

## อาคารอัจฉริยะ (Intelligent Building)

โดย นายวิญญู วานิชศิริโรจน์  
วารสาร Arch & Idea ปีที่ 1 ฉบับที่ 6 ธันวาคม-มกราคม 2542

### ความนำ

ในวงการสถาปัตยกรรมปัจจุบัน มีเรื่อง เกี่ยวกับ เทคโนโลยี อาคาร ที่กำลัง เป็นที่สนใจ อย่างมาก เรื่องหนึ่ง คือ การออกแบบ อาคาร อัจฉริยะ หรือ Intelligent building โดย เป็นเรื่องที่ กำลัง อยู่ใน ความ สนใจ ของสถาปนิก ทั่วโลก มีข่าวว่า ที่ประเทศในแถบ ยุโรป ได้จัดตั้ง กลุ่มที่ เกี่ยวกับ เรื่องนี้ โดยเฉพาะ มีชื่อว่า “European Intelligent Building Group” มีการประชุม และ สัมมนา ทางวิชาการ เรื่องนี้ หลายครั้ง ใน หนึ่งปี รวมทั้ง สถานศึกษา หลาย แห่ง ในต่างประเทศ เปิดสอนวิชา เทคโนโลยี การออกแบบ อาคารอัจฉริยะ ในระดับ ประกาศนียบัตร (Diploma) อีกด้วย จากข้อมูลเหล่านี้ แสดงให้เห็น ว่า ในต่างประเทศ มีการตื่นตัวในเรื่องนี้กันอย่างมาก



บทความนี้จะให้รายละเอียดเกี่ยวกับอาคารอัจฉริยะโดยสังเขปเพื่อเป็นการให้ข้อมูลที่ถูกต้องในเรื่องนี้ เนื่องจากเมื่อราว 4-5ปี ที่ผ่านมา มีการ นำ คำนี้ ไปใช้คิดความจริง เป็นอย่างมาก ในการโฆษณาขายอาคาร เจ้าของอาคารเกือบทุกอาคารในขณะนั้นจะกล่าวอ้างว่าอาคารของตน เป็นอาคารอัจฉริยะ โดยหวัง สร้างภาพ เพื่อผลในการขาย พื้นที่ ทำให้ผู้คนทั่วไป เกิดความสับสน และ เข้าใจผิดในเรื่องนี้เป็นอย่างมาก

นอกจากนี้บทความนี้ยังมีวัตถุประสงค์ให้ผู้สนใจเรื่องเรื่องนี้ ใช้เป็นแนวทางในการศึกษาเพิ่มเติมโดยละเอียดต่อไปในอนาคตอีกด้วย

### อาคารอัจฉริยะคืออะไร

ในการเรียกดูว่าเป็นอาคารอัจฉริยะนั้นเราใช้เรียกในแง่ตรงข้ามกับที่ใช้ในวงการกล้องถ่ายรูป ตัวอย่างเช่น กล้องที่ใช้ทำงานง่าย เป็นระบบ อัตโนมัติ ทั้งหมด โดยคนใช้ไม่ต้องทำอะไร นอกจากเสียบภาพ กดปุ่ม เราเรียกกล้อง ชนิดนี้ว่า กล้องปัญญาอ่อน ไม่ยกเรียกว่า กล้องอัจฉริยะ ซึ่งน่าจะเรียกชื่ออื่น มากกว่า น่ากลัวคนตั้งชื่อ จะประชดคนใช้งาน เสียมากกว่า กระมัง ถือเป็นโชคดีที่วงการอสังหาริมทรัพย์ไม่ตามอย่างการ เรียกชื่อในวงการกล้องถ่ายรูป ขึ้นชื่อ แนวทางเดียวกันคงไม่มีใคร มาชื่อตึก หรือเช่าพื้นที่ในอาคาร แบบนี้เป็นแน่

อาคารอัจฉริยะ มีชื่อเรียกได้หลายชื่อ ตั้งแต่ ตึกฉลาด (Smart Building) อาคารเทคโนโลยีขั้นสูง (High Tech Building, High Tech Real Estate) แต่ชื่อ ที่ฮิตที่สุด คงเป็น “Intelligent building” ซึ่งคนไทยนำมาแปลเป็นคำว่า อาคารอัจฉริยะ จริงๆแล้วคำว่า “Intelligent” ไม่ถึงขั้น ฉลาดเป็นอัจฉริยะ แต่ เป็นแค่ ฉลาด-รู้จักคิด เท่านั้น คนไทยคงเห็นว่าไม่ขลังเลยยกฐานะให้เป็นอัจฉริยะเสียเลยให้ดูสูงส่งหน่อย ไม่น่าว่า ฝรั่งมาเห็น คนไทย ใช้คำแบบนี้ อาจ เปลี่ยนมาเรียกเป็น “Genius Architectural” ก็ได้

ความหมายของอาคารอัจฉริยะมีหลายแง่ แต่คำจำกัดความง่ายๆที่เคยลงในนิตยสาร New York Time มีใจความว่า อาคารตึกฉลาดคือ “อาคารที่มี เครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นสมองส่วนกลาง มีระบบประสาทที่เป็นสายไฟฟ้าและสายสัญญาณ พร้อมอุปกรณ์ตรวจจับอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Sensors) อยู่ ตามบริเวณ ต่างๆ ทั่วอาคาร คอยเป็นหูเป็นตาให้กับระบบคอมพิวเตอร์ที่จะสามารถตรวจสอบ รายงานและควบคุม อุปกรณ์ของอาคารได้ตลอดเวลา โดยเจ้าของอาคาร และ ผู้ใช้งานสามารถใช้ประโยชน์จากการควบคุมนี้ โดยการสั่งการทำงานของอุปกรณ์ ต่างๆได้จากศูนย์ควบคุมส่วนกลางนั่นเอง นอกจากนี้ คอมพิวเตอร์ และ ระบบ สื่อสารส่วนกลางยังใช้ประโยชน์ในการติดต่อสื่อสารข้อมูล ระหว่างผู้ใช้งานในอาคารนั้นๆอีกด้วย”

คำจำกัดความอื่นๆ เช่น “อาคารอัจฉริยะคืออาคารที่ได้รับการออกแบบโดยใช้เทคนิคการก่อสร้างที่ก้าวหน้า มีความแตกต่าง จาก อาคาร ธรรมดา ในทุกแง่ มีการติดตั้งอุปกรณ์ ที่รับรู้ ข้อมูลต่างๆ ของอาคาร โดยข้อมูลนั้นจะถูกส่งไปยังระบบประมวลผล ซึ่งมีความสามารถ ในการวิเคราะห์ข้อมูล ที่ได้รับ แล้ว สั่งการ ให้ระบบของอาคาร ปรับเปลี่ยนตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไป โดยผลที่ต้องการคือผู้ใช้งานอาคาร ได้รับผลประโยชน์สูงสุด” ซึ่ง จะว่าไปแล้ว อาคารอัจฉริยะ จะต้องทำงานได้คล้ายสิ่งมีชีวิตคือมีการรับรู้และสามารถตอบสนองกับสิ่งเร้าทั้ง จากภายในและภายนอก อีกทั้ง สามารถปรับตัว ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อม เพื่อให้ตนเองมีการใช้ชีวิตได้อย่างปกติสุขนั่นเอง

### ประวัติความเป็นมาของการพัฒนาอาคารอัจฉริยะ

ในราวปลายทศวรรษที่ 70 ได้มีการพัฒนาระบบเครื่องกลและไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำระบบคอมพิวเตอร์ เข้ามาควบคุม การทำงาน ให้เป็นแบบ รวมศูนย์ มีการติดตาม และ ดูแลการทำงานของเครื่องจักรผ่านตัวรับสัญญาณ และ เพิ่มประสิทธิภาพ ของระบบให้ สามารถตอบสนองกับสภาพแวดล้อมที่ถูกต้องแม่นยำมากขึ้น เทคโนโลยีนี้เป็นปัจจัยแรกๆที่ก่อให้เกิดระบบอาคารอัจฉริยะ

แนวความคิดในการพัฒนาและออกแบบอาคารให้เป็นอาคารอัจฉริยะมีมาตั้งแต่ราวปี พ.ศ. 2524 (ค.ศ.1981) โดยในทศวรรษที่ 80 เริ่มมีการนำ ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติมาใช้ใน ระบบรักษาความปลอดภัย, ระบบไฟฟ้าแสงสว่างของอาคาร แต่ในสมัยแรกระบบต่างๆมักถูกออกแบบให้ ทำงานอย่างอิสระ ขาดการประสานและทำงานร่วมกัน

ตัวอย่างของอาคารที่ได้รับการยอมรับว่ามีระบบที่เป็นอาคารอัจฉริยะในอดีตถึงปัจจุบันมีดังนี้

อาคารในยุคต้นทศวรรษที่ 80

อาคารยุค ปลายทศวรรษที่ 80



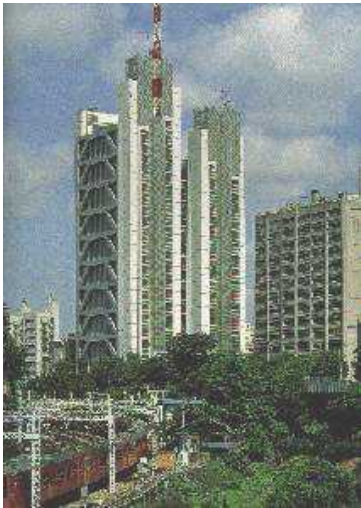
รูปที่ 1 อาคาร Lloyds Building ออกแบบโดย Richard Rogers Partnership

อาคารยุคต้นทศวรรษที่ 90



รูปที่ 2 อาคาร NEC Tower ออกแบบโดย Nikken Sekkei

อาคารยุคปลายทศวรรษที่ 90



รูปที่ 3 อาคาร IBM Century Tower ออกแบบโดย Foster Associates Ltd.



รูปที่ 5 อาคาร Hong Kong Bank ออกแบบโดย Sir Norman Foster

อาคารที่กำลังอยู่ในระหว่างการออกแบบ



รูปที่ 4 อาคาร Twin 21 Building อาคารนี้ตั้งอยู่ ณ.เมือง โอซาก้า ประเทศญี่ปุ่น



รูปที่ 6 อาคาร Turbine Tower ออกแบบโดย Richard Rogers

อาคารอัจฉริยะในยุคแรกๆเช่นอาคาร Lloyds นั้นเป็นอาคารที่มีความทันสมัยมากในยุคนั้น โครงการนี้ ประกอบด้วย ระบบ ควบคุมอาคาร แบบอัตโนมัติ ที่ใช้ เทคโนโลยี ใหม่ล่าสุด ในขณะนั้น มีระบบบริหารอาคาร (Building Management System) ชั้นยอด แต่สิ่งที่ขาดไปคือความสามารถในการประสานระบบทั้งหมดให้สามารถทำงานร่วมกัน ระบบส่วนใหญ่ในยุคนั้นถูกออกแบบให้ทำงานแยกกันเป็นอิสระ ปัญหาส่วนหนึ่งมาจากค่าใช้จ่ายที่สูงและเจ้าของอาคารไม่เต็มใจที่จะต้องลงทุนในระบบนี้ เนื่องจาก ไม่เห็น ความสำคัญ ในเรื่องนี้

---

#### องค์ประกอบของอาคารอัจฉริยะ

องค์ประกอบใหญ่ๆของอาคารอัจฉริยะนั้นต้องประกอบด้วยส่วนต่างๆ สี่ส่วนคือ

1. ระบบบริหารอาคาร (Building Management System)
2. งานระบบอาคาร (Building System)
3. ระบบโครงสร้างอาคาร (Building Structure)
4. ส่วนให้บริการลูกค้า (Tenants Service)

โดยรายละเอียดของแต่ละส่วนมีดังนี้

##### 1.ระบบบริหารอาคาร (Building Management System )

ระบบบริหารอาคาร มาจากแนวความคิดที่ว่า การใช้ระบบอัตโนมัติในการบริหารระบบและทรัพยากรของอาคารจากส่วนกลาง จะสามารถช่วยสร้างประสิทธิภาพในการทำงานของอาคารโดยรวม



รูปที่ 7 ตัวอย่างห้องควบคุมอาคารกลาง

ปัจจุบัน การที่มีเทคโนโลยีการสื่อสารและความก้าวหน้าของซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ทำให้ระบบนี้มีการทำงานได้เป็นอย่างดี ทั้งการเฝ้าดูและควบคุมได้จากจุดๆเดียว ระบบบริหารอาคารยังแบ่งออกได้หลายอย่างดังนี้

**การบริหารสิ่งอำนวยความสะดวกและการบริหารงานซ่อมบำรุง (Facility & Maintenance Management)**

งานส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมและตรวจสอบประสิทธิภาพการทำงานของระบบต่างๆเช่น ระบบปรับอากาศ, ระบบ ระบายอากาศ, ระบบป้องกันเพลิงไหม้, ระบบ รักษา ความปลอดภัย ระบบ สุขาภิบาล และ ระบบอื่นๆ โดยเน้นเกี่ยวกับการวางแผนด้านการซ่อมบำรุง

โปรแกรมที่ใช้ในระบบนี้เรียกว่า “โปรแกรมช่วยเหลือการบริหารส่วนสนับสนุน หรือ Computer Aided Facility Management (CAFM) โปรแกรมนี้ ประกอบด้วย ฐานข้อมูล ขนาดใหญ่ ที่เก็บข้อมูล ของอาคารทั้งหมด สามารถ กำหนดแผนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ ทำแผนการซ่อมแซมตัวในกรณีฉุกเฉิน เก็บข้อมูลค่าใช้จ่าย ในการ ซ่อมแซม และ ประวัติ การซ่อมบำรุง



รูปที่ 8 ตัวอย่างโปรแกรมที่ใช้ดูแลCooling Tower พร้อมรายการซ่อมบำรุง

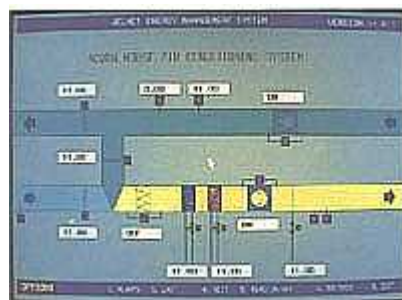
#### ระบบควบคุมการใช้พลังงาน (Energy Management)

ระบบนี้ทำหน้าที่วางแผนและควบคุมการใช้พลังงานของอาคาร โดยจะบริหารการใช้พลังงานให้ได้ประโยชน์สูงสุดโดยใช้ค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด ตัวอย่างที่มีประโยชน์มากสำหรับระบบนี้ในประเทศไทยคือการบริหารการใช้ไฟฟ้าของอาคารเพื่อหลีกเลี่ยงการจ่ายค่าใช้ไฟฟ้าสูงสุดของแต่ละเดือน (Demand Charge)



รูปที่ 9 กราฟแสดง พลังไฟฟ้าสูงสุดที่ได้จากระบบ BAS

ในระบบที่มีความสามารถมากนั้น สามารถนำข้อมูลการใช้พลังงานในอดีตของผู้ที่อยู่ในอาคาร มาวิเคราะห์แล้วสั่งให้ระบบต่างๆทำงาน เช่น กำหนดการเปิดและปิดระบบต่างๆให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยทำให้ได้ทั้งความสะดวกสบายของผู้ใช้และประหยัดพลังงานสูงสุดอย่างอัตโนมัติ



รูปที่ 10 หน้าจอโปรแกรมชื่อ Jelnet Energy Management System ควบคุมการใช้พลังงานของอาคาร

#### ระบบรักษาความปลอดภัย (Security Management)

ระบบ รักษาความปลอดภัยใน อาคารอัจฉริยะ จะคอยตรวจตรา และ ตรวจสอบ การเข้า-ออกอาคารของ บุคคลประเภทต่างๆ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ มีตั้งแต่ ระบบ ควบคุม ทางเข้า-ออก (Access Control) อุปกรณ์ตรวจสอบความร้อน, กล้องวงจรปิด, ระบบตรวจสอบการเคลื่อนไหว เป็นต้น โดยอุปกรณ์ เหล่านี้ จะต่อ สายสัญญาณ เข้าสู่ อุปกรณ์รับผลส่วนกลาง ซึ่งควบคุมด้วย ระบบคอมพิวเตอร์ ทำให้สามารถกำหนดตำแหน่งของการบุกรุก ที่เกิดขึ้นได้ในทันที

#### ระบบบริหารสายสัญญาณ(Cable Management)

ในอาคารอัจฉริยะ นั้นต้องใช้สายสัญญาณเป็นจำนวนมากในการส่งสัญญาณเสียง,ภาพ,ไฟฟ้ากำลัง,รวมทั้งสัญญาณคอมพิวเตอร์ มีผู้กล่าวว่าสายสัญญาณ นั้น เปรียบเสมือน เส้นเลือด และ เส้นประสาทของระบบ อาคารอัจฉริยะ เลยทีเดียว

หลายคนอาจไม่เข้าใจว่าทำไมต้องมีการจัดการเกี่ยวกับระบบสายสัญญาณด้วยในเมื่อเมื่อมีการเดินสายไปแล้วก็น่าจะถือเป็นอันเสร็จเรื่อง แต่ในสภาพความเป็นจริงแล้ว การวางระบบสายสัญญาณ จะไม่เกิดขึ้นแบบครั้งเดียว แต่จะเกิดขึ้นแบบค่อยเป็นค่อยไปในระหว่างใช้งานอาคาร โดย การ เดิน สายสัญญาณ นั้นเกิดจาก การเปลี่ยนแปลง ตำแหน่งของอุปกรณ์, การเดินสายสัญญาณใหม่, หรือแม้แต่ การเปลี่ยนชนิดของสายสัญญาณ เพื่อรองรับ เทคโนโลยีที่เกิดขึ้นใหม่

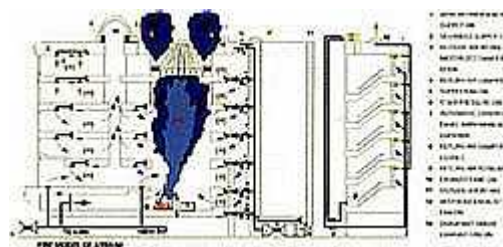
ระบบนี้ทำงานร่วมกับโปรแกรมประเภท Computer Aid Design (CAD) โดยเก็บข้อมูลการวางสายสัญญาณ ของอาคารทั้งหมด แสดง ในรูปของ แผนผังการเดินสาย, การเชื่อมต่อของสายสัญญาณ, ตำแหน่งของอุปกรณ์ในการเชื่อมต่อต่างๆ เช่น กล้องและแผงของระบบสายสัญญาณ เป็นต้น

ระบบนี้ช่วยในการวางแผน, แก้ไขเพิ่มเติม งานสายสัญญาณต่างๆในอนาคต ทำให้ สามารถทราบ สถานะของ ระบบสายสัญญาณ ของเรา ว่ามีการเดินไว้ อยางไร การเปลี่ยนแปลง จะมีผลอย่างไรบ้าง

ระบบสายสัญญาณ จะมีประสิทธิภาพสูงสุด ต้องใช้งานบนพื้นยกระดับ (Raised Floor System หรือ Access Floor System) เพราะ ระบบนี้ทำให้การเดิน สาย สัญญาณ ง่าย และ ยืดหยุ่น

### **ระบบบริหารความปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Occupant Safety Management)**

ระบบนี้ทำหน้าที่ควบคุมระบบแจ้งเตือนไฟไหม้, ระบบดับเพลิง, ระบบอัดอากาศและระบบควัน โดยการทำงานจะ ทำงานประสานกันทั้งหมด เพื่อให้ การป้องกันภัยมี ประสิทธิภาพสูงสุด



**รูปที่ 11 รูปตัดแสดงการแก้ปัญหาควันไฟที่เกิดจากไฟไหม้บริเวณใต้เอเทรียมกลางของอาคารหอสมุดนครซานฟรานซิสโก**

เช่นเมื่อเกิดไฟไหม้ขึ้นระบบจะแจ้งการเกิดไฟไหม้ขึ้นไปห้องควบคุมและหน่วยรักษา ความปลอดภัย ของ อาคาร โดยให้ข้อมูลที่จำเป็น เช่น ตำแหน่งของ จุดเกิดเหตุ พร้อมกับเปิด ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ รวมทั้ง เปิดระบบอัดอากาศ และ ระบบควันไฟในกรณีจำเป็น และ เมื่อระบบเห็นว่าการสกัดไฟขึ้นต้น ไม่ได้ผล จะมีการแจ้งไปที่ สถานีดับเพลิง และ ส่งสัญญาณแจ้งให้ ผู้อยู่ในอาคาร ทราบเพื่อ การอพยพหนีไฟต่อไป

## **2. งานระบบอาคาร (Building System )**

แม้ว่างานระบบของอาคารอัจฉริยะจะถูกเฝ้าดูและควบคุมจากส่วนกลาง แต่ในระบบย่อยๆนั้นมักจะสามารถควบคุมการทำงานด้วยตนเองอยู่ด้วยเสมอ ส่วนประกอบของงานระบบอาคารมีดังนี้คือ

### **ระบบควบคุมกลาง (Direct Digital Control หรือ DDC)**

ระบบนี้จะช่วยตรวจสอบ, ดูแลและถ่วงดุลให้ระบบทั้งหมดทำงานอย่างประสานกัน เช่น ระบบเครื่องทำน้ำเย็นหลัก, ระบบเป่าลมเย็น, ระบบไฟฟ้ากำลัง, ระบบลิฟต์, ระบบตรวจจับเพลิงไหม้ ฯลฯ ระบบย่อยๆ เหล่านี้ได้รับการดูแล ให้ทำงานได้อย่าง กลมกลืน และสามารถตอบสนองกับ สภาพแวดล้อมภายใน และ ภายนอก ที่เปลี่ยนแปลง ผ่านระบบควบคุมกลาง ระบบนี้ จะทำงานร่วมกับ ระบบบริหารอาคารอย่างใกล้ชิด

### **ระบบจ่ายไฟฟ้ากำลัง (Electric Power Supply System)**

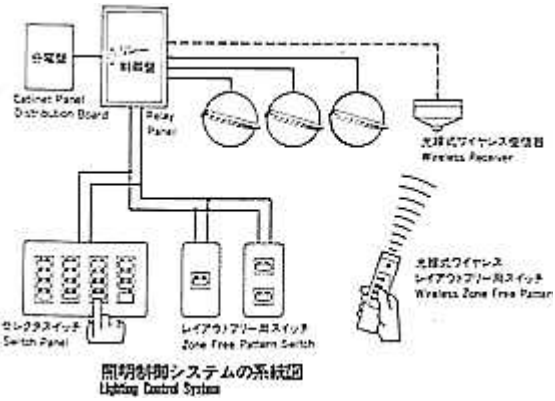
ระบบนี้เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้ากำลังทั้งหมดของอาคาร รวมทั้งระบบจ่ายไฟฟ้าในกรณีฉุกเฉินเช่น ระบบไฟฟ้าจาก เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง, แบตเตอรี่สำรอง, ระบบจ่ายไฟของ คอมพิวเตอร์, ระบบจ่ายไฟฟ้าสำรองของลิฟต์ และระบบป้องกัน ไฟกระชาก และ ระบบไฟฟ้า ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ เป็นต้น

ระบบนี้จะคอย ควบคุมอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้า ทั้งหมด ทั้งในกรณีปกติและกรณีฉุกเฉิน การเดินสายทั้งหมด ต้องถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ ระบบนี้ อาจ รวม ระบบไฟฟ้า แสงสว่าง เข้าไว้ในการควบคุมด้วย





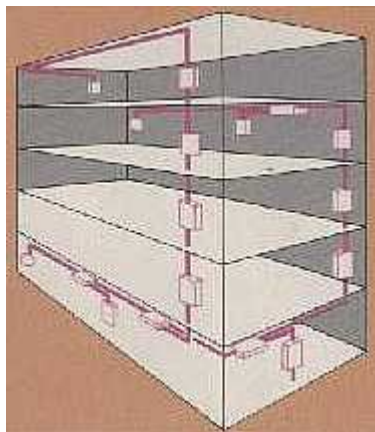
รูปที่ 12 ระบบไฟฟ้าสำรอง และ UPS



รูปที่ 13 ระบบ ควบคุม ไฟฟ้า แสงสว่าง ภายในอาคาร ซึ่งตามระบบ ที่แสดงนี้ สามารถ แบ่งการควบคุม ได้หลายวิธี เช่น ใช้สวิทช์ ควบคุม เป็นดวงๆ ,ควบคุมเป็นโซน, ใช้ตัวควบคุม จากระยะไกล และ สุดท้าย สามารถ ส่งสัญญาณ ควบคุม จากส่วนกลาง

**ระบบเตือนเพลิงไหม้ (Fire Service System)**

ระบบนี้เป็นมักเป็นระบบอัตโนมัติ 100% ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเตือนไฟไหม้ จากระบบตรวจจับควัน, ระบบตรวจจับความร้อน รวมทั้ง ควบคุมระบบ จ่ายน้ำดับเพลิง อัตโนมัติ ฯลฯ



รูปที่ 14 แสดงการติดตั้งกล่องสัญญาณเตือนไฟไหม้ในแต่ละชั้น

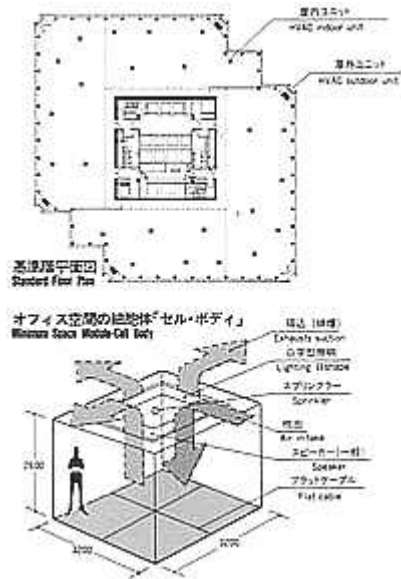
**ระบบระบายอากาศ และระบบปรับอากาศ (Ventilation and Air-conditioning System)**

ระบบนี้จะควบคุม เครื่องทำน้ำเย็นกลาง (Chiller plants) เครื่องพัดลมปรับอากาศแยกส่วน(Air handing units) ส่วนปรับลมเย็น (VAV box) ฯลฯ โดยจะเฝ้าดูและคอยควบคุม ระดับของอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสม รวมทั้งจ่ายอากาศบริสุทธิ์ที่เหมาะสมกับผู้ที่ใช้งานในอาคาร



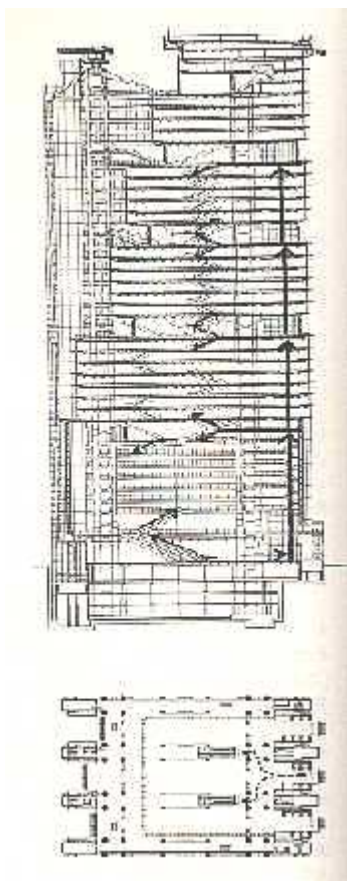
รูปที่ 15 แสดงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมระบบจ่ายลมเย็นในอาคารอัจฉริยะ

ข้อมูลของระบบนี้จะถูกส่งไปสู่ ระบบส่วนกลางเพื่อใช้กับระบบประหยัดพลังงาน โดยสามารถนำข้อมูลเหล่านั้นมาออกรายงาน ในยามปกติ หรือ ส่งสัญญาณเตือนใน กรณีฉุกเฉิน ช่วยในการ วางแผน และ จัดลำดับการใช้งานทั้งระหว่าง เวลาทำงาน และ นอกเวลาทำการ



รูปที่ 16 การควบคุมระบบปรับอากาศด้วยระบบ BAS โดยการแบ่งพื้นที่ของการควบคุมออกเป็นหน่วยๆ ในที่นี้หน่วยที่ใช้คือ 3.20 x 3.20 ซึ่งในพื้นที่นี้ถือเป็นหนึ่งหน่วยควบคุม สามารถปรับอุณหภูมิและสภาพอากาศบริเวณนี้ให้แตกต่างจากบริเวณอื่นๆ

**ระบบลิฟต์และบันไดเลื่อน (Lift and Escalator Systems)**



รูปที่ 17 ระบบลิฟต์ ของ อาคาร ธนาคารสองกง และ เชียงใหม่ มีการใช้ลิฟต์ และ บันไดเลื่อน ผสมผสาน กัน ในการสัญจร ภายใน อาคาร และ แบ่งโซน การให้บริการ ของ ลิฟต์เป็นระดับๆ เพื่อให้ การใช้งาน มีประสิทธิภาพ สูงสุด

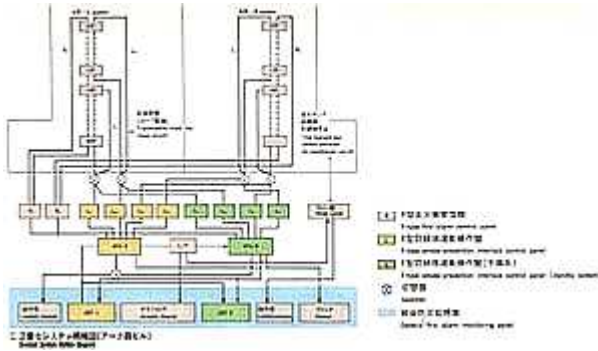
ในระบบที่ซับซ้อนสามารถกำหนดแผนการใช้งานบันไดเลื่อนและลิฟต์ ป้องกันการชะงักงันของคนที่ใช้ลิฟต์ สร้างความมีประสิทธิภาพในการใช้งาน

ระบบจะทำการคำนวณโดยใช้ข้อมูลการเรียกใช้ลิฟต์ของผู้ใช้งาน แล้วสร้างระบบการทำงานที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานแต่ละช่วงเวลา เช่น ในช่วงเช้า และ ช่วงบ่าย จะมีการใช้งาน ลิฟต์ที่หนาแน่นมากขึ้น ส่วนในช่วงเที่ยง และ เย็น มีการใช้งานลิฟต์ที่หนาแน่นลดลง ระบบ จะต้องปรับการทำงาน ของ ลิฟต์ ให้เหมาะสม สำหรับแต่ละช่วงเวลา เป็นต้น

ในระบบลิฟต์ขนาดใหญ่ ลิฟต์แต่ละตัวจะมี ไมโครโปรเซสเซอร์ของตัวเอง และจะส่งสัญญาณ การทำงานไปที่ ห้องควบคุมกลาง ซึ่ง จะทำการ วิเคราะห์ การทำงาน ให้ ระบบรวม มีประสิทธิภาพสูงสุด คือ อำนวยความสะดวก ผู้ใช้งานในการ ลดเวลา รอคอย และ ใช้พลังงานให้น้อยที่สุด ไปพร้อมๆกัน

**ระบบเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Networks Systems)**

ระบบนี้เป็นระบบสื่อสารของคอมพิวเตอร์ภายในอาคารเพื่อให้คอมพิวเตอร์ทั้งหมดในอาคารสามารถติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลแลกเปลี่ยนระหว่างคอมพิวเตอร์



รูปที่ 18 ระบบสายสัญญาณในอาคาร  
อัจฉริยะ จากรูป เป็นการเดิน สาย  
สัญญาณ ในระบบ ป้องกันเพลิงไหม้ ของ  
อาคาร Twin 21 ซึ่งเดินสาย เป็นสองระบบ  
คือ ระบบหลัก และ ระบบสำรอง ทั้งที่เพื่อ  
เพิ่มความปลอดภัย นั่นเอง

### ระบบช่องทางติดต่อสื่อสารกับภายนอก (Gate Way)

หมายถึงการเชื่อมต่อสื่อสารระหว่างภายนอกกับภายใน ซึ่งได้แก่ อย่างแรกคือ สายสัญญาณโทรศัพท์ ขององค์การโทรศัพท์ ซึ่งบางส่วนของ กรุงเทพมหานคร ได้รับการปรับปรุง เป็นระบบ ISDN (Integrated Services Digital Network) ส่งสัญญาณเป็น ระบบดิจิทัล ทำให้สามารถส่งภาพ และเสียงด้วยสายสัญญาณชนิดนี้ในเวลาเดียวกัน ในความเร็วสูง

อย่างที่สองคือ การใช้สัญญาณดาวเทียม (Satellite) โดยใช้รับและส่งโดยผ่านทางจานดาวเทียม ปัจจุบัน เรามีดาวเทียมไทยคมเป็นความหวังใหม่ ในการติดต่อสื่อสารของไทย ในอนาคต และสุดท้ายคือ ระบบไมโครเวฟ ซึ่งสามารถ ส่งสัญญาณโดยผ่านจานไมโครเวฟ

### ระบบรักษาความปลอดภัย (Security System)

ประกอบด้วยสองส่วนคือ การควบคุมเข้าออก และการบุกรุกจากคนภายนอก

### ระบบสายสัญญาณสื่อสารหลัก (Telecommunication Backbone System)

ส่วนใหญ่แล้วสายสัญญาณหลักในอาคารอัจฉริยะมักเป็นใยแก้วนำแสง เพื่อให้สามารถรองรับการส่งข้อมูลในปริมาณมาก ที่มีคุณภาพและความเร็วสูง

## 3. โครงสร้างอาคาร (Building Structure)

ในการออกแบบอาคารอัจฉริยะนอกจากการพิจารณาระบบวิศวกรรมเครื่องกลแล้ว ต้องคำนึงถึงการออกแบบโครงสร้างให้เหมาะสมอีกด้วย โดยมีส่วนประกอบต่างๆดังนี้

### การออกแบบโครงสร้างที่มีความยืดหยุ่นสูง (Structure Design with Flexibility)

โครงสร้างของอาคารอัจฉริยะที่ดีควรให้สามารถปรับเปลี่ยนการใช้งานได้ง่าย โดยเฉพาะการเดินทางเพื่อร้อยสายสัญญาณเพิ่มในภายหลังต้องสามารถทำได้โดยไม่มีผลลบมากนัก

### ระบบผนังอาคารภายนอก (External Skin System)

ระบบผนังอาคารที่ดีควรตอบสนองและสามารถปรับเปลี่ยนให้เข้ากับสภาพแวดล้อม เช่นการใช้ที่บังแดดที่สามารถปรับเปลี่ยนการบังแดดตามองศาของดวงอาทิตย์ สามารถทำให้อาคารประหยัดพลังงานได้เป็นอย่างดี

### ระบบพื้นยก (Raised Floor System หรือ Access Floor System)

การเดินสายสัญญาณและงานระบบต่างๆในอาคารอัจฉริยะมักจะมีจำนวนมากกว่าอาคารปกติหลายเท่าดังนั้นการใช้พื้นแบบยกสองชั้น จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

## 4. ส่วนบริการผู้ใช้งานอาคาร (Tenant Service)

เป็นส่วนที่ใกล้ชิดกับผู้ใช้อาคารมากที่สุด และเป็นส่วนที่สามารถสร้างจุดขายทางการตลาดของอาคารได้มากที่สุด โดยมีองค์ประกอบย่อยๆดังนี้

### ระบบเสาอากาศโทรทัศน์รวม (Communal Antenna Broadcast Distribution System)

เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้เช่าในการรับสัญญาณโทรทัศน์โดยไม่ต้องติดตั้งระบบของตนเอง



### **ระบบโทรศัพท์ (Private Automatic Branch Exchange)**

โดย ให้ผู้เช่าเลือกได้ว่าจะใช้ระบบตู้สาขาโทรศัพท์เป็นของตนเองหรือใช้บริการจากอาคารก็ได้ อาคาร ต้องจัดเตรียม สายสัญญาณหลัก ให้มีคู่สาย ที่เพียงพอต่อ ความต้องการของ ผู้เช่า หรือ ออกแบบให้ สามารถ ขยายเครือข่ายได้ในกรณีจำเป็น

### **ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Service)**

ให้บริการสื่อสารผ่านดาวเทียมตามที่ใช้ต้องการ เช่นการสื่อสารในระบบไมโครเวฟ

### **การประชุมผ่านทางจอภาพ (Video Conferencing)**

สามารถให้ผู้เช่าติดตั้งระบบการประชุมผ่านจอภาพทางไกลได้โดยอาคารต้องจัดเตรียมระบบส่วนกลางที่สามารถรองรับบริการดังกล่าวไว้ล่วงหน้า



รูปที่ 19 แสดงภายในห้อง Video Conferencing

### **ระบบสายสัญญาณอินเทอร์เน็ต (Internet Service)**

ปัจจุบันการใช้งานอินเทอร์เน็ตกลายเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ในการทำธุรกิจ ถ้า อาคารใด สามารถให้บริการแก่ผู้ใช้งานในเรื่องนี้ ย่อมเป็น จุดขายของ อาคาร ที่น่าสนใจมาก

---

#### **การจัดลำดับความเป็นอาคารอัจฉริยะ**

การกำหนดความฉลาดของมนุษย์นั้นเราใช้วิธีวัดเป็น ไอคิว ส่วนความฉลาด ของอาคารอัจฉริยะ นั้น เราสามารถ แบ่งระดับความฉลาด ของอาคาร ออกเป็น ห้าระดับ (Level) โดยอ้างอิงจากหนังสือ “The Intelligent Building Sourcebook” มีรายละเอียดของแต่ละระดับดังนี้

##### **ระดับที่ 0 (Level 0)**

เป็นอาคารที่ถือว่าไม่มีความฉลาดเลย ไม่มีระบบคอมพิวเตอร์ควบคุมการใช้พลังงานและระบบลิฟต์ และอาจไม่มีระบบควบคุมความปลอดภัย อาคารระดับนี้ไม่ถือว่าเป็นอาคารอัจฉริยะ

##### **ระดับที่ 1 (Level 1)**

อาคารในระดับนี้ จะมีระบบคอมพิวเตอร์ช่วยควบคุม การใช้พลังงานของระบบปรับอากาศ ระบบลิฟต์ ระบบรักษาความปลอดภัย อาคารส่วนใหญ่ในประเทศไทยที่เรียกตัวเองว่าเป็นอาคารอัจฉริยะจะอยู่ในระดับนี้

##### **ระดับที่ 2 (Level 2)**

เหมือนในระดับที่ 1 แต่เพิ่มการให้บริการส่วนกลางต่างๆ เช่น ห้องประชุม ระบบทำสำเนาเอกสารกลาง และมีบริการระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ทำงานจากส่วนกลาง

##### **ระดับที่ 3 (Level 3)**

เหมือนระดับที่ 2 แต่เพิ่มระบบสื่อสาร ระบบสื่อสารทางไกลด้านข้อมูลและเสียง และระบบโทรศัพท์ที่มีมาตรฐาน

##### **ระดับที่ 4 (Level 4)**

เหมือนระดับที่ 3 แต่เพิ่มระบบสำนักงานอัตโนมัติแบบเต็มรูปแบบ เช่น คอมพิวเตอร์ในสำนักงาน ระบบสื่อสารที่ทันสมัย การประชุมทางวิดีโอทางไกล ระบบสื่อสารทางไกลความเร็วสูงที่สามารถส่งข้อมูลและเสียง ระบบอินเทอร์เน็ต

---

**การเตรียมการในช่วงออกแบบ**

ในการออกแบบ อาคารให้เป็นอาคารอัจฉริยะนั้น สถาปนิกต้องทำงานอย่างใกล้ชิดกับวิศวกรงานระบบและผู้เชี่ยวชาญเรื่องนี้โดยตรง แต่เพื่อให้ได้แนวความคิดโดยรวม ว่าเราจะต้องเตรียมการ อะไรบ้างเพื่อให้อาคารเป็น อาคารอัจฉริยะโดยสมบูรณ์มีหลักการใหญ่ๆดังนี้

**ส่วนทางเข้าของสายสัญญาณ (Building Entry Conduits)**

การเตรียมการนี้ต้องให้เพียงพอกับการใช้งาน และควรเผื่อการขยายตัวในอนาคตอีกด้วย ตัวเลขที่ใช้ในการเผื่อการขยายตัวคือ ประมาณ 25%-30% ของการใช้งานตามปกติ

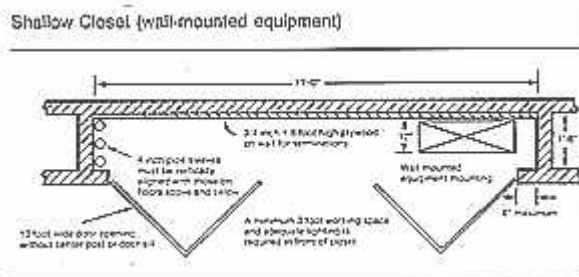
เตรียมพื้นที่สำหรับห้องควบคุม คอมพิวเตอร์ส่วนกลาง ขนาดของห้องนี้ขึ้นอยู่กับการใช้งานและการเผื่อการใช้งานส่วนต่างๆ ตัวเลขโดยประมาณคือ อาคารสำนักงานมีพื้นที่ 45,000 ตารางเมตร ต้องการพื้นที่ห้องควบคุมและคอมพิวเตอร์ส่วนกลางประมาณ 120 ตารางเมตร



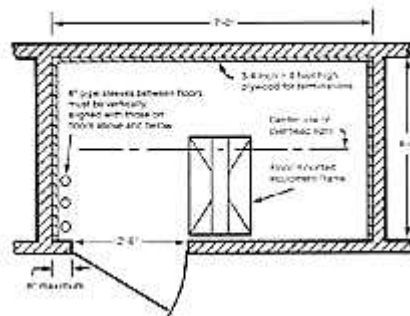
**รูปที่ 20 ห้องควบคุมส่วนกลาง**

**ช่องเดินสายสัญญาณแนวตั้งและแนวนอน**

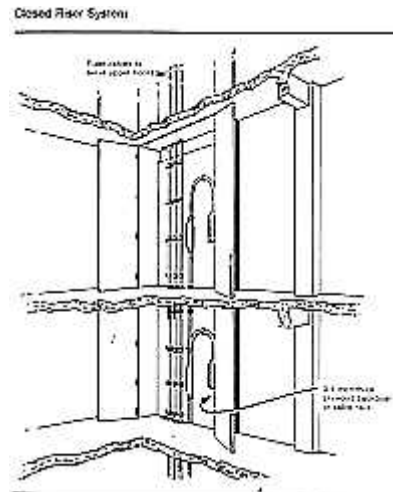
โดยเฉพาะ การเดินสายสัญญาณแนวตั้ง ถือเป็น สายสัญญาณหลัก (Backbone) ควรจัดทำเป็นห้อง หรือ ตู้แยกจาก การใช้งานของ ช่องท่อ หรือ สายไฟฟ้า อื่นๆ



**รูปที่ 21 ช่องเดินสาย สัญญาณ ทางแนวตั้งพร้อมอุปกรณ์ ช่องแบบนี้ เป็นแบบ ตู้ วิศวกรรมรักษา ต้องใช้วิธีเปิดบานตู้ ออก Walk-In Closet**



**รูปที่ 22 ช่องเดินสายสัญญาณที่ออกแบบเป็นห้องโดยเฉพาะ การทำงาน และ วิศวกรรมรักษา จะสะดวกกว่า แบบตามที่เป็นตู้ ขนาดของช่อง สาย สัญญาณ ตามรูปนี้ และ รูปที่แล้ว ใช้สำหรับ อาคารสำนักงาน ที่มีพื้นที่ ทำงาน ไม่เกิน 900 ตารางเมตร ต่อชั้น**



**รูปที่ 23 แสดงวิธีการ เดินสาย สัญญาณ ในระหว่าง ชั้นต่างๆ ของ สำนักงาน**

## ระบบกระแสไฟฟ้า

ควรเตรียมไฟฟ้าให้เพียงพอเนื่องจากอาคารอัจฉริยะจะต้องใช้พลังงานมากกว่าปรกติ และต้องการไฟฟ้าที่มีคุณภาพที่ดี (เช่น ระบบไฟฟ้าที่ผ่าน UPS เป็นต้น) และมีระบบไฟฟ้าฉุกเฉินเป็นต้น

- **อุปกรณ์สื่อสารบนยอดอาคาร**

ต้องเตรียมพื้นที่ที่เพียงพอและมีสถานที่ติดตั้งที่เหมาะสม

- **วัสดุตกแต่งและอุปกรณ์ทางด้านสถาปัตยกรรม**

เช่นในอาคารที่ได้ออกแบบให้เป็นอาคารอัจฉริยะอย่างสมบูรณ์พื้นที่ของสำนักงานควรจะเป็นพื้นสองชั้น (Raised Floor) เพื่อเก็บซ่อนสายสัญญาณ และสะดวกในการเคลื่อนย้าย Station ต่างๆ ในพื้นที่อาคารสำนักงานนั้นๆ นอกจากนี้ยังควรคำนึงถึงวัสดุอื่นๆตามแต่ความเหมาะสม

---

## ความแตกต่างระหว่าง Intelligent Building กับ Building Automation System

ความแตกต่างระหว่างคำสองคำนี้ก็คือ แนวความคิดหลัก Intelligent Building นั้นเน้นตอบสนองผู้ใช้อาคารโดยรวมทั้งหมด ในขณะที่ Building Automation System หรือ BAS. เน้นการอำนวยความสะดวกแก่เจ้าอาคารใน การบริหารการใช่งานอาคาร ดังนั้น BAS. จึงเป็นเพียงองค์ประกอบหนึ่ง ของ อาคารอัจฉริยะนั่นเอง

อาคารหลายอาคารที่มีเพียงระบบ BAS. จึงไม่สามารถบอกว่าเป็นอาคารอัจฉริยะได้

---

## ประโยชน์ที่ได้จากการเป็นอาคารอัจฉริยะ

นอกจากการที่อาคารที่ได้รับการออกแบบเป็นอาคารอัจฉริยะจะได้ภาพพจน์ที่เป็นอาคารทันสมัยแล้ว ยังส่งผลให้อาคารนั้นๆมีจุดขายที่แตกต่างจากอาคารอื่นๆ

และจากการประเมินของ ศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งประเทศไทยได้ประเมินว่า อาคารที่ติดตั้งระบบ BAS ซึ่งถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของระบบอาคารอัจฉริยะนั้น สามารถทำให้ผู้ดูแลอาคาร ทำการทดสอบและปรับแต่งระบบย่อยต่างๆให้ทำงานสัมพันธ์กัน

นอกจากนี้ระบบนี้ยังช่วยประหยัดพลังงานได้ โดยปริมาณพลังงานที่ประหยัดได้จากการใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ ขึ้นอยู่กับการใช้งานในสภาพต่างๆในอาคาร

ในกรณีที่การควบคุมการทำงานเป็นไปอย่างหละหลวมและไม่มีมีการบำรุงรักษาอย่างเพียงพอ ระบบนี้ สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 40%

แต่ถ้าเป็นอาคารที่มีการควบคุมการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพอยู่แล้ว ระบบนี้คงสามารถช่วยประหยัดพลังงานเพิ่มได้อีก 10% ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

รายละเอียดการควบคุมการใช้พลังงานโดย BAS	ลักษณะการควบคุมการใช้พลังงานของตัวอาคาร	
	ไม่มีประสิทธิภาพ	มีประสิทธิภาพ
1. การควบคุมภาระที่เกิน Full load	9.50 %	2.00 %
2. การใช้ไม่เหมาะสม Off-hour Stop	7.50 %	2.00 %
3. การควบคุมอุณหภูมิห้องเพอร์	7.00 %	2.00 %
4. การใช้ไม่เหมาะสม Off-hour Stop	5.00 %	1.00 %
5. การควบคุมไม่ใช้พลังงานในชั่วโมง	4.00 %	-
6. การควบคุมเครื่องสูบลม	2.00 %	0.50 %
7. อื่นๆ	2.00 %	0.50 %
8. การตระหนักถึงความสำคัญของการประหยัดพลังงาน	5.00 %	1.00 %
<b>รวม</b>	<b>42.00 %</b>	<b>9.00 %</b>

---

## แนวความคิดในการออกแบบอาคารอัจฉริยะในปัจจุบัน

สาเหตุที่ทำให้เกิดแนวความคิด ในการออกแบบ อาคารอัจฉริยะ นั้นมาจาก ความต้องการของ ผู้ใช้อาคาร และ เจ้าของอาคาร ที่ต้องการอาคาร สมัยใหม่ ที่ สามารถ อำนวยความสะดวกให้กับตนเอง และ การที่เทคโนโลยีอาคาร และ คอมพิวเตอร์ มีความก้าวหน้าไปอย่างมาก ในราคาที่ลดต่ำลงอย่างมาก ในปัจจุบัน

เป้าหมายหลัก ในการออกแบบ อาคารอัจฉริยะ นั้นคือ การพยายาม ใช้ความสามารถ ของ ระบบในอาคารทั้งหมด ตอบสนอง ความต้องการ ของ ผู้ใช้งานและ ต้องทำให้ชีวิตของ ผู้ใช้อาคาร สะดวก สบายมากขึ้น, มีสภาพแวดล้อม โดยรวมที่ดีขึ้น, สามารถ บำรุงรักษาอาคาร ได้เป็นอย่างดี และมี ประสิทธิภาพ

แนวทางการออกแบบหลักคือ รวบรวมระบบการทำงานของระบบต่างๆเข้าด้วยกัน โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูง โดย แม้ว่า ตำแหน่งของ งานระบบต่างๆ ภายในอาคาร จะอยู่แยกจากกันก็ตาม แต่ การควบคุมทั้งหมดสามารถจัดการโดย ส่วนกลาง ซึ่งทำให้ ประสิทธิภาพ ในการ ทำงาน ของ ระบบโดยรวมทั้งหมด ดีขึ้น

ตัวอย่างเช่น ในระบบบริหารพลังงานที่สามารถควบคุมระบบอื่นๆที่เกี่ยวข้องได้ทั้งหมด ตั้งแต่ เช่นระบบไฟฟ้ากำลัง ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบทำน้ำเย็น ระบบปรับอากาศ ลงไปถึงส่วนเล็กๆเช่นพัดลมในเครื่องเป่าลมเย็นย้อย เมื่อสามารถควบคุมระบบได้ทุกอย่าง การใช้พลังงานในอาคารน่าจะมีประสิทธิภาพสูงสุด

คณะทำงานของอาคารอัจฉริยะโครงการหนึ่งต้องประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญจากหลายๆฝ่าย ตั้งแต่ วิศวกรงานระบบ, สถาปนิก,ผู้เชี่ยวชาญด้านระบบอาคารอัตโนมัติ ทำงานร่วมกับ ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ ระบบสื่อสาร,ระบบปัญญาประดิษฐ์ และองค์ประกอบที่ขาดไม่ได้คือเจ้าของอาคารนั่นเอง

การออกแบบอาคารอัจฉริยะรุ่นใหม่จะต้องคำนึงถึงหลักการสองอย่างควบคู่กันไปคือ ความคุ้มค่าทางด้านธุรกิจ และการรักษาสภาพแวดล้อม ดังนั้น การออกแบบระบบที่สามารถยืดหยุ่นได้สูงจะตอบสนองในด้านธุรกิจเนื่องจากอาคารสามารถปรับตัวตามสภาพของตลาดได้ง่าย ส่วนการออกแบบให้อาคารประหยัดพลังงานได้สูงมีผลดีกับสภาพแวดล้อม ทั้งสองแนวทางเป็นหัวข้อหลักของระบบนี้ในปัจจุบัน ทำให้อาคารอัจฉริยะตอบสนองการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็วในโลกปัจจุบัน

---

## สรุป

ในการออกแบบอาคารทั้งหลายไม่ว่าจะมีวัตถุประสงค์ที่จะให้อาคารอัจฉริยะหรือไม่ก็ตาม สิ่งที่สำคัญและผู้ที่เกี่ยวข้องต้องไม่ลืม คืออาคารนั้นต้องตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้อย่างสมบูรณ์ที่สุดเท่าที่จะทำได้

การออกแบบโดยลึ้มวัตถุประสงค์หลักดังกล่าว และมุ่งเน้นการใช้แต่เทคโนโลยีใหม่ล่าสุด กลับกลายเป็นการสร้างความหายนะให้กับโครงการนั้นๆ มีผู้กล่าวว่า ในการเลือกใช้เทคโนโลยีใดๆให้กับอาคารอัจฉริยะ อย่าเลือกเพียงเพราะมันเป็น"เทคโนโลยีขั้นสูง"หรือ"เทคโนโลยีใหม่ล่าสุด"แต่ให้เลือกใช้"เทคโนโลยีที่เหมาะสม"กับการใช้งาน จึงถือว่าเราได้ออกแบบอาคารอัจฉริยะในแนวทางที่ถูกต้อง

---

## ข้อมูลอ้างอิง

- Giovannini, joseph. "Civic Readings." Architecture,(July 1996):pp.80-89.
- Lipman, Andrew D., Sugarman, Alan D. and Cushman, Robert F. Teleports and the Intelligent City. Illinois: Dow Jones-Irwin, 1986.
- Lipman, Andrew D., Sugarman, Alan D. and Cushman, Robert F. High Tech Real Estate. Illinois: Dow Jones-Irwin, 1985.
- Matushita Electric Works and Crss. Officing. Osaka: LibroPort , 1988
- Neubauer & Fair. The Intelligent Building Sourcebook. Public Hall Professional Technical Reference. USA 1988
- Sullivan, ann C. "Library Intelligence." Architecture,(July 1996):pp.109-115.
- เกชา ชีระโกเมน. Intelligent Building. กรุงเทพฯ:(เอกสารถ่ายสำเนา),2541.
- สัญญา ตูลาธร "Intelligent Building ขนบเด็กก้อนใหญ่ของธุรกิจไอที." นิตยสารคู่แข่ง Business User. ฉบับที่ 6:2536.
- ศูนย์อนุรักษ์ พลังงานแห่ง ประเทศไทย. ระบบการจัดการพลังงานในอาคาร Building Automation System. กรุงเทพฯ: ศูนย์อนุรักษ์ พลังงาน แห่ง ประเทศไทย, 2541.
- วิญญู วานิชศิริโรจน์. "หอสมุดไฮเทคแห่งนครขอนแก่นซิสโก." Arch & Idea. ปีที่ 1(5)ฉบับที่2(57) กรกฎาคม-สิงหาคม 2541:34-41
- วิญญู วานิชศิริโรจน์. "ออกแบบอย่างไรให้ดีฉลาด". วารสารอาชีพ. ฉบับ44 (กรกฎาคม-สิงหาคม 2538): หน้า50-53
- <http://www.arch.hku.hk/CIA/94/IB>
- <http://www.ecyber.com>
- <http://www.eng.tp.ac.sg/courses/ibt/Ibthome.htm>
- <http://www.mpce.mq.edu.au/~ssmith/aipm/sld001.html>
- <http://www.vtt.fir/rte/ais/projects/rtemie>