

โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคาร
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ
The Study of Building Energy Conservation & Renovation Case Study Science-Technology
Building (Building No.2), Science center for Education, Bangkok.

รุ่งโรจน์ วงศ์มหาศิริ และพรพุดิ ศุภเฒ
อาจารย์ประจำสาขาวิชาสถาปัตยกรรมและการวางแผน
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เป็นอาคารพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์ในยุคเริ่มแรกของประเทศไทย ปัจจุบันมีอายุอาคารประมาณ 32 ปี สภาพอาคารทั้งภายนอกและภายในได้ทรุดโทรมลงจนเกิดสภาพปัญหาต่างๆ ที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัย และการใช้พลังงานของอาคาร จึงได้มีการจัดทำโครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษาขึ้น เพื่อฟื้นฟูสภาพอาคารขึ้นใหม่

จากการตรวจสอบเบื้องต้นทางผู้ศึกษาพบสภาพปัญหารวม 70 ตำแหน่งโดยแบ่งเป็นสภาพปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย 30 ตำแหน่ง และสภาพปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงาน 40 ตำแหน่ง โดยการตรวจสอบทั้งหมดใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเครื่องมือเพื่อการตรวจวัดภายใต้เวลาที่จำกัด จากการตรวจสอบพบว่า มีหลายตำแหน่งที่เสี่ยงต่อการวิบัติของโครงสร้าง ซึ่งจะให้มีผลกระทบทางความปลอดภัย และอีกหลายตำแหน่งที่มีผลกระทบรุนแรงต่อการใช้พลังงานโดยเฉพาะในระบบปรับอากาศ ทางผู้ศึกษาจึงได้สร้างแนวทางในการศึกษาและตรวจสอบอาคารเพื่อให้ได้งบประมาณ และแผนการดำเนินการปรับปรุงอาคารที่เหมาะสม สำหรับใช้ในการของบประมาณในการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูอาคารจากหน่วยงานต้นสังกัดต่อไป

คำสำคัญ: การปรับปรุงการใช้พลังงาน, การฟื้นฟูอาคาร

Abstract

Science-Technology Building, the first science museum in Thailand, has been built for 32 years that causes building's exterior and interior deteriorations. The building's deteriorations have been causing safety problems and energy consumption problems. Science Center for Education-Bangkok, the building's owner, wants to set budget up for structural renovation and energy improvement to stop all deteriorations in this Building.

The examination has shown 70 deteriorations. 30 deteriorations cause structural safety. 40 deteriorations cause high-energy consumption. All examinations were scientific methodology with measuring instruments in a short period work. The deteriorations founded during these examinations would be caused structural failure and high-energy consumption especially in A/C systems. The study team attempted to making a new process for fast examination and report, which is used to set a renovation's budget for the government.

Keywords: Energy conservation, Building's renovation

1. บทนำ

อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา เป็นอาคารพิพิธภัณฑิวิทยาศาตร์ในยุคเริ่มแรกของประเทศไทย ได้รับการออกแบบโดยอาจารย์ ดร.สุเมธ ชุมสาย ณ อยุธยา ศิลปินแห่งชาติ สาขาศิลปะสถาปัตยกรรม (สถาปัตยกรรมร่วมสมัย) พ.ศ. 2541 อาคารดังกล่าวมีการออกแบบที่ล้ำสมัยในขณะที่ถูกออกแบบและก่อสร้างเสร็จสิ้นเมื่อปี พ.ศ. 2520 นับอายุจนถึงปัจจุบันมีอายุอาคารประมาณ 32 ปี

อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา แต่เดิมถูกเรียกชื่อว่าพิพิธภัณฑิวิทยาศาตร์ เป็นงานสถาปัตยกรรมที่อยู่ในช่วงของเปลี่ยนแปลงของสังคมไทยแสดงให้เห็นถึงความสามารถของคนไทยที่พร้อมจะเตรียมรับกับการเจริญเติบโตทางวิทยาศาสตร์ในอนาคตด้วยรูปทรงที่นับว่าเป็น"ผลงานชิ้นครู"ที่สร้างแรงบันดาลใจให้กับสถาปนิกในรุ่นต่อๆ มาอีกมากมาย แต่ด้วยความที่อาคารได้ผ่านวันเวลายาวนานมาจนถึงปัจจุบัน ตัวอาคารและระบบอาคารทั้งหมดจึงเริ่มหมดสภาพในการใช้งานลง จากการพิจารณาในแงุ่มที่สำคัญพบว่าตัวอาคารมีการเสื่อมสภาพในด้านต่างๆ จนทำให้เกิดทัศนวิสัยที่ไม่ดีขึ้นในอาคาร



รูปที่ 1 แสดงสภาพภายนอกของอาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2)

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

ในส่วนของการใช้พลังงาน จากการประเมินโดยคร่าวพบว่ามีการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเป็นอย่างมาก เนื่องจากการที่ระบบปรับอากาศมีขนาดไม่เพียงพอกับภาระความร้อนในส่วนต่างๆ ของอาคาร เครื่องอัดไอ (Compressor) ของระบบจึงต้องทำงานตลอดเวลา (ตามปกติเครื่องอัดไอมักทำงานประมาณ 40-45 นาที ต่อเวลา 1 ชั่วโมง แล้วแต่ภาระการปรับอากาศที่เกิดขึ้น) ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเพิ่มขึ้นอีกไม่น้อยกว่า 25 % เมื่อทำการประเมินค่าไฟฟ้าเบื้องต้นโดยการคำนวณอย่างหยาบ (คิดค่า EER เท่ากับเครื่องปรับอากาศเบอร์ 5 และค่าไฟฟ้าที่ประมาณ 3 บาท ต่อหน่วย) สำหรับพื้นที่ 6000 ตารางเมตร จะพบว่ามีความเป็นไปได้ที่จะสิ้นเปลืองค่าไฟฟ้าอีกประมาณ 41,000 บาท ต่อเดือน หรือ 492,000 บาท ต่อปี

ดังนั้นเพื่อให้การใช้พลังงานไฟฟ้าในอาคารนี้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเป็นการฟื้นฟูสภาพอาคารให้สามารถใช้งานต่อไปได้อย่างเหมาะสม โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอาคารที่มีคุณค่าทางประวัติศาสตร์เช่นนี้ จึงจำเป็นต้องได้รับการปรับปรุงการใช้พลังงานและฟื้นฟูเพื่อคงสภาพอาคารให้สามารถใช้ประโยชน์ได้ต่อไป

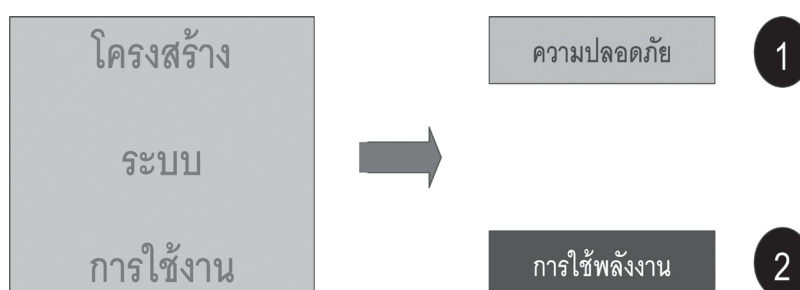
2. วิธีการศึกษาวิจัย

1. การตั้งประเด็นคำถามงานวิจัย การปรับปรุงอาคารเก่าโดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ที่เหมาะสมให้มีความทันสมัยในการใช้พลังงาน และฟื้นฟูโครงสร้างให้มั่นคงจะมีความคุ้มค่ากว่าการสร้างอาคารใหม่
2. การเก็บข้อมูล และเครื่องมือในการเก็บ
 - 2.1 ข้อมูลด้านการใช้พลังงาน ข้อมูลปฐมภูมิ ลงพื้นที่ตรวจวัดค่าอุณหภูมิ, ค่าการรั่วซึมของอากาศภายนอก และค่าประสิทธิภาพเครื่องปรับอากาศ ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลแบบสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมของอาคาร, ใบเสร็จค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้น
 - 2.2 ข้อมูลด้านสภาพอาคาร ข้อมูลปฐมภูมิ ลงพื้นที่ประเมินสภาพอาคารโดยวิธีการประเมินสภาพเบื้องต้นจากการมองเห็น (Visual Inspection) ข้อมูลทุติยภูมิ ข้อมูลแบบสถาปัตยกรรม และวิศวกรรมของอาคาร
3. การวิเคราะห์เพื่อการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูอาคาร
 - ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเพื่อประเมินวิธีศึกษาโครงการ
 - ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัย
 - ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน
 - ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาวิธีการแก้ปัญหา
 - ขั้นตอนที่ 5 การศึกษางบประมาณ และแผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนที่ 1 การศึกษาเพื่อประเมินวิธีศึกษาโครงการ

การศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาภายในระยะเวลาที่เร่งด่วน (30 วัน) ผู้ศึกษาจึงได้ทำการศึกษาเพื่อหาวิธีการในการรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์เนื้อหาทั้งหมดให้ได้รวดเร็วและถูกต้องที่สุดภายในเวลาที่จำกัด จากการพิจารณาข้อมูลเบื้องต้นทางกายภาพ และข้อมูลทุติยภูมิในลักษณะแบบสถาปัตยกรรมต่าง ผู้ศึกษาจึงได้กำหนดแนวทางในการศึกษาโครงการไว้ดังนี้

1.1 การกำหนดเป้าหมายในการศึกษาโครงการ – ผู้ศึกษาได้พิจารณาถึงการเสื่อมสภาพที่เกิดขึ้นในโครงการ และพบว่าเกิดการเสื่อมสภาพที่ทำให้เกิดผลกระทบในการใช้งานอยู่ 3 ประเภท ได้แก่ การเสื่อมสภาพทางโครงสร้าง งานระบบ และการใช้งาน การเสื่อมสภาพทั้ง 3 รูปแบบ ก่อให้เกิดผลกระทบที่เป็นเป้าหมายในการปรับปรุงอยู่ 2 ประการได้แก่ ผลกระทบด้านความปลอดภัย และผลกระทบด้านการใช้พลังงาน



รูปที่ 2 แสดงเป้าหมายหลักในการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูสภาพอาคาร 2

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

1.2 การกำหนดวิธีการในการเก็บข้อมูล – เมื่อกำหนดเป้าหมายในการปรับปรุงได้อย่างชัดเจนทางผู้ศึกษาจึงสามารถกำหนดวิธีการในการเก็บข้อมูลที่เหมาะสมได้ ในการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บตำแหน่งทางกายภาพที่จะเกิดผลกระทบทางด้านความปลอดภัยและการใช้พลังงานเท่านั้น วิธีการเก็บข้อมูลที่ใช้ในโครงการแบ่งออกเป็น

1. การตรวจสอบโดยสายตา – เป็นการตรวจสอบโดยอาศัยการพิจารณาจากร่องรอยการชำรุดเสียหายในส่วนต่างๆของอาคารและนำมาประเมินเทียบกับสภาพการใช้งานในปัจจุบัน การตรวจสอบโดยสายตาบางประเภทสามารถให้ข้อมูลในรูปแบบที่สามารถวัดค่าได้ เช่น ปริมาณพื้นที่ที่เกิดความเสียหายทางกายภาพ เป็นต้น
2. การตรวจวัดด้วยเครื่องมือ – เป็นการตรวจสอบโดยอาศัยเครื่องมือต่างๆ และตัดสินความบกพร่องจากค่ามาตรฐานต่างๆ เช่น การวัดอุณหภูมิ ความเร็วลม ปริมาณกระแสไฟฟ้า เป็นต้น
3. การตรวจสอบโดยการคำนวณ – เป็นการตรวจสอบโดยการคำนวณตามหลักวิชาการ และสถิติ เช่น การคำนวณค่าการถ่ายเทความร้อน การคำนวณความสามารถในการรับน้ำหนัก เป็นต้น

ทางผู้ศึกษาได้ทำการพิจารณาถึงเป้าหมายในการปรับปรุงทั้งสองประการและได้กำหนดวิธีการตรวจสอบที่เหมาะสมดังนี้

ตารางที่ 3 แสดงวิธีการตรวจสอบตามเป้าหมายหลักในการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูสภาพอาคาร 2

รายการ		การพิจารณาประเมินสภาพ		
		ด้วยสายตา	ด้วยการตรวจวัด	ด้วยการคำนวณ
ความปลอดภัย	ด้านโครงสร้าง	Visual inspection ¹	Core Drilling	ACI-318, 1999
	ด้านงานระบบ	Visual inspection		
	ด้านการใช้งาน	Visual inspection		
การใช้พลังงาน	ด้านโครงสร้าง	Visual inspection		CLTD/CLF process, ² OTTV-RTTV process ³ Infiltration load calculation
	ด้านงานระบบ	Visual inspection	COP measurement	COP Calculation
	ด้านการใช้งาน	Visual inspection		

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

¹ Visual Inspection ที่ใช้ในการตรวจสอบโครงสร้างในครั้งนี้ เป็นวิธีการตรวจสอบสภาพความเสียหายของโครงสร้างทางกายภาพและทำการบันทึกอย่างเป็นระบบ โดยทั่วไปจะทำการประเมินผลในรูปของรหัสตัวเลข (Numeric Coding) ที่บ่งบอกถึงระดับสภาพการใช้งานและสภาพความเสียหายที่เป็นอยู่ในปัจจุบันรวมถึงผลกระทบต่อความปลอดภัยในการใช้งานของ โดยได้พิจารณาแนวทางและวิธีการที่พัฒนาโดย Federal Highway Administration (FHWA) ของประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งได้จัดทำมาตรฐานสำรวจโครงสร้างสะพานที่เรียกว่า National Bridge Inspection Standards (NBIS) และจัดทำคู่มือ Recording and Coding Guide for the Structure Inventory and Appraisal of the Nation's Bridges (FHWA, 1995) เพื่อให้แต่ละรัฐใช้เป็นแนวทางในการตรวจสอบ ประเมินสภาพและจัดทำระบบการเก็บข้อมูลของประเทศตั้งแต่ช่วงต้น ๆ ของทศวรรษ 1970 ในการประเมินได้มีการแบ่งสภาพของการใช้งานของโครงสร้างออกเป็นระดับที่มีค่าตัวเลขตั้งแต่ 0 ถึง 9

² CLTD/CLF process เป็นวิธีการคำนวณหาภาระการปรับอากาศของอาคารขนาดกลางที่มีการใช้งานแบบโซนเดียว ตามมาตรฐานขององค์กร American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers

³ OTTV-RTTV process เป็นวิธีการคำนวณหาปริมาณการถ่ายเทความร้อนเฉลี่ยของเปลือกอาคาร และหลังคา ในที่นี้ใช้ตามพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2535

1.3 การกำหนดแนวทางการปรับปรุง – เมื่อได้รับข้อมูลทั้งหมดในการตรวจสอบอาคารทั้งหลังทางผู้ศึกษาจะทำการศึกษาถึงการจำแนกระดับความรุนแรงของปัญหา และระดับการปรับปรุง ดังนี้

1. ระดับความรุนแรง – การจำแนกระดับความรุนแรงจำแนกออกเป็น 5 ระดับ โดยมีความหมาย ดังนี้

ระดับที่ 1 ผลกระทบน้อยที่สุด เป็นสภาพความเสียหายที่ปรากฏให้เห็นแต่ไม่มีผลต่อเนื่องไปยังการใช้พลังงาน หรือ ความปลอดภัยในการใช้งานของอาคาร และไม่เกิดผลกระทบในระยะยาว เช่น รอยถลอก รอยเกาตามปกติ

ระดับที่ 2 ผลกระทบน้อย เป็นสภาพความเสียหายปรากฏที่มีความเด่นชัด แต่ไม่มีผลต่อเนื่องไปยังการใช้พลังงาน หรือ ความปลอดภัยในการใช้งานของอาคาร และไม่เกิดผลกระทบในระยะยาว เช่น รอยร้าว ของปูนฉาบ รอยแตกเล็กน้อยของคอนกรีต

ระดับที่ 3 ผลกระทบปานกลาง เป็นสภาพความเสียหายปรากฏที่มีความเด่นชัด และมีผลต่อเนื่องไปยังการใช้พลังงาน หรือ ความปลอดภัยในการใช้งานของอาคาร ควรเริ่มมีการแก้ไข เช่น การติดตั้งไฟฟ้า แสงสว่างไม่เหมาะสมซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายจากการใช้งาน การจัดนิทรรศการและงานระบบปรับอากาศ ไม่เข้ากันซึ่งจะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงาน

ระดับที่ 4 ผลกระทบมาก เป็นสภาพความเสียหายปรากฏที่มีความเด่นชัด และมีผลต่อเนื่องไปยังการใช้พลังงาน หรือ ความปลอดภัยในการใช้งานของอาคารอย่างชัดเจน ต้องเร่งทำการแก้ไข เช่น น้ำรั่ว ฝ้าฉาบร่อน กระเบื้องแตก หลุด เนื่องจากจะส่งผลต่อสภาพความเสียหายอื่นๆ และมีความรุนแรงขึ้น

ระดับที่ 5 ผลกระทบมากที่สุด เป็นสภาพความเสียหายที่รุนแรงอันอาจทำให้เกิดความวิบัติของโครงสร้างได้ เช่น การแตก ยุบ หัก ของโครงสร้างคอนกรีต เหล็ก ในตัวอาคาร

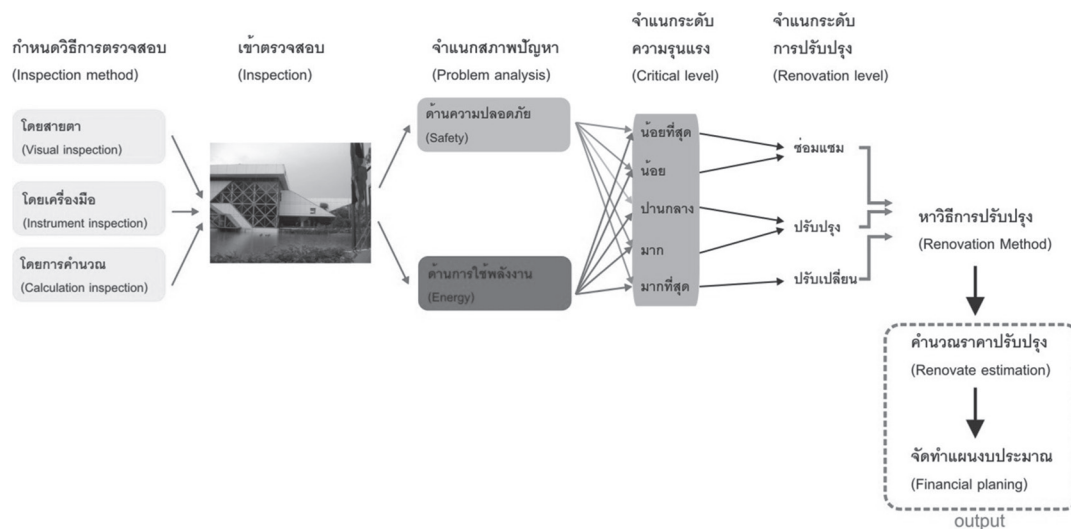
2. ระดับการปรับปรุง - จัดกลุ่มระดับการปรับปรุงที่เกิดขึ้นโดยการจัดกลุ่มตำแหน่งพื้นที่ที่เกิดปัญหาต่างๆ ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่

ระดับที่ 1 – การซ่อมแซม ใช้กับความเสียหายในระดับต่ำ และบริเวณที่เสียหายไม่ได้ส่งผลกระทบต่อส่วนอื่นๆ ของอาคาร การซ่อมแซมจะใช้กับพื้นที่เฉพาะเป็นส่วนๆ ไป **สัมพันธ์กับระดับความรุนแรง ระดับที่ 1-2**

ระดับที่ 2 – การปรับปรุง ใช้กับความเสียหายในระดับปานกลาง หรือเป็นความเสียหายที่ยังสามารถแก้ไขได้แต่มีผลกระทบกับพื้นที่อาคารเป็นวงกว้างที่ไม่อาจใช้การซ่อมแซมเฉพาะจุดแล้วจะได้รับประสิทธิภาพกลับคืนมาเหมาะสม **สัมพันธ์กับระดับความรุนแรง ระดับที่ 3-4**

ระดับที่ 3 – การปรับเปลี่ยน ใช้กับความเสียหายระดับสูง หรือเป็นความเสียหายในลักษณะแฝงเร้นที่อาจก่อให้เกิดอันตราย หรือความเสียหายอื่นๆ ได้ในระยะยาว โดยที่การซ่อมแซม และการปรับปรุงจะไม่สามารถให้ประสิทธิภาพกลับคืนมาเพียงพอที่จะหยุดความเสียหายนั้นได้ หรือหยุดได้เพียงชั่วคราวเวลาสั้นๆ ในกรณีนี้การปรับเปลี่ยนวัสดุเก่าออกทั้งหมดและหาวิธีการแก้ไขที่เหมาะสมกับปัญหาจะเป็นทางออกที่ดีที่สุด **สัมพันธ์กับระดับความรุนแรง ระดับที่ 5**

1.4 การกำหนดแผนงานและงบประมาณในการปรับปรุง – เมื่อสามารถกำหนดแนวทางการปรับปรุงในแต่ละพื้นที่ได้ทางผู้ศึกษาจะทำการศึกษาถึงงบประมาณที่ต้องใช้ และแผนการดำเนินการในการปรับปรุงต่อไป



รูปที่ 4 แสดงแผนภูมิการทำงานที่เกิดขึ้นในโครงการฯ

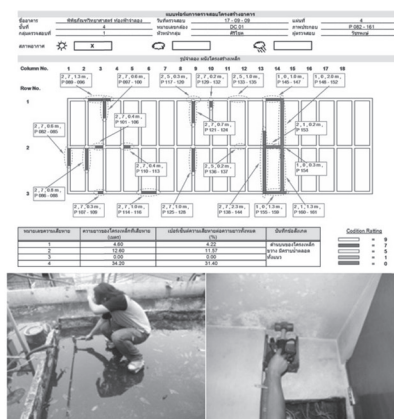
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

ขั้นตอนที่ 2 การรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาที่มีผลกระทบต่อความปลอดภัย

การรวบรวมข้อมูลในขั้นตอนนี้เน้นในการตรวจสอบ และจัดหมวดหมู่รูปแบบการเสื่อมสภาพของอาคารที่น่าจะส่งผลต่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร ในการสำรวจได้จัดทำตารางรวบรวมข้อมูลโดยใช้การเก็บข้อมูลเป็นตำแหน่ง และรายละเอียดที่เกิดการเสื่อมสภาพจากนั้นจึงทำการเข้าตรวจสอบพื้นที่โดยการใช้เครื่องมือ และการเคาะเปิดผิวในบางจุด (การตรวจสอบโครงสร้าง) เพื่อศึกษาระดับความเสียหายที่เกิดขึ้นนำมาทำการสรุปและจัดหมวดหมู่ของสภาพปัญหาที่เกิดขึ้น

สภาพความเสียหาย	ตำแหน่ง	วัสดุที่ใช้	ระบบโครงสร้าง	ระดับความเสียหาย	รายละเอียด
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 1				โครงสร้างคาน้ำหนัก มีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 3				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.1				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.2				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.3				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.4				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.5				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.6				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.7				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.8				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.9				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.10				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.11				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.12				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.13				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.14				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.15				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.16				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.17				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.18				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก
คาน้ำหนัก	คาน้ำหนัก 4.19				คาน้ำหนักมีรอยร้าวตามแนวคาน้ำหนัก



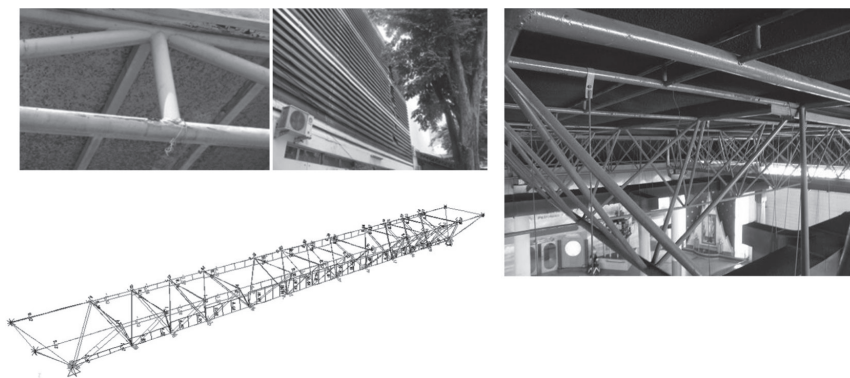
รูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการดำเนินงานเก็บข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ในงานศึกษารังนี้

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

ผลจากการรวบรวมข้อมูลพบว่า สภาพปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยในการใช้งานอาคาร มีทั้งสิ้น 30 ตำแหน่ง จากสภาพปัญหาทั้งหมด 70 ตำแหน่ง โดยสภาพปัญหาการใช้อาคารที่มีปัญหาเสี่ยงภัยต่อการใช้อาคารทั้งหมด สามารถจัดกลุ่มสภาพปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยทั้งหมดได้ ดังนี้

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่เกิดจากโครงสร้างเสียหาย – ทั้งภายในและภายนอกอาคารมีการใช้งานมาตลอดเวลา 32 ปี จึงเกิดความเสียหายต่อโครงสร้างตลอดทั้งอาคาร และในบางบริเวณมีการต่อเติมซ้อนชั้นโครงสร้างจนมีความกังวลต่อความปลอดภัยในการรับน้ำหนักของโครงสร้าง



รูปที่ 2 แสดงสภาพความเสียหายของโครงสร้าง และการใช้ระบบโปรแกรมตรวจสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างบางจุด
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟู
การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

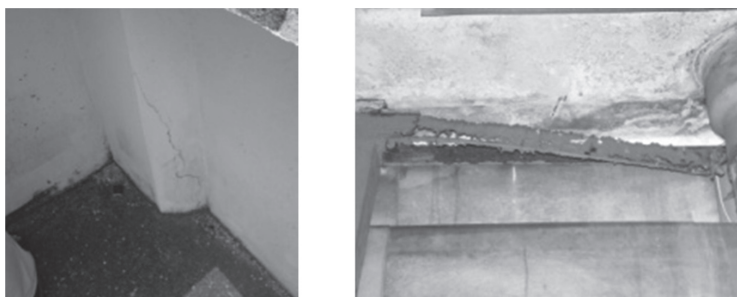
- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่เกิดจากวัตถุมีพิษ – บริเวณเปลือกอาคารด้านนอกห้องนิทรรศการ 2-3 และ 4 มีการใช้งานกระเบื้องแผ่นเรียบซึ่งมีส่วนผสมของ แอสเบสตอส (Asbestos) ซึ่งเป็นต้นเหตุของโรคแอสเบสตอสิส ซึ่งทำลายเยื่อปอดส่งผลให้เกิดมะเร็งปอด โดยประเทศไทยได้กำหนดให้มี พ.ร.บ.วัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 asbestos (amosite) และ asbestos (chrysotile) จัดอยู่ในวัสดุต้องห้ามประเภทที่ 3 ได้แก่ วัตถุอันตรายที่การผลิต การนำเข้า การส่งออก หรือการมีไว้ในครอบครองต้องได้รับใบอนุญาตโดยกรมโรงงานอุตสาหกรรม ทางผู้ศึกษาจึงได้แนะนำให้มีการปรับเปลี่ยนวัสดุดังกล่าวออกทั้งหมด



รูปที่ 3 แสดงพื้นที่เกิดอันตรายจากอาคารซึ่งทำจากวัสดุแผ่นเรียบ จำเป็นต้องปรับออก
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟู
การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่เกิดจากระบบดับเพลิงเสื่อมสภาพ – จากการตรวจสอบพบว่าระบบทั้งหมดไม่ทำงาน และตู้ดับเพลิงไม่มีสายดับเพลิงเหลืออยู่จึงต้องเร่งทำการแก้ไขเปลี่ยนระบบใหม่ทั้งหมด
- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่เกิดจากน้ำรั่ว – อาคารมีรอยรั่วและน้ำรั่วตลอดทั้งอาคารโดยเฉพาะพื้นที่หลังคา ซึ่งเดิมทำจากแผ่นไฟเบอร์กลาส ในปัจจุบันแผ่นหลังคาเสื่อมสภาพและหมดอายุการใช้งานจนมีการสร้างหลังคาโลหะครอบไว้ ซึ่งมีน้ำหนักสูงกว่าโครงสร้างไฟเบอร์กลาส ทางผู้ศึกษาจึงทำการจำลองสภาพการรับน้ำหนักในพื้นที่ดังกล่าวเพื่อตรวจสอบ

การรั่วน้ำที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดการกัดเซาะในจุดต่างๆตลอดอาคาร ทางผู้ศึกษาจึงทำการเก็บตำแหน่งที่เกิดการรั่วน้ำและพบการกัดเซาะต่อโครงสร้างทั้งหมดในอาคารไว้เพื่อหาทางแก้ไข



รูปที่ 4 แสดงพื้นที่ที่เกิดการกัดเซาะของโครงสร้างอย่างรุนแรง

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และพื้นที่การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

- ปัญหาด้านความปลอดภัยที่เกิดจากระบบไฟฟ้าไม่เหมาะสม – ระบบไฟฟ้าภายในอาคารมีการเดินสายไฟฟ้าทับซ้อนเพื่อขยายการใช้งานตลอดระยะเวลา 30 ปี ทำให้สภาพระบบอยู่ในภาวะทรุดโทรม และผูกพัน ในปัจจุบันมีแนวสายไฟฟ้าที่ไม่ทราบจุดต่ออยู่ตลอดทั้งอาคาร ทางผู้ศึกษาจึงทำการตรวจสอบความเสียหายในจุดต่างๆทั้งอาคาร และบันทึกไว้



รูปที่ 5 แสดงสภาพตู้เมนสวิตช์ในระบบไฟฟ้าของโถงนิทรรศการหลัก

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และพื้นที่การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

ขั้นตอนที่ 3 การรวบรวมข้อมูลสภาพปัญหาที่มีผลกระทบต่อการใช้พลังงาน

อาคารพิพิธภัณฑสถานวิทยาศาสตร์ เดิมได้ถูกออกแบบไว้เป็นอาคารที่ไม่ใช้ระบบปรับอากาศ ต่อมาเมื่อสภาพอากาศภายในกรุงเทพมหานครมีความร้อนสูงขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงสัณฐานของตัวเมืองจึงส่งผลให้อาคารจำเป็นต้องเริ่มปรับปรุงและใช้งานระบบปรับอากาศภายในอาคาร การติดตั้งด้วยระบบเทคโนโลยีและความรู้แบบเก่าในขณะที่ยังไม่มีการติดตั้งทำให้อาคารยังไม่เหมาะสมต่อการปรับอากาศอย่างแท้จริง และส่งผลต่อปริมาณการใช้ไฟฟ้าของอาคาร ทางผู้ศึกษาจึงได้ทำการตรวจสอบสภาพการถ่ายเทความร้อนของอาคารตามหลักการทางกายภาพของความร้อนสมัยใหม่ที่ถูกต้อง เพื่อหาทางปรับปรุงสภาพอาคารให้เหมาะสมต่อการปรับอากาศ และสร้างการประหยัดพลังงานต่อไป ในการศึกษาทางผู้ศึกษาได้ใช้เครื่องมือ การเข้าสำรวจ และการจำลองสถานการณ์เพื่อประเมินความสูญเสียพลังงานไฟฟ้าของระบบปรับอากาศอย่างคร่าวๆ ด้วยระยะเวลาในการทำงานที่สั้นมาก การประเมินที่เกิดขึ้นจึงเป็นการพิจารณาเพื่อหาปัจจัยหลักที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในระบบปรับอากาศ และทำให้ผู้ศึกษาสามารถกำหนดแนวทางการดำเนินงานที่เหมาะสมต่อไป

สภาพความเสียหาย	ตำแหน่ง	อาคาร	ระบบปรับอากาศ	การติดตั้งไม่เหมาะสม	รายละเอียด
1	หลังคา 1				อากาศ และน้ำรั่วเข้าจากภายนอก
3	หลังคา 2				อากาศ และน้ำรั่วเข้าจากภายนอก
5	สำนักงาน 3				ห้องไม่เย็น AHU ติดตั้งการ balance load ไม่ดี
9	สำนักงาน 4.1				ประตูไม้ไม่สามารถกั้นกับอากาศเย็นในห้องได้
10					ระบบ AHU หมดสภาพทำความเย็น และมีขนาดไม่สัมพันธ์กับการใช้งาน
12	สำนักงาน 4.2				ประตูไม้ไม่สามารถกั้นกับอากาศเย็นในห้องได้
13					ระบบ AHU หมดสภาพทำความเย็น และมีขนาดไม่สัมพันธ์กับการใช้งาน
15	สำนักงาน 4.3				ประตูไม้ไม่สามารถกั้นกับอากาศเย็นในห้องได้
16					ระบบ AHU หมดสภาพทำความเย็น และมีขนาดไม่สัมพันธ์กับการใช้งาน



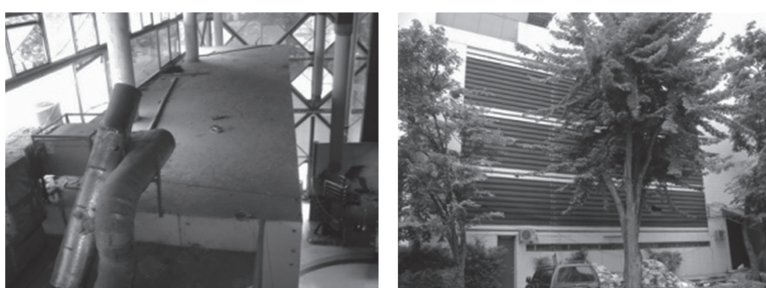
รูปที่ 6 แสดงตัวอย่างการดำเนินงานเก็บข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูล ในงานศึกษารั้วนี้

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และพื้นที่การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

เมื่อผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาสภาพปัญหาของอาคารในจุดต่างๆ รวมทั้งสิ้น 70 ตำแหน่ง พบว่ามีการเสื่อมสภาพที่ส่งผลต่อการใช้พลังงานโดยตรงรวมทั้งสิ้น 40 ตำแหน่ง และสามารถทำการจัดกลุ่มสภาพการเกิดปัญหาได้ 3 รูปแบบ ดังนี้

- ปัญหาด้านพลังงานที่เกิดจากอาคารรั่ว – แต่เดิมตัวอาคารได้มีความตั้งใจในการออกแบบให้สามารถระบายอากาศได้ทั้งอาคาร จึงพบช่องระบายอากาศตามตำแหน่งต่างๆ ที่จำเป็นต้องปิดเพื่อการปรับอากาศและลดภาระการปรับอากาศจากการรั่วซึม (Infiltration load) ในการศึกษาทางผู้ศึกษาจึงได้ทำการสำรวจตำแหน่งที่เกิดการรั่วซึมและบันทึกไว้เพื่อหาทางกำจัดการรั่วซึมของอาคารทั้งหมด



รูปที่ 7 แสดงพื้นที่ระบายอากาศรอบอาคารที่ปัจจุบันควรปรับปรุงเพื่อลดการรั่วซึมของอากาศ

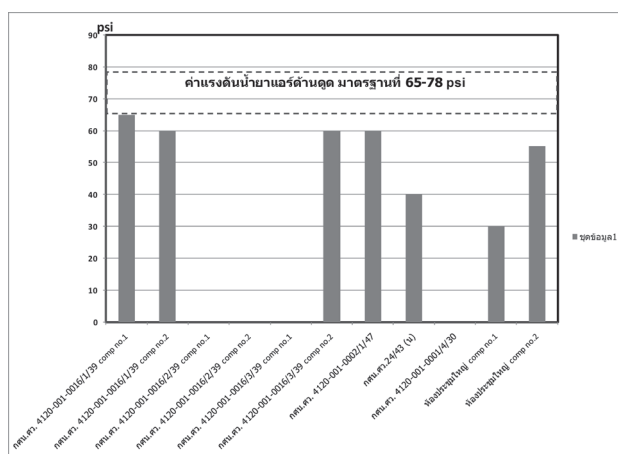
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และพื้นที่การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.

กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

- ปัญหาด้านพลังงานที่เกิดจากระบบเสื่อมสภาพ – ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง และระบบปรับอากาศมีการติดตั้งเพิ่มเติม และปรับเปลี่ยนตลอดเวลา 30 ปี ทำให้เกิดระบบใหม่ทับซ้อนระบบเก่าขึ้นมาจนไม่สามารถดูแลรักษาได้ รวมถึงการติดตั้งระบบด้วยเทคโนโลยีเก่าที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากและยังคงมีการซ่อมแซมเพื่อให้อยู่ ทำให้เกิดการใช้พลังงานที่คาดว่าจะสูงกว่าอาคารในปัจจุบัน ทางผู้ศึกษาจึงได้ทำการสำรวจ และตรวจวัดตำแหน่งงานระบบที่คาดว่าจะมีการใช้พลังงานมากกว่าปกติ และบันทึกไว้เพื่อหาทางลดการใช้พลังงานของอาคารทั้งหมด

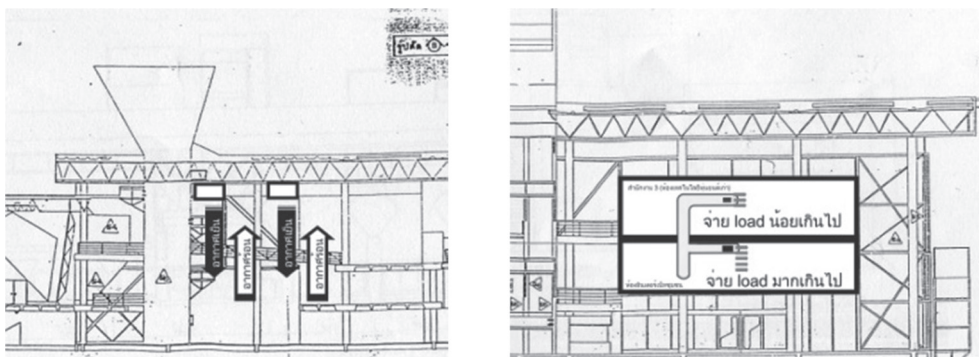


รูปที่ 8 แสดงสภาพงานระบบที่ล้าสมัย และเกิดการทรุดโทรมในพื้นที่อาคาร
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟู
การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.



รูปที่ 9 แสดงผลการตรวจวัดแรงดันน้ำยาทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศหลักภายในอาคารมีค่าแรงดันที่ต่ำกว่า
มาตรฐาน และเสียไม่สามารถใช้งานได้ (ไม่มีค่าแรงดัน)
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟู
การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

- ปัญหาด้านพลังงานที่เกิดจากการติดตั้งงานระบบไม่เหมาะสม – การติดตั้งงานระบบบางประเภทมีข้อกำหนดที่ต้องกระทำให้ถูกต้องเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่เนื่องจากสภาพอาคารที่ถูกออกแบบไว้แต่เดิมมีรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างจากปัจจุบัน ในช่วงเวลาที่ผ่านมามีการติดตั้งระบบต่างๆ เพื่อปรับให้อาคารสามารถคงการใช้งานได้ทันสมัยขึ้น อย่างไรก็ตามงานระบบที่ติดตั้งในบางพื้นที่โดยเฉพาะระบบปรับอากาศไม่ได้มีการเตรียมพื้นที่เพื่องานระบบเหล่านี้ไว้จึงต้องติดตั้งไปเท่าที่ทำได้ ก่อให้เกิดงานระบบที่มีประสิทธิภาพไม่เหมาะสม และยากต่อการดูแลรักษา ทางผู้ศึกษาจึงเข้าตรวจสอบและบันทึกสภาพต่างๆ ไว้เพื่อหาทางแก้ไข



รูปที่ 10 แสดงการสร้างกราฟฟิอออธิบายงานระบบที่ติดตั้งไม่เหมาะสมในบางพื้นที่
ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และพื้นที่
การใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

ขั้นตอนที่ 4 การศึกษาวิธีการแก้ปัญหา

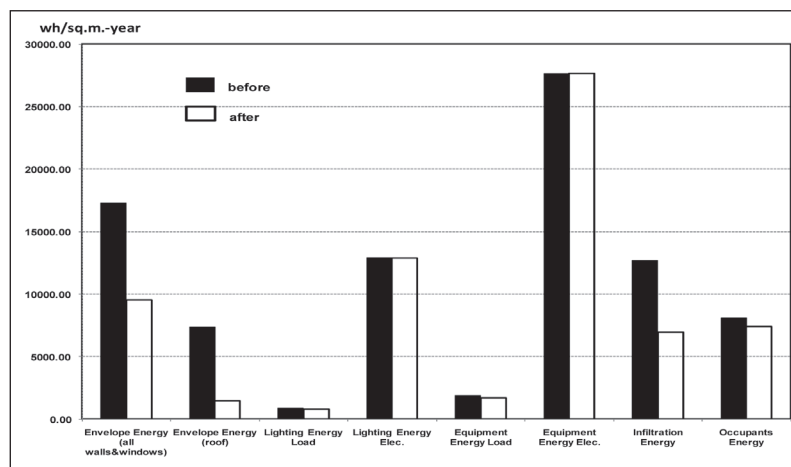
การปรับปรุงเพื่อกำหนดแนวทางการใช้พลังงาน และพื้นที่อาคาร 2 มีแนวคิดในการจัดการแก้ไขสภาพปัญหาอย่างบูรณาการ โดยการแก้ไขสภาพปัญหาที่เกิดขึ้นอย่างองค์รวม ไม่ใช่การซ่อมแซมเป็นจุด หรือตำแหน่งที่เกิดปัญหา เนื่องจากการเกิดสภาพปัญหายภายในอาคาร ณ ตำแหน่งใดๆ อาจไม่ได้เกิดจากสาเหตุเดียว หรือเกิดที่เดียว แต่อาจเป็นผลที่ตามมาจากสภาพปัญหาอื่นๆ ภายในอาคาร

จากข้อมูลสภาพปัญหาทั้ง 70 ตำแหน่งตรวจพบสภาพระดับความรุนแรงอยู่ที่ระดับ 3-5 เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งทำให้ต้องเร่งทำการซ่อมแซมส่วนต่างๆ ของอาคาร ในขณะที่ปัจจุบันโครงสร้างอาคารที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็กยังมีสภาพใช้งานที่สามารถรับน้ำหนักได้ดีเมื่อทำการประเมินเบื้องต้นด้วยสายตา (Visual Inspection) แต่สำหรับโครงสร้างหลังคาจะมีระดับความรุนแรงอยู่ที่ระดับ 5 เนื่องจากมีสภาพน้ำรั่วอาจทำให้เกิดการผุกร่อนในส่วนต่างๆ ของโครงสร้างจึงควรทำการเปลี่ยนหลังคาโดยเร็ว

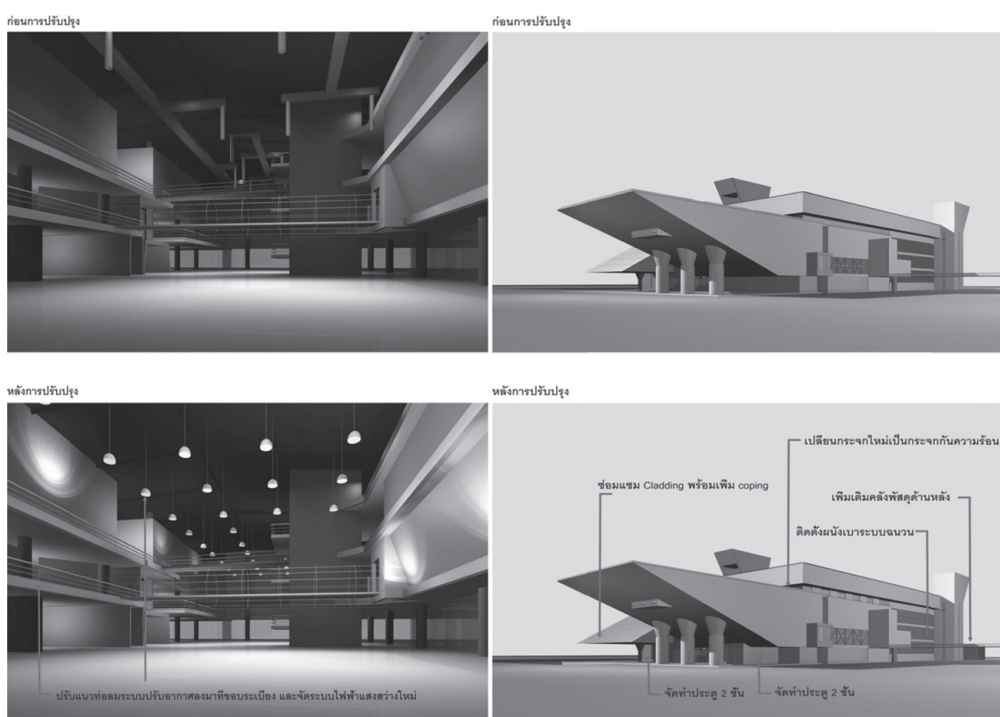
ด้านแนวทางการแก้ไขของสภาพปัญหา จากข้อมูลสภาพปัญหาทั้ง 70 ตำแหน่ง มีแนวทางการแก้ไขด้วยการปรับปรุงเป็นส่วนใหญ่ มากที่สุด ส่วนการปรับเปลี่ยนจำเป็นต้องใช้กับพื้นที่บริเวณหลังคา งานระบบดับเพลิงทั้งหมดของอาคาร เนื่องจากเป็นสภาพความเสียหายที่ปรากฏชัดเจนและส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยรุนแรง

ในด้านการใช้พลังงานของอาคารทางผู้ศึกษาได้ทำการจำลองสถานการณ์การปรับเปลี่ยนวัสดุรอบอาคาร อุปกรณ์ และระบบต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง ร่วมกับผลการตรวจวัดเพื่อประเมินแนวทางการใช้พลังงานที่เหมาะสม โดยพบว่าสภาพปัญหาหลักเกิดจากการรั่วซึมของเปลือกอาคาร และวัสดุเปลือกอาคารที่ไม่เหมาะสมต่อการประหยัดพลังงานจึงได้สร้างการจำลองสภาพการปรับเปลี่ยนวัสดุ ระบบ อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง พบว่าจะสามารถลดค่าพลังงานในอาคารเนื่องจากการปรับอากาศของเปลือกอาคาร และการรั่วซึมได้ประมาณ 50% ของการใช้พลังงานเดิม และสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งอาคารลงประมาณ 20%

แผนภูมิที่ 1 แสดงการใช้พลังงานต่อตารางเมตรที่เกิดขึ้นจากการคำนวณเบื้องต้น อย่างไรก็ตามการใช้พลังงานจริงที่เกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุงยังขึ้นอยู่กับปัจจัยระหว่างการซ่อมแซมอีกหลายประการ ค่าพลังงานที่เห็นนี้จึงยังไม่ใช้พลังงานจริงที่จะเกิดขึ้นภายหลังการปรับปรุง



ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.



รูปที่ 11 แสดงแนวทางการปรับปรุงในบางพื้นที่ของโครงการ

ที่มา: ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา. โครงการศึกษาเพื่อกำหนดแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงาน และฟื้นฟูการใช้อาคารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (อาคาร 2) ศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา กรุงเทพฯ.
กรุงเทพฯ: ม.ป.ท., 2552.

ขั้นตอนที่ 5 การศึกษางบประมาณ และแผนการดำเนินงาน

จากการศึกษาทางผู้ศึกษาได้จัดทำงบประมาณโดยคำนึงถึงการแก้ปัญหาอย่างบูรณาการทั้งอาคารโดยได้คำนึงถึงความเร่งด่วน และงบประมาณในการปรับปรุงอาคารเป็นหลัก และคำนึงถึงรูปแบบการของงบประมาณตามระเบียบราชการ โดยเบื้องต้นพบว่ามียกงบประมาณการก่อสร้างประมาณ 69 ล้านบาท และได้จัดทำแผนการดำเนินการตามงบประมาณโดยแบ่งออกเป็น 3 ระยะ ให้สอดคล้องกับการปรับปรุงที่เกิดขึ้นโดยมีรายละเอียด ดังนี้

ปีที่ 1 ระยะการของงบประมาณ ดำเนินการขอใช้งบประมาณเพื่อการออกแบบ

ปีที่ 2 งานออกแบบ ตรวจสอบโครงสร้างเพิ่มเติม และของงบประมาณเพื่อการก่อสร้าง ใช้งบประมาณ 2.5 ล้านบาท และมีระยะการดำเนินการ 1 ปี เพื่อตรวจสอบโครงสร้างในส่วนที่คาดว่าจะอาจมีสภาพปัญหาเพิ่มเติม และต้องการการตรวจสอบอย่างละเอียด ซึ่งไม่สามารถดำเนินการในการตรวจสอบครั้งนี้ได้เนื่องจากข้อจำกัดของเวลา ตลอดจนการออกแบบและจัดทำแบบก่อสร้างในการปรับปรุงในส่วนต่างๆ ของอาคาร

ปีที่ 3 งานก่อสร้าง และควบคุมการก่อสร้างใช้งบประมาณประมาณ 67.5 ล้านบาท ระยะเวลาการดำเนินการประมาณ 1 ปี

3. บทสรุปและการอภิปรายผล

จากการประเมินสภาพการซ่อมแซม-ปรับปรุงเบื้องต้น ทางผู้ศึกษาคาดว่าถ้าอาคารไม่มีสภาพปัญหาทางโครงสร้างที่ไม่สามารถแก้ไขได้ ภายหลังจากปรับปรุงครั้งนี้จะทำให้อาคารสามารถใช้งานต่อไปได้อีกประมาณ 35-50 ปี แล้วแต่คุณภาพการซ่อมแซม โดยใช้งบประมาณ 70 ล้านบาทในการฟื้นฟูอาคารทั้งหมดซึ่งเมื่อเทียบกับการสร้างอาคารใหม่จะต้องใช้งบประมาณ 170 ล้านบาท จึงคิดเป็นการใช้งบประมาณเพียง 35-40% ของการสร้างใหม่ อีกทั้งยังสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าในอาคารจากการปรับปรุงสภาพเปลือกอาคารที่เสียหายด้วยฉนวนกันความร้อน โดยคาดว่าจะสามารถประหยัดพลังงานในแต่ละปีประมาณ 20% ของค่าไฟฟ้าในปัจจุบัน

บรรณานุกรม

American Concrete Institute, **Building Code Requirements for Structural Concrete, Building Code Requirements for Structural Concrete** (ACI-318, 1999/2008)

American Concrete Institute, **Building Code Requirements for Structural Concrete, Control of Cracking in Concrete Structures** (ACI-224R, 2001)

American Institute of Steel Construction, **Load Resistance Factor Design**, (AISC-LRFD, 1999)

American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. **ASHRAE Fundamental 2009**. Atlanta: ASHRAE, 2009.

LANCO 731 **Repair Mortar: Application Method**, www.lanko.com.au, 2009.

กฎกระทรวงฉบับที่ 6 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ.2527.

กระทรวงพลังงาน. **พระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535**. กรุงเทพฯ: กระทรวงพลังงาน, 2535.

สมาคมวิศวกรสถานแห่งประเทศไทย. **มาตรฐานการออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก พ.ศ. 2548**. กรุงเทพฯ: วสท., 2548.