายังห้องคอมพิวเตอร์ทำให้การจ่ายความเย็นจากเครื่องปรับอากาศให้กับห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ไม่เต็มที่

5.1.4 การสำรวจ ศูนย์คอมพิวเตอร์ ตามมาตรฐาน TIA 942

1) ด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพแวดล้อม จากผลที่ได้จากการสำรวจ พบว่ามีห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C มีความสูงของเพดานไม่ถึง 60 cm ตามมาตรฐานกำหนด

2) ด้านระบบไฟฟ้า จากผลที่ได้จากการสำรวจ พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C ไม่มีการติดตั้งแนวรางเดินระบบไฟฟ้าและสื่อสาร ห้องคอมพิวเตอร์ A มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงแหล่งจ่ายเดียว

3) ด้านระบบระบบปรับอากาศ จากผลที่ได้จากการสำรวจ พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ C ไม่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศสำรองสำหรับทำงานทดแทนกรณีเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานอยู่เสียหรือต้องทำการปิดเพื่อซ่อมบำรุงรักษา

4) ด้านอื่นๆ จากผลที่ได้จากการสำรวจ พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ B การวาง Rack Server บางตำแหน่งไม่มีการจัดช่องลมและช่องลมเย็นทำให้ความเย็นที่จ่ายขึ้นมาจากใต้พื้น บริเวณด้านหน้าของตู้ Rack Server เกิดการปะทะ กับลมร้อนที่จ่ายออกจากด้านหลังของตู้ Rack Server ทำให้เกิดความสูญเสียด้านพลังงาน เครื่องปรับอากาศต้องรับภาระการทำงานที่มากขึ้น

5.2 อภิปรายผล

การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ จากที่ได้ทำการศึกษาห้องคอมพิวเตอร์จำนวน 4 ห้อง สรุปดังนี้

5.2.1 การใช้พื้นที่ติดตั้ง Rack Server

พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ B ไม่มีการจัดช่องลมร้อนและช่องลมเย็นทำให้ความเย็นที่ถ่ายขึ้นมาจากใต้พื้น บริเวณด้านหน้าของตู้ Rack Server เกิดการปะทะกับลมร้อนที่ถ่ายออกจากด้านหลังของตู้ Rack Server ทำให้เกิดความสูญเสียด้านพลังงาน เครื่องปรับอากาศต้องรับภาระการทำงานที่มากขึ้น

5.2.2 การใช้งานเครื่องปรับอากาศ

พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ C จำนวนเครื่องปรับอากาศที่ติดตั้งใช้งานภายในห้องไม่มีเครื่องปรับอากาศสำรองทดแทน กรณีที่เครื่องปรับอากาศที่ใช้งานชำรุดหรือต้องทำการปิดเพื่อทำการซ่อมบำรุงรักษา

5.2.3 การสำรวจการติดตั้งระบบสื่อสารและไฟฟ้า

พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C ความสูงของพื้นที่ที่ไม่ได้ตามมาตรฐานที่กำหนดคือไม่น้อยกว่า 60 cm มีพื้นที่ใต้พื้นยกน้อย ทำให้การเดินสายไฟและสายสัญญาณเกิดขวางทิศทางการไหลของลมเย็นที่ถ่ายให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

5.2.4 การสำรวจ ศูนย์คอมพิวเตอร์ ตามมาตรฐาน TIA 942

ห้องคอมพิวเตอร์ทั้ง 4 ห้องที่ใช้เป็นประชากรในการศึกษา พบว่าห้องคอมพิวเตอร์ D เป็นห้องที่มีคุณลักษณะตามมาตรฐาน TIA 942 เนื่องจากเป็นห้องที่ได้มีการปรับปรุงขึ้นมาใหม่ ส่วนห้องคอมพิวเตอร์ A, B และ C ผลที่ได้จากการสำรวจ พบว่ามีบางหัวข้อ ที่ไม่ได้ตามมาตรฐาน เนื่องจากเป็นห้องที่มีการติดตั้งระบบและใช้งานมานานแล้ว ซึ่งไม่ได้มีการคำนึงถึงเรื่องมาตรฐาน

5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา

จากผลการศึกษาห้องเก็บข้อมูล A,B,C และ D พบปัญหาในเรื่องความสูงของพื้นที่ยก การจัดช่องลมร้อนและลมเย็น การติดตั้งเครื่องปรับอากาศ การติดตั้งรางระบบไฟฟ้าและสื่อสาร การติดตั้งตู้จ่ายไฟฟ้ามี่แหล่งจ่ายไฟมีการติดตั้งเพียงแหล่งจ่ายเดียว ซึ่งสิ่งต่างเหล่านี้ล้วนมีผลต่อสภาวะที่เหมาะสมสำหรับห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ทั้งสิ้น จึงขอสรุปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหา ดังนี้

5.3.1 ห้องคอมพิวเตอร์ A

- 1) ปรับปรุงความสูงของพื้นยกจากเดิม 30 cm. ให้มีความสูงรวมไม่น้อยกว่า 60 cm. เพื่อให้การจ่ายความเย็นจากใต้พื้นยกให้กับตู้ Rack Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ทำการติดตั้งรางสำหรับเดินสายไฟฟ้าบริเวณใต้พื้นยก เพื่อไม่ให้กีดขวางแนวทิศทางลมจากเครื่องปรับอากาศ
- 3) ควรเพิ่มตู้จ่ายไฟฟ้า (UPS) ที่ใช้งานจากเป็น 2 แหล่งจ่ายเพื่อเป็น Redundancy ซึ่งกันและกัน
- 4) ติดตั้งตู้ PDU สำหรับตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

5.3.2 ห้องคอมพิวเตอร์ B

- 1) ปรับปรุงความสูงของพื้นยกจากเดิม 30 cm. ให้มีความสูงรวมไม่น้อยกว่า 60 cm. เพื่อให้การจ่ายความเย็นจากใต้พื้นยกให้กับตู้ Rack Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ทำการติดตั้งรางสำหรับเดินสายไฟฟ้าและระบบสื่อสารบริเวณใต้พื้นยก เพื่อไม่ให้กีดขวางแนวทิศทางลมจากเครื่องปรับอากาศ
- 3) ทำการจัดการวางตำแหน่งเครื่อง Server ให้เป็นระเบียบ มีทิศทางเดียวกัน โดยมีการแบ่งช่องลมร้อนและช่องลมเย็น ที่ชัดเจน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ
- 4) ติดตั้งตู้ PDU สำหรับตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

5.3.3 ห้องคอมพิวเตอร์ C

- 1) ปรับปรุงความสูงของพื้นยกจากเดิม 30 cm. ให้มีความสูงรวมไม่น้อยกว่า 60 cm. เพื่อให้การจ่ายความเย็นจากใต้พื้นยกให้กับตู้ Rack Server ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 2) ทำการติดตั้งรางสำหรับเดินสายไฟฟ้าและระบบสื่อสารบริเวณใต้พื้นยก เพื่อไม่ให้กีดขวางแนวทิศทางลมจากเครื่องปรับอากาศ
- 3) เพิ่มเครื่องปรับอากาศ เพื่อเป็นเครื่องสำรองกรณีเครื่องปรับอากาศที่ใช้งานอยู่เกิดเสียไม่สามารถใช้งานได้
- 4) ติดตั้งตู้ PDU สำหรับตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

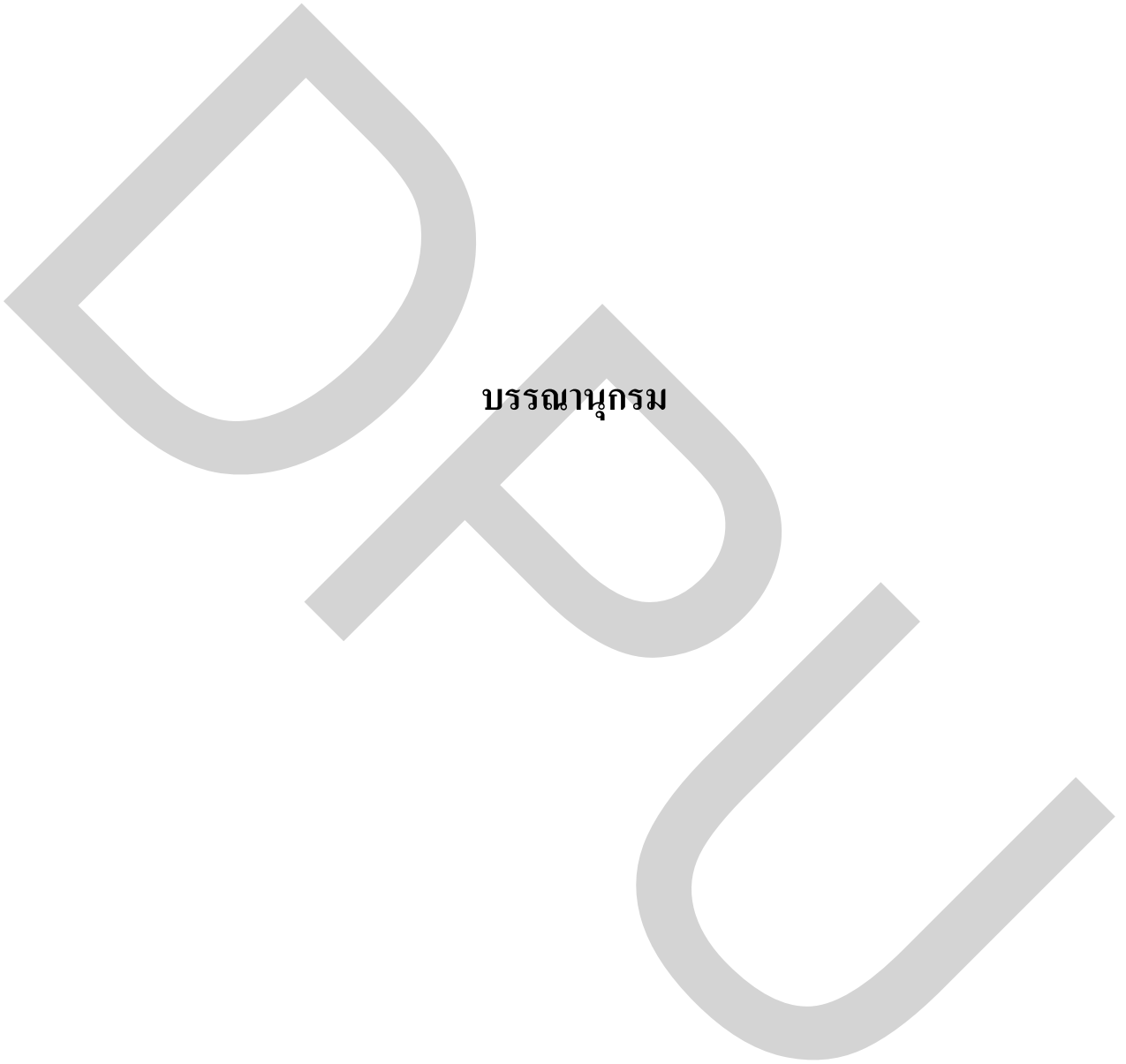
5.3.4 ห้องคอมพิวเตอร์ D

เป็นห้องที่มีสภาพที่เหมาะสม มีการแบ่งพื้นที่สำหรับการวางเครื่อง Server ที่มีขนาดใหญ่ พร้อมกับมีการจัดเตรียมฐานกระจายน้ำหนักรับรองรับ Rack Server ที่มีน้ำหนักมาก ติดตั้งตู้ PDU สำหรับตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า

5.4 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

ข้อเสนอแนะสำหรับการศึกษาในครั้งต่อไปสำหรับผู้สนใจที่ต้องการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องห้องเก็บข้อมูลคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีปัจจัยที่สำคัญในหัวข้อเรื่องดังนี้

- 1) ศึกษาด้านโครงสร้างของอาคาร เพื่อรองรับน้ำหนัก สำหรับการวางเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก รวมถึงวิธีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก
- 2) ศึกษาด้านระบบไฟฟ้าสำรอง ที่ต้องจัดเตรียมให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานวางแผนในการจัดการระบบไฟฟ้าสำรอง เพื่อรองรับการขยายตัวของธุรกิจและก้าวทันกับเทคโนโลยี
- 3) ศึกษาด้านระบบป้องกันอัคคีภัยที่ใช้สำหรับห้องคอมพิวเตอร์ ถึงแนวทางในการเลือกใช้เทคโนโลยีด้านการป้องกันอัคคีภัยสำหรับห้องคอมพิวเตอร์มีวิธีใดบ้าง และความคุ้มค่าในการลงทุน
- 4) ศึกษาด้านการรักษาความปลอดภัยด้านกายภาพของพื้นที่ สำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์ และวิธีการป้องกันการโจรกรรมข้อมูลคอมพิวเตอร์



บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

- ไพบุลย์ หังสพฤกษ์ และเฮอิโซ ไชโต. (2538). การปรับอากาศ. กรุงเทพฯ: ดวงกมล.
 วิทยา ยงเจริญ. (2536). พื้นฐานการทำความเย็นและการปรับอากาศภาคทฤษฎี. กรุงเทพฯ:
 สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยีไทย-ญี่ปุ่น.
 สมศักดิ์ สุโมตยกุล. (2521). เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

วิทยานิพนธ์

- นิสิต ชำรงธรรม. (2552). ระบบไฟฟ้าสำรองต่อเนื่อง (ยูพีเอส) สำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์.
 สารนิพนธ์ปริญญาตรีมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีในอาคาร.
 กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.
 ประยุทธ์ ฤทธิเดช. (2551). การศึกษาการใช้พลังงานทางอ้อมในระบบปรับอากาศแบบแยกส่วนที่
 มีการเดินท่อยาว. สารนิพนธ์ปริญญาตรีมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการเทคโนโลยีใน
 อาคาร. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต.

สารสนเทศจากสื่ออิเล็กทรอนิกส์

- การออกแบบพื้นที่ศูนย์สารสนเทศ: บริษัท SITEM ประเทศไทย สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม 2552
 จาก <http://siweb.dss.go.th/LO/fulltext/new/การออกแบบศูนย์สารสนเทศ.pdf>
 Data Center Site Infrastructure Tier Standard: Topology (By:marketing@sitem ,Update : 17-05-
 2553) จาก <http://www.sitem.co.th/main/th/home/index.php#>
 Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers (Approve April 12,2005)
 จาก <http://www.tiaonline.org/standards/procedures/manuals/engineering.cfm>
 เครื่องมือที่ใช้พลังงานไฟฟ้า: เครื่องทำความเย็นและเครื่องปรับอากาศ สืบค้นเมื่อ 2 ตุลาคม
 2552 จาก <http://www.energyefficiencyasia.org/index.html>

ภาษาต่างประเทศ

ARTICLES

Hull D.A. and Red,T.A. (1990). “A Procedure to Group Residential air Conditioning Load Profile During The Hottest Days in Summer.” Energy, 15. p. 1087-1097.

Montri Wiboonrat “**An Optimal Data Center Availability and Investment Trade-Offs**”
Graduate School of Information Technology Assumption University, Bangkok,
Thailand.

ด
ร
อ

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบห้องคอมพิวเตอร์

ปัจจัยที่ต้องการตรวจสอบห้องคอมพิวเตอร์

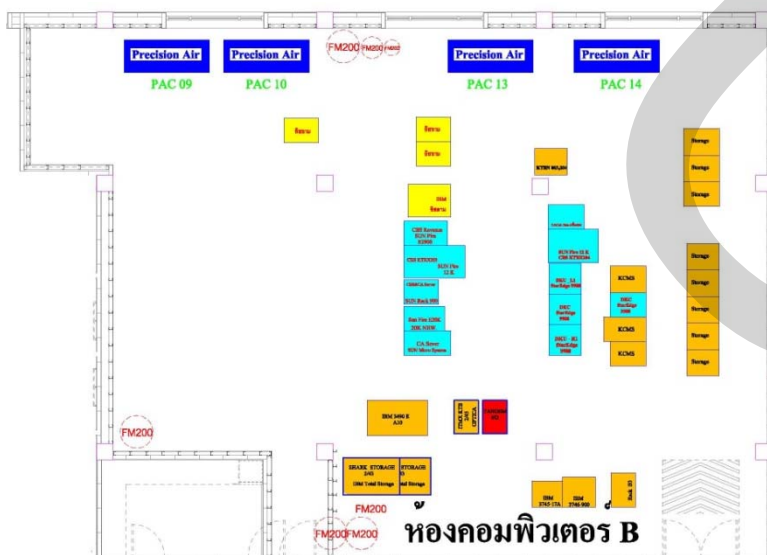
1. ด้านโครงสร้างอาคาร พื้นที่ และสภาพแวดล้อม

1.1 พื้นที่และขนาดของห้องคอมพิวเตอร์ เพียงพอต่อการติดตั้งอุปกรณ์ Server, Computer, Network System

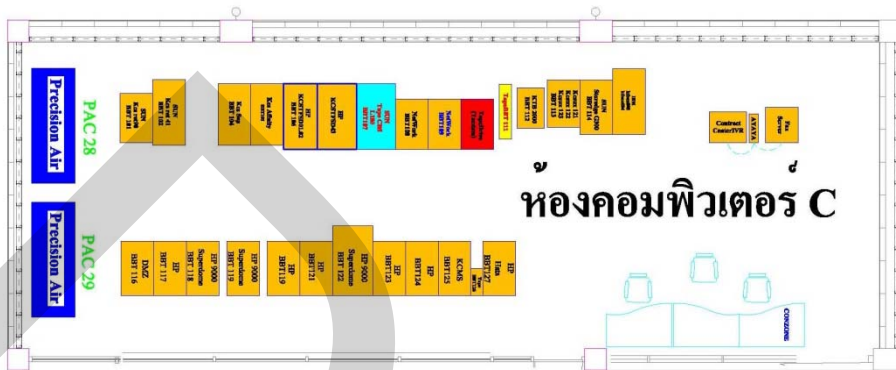
- ห้องคอมพิวเตอร์ A มีขนาดพื้นที่ 100 m² รองรับการจัดตั้งเครื่อง Server จำนวน 14 เครื่อง



- ห้องคอมพิวเตอร์ B มีขนาดพื้นที่ 200 m² รองรับการจัดตั้งเครื่อง Server จำนวน 35 เครื่อง



- ห้องคอมพิวเตอร์ C มีขนาดพื้นที่ 90 m² รองรับการจัดตั้งเครื่อง Server จำนวน 27 เครื่อง



- ห้องคอมพิวเตอร์ D มีขนาดพื้นที่ 340 m² รองรับการจัดตั้งเครื่อง Server จำนวน 65 เครื่อง



1.2 พื้นที่ห้องคอมพิวเตอร์ห่างไกลจากภัยพิบัติ น้ำท่วม

ตัวอาคารได้มีการสร้างให้ห่างจากพื้นที่ด้านข้าง ระดับความสูงพื้นดินภายในศูนย์ฯ มีความสูงมากกว่าระดับพื้นถนนด้านหน้าโครงการ 2 เมตรและซึ่งสามารถป้องกันเหตุการณ์ไฟไหม้จากพื้นที่ข้างเคียงหรือน้ำท่วมได้



- 1.3 ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D มีผนังที่มีความสามารถทนไฟ ได้ไม่น้อยกว่า 1 ชม. ผนังห้องใช้วัสดุกันความร้อน 2 ชั้น ป้องกันความร้อนจากการเผาไหม้ได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 1.4 ห้องคอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่กับห้องไฟฟ้า Main และ UPS สามารถเข้าถึงได้ทันที ห้อง A , B , C และ D มีการติดตั้งระบบไฟฟ้าภายในทุกห้อง
- 1.5 ความสูงของห้องคอมพิวเตอร์ไม่น้อยกว่า 3 m
ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D ความสูงจากพื้นถึงเพดาน 450 cm
- 1.6 ความสูงของพื้นยก (Raised Floor) ต้องไม่น้อยกว่า 60 cm. และมีพื้นที่เพียงพอสำหรับระบาย-อากาศสำหรับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ และ Return Air ของระบบปรับอากาศ
- 1.6.1 ห้องคอมพิวเตอร์ A มีความสูงของพื้นยก จากพื้นขึ้นมา 30 cm. มีความสูงจากพื้นถึงฝ้า 300 cm มีความสูงจากบนฝ้าถึงใต้ท้องคาน 170 cm
- 1.6.2 ห้องคอมพิวเตอร์ B มีความสูงของพื้นยก จากพื้นขึ้นมา 30 cm. มีความสูงจากพื้นถึงฝ้า 300 cm มีความสูงจากบนฝ้าถึงใต้ท้องคาน 170 cm
- 1.6.3 ห้องคอมพิวเตอร์ C มีความสูงของพื้นยก จากพื้นขึ้นมา 30 cm. มีความสูงจากพื้นถึงฝ้า 300 cm มีความสูงจากบนฝ้าถึงใต้ท้องคาน 170 cm
- 1.6.4 ห้องคอมพิวเตอร์ D มีความสูงของพื้นยก จากพื้นขึ้นมา 60 cm. มีความสูงจากพื้นถึงใต้ท้องคาน 390 cm

- 1.7 ขนาดของแผ่นพื้นยก (Raised Floor) มีขนาด 60 x 60 cm
ห้อง A , B , C และ D มีการติดตั้งแผ่นพื้นยก (Raised Floor) มีขนาด 60 x 60 cm ภายในทุกห้อง
- 1.8 ปริมาณการส่องสว่างของแสงภายในห้องคอมพิวเตอร์อยู่ที่ 500 lux /vertical 200 lux/Horizontal
- 1.8.1 ห้องคอมพิวเตอร์ A มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้า Fluorescent ขนาด 36 w จำนวน 24 หลอด มีความสว่าง 540 LUX
- 1.8.2 ห้องคอมพิวเตอร์ B มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้า Fluorescent ขนาด 36 w จำนวน 68 หลอด มีความสว่าง 570 LUX
- 1.8.3 ห้องคอมพิวเตอร์ C มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้า Fluorescent ขนาด 36 w จำนวน 20 หลอด มีความสว่าง 540 LUX
- 1.8.4 ห้องคอมพิวเตอร์ D มีการติดตั้งหลอดไฟฟ้า Fluorescent ขนาด 36 w จำนวน 180 หลอด มีความสว่าง 620 LUX

2. ด้านระบบไฟฟ้า

- 2.1 ใช้ไฟฟ้าภายในศูนย์คอมพิวเตอร์ (โดยเฉพาะอุปกรณ์หลัก) มีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินรองรับพื้นที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ทั้งโครงการมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรอง (Generator) รองรับ
- 2.2 ขนาดของ Generator เพียงพอต่อการจ่ายให้แก่ UPS ขณะโหลดเต็มพิกัด (Full Load) พื้นที่ศูนย์คอมพิวเตอร์มี Generator ขนาด 2,000 KVA จำนวน 2 เครื่อง สำหรับจ่าย load ให้กับระบบไฟฟ้า UPS เพื่อจ่ายให้กับห้องคอมพิวเตอร์ และ Generator ขนาด 500 KVA จำนวน 2 เครื่อง สำหรับจ่าย load ให้กับ ระบบปรับอากาศในห้องคอมพิวเตอร์ และระบบแสงสว่างภายในอาคาร
- 2.3 ระบบไฟฟ้าหลักจ่ายให้แก่ศูนย์คอมพิวเตอร์ในลักษณะ 2 แหล่งจ่าย (Dual Source) พื้นที่ศูนย์คอมพิวเตอร์ได้รับมีการติดตั้งระบบไฟฟ้าสำรอง (Generator) รองรับ
- 2.4 อุปกรณ์หลักภายในห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับไฟฟ้าจากระบบ UPS ห้องคอมพิวเตอร์ A , B C และ D ใช้ระบบไฟฟ้า UPS ทุกห้อง
- 2.5 Battery UPS สามารถสำรองไฟฟ้าขณะไฟฟ้ามดับได้เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 10 นาที ระบบไฟฟ้า UPS ที่จ่ายใช้งานให้กับห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ สำรองระบบไฟฟ้าให้ห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ ในกรณีไฟฟ้ามดับได้ 15 นาที

- 2.6 UPS ที่จ่ายให้กับศูนย์คิดตั้งแบบ N+1 Redundancy หรือดีกว่า
ระบบไฟฟ้า UPS ที่จ่ายใช้งานให้กับห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ มี UPS ขนาด 300 KVA
จำนวน 3 เครื่อง ต่อใช้งานเป็นแบบ N+1 Redundancy
- 2.7 อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Server) และ Network แยกรับไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายคนละตู้
ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D มีการแยกห้องกันและใช้ไฟฟ้าคนละตู้
- 2.8 มี PDU หรือระบบการตรวจสอบการจ่ายไฟในแต่ละห้องคอมพิวเตอร์
ห้องไฟฟ้าไม่มีการติดตั้งระบบการตรวจวัดการใช้ไฟฟ้า ซึ่งค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าของตู้
PDU ของแต่ละห้องจะใช้วิธีการวัดจาก Clip Amp ตรวจวัดแต่ละห้อง
- 2.9 ระบบไฟฟ้าสามารถรองรับการซ่อมแซมได้โดยไม่กระทบต่อการทำงาน
แหล่งไฟฟ้าที่ใช้งาน มี 2 แหล่งจ่าย คือ Source A และ B แยกกันต่างหากจึงสามารถสลับ
แหล่งจ่ายเพื่อรองรับการซ่อมแซมระบบไฟฟ้าได้
- 2.10 มีการจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (Phase Balance Load)
การจ่ายไฟฟ้าให้กับห้องเครื่องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D เพื่อจ่ายให้กับเครื่อง
คอมพิวเตอร์ มีการตรวจสอบการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละ Phase ให้ใกล้เคียงกัน
- 2.11 มีการเดินระบบไฟฟ้าภายในราง (Wire Way) อย่างเป็นระเบียบ ไม่กีดขวางทางลม
ห้องคอมพิวเตอร์ A ไม่มีการจัดการเดินไฟฟ้าในราง Wire Way
ห้องคอมพิวเตอร์ B ไม่มีการจัดการเดินไฟฟ้าในราง Wire Way
ห้องคอมพิวเตอร์ C ไม่มีการจัดการเดินไฟฟ้าในราง Wire Way
ห้องคอมพิวเตอร์ D มีการจัดการเดินไฟฟ้าในราง Wire Way
3. ด้านระบบปรับอากาศ
- 3.1 ระบบปรับอากาศที่ใช้เป็นชนิด Air cool , Water cool หรือ Chiller
ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D มีการติดตั้งระบบปรับอากาศเป็นแบบ Air Cool แบบ
Precision Air แบบจ่ายลมเย็นขึ้นจากใต้พื้นขึ้นมาจ่ายให้กับห้องเครื่องคอมพิวเตอร์
- 3.2 ระบบปรับอากาศสามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยไม่กระทบต่อระบบคอมพิวเตอร์
ระบบปรับอากาศห้อง A มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง
สามารถจ่ายความเย็นให้กับห้องเครื่องตลอดเวลา
ระบบปรับอากาศห้อง B มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 4 เครื่อง
สามารถจ่ายความเย็นให้กับห้องเครื่องตลอดเวลา

ระบบปรับอากาศห้อง C มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง สามารถจ่ายความเย็นให้กับห้องเครื่องตลอดเวลา

ระบบปรับอากาศห้อง D มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 8 เครื่อง สามารถจ่ายความเย็นให้กับห้องเครื่องตลอดเวลา

3.3 มีระบบปรับอากาศสำรองภายในศูนย์คอมพิวเตอร์ หรือติดตั้งแบบ Redundancy N+1 หรือดีกว่า ระบบปรับอากาศห้อง A มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง ติดตั้งแบบ Redundancy N+1 คือมีระบบปรับอากาศ เปิดใช้งาน 1 เครื่อง สำรอง 1 เครื่อง ระบบปรับอากาศห้อง B มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 4 เครื่อง ติดตั้งแบบ Redundancy N+1 คือมีระบบปรับอากาศ เปิดใช้งาน 3 เครื่อง สำรอง 1 เครื่อง ระบบปรับอากาศห้อง C มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 2 เครื่อง ไม่ได้ติดตั้งแบบ Redundancy N+1 คือระบบปรับอากาศ เปิดใช้งานพร้อมกันทั้ง 2 เครื่อง ไม่มีเครื่องปรับอากาศสำรอง ระบบปรับอากาศห้อง D มีเครื่องปรับอากาศ ขนาด 150,000 BTU จำนวน 8 เครื่อง ติดตั้งแบบ Redundancy N+1 คือมีระบบปรับอากาศ เปิดใช้งาน 6 เครื่อง สำรอง 2 เครื่อง

3.4 ระบบปรับอากาศหลักรับไฟฟ้าจากไฟฟ้าฉุกเฉิน (Generator) ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D มีการติดตั้งไฟฟ้าสำรองสำหรับจ่ายให้กับระบบปรับอากาศ กรณีไฟฟ้าดับทั้ง 4 ห้อง

3.5 มีระบบตรวจสอบควบคุมความชื้นภายในห้อง ห้องคอมพิวเตอร์ A , B , C และ D มีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ Precision Air สามารถควบคุมความชื้นได้ทั้ง 4 ห้อง

3.6 ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ที่ 20-25 องศาเซลเซียส \pm 5% ห้องคอมพิวเตอร์ A B , C และ D มีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ Precision Air สามารถวัดค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิ ตั้งแต่วันที่ 1- 30 มกราคม 2553 ดังนี้
 ห้องคอมพิวเตอร์ A อุณหภูมิเฉลี่ย 24 องศา
 ห้องคอมพิวเตอร์ B อุณหภูมิเฉลี่ย 23 องศา
 ห้องคอมพิวเตอร์ C อุณหภูมิเฉลี่ย 25 องศา
 ห้องคอมพิวเตอร์ D อุณหภูมิเฉลี่ย 23 องศา

3.7 ระบบปรับอากาศสามารถควบคุมความชื้น (Reactive Humidity) ได้ที่ 40-55 % ห้องคอมพิวเตอร์ A B , C และ D มีการติดตั้งระบบปรับอากาศแบบ Precision Air สามารถวัดค่าเฉลี่ยของความชื้น ตั้งแต่วันที่ 1- 30 มกราคม 2553 ดังนี้

ห้องคอมพิวเตอร์ A ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 45 % RH

ห้องคอมพิวเตอร์ B ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 48 % RH

ห้องคอมพิวเตอร์ C ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 45 % RH

ห้องคอมพิวเตอร์ D ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ย 45 % RH

4. อื่นๆ

4.1 มีการจัดช่องร้อน ช่องเย็น สำหรับการติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อประโยชน์ของการจัด Zone ในระบบปรับอากาศ

ห้องคอมพิวเตอร์ A การวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์มีการจัดแบ่งทิศทางลมช่องร้อน และช่องเย็นของอุณหภูมิ

ห้องคอมพิวเตอร์ B การวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มีการจัดแบ่งทิศทางลมช่องร้อน และช่องเย็นของอุณหภูมิ

ห้องคอมพิวเตอร์ C การวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่มีการจัดแบ่งทิศทางลมช่องร้อน และช่องเย็นของอุณหภูมิ

ห้องคอมพิวเตอร์ D การวางตำแหน่งเครื่องคอมพิวเตอร์มีการจัดแบ่งทิศทางลมช่องร้อน และช่องเย็นของอุณหภูมิ

4.2 มีการจัดกลุ่มเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมาก

ห้องคอมพิวเตอร์ A ไม่มีการจัดกลุ่มการวางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมากแยกจากกัน

ห้องคอมพิวเตอร์ B ไม่มีการจัดกลุ่มการวางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมากแยกจากกัน

ห้องคอมพิวเตอร์ C ไม่มีการจัดกลุ่มการวางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมากแยกจากกัน

ห้องคอมพิวเตอร์ D มีการจัดกลุ่มการวางเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีน้ำหนักมากแยกจากกัน

4.3 หากเครื่องคอมพิวเตอร์มีน้ำหนักมากเกินไป จะต้องมีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก

ห้องคอมพิวเตอร์ A ไม่มีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก

ห้องคอมพิวเตอร์ B ไม่มีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก

ห้องคอมพิวเตอร์ C ไม่มีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก

ห้องคอมพิวเตอร์ D มีการติดตั้งฐานกระจายน้ำหนัก

4.4 ในการติดตั้งระบบ Network Cable จะต้องไม่กีดขวางทางลม ของระบบปรับอากาศ

ห้องคอมพิวเตอร์ A ไม่มีการจัดการจัดทำราง Wire Way สำหรับระบบสื่อสาร

ห้องคอมพิวเตอร์ B ไม่มีการจัดการจัดทำราง Wire Way สำหรับระบบสื่อสาร

ห้องคอมพิวเตอร์ C ไม่มีการจัดการจัดทำราง Wire Way สำหรับระบบสื่อสาร

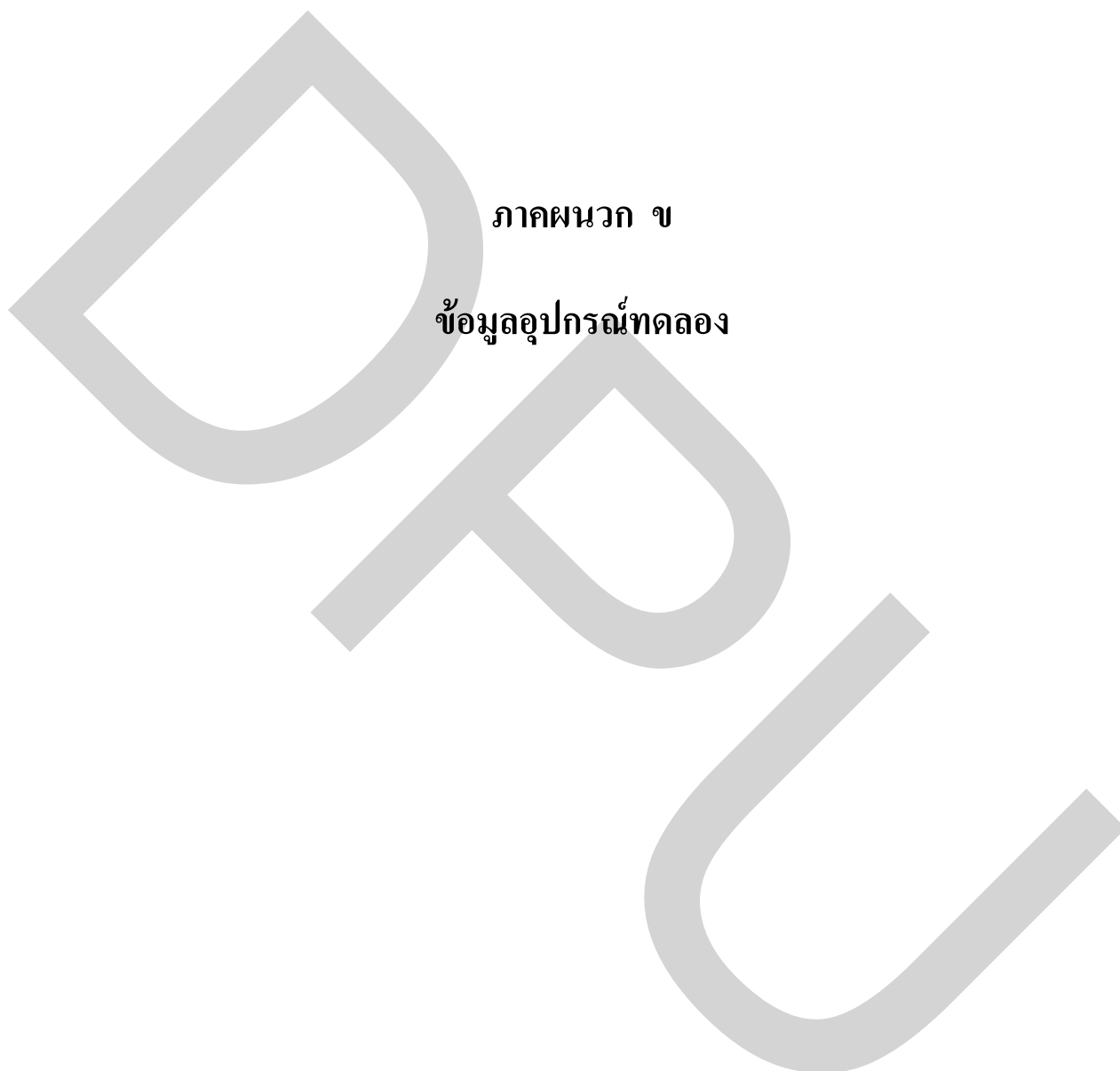
ห้องคอมพิวเตอร์ D มีการจัดการจัดทำราง Wire Way สำหรับระบบสื่อสาร

4.5 ติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล NFPA-75

ห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D มีการติดตั้งระบบดับเพลิงอัตโนมัติ โดยใช้สารเคมี FM 200 ตามมาตรฐาน NFPA-75

4.6 การป้องกันการโจรกรรมข้อมูล

ห้องคอมพิวเตอร์ A, B, C และ D มีระเบียบและมาตรการป้องกันการด้านความปลอดภัยเข้าพื้นที่ และมีการติดตั้งโปรแกรมป้องกันการจารกรรมด้านข้อมูล



ภาคผนวก ข

ข้อมูลอุปกรณ์ทดลอง

เครื่องบันทึกพลังงานไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า (Power Analyzer)

FLUKE.

Fluke 430 Series Three-Phase Power Quality Analyzers

Technical Data

Pinpoint power problems faster, safer and in greater detail

The Fluke 434 and 435 three-phase power quality analyzers help you locate, predict, prevent and troubleshoot problems in three- and single-phase power distribution systems. Troubleshooting is faster with on-screen display of trends and captured events, even while background recording continues. The new IEC standards for flicker, harmonics and power quality are built right in to take the guess work out of power quality.



- **Troubleshoot real-time:** Analyze the trends using the cursors and zoom tools—even while background recording continues
- **Highest safety rating in the industry:** 600 V CAT IV/1000 V CAT III rated for use at the service entrance
- **Automatic Transient Mode:** Capture 200 kHz waveform data on all phases simultaneously up to 6 kV
- **Fully Class-A compliant:** Conduct tests according to the stringent international IEC 61000-4-30 Class-A standard
- **Measure all three phases and neutral:** With included four current probes
- **AutoTrend:** Every measurement you see is always automatically recorded, without any setup
- **System-Monitor:** Up to seven power quality parameters on one screen according to EN50160 power quality standard
- **Inrush mode:** For troubleshooting nuisance circuit breaker tripping
- **View graphs and generate reports:** With included analysis software
- **Logger function:** Configure for any test condition with memory for over 400 parameters at user defined intervals
- **Mains signaling:** Measure interference from ripple control signals at specific frequencies
- **Battery Life:** Seven hours operating time per charge on NiMH battery pack
- **Warranty:** Rugged, handheld troubleshooter with Fluke three-year warranty

Technical specifications

The specifications of the instrument are verified using the "implementation verification" table 3 as specified in IEC 61000-4-30 2002 Chapter 6.2. Accuracy is specified in % of reading unless otherwise specified. Specifications are valid for models Fluke 435 and Fluke 434 unless otherwise specified.

Input characteristics

Voltage inputs	
Number of inputs	4 (3 phases + neutral) dc-coupled
Maximum input voltage	1000 Vrms
Nominal voltage range	50 V to 500 V internally divided in three ranges 500 V, 250 V and 125 V
Maximum peak measurement voltage	6 kV
Input impedance	4 M Ω /5 pF
Bandwidth	> 10 kHz, up to 100 kHz for transient display
Scaling	1:1, 10:1, 100:1, 1000:1 and variable
Current inputs	
Number of inputs	4 (3 phases + neutral) dc-coupled
Type	Clamp on current transformer with mV output
Range	1 Arms to 400 Arms with included clamps (400S) 0.1 Arms to 3000 Arms with optional clamps
Input impedance	50 k Ω
Bandwidth	>10 kHz
Scaling	0.1, 1, 10, 100, 1000 mV/A, variable, 1Ss and H30-Flex
Nominal frequency	40 Hz to 70 Hz
Sampling system	
Resolution	16 bit analog to digital converter on 8 channels
Maximum sampling speed	200 kS/s on each channel simultaneously
RMS sampling	5000 samples on 10/12 ² cycles according IEC 61000-4-30
PLL synchronization	4096 samples on 10/12 ² cycles according IEC 61000-4-7

Display modes

Waveform display	Available in Scope and Transient mode Captures 8 waveforms simultaneously Display update rate 5x per second Up to 10/12 times horizontal zoom Cursors: single vertical line showing min, max, avg reading at cursor position
Phasor	Shows real time phasor diagram Available in Scope and Unbalance mode Display update rate 5x per second
Meter readings	Available in Volts/Amps/Hertz, Harmonics, Power and Energy, Flicker, Unbalance and Logger ⁴ mode
AutoTrend graph	Available in Volts/Amps/Hertz, Dips and Swells, Harmonics, Power and Energy, Flicker, Unbalance, Inrush, Mains Signaling ⁴ Logger ⁴ and Monitor mode Cursors: single vertical line showing min, max, avg reading at cursor position
Bargraph	Available in Harmonics and Monitor mode
Eventlist	Available in Dips and Swells Mains Signaling ⁴ , Logger ⁴ and Monitor mode

เครื่องวัดความเร็วลม/ความชื้น (CFM)



testo 416

Compact Vane Anemometer

Direct display of volume flow and air velocity

NEW!

fpm

cfm





testo 416

The compact testo 416 is an easy to use vane anemometer with attached 16 mm (0.63 in) vane probe on a telescopic handle. Just enter the duct measurements directly into the testo 416 and volume flow measurements (cfm) are shown on the clear display. You can switch between flow and temperature readings easily. Timed and multi-point mean flow calculations allow easy flow analysis, volume accumulation estimates, and temperature variation monitoring. Min-Max values are one button simple, while the "Hold" function freezes the current readings in the display for easy data recording.

testo 416 vane anemometer with cabled telescopic vane probe, battery and calibration document.

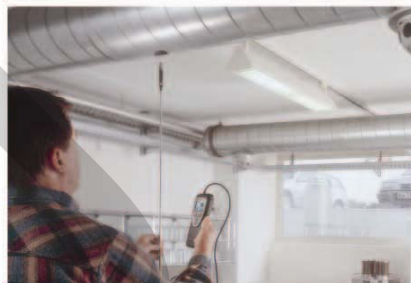
Part no.
0560 4160

Compact Vane Anemometer

- Direct display of volume flow
- Multi-point and timed mean calculations
- Max - Min values make comparisons fast and easy
- "Hold" button freezes readings
- Display light
- Auto-Off function
- TopSafe, protection against dirt and impact



testo 416 monitoring the volume flow of exhaust air



testo 416 helping to adjust supply air

Accessories	Part no.
Case for instrument	0516 0210
TopSafe, protection from impact and dirt	0516 0221
Recharger for 9 V rechargeable battery For external recharging of 0515 0025 battery	0554 0025
9V rechargeable battery for instrument	0515 0025
NIST calibration certificate/Velocity Hot wire, vane anemometer, Pitot tube, calibration points 400, 1000, 2000, 3000, 4000	0520 0204
ISO calibration certificate/Velocity Hot wire, vane anemometer, Pitot tube, calibration points 200, 400, 1000,	0520 0004
ISO calibration certificate/Velocity Hot wire, vane anemometer, Pitot tube, calibration points 1000, 2000, 3000, 4000 fpm	0520 0034

Technical data		
Probe type	Vane	Oper. temp.
Meas. range	+1.8 to +8000 fpm	-4 to +122 °F
Accuracy	±(40 fpm +1.5% of rdg.)	Storage temp.
±1 digit		-40 to +185 °F
Resolution	0.1 fpm	Battery type
		9V battery
		Battery life
		90 hr
		Dimensions
		7 x 2.5 x 1.6 in
		Weight
		11.5 oz
		Material/Housing
		ABS
		Warranty
		2 years

testo Inc
35 Irovia Rd.
Flanders, NJ 07836
Tel.: 800-227-0729
Fax: 973-252-1729
E-Mail: info@testo.com
Internet: www.testo.com

เครื่องมือวัดความส่องสว่าง Lux Meter

YF-1065 Digital Light Meter

is designed and built according to JISC 1609: 1993 and CNS 5119 general A class specifications.



DISPLAY

- 3 1/2 digits LCD with maximum reading of 1999
- Overload display: the "1" will appear in the left position.
- Low battery indication: the battery needs to be replaced when "B" appeared.

FUNCTIONS

- Silicon photodiode and filter for visible light
- Range mark: 320 ~ 730nm/E.
- Peak wavelength: 560nm.
- Testing range: 0~200, 2000, 20000 (indicate x10) LUX.
 - OUTPUT Jack connecting to recorder for long time test
 - Recorder output: DC 20mV f.s.
 - Function Keys: Data hold.
- Lux sensing part: correctively designed in accordance with testing angles and visual sensitivity.
- Safe-sealed photocell for long stability
- Photosensor correctly designed in accordance with testing angles and visual sensitivity

SPECIFICATIONS

	Ranges	Allowance	Remarks
Measuring range	0~200 Lux	±4% rdg ± 0.5% f.s.	Color temperature calibration by standard incandescent bulb 2856°K
	0~2000 Lux	±4% rdg ± 0.5% f.s.	
	0~20000 Lux	±7% rdg ± 1% f.s.	

- Lux-sensing angles: 30° within±2%, 60° within±7%, 80° within±25%.
- Repeatability : ±2%.

ACCESSORIES

- User's manual
- Carrying case
- Sensor cap
- 9V battery x1pc

POWER SUPPLY

- Battery type: 9V NEDA 1604 IEC 6F22 JIS 006P x 1pc.
- Battery life: About 200 hours.

POWER SUPPLY

- Operating temperature & humidity: 0°C~40°C, below 85% RH.
- Storage temperature & humidity: -10°C~60°C(10°F~140°F), below 80% RH.

DIMENSION

Main Unit

- Size: 119 x 64 x 26mm (L x W x H)
- Weight: About 100g (including battery)

Photosensor

- Size: 125 x 66 x 36mm (L x W x H)
- Weight: About 100g
- Photosensor lead length : About 1.5m

เครื่องมือวัดไฟฟ้า Multi Meter CLAMP AMP

Tequipment.NET  USA
 205 Westwood Ave
 Long Branch, NJ 07740
 1-877-742-TEST (8378)
 Fax: (732) 222-7088
 salesteam@Tequipment.NET

HIOKI

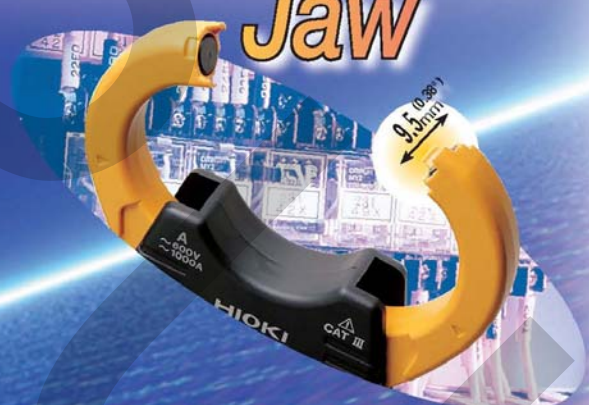
(1.30")
 $\phi 33\text{mm}$
42,00A to 1000A AC
 3-range

CLAMP ON HiTESTER
3280-10/-20

Field measuring instruments



Dual Action
Jaw

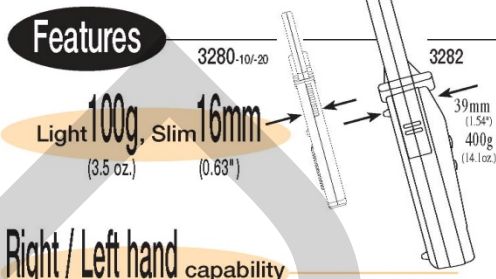


- ✓ Slim body design
- ✓ Easy clamping in narrow locations



2

Safe & Easy Operation!



Right / Left hand capability

● **Test Lead Holder** for convenient voltage measurement

Prevents careless mistakes

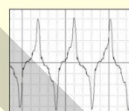
- **Auto-power save** to conserve battery life
- **PTC Protected** (Non-fuse type) protects up to 250 V AC/DC



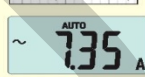
- Independent-opening double-lever design
- Slim body to allow easy clamping even for narrow conductors
- Eliminates magnetization-induced heat and noise, even in heavy-current measurement
- No metal (iron core) exposure, ensuring enhanced safety

True RMS

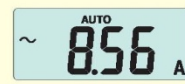
The 3280-20 performs accurate measurements of even small currents in the AC 42.00 A range. It also guarantees accuracy of True RMS measurements for frequencies from 40 Hz to 1 kHz.



Current waveform of the switching power supply (primary side)



MEAN value method 3280-10



True RMS method 3280-20

● Crest factor: 2.5 max. (Applies to input of at least 60% of the range.)

3280-10/20 Specifications (accuracy at 23°C±5°C (73°F±9°F), 80% RH or less)

Function	Range (Accuracy)
AC current	(0.06) - 42.00 / 420.0 / 1000 A (50 to 60Hz: ±1.5%rdg.±5dgt. (3280-10) (45 to 66Hz: ±1.5%rdg.±5dgt. (3280-20) (40 to 45Hz or 66 to 1kHz: ±2.0%rdg.±5dgt. (3280-20))
DC voltage	420.0 m / 4.200 / 42.00 / 420.0 / 600 V (±1.3%rdg.±4dgt.)
AC voltage (50 to 500 Hz)	4.200 / 42.00 / 420.0 / 600 V (±2.3%rdg.±8dgt.)
Resistance (open terminal voltage 3.4 V max. ^{#1})	420.0 / 4.200 k / 42.00 k / 420.0k / 4.200 M / 42.00 MΩ (±2.0%rdg.±4dgt. ^{#2})
Continuity (open terminal voltage 3.4 V max.)	420.0 Ω (±2.0%rdg.±6dgt.) (buzzer sounds at approx 50 Ω or less)

^{#1}. at 420 Ω (4.2k 0.7V typ.) 42k to 42M 0.5V typ.)

^{#2}. at 420 to 420kΩ (4.2MΩ ±5.0%rdg.±4dgt. 42MΩ ±10.0%rdg.±4dgt.)

- **AC measurement:** mean value ● **Ancillary functions:** auto ranging, data hold function, auto power save function, battery life warning function
- **Display:** Max.4199 count LCD ● **Sampling rate:** 2.5 times/sec (Fast), 1 times/3sec (Slow) ● **Measurable conductor diameter:** ø3mm (1.30") max.
- **Maximum rated voltage to earth:** CAT III 600 V (Current measurement section), CAT III 300 V, CAT II 600 V (Voltage measurement section) ● **Max.input current:** 2000 A rms cont. ● **Max.input voltag:** 600 V rms ● **Effect of conductor position:** within ±5.0 % in any direction from the center of sensor

- **Overload protection:** DCV/ACV - 600 V DC / AC rms; ohms/continuity - 250 V AC rms ● **Applicable standards:** Safety - EN61010, CAT III 600V(AC A), CAT III 300V, CAT II 600V(AC/DC V) Type A current sensor, UL 61010B ; EMC - EN61326 ● **Drop-proof:** 3280-10/20 can with stand a 1m drop onto a concrete floor ● **Location for use:** Indoors, altitude up to 2000 m ● **Ambient temperature of use:** 0 to 40°C (32°F to 104°F), 80%rh (no condensation) ● **Storage temperature range:** -10 to 50°C (14°F to 122°F), (no condensation) ● **Power source:** CR2032 battery×1 (3V DC)
- **Continuous operating time:** approx. 150 hours (3280-10), 50 hours (3280-20) ● **Dimensions and mass:** Approx. 57 W×175 H×16 D mm, 100 g (Approx 2.2" (W)×6.9" (H)×0.6" (D), 3.5 oz.)
- **Accessories:** battery, carrying case, test leads and manual

- ⚠ **WARNING** Inspect the unit and check that it is operating correctly before use. When carrying out measurement on live lines, wear proper protective gear, insulating rubber gloves, insulating rubber boots and safety helmet, and use extreme caution to avoid electric shock accidents.
- ⚠ **DANGER** In order to prevent short-circuits and injury, use the clamp product on electrical circuits with a voltage less than the maximum operation circuit voltage.



Includes TEST LEAD 9208 and CARRYING CASE 9398

HIOKI
HIOKI E. E. CORPORATION

T **USA**
Equipment
.NET

205 Westwood Ave
Long Branch, NJ 07740
1-877-742-TEST (8378)
Fax: (732) 222-7088
salesteam@Equipment.NET

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล

ประวัติการศึกษา

บุญเลิศ เตียไพรัชกุลกิจ

การศึกษาระดับบัณฑิต

คณะศิลปศาสตร์ สาขาเศรษฐศาสตร์สหกรณ์

สถาบันราชภัฏจันทรเกษม พ.ศ. 2534

ตำแหน่งและสถานที่ทำงานปัจจุบัน

Network Consultant ฝ่ายจัดการอุปกรณ์และบำรุงรักษา

บริษัท กรุงไทย คอมพิวเตอร์ เซอร์วิส จำกัด

99/999 หมู่ 5 ถนนบางกรวย-ไทรน้อย อำเภอบางบัวทอง

จังหวัดนนทบุรี 11110