

  
**THE NOVA**  
EXPO

x

  
EEC ENGINEERING NETWORK  
EST. 1976

**50<sup>th</sup>**  
**YEARS**  
ANNIVERSARY

# Re:Build Handbook

คู่มือการอัปเดตอาคาร  
ฉบับนำไปใช้จริง

# Re:Build Handbook

คู่มือการอัปเดตอาคาร  
ฉบับนำไปใช้จริง

## ผู้เขียนและผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

คณะทำงาน The NOVA Expo  
EEC Engineering Network  
กลุ่มบริษัทในเครือ EEC Group  
EEC Academy

## พิมพ์ครั้งแรก

มกราคม 2569

## จำนวนพิมพ์

จัดทำเป็นรูปเล่ม และแบบ eBook  
เพราะ "ความรู้แบ่งปันกันได้อย่างทั่วถึง"  
และ 500 เล่ม สำหรับผู้สนใจ

## พิมพ์ที่

บริษัท ศรีบูรพาการพิมพ์ จำกัด

## จัดทำโดย



X



50<sup>th</sup>  
YEARS  
ANNIVERSARY

## สถาบันอีอีซี อคาเดมี

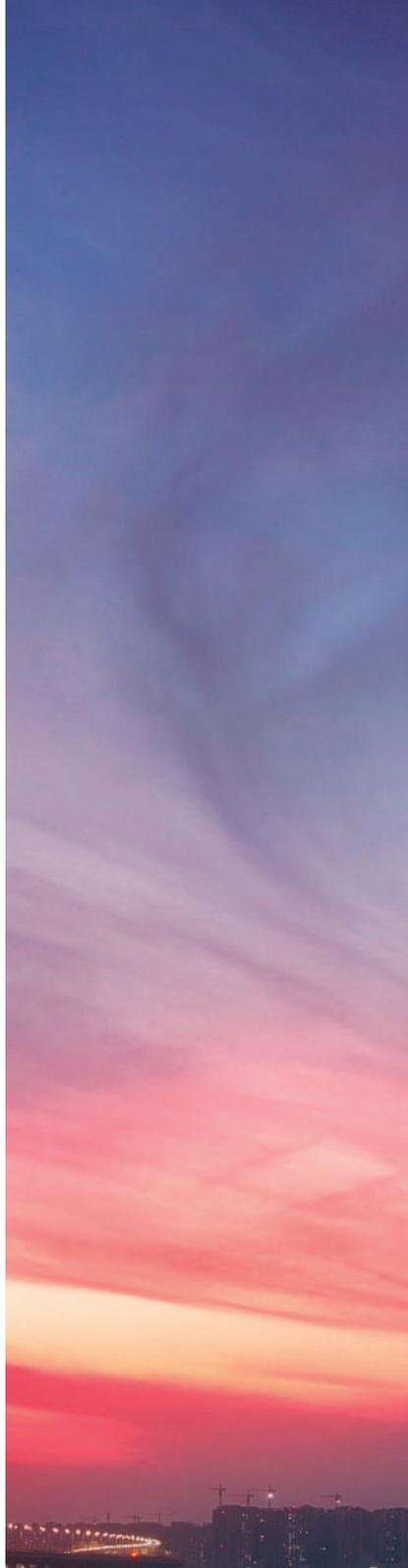
โดย บริษัทอีอีซี เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด (EEC)  
เลขที่ 40 อาคารสถาบันอีอีซี ซอยรามอินทรา 97  
ถนนรามอินทรา แขวง/เขต คันนายาว กรุงเทพมหานคร 10230  
โทร. 02 005 2900-13

## ติดตามอ่านแบบ eBook ได้ที่

[www.thenovaexpo.com](http://www.thenovaexpo.com)  
[www.eec.co.th](http://www.eec.co.th)  
[www.eecacademy.com](http://www.eecacademy.com)

FOLLOW US!  
**THE NOVA COMMUNITY**

[www.thenovaexpo.com](http://www.thenovaexpo.com)



---

## "Re:Build" คือคำตอบที่คุ้มค่าที่สุดในสภาวะปัจจุบัน

ที่ราคาที่ดินในกรุงเทพฯ สูง เป็นอันดับต้น ๆ ของเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเป็นมากกว่าการปรับปรุงโฉม แต่เป็นการ **"Rebranding" เพื่อยกระดับสมรรถนะ (Performance) ของอาคารในทุกมิติ** ซึ่งรวมถึงการ ลดต้นทุน การดำเนินงานมหาศาล โดยเฉพาะค่าพลังงาน การเพิ่มมูลค่าสินทรัพย์ ผ่านการรับรองมาตรฐาน Green Building และการปรับปรุงคุณภาพชีวิตของผู้ใช้งาน เพื่อนำไปสู่การ เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานอย่างยั่งยืน.

---

# คำนำ

ในช่วงเวลาที่โลกกำลังเร่งเดินหน้าเข้าสู่สังคมคาร์บอนต่ำ การพลิกโฉมอาคารเดิมให้พร้อมรับมือกับความท้าทายใหม่ ๆ ไม่ใช่เพียง “การปรับปรุง” หากแต่คือ “การเริ่มต้นวงจรชีวิตใหม่ของอาคาร” **คู่มือ Re:Build - พลิกโฉมอาคารเก่าสู่โลกไร้คาร์บอน** เล่มนี้จึงถูกจัดทำขึ้นเพื่ออธิบายแนวคิดของการ **Re:Build** หรือการ **Upgrade** ที่ไม่ใช่ **Renovate** พร้อมถ่ายทอดว่าการยกระดับอาคารเก่าสามารถสร้างมูลค่าเพิ่ม ลดการปลดปล่อยคาร์บอน และตอบโจทย์อนาคตที่ยั่งยืนได้อย่างแท้จริง

ในบริบทของประเทศไทย อาคารเก่ามีสัดส่วนสูงมาก โดยเฉพาะในเขตเมืองที่มีอาคารอายุหลายสิบปีเป็นจำนวนมาก อาคารเหล่านี้ส่วนใหญ่มีระดับการใช้ไฟฟ้าสูงกว่าค่ามาตรฐานอ้างอิง และยังไม่สามารถตอบสนองต่อความต้องการด้านสุขภาพ คุณภาพอากาศ และสิ่งแวดล้อมของผู้ใช้อาคารในยุคปัจจุบัน ความท้าทายดังกล่าวสะท้อนให้เห็นถึงโอกาสของการ **Re:Build** ที่จะช่วยลดพลังงาน เพิ่มประสิทธิภาพยกระดับคุณภาพชีวิต และยืดอายุการใช้งานของอาคารได้อย่างเป็นรูปธรรม

เนื้อหาในคู่มือเล่มนี้ตั้งอยู่บนประสบการณ์จริงของ **EEC Group** ในฐานะผู้จัดทำตลอดระยะเวลากว่า **50 ปี** ทั้งในด้านการเก็บข้อมูลเชิงลึก การพัฒนานวัตกรรม การแก้ปัญหาหน้างาน และการสรรหาเทคโนโลยีใหม่ที่เหมาะสมกับอาคารแต่ละประเภท **แน่นอนว่า Engineering Solution** มีความหลากหลาย เป็นทั้งศาสตร์และศิลป์ที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบควบคู่กับความเข้าใจพฤติกรรมการใช้อาคาร ซึ่งไม่ตายตัว ดังนั้น หนังสือเล่มนี้จึงเป็นส่วนหนึ่งของประสบการณ์ มุมมอง และข้อเสนอแนะ เพื่อประกอบการพิจารณาของผู้อ่าน

ด้วยความตั้งใจของผู้จัดทำ เราหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะช่วยให้ผู้อ่าน “มองเห็นความคุ้มค่า” ของการ **Re:Build** ทั้งในมิติพลังงาน ต้นทุนระยะยาว คุณภาพชีวิตผู้ใช้อาคาร รวมถึงโอกาสจากการได้รับการรับรองมาตรฐานอาคารเขียว พร้อมกันนี้ยังมุ่งหวังให้หนังสือเล่มนี้เป็นแรงบันดาลใจให้ทุกท่าน “เริ่มลงมือทำ” ตั้งแต่การประเมินอาคารด้วยตนเอง ไปจนถึงการวางแผนเลือกแนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสม

หนังสือเล่มนี้คือการรวบรวมองค์ความรู้ประสบการณ์และบทเรียนที่สั่งสมมาอย่างยาวนาน เพื่อส่งต่อให้วงการก่อสร้าง การบริหารอาคาร รวมถึงวิศวกรและสถาปนิกทุกสาขา ได้นำไปใช้ประโยชน์อย่างแท้จริง การจัดพิมพ์ครั้งที่ 1 นี้ยังอยู่ระหว่างการพัฒนา และฉบับสมบูรณ์ จะเผยแพร่ในงาน The NOVA Expo 2026 ระหว่างวันที่ 3 – 5 มิถุนายน 2569 ณ ไบเทค บางนา

ขอให้คู่มือเล่มนี้เป็นจุดเริ่มต้นของการเปลี่ยนแปลงเปลี่ยนอาคารเก่าให้พร้อมสู่โลกใหม่ และร่วมกันสร้างอนาคตคาร์บอนต่ำที่ยั่งยืนต่อไป



### จินต์ ธีระโกเมน

กรรมการจัดงาน The NOVA Expo  
รองกรรมการผู้จัดการ บริษัท EEC Engineering Network  
กรรมการผู้จัดการ บริษัท EEC Lincolne Scott  
หัวหน้าแผนกพัฒนาสถาบัน EEC Academy

# สารบัญ

คำนำ

สารบัญ

Why Re:Build? ยกเครื่อง ไม่ใช่ ปรับปรุง .....	8
Net Zero Upgrade "รีบิลด์เขียว" คือการลงทุนที่คุ้มค่าที่สุดของยุคใหม่ .....	15
How to get started for Re:Build .....	23
Re:Build with Sustainable Building Certifications .....	30
ปัญหางานอาคารกับวิศวกรรมงานระบบฯ	
ปัญหาเชื้อราขึ้นฝ้า #1 จากการ Condensation บนท้องฝ้า .....	43
ปัญหาเชื้อราขึ้นฝ้า #2 จากปัญหา “ความชื้นสัมพัทธ์สูง” .....	44
ปัญหาเชื้อราขึ้นฝ้า #3 เชื้อราดำ .....	46
ปัญหาที่ #4 ปัญหาเชื้อราบนผนังภายในห้องพัก Pool Villa .....	47
ปัญหาที่ #5 ปัญหาเชื้อราในอาคาร รพ. ....	48
ปัญหาที่ #6 และ #7 “ห้องน้ำมีกลิ่นเหม็นและอับชื้น” .....	52
ปัญหาที่ #8 อาคารใช้พลังงานสูง-ไม่ประหยัดพลังงาน .....	58
เคล็ดลับการประหยัดพลังงานที่ดีต่อสุขภาพ .....	66
ปัญหาถอดยึดของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ .....	68
แนวทางการแก้ปัญหาความชื้นและเชื้อราในอาคารเก่า .....	82
การทำ Existing Building Commissioning EBCx .....	90
Energy Service Company: ESCO บริษัทจัดการพลังงาน .....	95
ประเด็น.. สำคัญไฉน? .....	100
Upgrade หรือ Re:Build เลือกอาคาร .....	107
แนวทางการรวมงานระบบเข้ากับผนังภายนอกอาคาร .....	114
Chiller vs VRF: ความจริงที่เจ้าของอาคารต้องรู้ก่อนตัดสินใจลงทุน .....	120
ระบบปรับอากาศยุคใหม่	
การยกระดับประสิทธิภาพระบบผลิตน้ำเย็นในอาคารเดิม .....	126
ด้วยปัญญาประดิษฐ์ AI	

การปรับปรุงระบบจ่ายน้ำเย็นเดิม เป็นแบบ Variable Primary Only: VPF .....	131
การเลือกใช้ วาล์ว PICV .....	136
การลดพลังงานพัดลมด้วยการใช้ VSD ร่วมกับเครื่อง Standby .....	142
การเพิ่มประสิทธิภาพการควบคุม VAV AHU ด้วยข้อมูล Air Flow และ Damper Position จาก VAV Box .....	146
การปรับปรุงระบบปรับอากาศเดิมจาก VRP เป็น IAQP .....	149
แนวทางการปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ) สำหรับอาคารเดิม .....	154
เทคโนโลยี SF6-Free ในระบบไฟฟ้า .....	166
คุณภาพไฟฟ้าสำหรับอาคารยุคใหม่ .....	168
Reliable Power Transfer: ATS&MTS Operations .....	172
ผลกระทบของความผันผวนของโซลาร์ PV ต่อคุณภาพไฟฟ้า และบทบาทของ SVG .....	175
ผลกระทบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่า ต่อประสิทธิภาพการปล่อยมลพิษ และทิศทาง Net-Zero ของประเทศไทย .....	179
การติดตั้งระบบป้องกันอัคคีภัยอัตโนมัติในอาคารเก่า .....	183
การเลือกใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิง .....	188
การเลือกใช้ระบบดับเพลิงพิเศษ .....	190
การประยุกต์ใช้นวัตกรรมข้อต่อและอุปกรณ์ประกอบท่อ .....	191
การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารให้มีประสิทธิภาพ .....	199
การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำสำหรับบำบัดน้ำ Bleed-off จาก Cooling Tower .....	204
Floor Drain กันกลิ่น Magnetic/Silicone .....	207
แนวทางสำหรับอาคารเก่าที่อยากเพิ่มห้องน้ำ .....	209
การเลือกใช้ท่อ Low Carbon .....	211
คู่มือฟื้นฟูอาคารหลังน้ำท่วม .....	213



**Kecha Thirakomen**  
Chairman and Chief of Innovation,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# Why Re:Build ?

## ยกเครื่อง ไม่ใช่ ปรับปรุง

พลิกโฉมอาคารเก่า... สู่ชีวิตใหม่ของทรัพย์สินที่มีค่า

ในยุคที่เศรษฐกิจดิ่งตัว ต้นทุนการก่อสร้างพุ่งสูง และการแข่งขันในตลาดอสังหาริมทรัพย์รุนแรงที่สุดในรอบหลายทศวรรษ “การสร้างใหม่” ไม่ได้เป็นคำตอบเดียวอีกต่อไป สิ่งที่น่าลงทุนและเจ้าของอาคารกำลังตระหนักคือ การยกเครื่องอาคารเก่า (Upgrade) อาจเป็นการลงทุนที่ “คุ้มค่าที่สุดในยุควิกฤติ” เพราะไม่ใช่เพียงการซ่อมแซมหรือแต่งหน้าทาปากให้ดูใหม่ แต่คือการเริ่ม “วงจรชีวิตใหม่” ของอาคารอย่างแท้จริง

### ทำไมต้อง “Upgrade” แทนที่จะ “Renovate”?

อาคารจำนวนมากในทำเลทองของกรุงเทพฯ ถูกสร้างขึ้นมากกว่า 20-30 ปี อยู่ในช่วงปลายของวงจรชีวิต (End of Life Cycle) มีค่าเช่าต่ำ คุณภาพอากาศไม่ดี ระบบเครื่องกลไฟฟ้าเสื่อมสภาพ และไม่สามารถแข่งขันกับอาคารรุ่นใหม่ที่ได้มาตรฐานอาคารเขียว (Green Building) แต่ในขณะเดียวกัน ที่ดินที่ตั้งอยู่กลับมีมูลค่าสูงมาก การรื้อสร้างใหม่จึงเป็นการลงทุนที่เสี่ยง ทั้งในแง่ของต้นทุน เวลา และการอนุญาตทางกฎหมาย

ดังนั้น “Upgrade” จึงเป็นทางออกที่ดีที่สุด เพราะสามารถ:

- สร้างมูลค่าใหม่โดยใช้โครงสร้างเดิม ลดต้นทุนและเวลาการก่อสร้างลงอย่างมาก
- ยกกระดับมาตรฐานชีวิตและสุขภาวะ ให้เทียบเท่าหรือดีกว่าอาคารใหม่
- ต่ออายุการใช้งานของสินทรัพย์ อีก 20-30 ปี โดยไม่ต้องรื้อถอน
- เข้าสู่เกณฑ์มาตรฐานใหม่ เช่น TREES-EB (Existing Building), TREES-SOOK (สุขภาวะ) ซึ่งสะท้อนแนวคิดอาคารวงจรชีวิตใหม่ (New Life Cycle Asset System: LCAS)

จากงานวิจัยทั่วโลกชี้ว่า อาคารที่ผ่านการยกระดับให้มีความมาตรฐานอาคารเขียว สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของผูู้้เช่าอาคารได้ถึง 40% และลดการใช้พลังงานมากกว่า 30% ปัจจัยเหล่านี้ส่งผลโดยตรงต่อ “มูลค่าทางเศรษฐกิจ” ของอาคารและ “ความน่าดึงดูดของผู้เช่า”

## เมื่อเปรียบเทียบกับกรสร้างใหม่

### สัดส่วนต้นทุน สะท้อนธรรมชาติของตลาดอสังหาริมทรัพย์

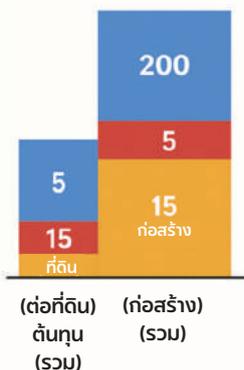
	ที่ดิน	ก่อสร้าง	ค่าดำเนินการ
 สิงคโปร์	5	15	250
 กรุงเทพฯ	15	5	200

ในสิงคโปร์ค่าก่อสร้างสูงกว่าประเทศไทยหลายเท่าตัว แต่ค่าที่ดินกลับไม่แตกต่างกันมากนัก

สำหรับกรุงเทพฯ ที่ดินในย่านศูนย์กลางธุรกิจ (CBD) มีราคาสูงจนการลงทุนสร้างใหม่แทบไม่คุ้มทุน การ “ยกเครื่องอาคารเก่า” ซึ่งมีทำเลดีอยู่แล้ว จึงกลายเป็นกลยุทธ์การลงทุนที่ชาญฉลาดที่สุด

- สิงคโปร์ = เมืองที่ต้นทุนการก่อสร้างสูงกว่ามูลค่าที่ดิน ➔ เน้น maximizing built form efficiency + ลด OPEX + ยืด life cycle
- กรุงเทพฯ = เมืองที่มูลค่าที่ดินนำต้นทุนก่อสร้าง ➔ กลยุทธ์ที่คุ้มคือ Upgrade เพื่อ unlock land value และ เพิ่ม rent/yield ไม่ต้องทุบสร้างใหม่

### กลยุทธ์การ Upgrade อาคาร: กรุงเทพฯ vs สิงคโปร์



#### สิงคโปร์:

##### Upgrade เพื่อลด Carbon และต่ออายุการใช้งาน

- ต้นทุนก่อสร้างสูง - การรีโนเวทไม่คุ้ม
- ใช้แนวทาง Adaptive Reuse+Green Reprofit
- เป้าหมายหลัก = ลด OPEX และยืดอาคาร >20 ปี

#### กรุงเทพฯ:

##### Upgrade เพื่อเพิ่มมูลค่า และชิงตลาด

- ต้นทุนก่อสร้างต่ำ <10% ของมูลค่าที่ดิน
- ใช้แนวทาง Adaptive Facade+Energy+Identity Rebranding
- เป้าหมายหลัก = เพิ่มค่าเช่า 15-30%

# ปัญหาเดิม แก้ได้ด้วยแนวคิดใหม่

## 1. ปัญหาอาคารไม่สวย... แต่แก้ได้ง่ายที่สุด

อาคารจำนวนมากในเมือง โดยเฉพาะอาคารสำนักงานหรือเชิงพาณิชย์ในทำเลทอง มักประสบปัญหา “หมดอายุทางสุนทรียะ” รูปลักษณ์ล้าสมัย พื้นที่ใช้สอยไม่ยืดหยุ่น ระบบอากาศไม่ดี พลังงานสิ้นเปลือง แต่โครงสร้างหลักยังแข็งแรง ใช้งานได้อีกหลายสิบปี เป็นอาคารที่หมดอายุความงามและไม่มีประสิทธิภาพ

การ “Upgrade” หรือ “Rebuild” จึงเป็นแนวทางที่คุ้มค่าที่สุด  
ในการ “Renovate”

แนวคิด Adaptive Architecture: สถาปัตยกรรมที่ปรับตัวได้

Adaptive Architecture คือการออกแบบหรือปรับปรุงอาคารให้สามารถ “ปรับตัว” ต่อการเปลี่ยนแปลงของยุคสมัย การใช้งาน และสิ่งแวดล้อม โดยมีแนวทางหลัก 3 ด้าน

### 1. Adaptive Aesthetic – ความงามที่ปรับตัว

- ใช้เทคนิค “Second Skin Façade” เช่น แผงโลหะ เจาะรู แผงไม้เทียม หรือ Vertical Green Wall ปรับภาพลักษณ์ให้ทันสมัยโดยไม่แตะโครงสร้างหลัก
- ใช้โชนสี วัสดุ และเส้นสายใหม่ เพื่อเชื่อมโยงอัตลักษณ์เดิมกับยุคใหม่ เช่น อาคารคลาสสิกที่เสริมฟาซาดกระจกหรือเมทัลชีทบางส่วน
- ออกแบบให้ façade มี “มิติของแสงและเงา” เพิ่มชีวิตชีวาโดยไม่ต้องเปลี่ยนผังภายใน

### 2. Adaptive Performance – ประสิทธิภาพที่ปรับตัว

- ปรับเปลี่ยนระบบอาคารให้ Smart + Green: เช่น เพิ่มช่องระบายอากาศธรรมชาติ (cross ventilation), ใช้ Double Skin ป้องกันรังสี, ติดตั้ง Solar Shading หรือ PV Canopy
- ใช้ระบบ DOAS + Radiant Cooling หรือ Night Cooling เพื่อยกระดับคุณภาพอากาศ (IAQ) และลดพลังงานกว่า 30-40%
- ใช้วัสดุรีไซเคิลหรือวัสดุเบา เช่น EPS Panel, Aluminum Composite เพื่อให้การปรับปรุงทำได้เร็วและสะอาด

### 3. Adaptive Identity – อัตลักษณ์ที่คงอยู่

- รักษา “DNA ของอาคารเดิม” ที่คนจดจำ เช่น คาน เสา หรือจังหวะของช่องเปิด แล้วนำมา reinterpret ด้วยวัสดุใหม่
- เพิ่มชั้นเชิงวัฒนธรรมหรือความหมายไทยร่วมสมัย เช่น ลาย perforate pattern ที่ได้แรงบันดาลใจจาก “ลายกนก” หรือ “เกล็ดช้าง”
- ใช้การจัดแสง facade และพื้นที่สีเขียวเชื่อมอดีตกับอนาคต สร้างความรู้สึกว่า “เป็นที่เดิม...แต่ดีขึ้นทุกมิติ”

## ปัญหาอาคารไม่สวย... แต่แก้ไขได้ง่ายที่สุด

การออกแบบอาคารในแนวทาง Adaptive architecture ที่สามารถใช้ในการ Upgrade อาคารให้ดูทันสมัย ประหยัดพลังงาน โดยยังคงโครงสร้าง หรือผสมผสานกลมกลืนกับอัตลักษณ์เดิม

### Adaptive Aesthetic

- Second Skin Facade
- โทนีสี เส้นสายใหม่

### Adaptive Performance

- Smart+Green
- Solar Shading

### Adaptive Identity

- DNA ของอาคารเดิม
- ลายไทยร่วมสมัย



### ผลลัพธ์ของการ Upgrade ด้วย Adaptive Design

- อาคารดูใหม่ขึ้นทันทีโดยไม่ต้องทุบสร้าง
- ประหยัดพลังงานและค่าใช้จ่ายระยะยาว
- เพิ่มมูลค่าทรัพย์สินและค่าเช่า
- ลดของเสียและคาร์บอนฟุตพริ้นต์จากการรีไซเคิล
- เป็นสัญลักษณ์ของ “อาคารที่มีชีวิต” เติบโตและปรับตัวไปพร้อมเมือง

### ตัวอย่างแนวทางประยุกต์

- อาคารสำนักงานยุค 1980 ใช้โครงสร้างคอนกรีตเดิม แต่เพิ่ม “Façade Curtain of Perforated Aluminum” พร้อมระบบ Natural Ventilation
- อาคารโรงแรมเก่าในเมืองท่องเที่ยว ปรับเปลี่ยนหลังคาเป็น “Solar Sawtooth Roof” พร้อม Green Balcony ปลูกไม้เลื้อยเพื่อ shading
- อาคารพาณิชย์เก่าริมถนน เปลี่ยน facade เป็น Vertical Louvers ลายไทยร่วมสมัย เพื่อสะท้อนแสงนุ่มและสร้างภาพจำใหม่

**คำแนะนำ:** ให้ “Façade Designer” ออกแบบเปลือกอาคารที่สื่ออัตลักษณ์ใหม่ขององค์กร พร้อมคุณสมบัติเป็นฉนวนกันร้อน กรองแสง ป้องกันความชื้น และสร้างจุดขายใหม่ให้กับอาคาร

## 2. ปัญหาที่จอดรถไม่พอ - ใช้เทคโนโลยีช่วยบริหาร

อาคารเก่าส่วนใหญ่มีพื้นที่จอดรถจำกัด ทางวิ่งแคบ และการระบายอากาศไม่ดี

### แนวทางแก้ไข:

ใช้ระบบบริหารที่จอดรถอัจฉริยะ (Smart Parking) ร่วมกับเครื่องจอดรถอัตโนมัติ เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พื้นที่ พร้อมติดตั้งระบบพัดลมระบายอากาศแบบควบคุมอัตโนมัติ เพื่อประหยัดพลังงาน ไม่ควรเป่าลมร้อนจากเครื่องแอร์ เครื่องทำความเย็น หรือปล่อยไอเสียในที่จอดรถ

## 3. ปัญหาลิฟต์ไม่พอ - ปรับฟังก์ชันใช้งานใหม่

หากอาคารมีจำนวนผู้เช่าลดลง หรือรวมพื้นที่เช่าเป็นพื้นที่ใหญ่ขึ้น หรือเพิ่มบันไดภายในพื้นที่จะช่วยลด Lift Traffic ได้

อีกทางเลือกคือ การเปลี่ยนชั้นบนเป็น “Service Apartment” หรือ “Co-living Space” พร้อมปรับปรุงระบบลิฟต์เป็นแบบอัจฉริยะ (Destination Control) เพื่อให้รอคิวน้อยลง และประหยัดพลังงาน

## 4. ปัญหาระบบแอร์กินไฟ - ถึงเวลาเปลี่ยนใหม่ทั้งระบบ

### UPGRADE, NOT RENOVATE

Existing office buildings in prime locations often sit on high-value land but have reached the end of their life-cycle assessment (LCA) – resulting in outdated design, poor environmental and indoor air quality (EAQ/IAQ), and low rental and asset values.

Upgrading, rather than simple renovation, represents the “best worst investment.”



By enhancing ceiling height, improving EAQ and IAQ, and modernizing facilities, these assets can restart a new life-cycle value curve (LCAS).

- higher rental yields
- better occupant well-being
- stronger long-term asset performance

ระบบปรับอากาศที่อายุมากกว่า 15 ปีถือว่าหมดอายุทางเทคโนโลยีแล้ว สารทำความเย็นมีค่า GWP สูง กำลังถูกยกเลิก ทำลาย (ธนาคารโลก มีโครงการรับกำจัด R-134a เพื่อนำไปเผาทำลาย นับเป็น Carbon credit, R-410a ที่ใช้ในระบบ VRF ก็จะต้องถูกยกเลิก)

ระบบใหม่มีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิมมาก ทั้งด้านพลังงาน เสียง ความชื้นและการควบคุมอุณหภูมิ (ต้องเลือกสารทำความเย็น low GWP เช่น R-32, HFO)

### คำแนะนำ:

- ปรับปรุงเปลือกอาคารเพื่อลดภาระโหลดความเย็น (ลดได้มากกว่า 50%)
- ใช้ระบบ Chiller ที่มีค่า GWP ต่ำ (เลิกใช้สาร R410A, R134A)
- ใช้ระบบระบายความร้อนด้วยน้ำ (Water-cooled) ช่วยลด Urban Heat Island Effect

## 5. ปัญหาคุณภาพอากาศภายใน (IAQ) ไม่ดี

กลิ่นอับ เชื้อรา ค่า CO<sub>2</sub> และ VOC สูง เป็นปัญหาคลาสสิกของอาคารเก่า

### แนวทางแก้ไข:

ติดตั้งระบบเติมอากาศบริสุทธิ์ (DOAS/ERV) ให้ส่งอากาศเข้าพื้นที่โดยตรง ไม่หมุนเวียนผ่านเครื่องส่งลมเย็น ทำให้ปนเปื้อนอากาศเก่า พร้อมรักษาความดันอากาศภายในอาคารให้เป็นบวก เพื่อกันฝุ่นและ PM2.5 จากภายนอก

## 6. ปัญหาฝ้าเพดานต่ำ - สร้างความรู้สึกใหม่ด้วยการ “เปิดเพดาน”



อาคารเก่ามักมีฝ้าสูงเพียง 2.40 ม. ซึ่งทำให้ดูอึดอัด สมัยนี้นิยมฝ้าสูง 3 เมตรขึ้นไป เพื่อให้ดูโปร่งและสบาย

### แนวทางแก้ไข:

ลดขนาดเครื่องปรับอากาศด้วยการออกแบบให้อาคารประหยัดพลังงานหรือเปลี่ยนระบบเป็นแบบไร้ท่อลม (Ductless) เพื่อให้สามารถ “เปิดฝ้า” และใช้ระบบงานวิศวกรรมอย่างมีดีไซน์ อาคารจำนวนมากในต่างประเทศนิยมรูปแบบนี้เพราะสวยและดูทันสมัย

## 7. ปัญหาพื้นที่สีเขียวน้อย - ปรับให้กลายเป็น “Green Asset”

Landscape Design คือการลงทุนที่คืนคุณค่าให้กับอาคารได้ชัดเจนที่สุด

สวนแนวตั้ง (Vertical Garden) หลังคาเขียว (Green Roof) หรือแม้แต่ Pocket Park รอบอาคาร ช่วยลดอุณหภูมิได้หลายองศา ดูดซับน้ำฝน บรรเทาปัญหาน้ำท่วมเมือง ช่วยพอกอากาศเมือง และเพิ่มคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร

## 8. ปัญหาทางหนีไฟและระบบความปลอดภัย

อาคารที่ต้องตรวจสอบสภาพตามกฎหมาย (Building Inspection) ควรใช้โอกาสนี้ปรับปรุงให้ครบถ้วนตามมาตรฐานใหม่ ทั้งทางหนีไฟ ระบบสัญญาณแจ้งเหตุ และบันไดหนีไฟ

## 9. ระบบไฟฟ้า สุขากิบาล และน้ำเสีย

ระบบไฟฟ้าและสุขากิบาลที่เกินอายุใช้งานควรถูกยกเครื่องใหม่ทั้งหมด โดยเฉพาะระบบบำบัดน้ำเสียและถังสำรองน้ำดับเพลิง ควรปรับให้เป็นระบบอัตโนมัติ มีระบบตรวจสอบสถานะ (Monitoring System) เพื่อความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือของอาคาร

### บทสรุป:

#### Upgrade คือ “การเริ่มต้นวงจรชีวิตใหม่” ของอาคาร

การยกเครื่องอาคารเก่าไม่ใช่เพียงเรื่องของการซ่อมแซมหรือความสวยงาม แต่คือ “กลยุทธ์การลงทุนเชิงเศรษฐกิจ” ที่ตอบโจทย์ทั้งในด้านสิ่งแวดล้อม สุขภาวะ และผลตอบแทนระยะยาว

เมื่ออาคารได้รับการยกระดับจนผ่านมาตรฐานอาคารเขียวหรืออาคารสุขภาวะ ก็เท่ากับได้เริ่มต้น “Life Cycle ใหม่” ของทรัพย์สิน โดยมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น ทนต่อการแข่งขัน และตอบสนองตลาดที่มุ่งสู่คุณภาพชีวิตมากกว่าปริมาณพื้นที่

อาคารเก่าที่ถูก “Upgrade” อย่างมีวิสัยทัศน์ จึงไม่ใช่เพียงการ “ยืดอายุ” แต่คือ “การเกิดใหม่” ของทรัพย์สินในยุคที่โลกเปลี่ยนไป — ยกเครื่อง เพื่อเริ่มชีวิตใหม่ของอาคาร และของเมือง



**Kecha Thirakomen**  
Chairman and Chief of Innovation,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# Net Zero Upgrade

## “รีโบลด์เขียว” คือการลงทุน ที่คุ้มค่าที่สุดของยุคใหม่

### คำถามจากโลกสู่ไทย: เป้าหมาย Net Zero 2050 เป็นไปได้จริงหรือ?

ตลอดหลายปีที่ผ่านมา สังคมโลกต่างตั้งคำถามเดียวกันว่า “เราจะไปถึง Net Zero Carbon ภายในปี 2050 ได้จริงหรือ?” คำถามนี้สะท้อนความกังวลและความไม่เชื่อ เช่นเดียวกับเมื่อ 20 ปีก่อน ในยุคที่ “อาคารเขียว” เพิ่งเริ่มต้น หลายคนมองว่าเป็นเพียงกระแสของคนเมืองที่ไม่คุ้มค่ากับต้นทุนที่ต้องจ่าย

เมื่อประเทศไทยประกาศเป้าหมาย Net Zero 2050 ก็มีเสียงวิจารณ์ว่า เป็นการ “ประกาศเพื่อตามกระแส” โดยรัฐบาลรู้ว่า รัฐบาลถัดไปจะเป็นผู้รับภาระ แต่แท้จริงแล้วนี่คือจังหวะสำคัญที่ไทยต้องแสดงความมุ่งมั่นบนเวทีโลก ไม่เพียงเพราะเวียดนาม มาเลเซีย หรือสิงคโปร์ ประกาศไปก่อน แต่เพราะการเปลี่ยนผ่านสู่เศรษฐกิจคาร์บอนต่ำ ได้กลายเป็นกลไกใหม่ของการแข่งขันระดับประเทศ

บางคนมองว่า การประกาศเป้าหมาย 2050 ของรัฐบาลไทยเป็นเพียงการตอบรับกระแสโลก (COP Climate Summit) และเพื่อให้ไทยไม่ตกขบวนร่วมกับเพื่อนบ้านอย่างเวียดนาม หรือ มาเลเซีย ซึ่งต่างประกาศเอาไว้ก่อนแล้ว

อย่างไรก็ดี ในฐานะงานจัดแสดงนวัตกรรมและเวทีวิชาการด้านอสังหาริมทรัพย์ “The NOVA Expo 2026 –RE:BUILD” เรามองว่า เมื่อมองจากมุมมองและเชิงกลยุทธ์แล้ว เป้าหมาย Net Zero 2050 นั้น เป็นไปได้ และการลงทุนสีเขียว (Green Investment) ถือเป็น การลงทุนที่คุ้มค่าที่สุด – โดยเฉพาะอย่างยิ่งผ่านยุทธวิธี “Upgrade / Re:Build” สำหรับอาคารเดิมที่มีหลายหมื่นหน่วยทั่วประเทศ

## RE:BUILD คือการเริ่มต้นใหม่ของเมืองและเศรษฐกิจ

ในบริบทเศรษฐกิจปัจจุบัน ที่อุตสาหกรรมก่อสร้างและอสังหาริมทรัพย์ชะลอตัว The NOVA Expo 2026 – RE:BUILD มองเห็นโอกาสชัดเจนในสิ่งที่เรียกว่า

### “Upgrade หรือ Re:Build ไม่ใช่ Renovate”

เพราะในประเทศไทย อาคารเก่าที่หมดอายุทางสุนทรียะและประสิทธิภาพ มีจำนวนมากว่าการก่อสร้างใหม่หลายหมื่นหลังทั่วประเทศ โครงสร้างเหล่านี้ส่วนใหญ่ยังแข็งแรง เพียงแต่ขาดการปรับตัวให้ทันสมัย จึงถึงเวลาที่จะต้อง “ปลุกวงจรชีวิตใหม่ (New Life Cycle)” ให้อาคารอีกครั้ง

การ Upgrade อาคารเก่าจึงเป็นการลงทุนที่ไม่เสี่ยง ทำได้จริงทันที และให้ผลตอบแทนในทุกมิติ: เศรษฐกิจ พลังงาน สิ่งแวดล้อม และคุณภาพชีวิตของผู้คนในเมือง

- อาคารใหม่ในหลายกรณีเจอเงื่อนไขทั้งด้านที่ดิน FAR แรงงาน วัสดุ ช็อกกับ ESG ทำให้ต้นทุนการก่อสร้างและความเสี่ยงสูง
- อาคารเก่ามีจำนวนมากกว่า และอยู่ในจังหวะที่ “หมดอายุความงาม / หมดประสิทธิภาพ” (Obsolete) → ดังนั้นจึงเข้าสู่ “วงจรชีวิตใหม่ (New Life Cycle)” ได้เร็วกว่า
- การ Upgrade หรือ Re-Build (ไม่ได้แค่ซ่อมแซมเบา ๆ) ช่วย ปลดล็อกมูลค่า ทั้งในแง่ภาพลักษณ์ ประสิทธิภาพ และตลาดผู้เช่า ที่ให้ความสำคัญกับอาคารสีเขียวและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## จาก Green Building สู่ Net Zero Upgrade

- อาคารเขียวในอดีต คือจุดเริ่มของแนวคิด “การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม” แต่ในยุค Net Zero เรากำลังเข้าสู่ขั้น “อาคารที่สร้างสมดุลคาร์บอนตลอดวงจรชีวิต” ซึ่งไม่ใช่แค่ eco-friendly แต่คือ eco-effective — สร้างผลลัพธ์บวกต่อระบบนิเวศโดยรวม
- แนวทาง Net Zero Upgrade จึงไม่ใช่การซ่อมแซม แต่เป็นการปรับอาคารให้ “เริ่มวงจรชีวิตใหม่ด้วยสมดุลพลังงานและคาร์บอน” พร้อมสร้างมูลค่าใหม่ทางเศรษฐกิจ

## Embodied vs Operational Carbon - เข้าใจต้นทุนคาร์บอน ทั้งชีวิตอาคาร

ในการประเมินคาร์บอนของอาคาร แบ่งเป็น 2 ส่วนสำคัญ:

- **Embodied Carbon (25 %)** – มาจากวัสดุ การผลิต และการก่อสร้าง
- **Operational Carbon (75 %)** – มาจากการใช้พลังงานตลอดอายุการใช้งาน

ดังนั้น การลงทุนสีเขียวที่คุ้มค่าคือ การลด Operational Carbon ให้มากที่สุด โดยเพิ่ม Embodied Carbon เท่าที่จำเป็นเท่านั้น และวางแผนให้คาร์บอนที่ลดได้ในอนาคต มากกว่าคาร์บอนที่ใช้ในปัจจุบัน

นี่คือแนวคิด Carbon Return on Investment (C-ROI) — การลงทุนที่ให้ผลตอบแทน ในรูปของ “คาร์บอนที่ลดได้ตลอดอายุอาคาร” มากกว่าคาร์บอนที่ปล่อยระหว่างการก่อสร้าง

### แนวคิด “วงจรชีวิตใหม่ + Carbon Return on Investment”

- ภาคอาคารมีส่วนของการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสูง: ตามข้อมูลของ World Green Building Council อาคารทั่วโลกสร้าง CO<sub>2</sub> ประมาณ 39 % จากการ ใช้พลังงานทั้งหมด — โดย ~28 % มาจากการดำเนินงาน (Operational) และ ~11 % มาจากวัสดุก่อสร้างและงานก่อสร้าง (*source: World Green Building+1*)
- รายงานของ OECD ระบุว่า หากไม่จัดการ “Carbon Whole-Life” สัดส่วน ของการปล่อยก๊าซจากอาคารใหม่อาจถึง ~50 % ภายในปี 2050 (*source: OECD*)
- นั้นหมายความว่า ถึงแม้ ‘Embodied carbon’ จะมีสัดส่วนไม่มากที่สุด ในปัจจุบัน แต่จะเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อการใช้พลังงานในอาคารถูกลดลง ดังนั้น การลงทุนเขียวที่ชาญฉลาดคือการมองให้ “Return on Carbon Investment” สูงกว่า “Carbon Cost” ที่เกิดจากงานก่อสร้าง/รีโทรฟิต
- กล่าวอีกนัยหนึ่ง: เราต้องมั่นใจว่า “Carbon saved (จากการดำเนินการ /พลังงาน)” + “มูลค่าเพิ่มของอาคาร” > “Carbon generated (จากวัสดุ งานก่อสร้าง/รีโทรฟิต)” อย่างน่าพอใจเป็นอย่างยิ่ง

## ทำไมการลงทุนสีเขียวคือการลงทุนที่คุ้มค่าที่สุด



- เมื่อผู้เช่าและตลาดอสังหาริมทรัพย์เริ่มให้คุณค่ากับอาคารที่มีประสิทธิภาพมีสุขภาพและมีภาพลักษณ์ยั่งยืน อาคารเหล่านี้จะได้ ค่าเช่าที่สูงขึ้น และอัตราเข้าพักดีกว่า
- ต้นทุนพลังงานและการดำเนินงาน (OPEX) ที่ถูกลง มีผลต่อ Net Operating Income (NOI) และ มูลค่าทรัพย์สิน (Asset Value) โดยตรง
- แนวคิด “Upgrade > ทูบสร้างใหม่” โดยเฉพาะในกรณีของอาคารที่มีโครงสร้างแข็งแรงแล้วจะช่วยลด waste / carbon / ต้นทุนและระยะเวลาปิดดำเนินการ

- เมื่อรวมมิติ “ภาพลักษณ์ + ประสิทธิภาพ + สุขภาพ” แล้ว ผลตอบแทนจะไม่ใช้แค่ตัวเงินจากค่าเช่า แต่เป็นผลตอบแทนเชิงระบบ (Eco-system Return) ที่ช่วยสร้างคุณค่าให้เมือง ประเทศ และประชากร

## Green Upgrade = Smart Investment

- เมื่อมองในเชิงเศรษฐกิจ การอัปเกรดอาคารสีเขียวให้ผลตอบแทนในหลายมิติ:

มิติ	ผลลัพธ์ทางเศรษฐกิจ
พลังงานและค่าใช้จ่าย (OPEX)	ลดได้ 30-40 % ด้วยระบบ Smart HVAC, Lighting Control, Solar Roof
ค่าเช่าและอัตราเข้าพัก	เพิ่ม 10-25 % จากผู้เช่าที่ต้องการอาคาร ESG และ Well-being
มูลค่าทรัพย์สิน (Asset Value)	เพิ่ม 15-30 % หลังผ่านการรับรอง LEED / WELL / Thai Green Building
Carbon Credit & Tax Incentive	มีสิทธิ์รับเครดิตคาร์บอน และสิทธิประโยชน์ภาษีในอนาคต
ระยะคืนทุน (Payback Period)	3-7 ปี สำหรับสำนักงาน 2-4 ปี สำหรับอาคารเชิงพาณิชย์

- ในขณะที่การรื้อสร้างใหม่อาจใช้เวลา 5-8 ปี และปล่อยคาร์บอนมหาศาล การ Upgrade กลับให้ ROI เร็วกว่า และยั่งยืนกว่าในระยะยาว

## แนวทางสถาปัตยกรรม Adaptive Architecture เพื่อลดพลังงาน และเพิ่มมูลค่า

การUpgradeไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนโครงสร้างทั้งหมดแต่ใช้“เทคนิคฉลาด”ที่สร้างผลได้มาก:

1. **Second Skin Façade** – เพิ่มเปลือกอาคารแบบระบายอากาศ ช่วยลดความร้อน และปรับสภาพลักษณะให้ทันสมัย
2. **Double Skin + Natural Ventilation** – สร้างฉนวนอากาศ ลด Cooling Load 15–25 %
3. **Solar Canopy หรือ Solar Roof** – ผลิตพลังงานสะอาดและกันความร้อน
4. **DOAS + Radiant Cooling System** – ปรับอากาศแยกอากาศบริสุทธิ์ และลดการใช้ลมเย็น
5. **Vertical Green / Smart Lighting / Sensor IAQ** – เพิ่มสุขภาวะและลดการใช้พลังงานไฟฟ้า
6. **Reuse Structure** – ใช้โครงสร้างเดิมเพื่อลด Embodied Carbon และลดขยะก่อสร้าง

## โมเดลการอัปเกรดเพื่อ Net Zero สำหรับไทย

การอัปเกรดอาคารเพื่อสนับสนุน Net Zero มีองค์ประกอบหลักดังนี้:

1. ปรับฟาซาด / ซีกอาคาร (Envelope & Façade) — เพิ่มการป้องกันความร้อน, ใช้กระจก Low-E, เพิ่ม shading/green wall
2. ปรับระบบ MEP (เครื่องกล/ไฟฟ้า/ปรับอากาศ) — เช่น DOAS, Chilled Beam, ระบบควบคุมอัจฉริยะ, พลังงานหมุนเวียน (PV, Solar Thermal)
3. สร้างภาพลักษณ์สีเขียว (Green Branding) + Getting Certification — เช่น LEED, WELL, Thai SMART Building Standard เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสื่อสารคุณค่า
4. ใช้งานโครงสร้างเดิมให้เกิดประโยชน์สูงสุด — ลดการใช้วัสดุใหม่ ลด embodied carbon และลดการปิดดำเนินการ
5. ตั้งเป้า Lifecycle ของอาคารหลังอัปเกรดให้ยาวขึ้น — เพื่อให้ Carbon saved และมูลค่าที่เพิ่มขึ้น ทำงานทับต้นทุนได้ในระยะยาว

## ประสบการณ์จริง: อาคารที่ Upgrade แล้ว “คุ้มเกินคาด”

### 1. ธนาคารแห่งประเทศไทย (BOT Headquarters)

อาคารสำนักงานที่ปรับระบบปรับอากาศ และ Lighting เป็น Smart System ลดพลังงานได้ **กว่า 35 % ภายใน 3 ปี**

### 2. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต (Net Zero Building)

ติดตั้ง Solar Rooftop ระบบ Cooling Plant และ Envelope ประสิทธิภาพสูง ทำให้ **Energy Saving มากกว่า 40 %**

### 3. Central Green Upgrade Project

ศูนย์การค้าในกรุงเทพฯ ที่ปรับระบบระบายอากาศและฟาซาดใหม่ **ลด OPEX ลงกว่า 30 %** และเพิ่ม foot traffic จากลูกค้า อย่างมีนัยสำคัญ

### 4. Siam Paragon “Nextopia”



ลด Cooling Energy ซึ่งเป็นต้นทุนสำคัญของค่าดำเนินการของศูนย์การค้า โดย Nextopia สามารถ**ลด Cooling Energy ได้ถึง 30%** ด้วยการติดตั้งระบบ Radiant Floor Cooling, การจ่ายอากาศบริสุทธิ์ในระดับต่ำ มุ่งเป้าโซนหายใจ (Breathing Zone), การจ่ายอากาศบริสุทธิ์สู่พื้นที่โดยตรง ไม่ผ่านเครื่องส่งลมเย็น เพื่อไม่ให้เกิดการปนเปื้อน, Ductless A/C เพื่อลด Air Moving Energy รวมทั้งใช้อุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพ เช่น PICV, EC motor

Nextopia เป็นภาพใหม่ของ Siam Paragon ที่ฉีกแนวจากศูนย์การค้าทั่วไป ที่เป็นเพียงที่รวมร้านค้า เปิดมิติของประสบการณ์พิเศษที่แตกต่าง มีภาพของสีเขียวที่ชัดเจน

## 5. Lotus ราชพฤกษ์



เป็นตัวอย่างการปรับปรุงพื้นที่ Semi-Outdoor โดยการทำให้ Shading และแสงธรรมชาติที่เหมาะสม ลดความร้อนโดยตรงจากแสงอาทิตย์ จัดการพื้นที่ผิวพื้นที่ที่มีอุณหภูมิสูง เพิ่มช่องทางลม โดยมีเป่าลด Operative Temperature ในส่วนของพื้นที่ปรับอากาศ ปรับเป็นระบบ Ductless โดยผสมผสานการทำงานระหว่างเครื่องส่งลมเย็นกับพัดลมเป่ายาว นอกจากผลลัพธ์โดยตรงด้านพลังงานและ Thermal Comfort ยังพบว่า การใช้ประโยชน์ของพื้นที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ลูกค้ามีความพึงพอใจเพิ่มขึ้น ใช้เวลาในศูนย์การค้ามากขึ้น กลับมาใช้บริการบ่อยครั้งขึ้น และใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

## 6. อาคาร EEC Academy



อาคาร EEC Academy 1 และ 2 เป็นอาคารที่ผ่านการรับรองเป็นอาคารเขียวระดับทองและแพลตตินัม พบว่าสามารถประหยัดพลังงานมากกว่าค่าเฉลี่ยถึง 60% และเพิ่ม Productivity มากกว่า 40% ส่งเสริมการใช้งาน 24/7 ดึงดูด Talent ให้เข้ามาร่วมงานด้วย

## บทสรุป: จากอาคารเก่าสู่เมืองยุคใหม่

“การลงทุนสีเขียว ไม่ใช่ค่าใช้จ่าย แต่คือการลงทุนในอนาคตของประเทศ”

การ Upgrade / Re:Build คือการเปลี่ยน “สินทรัพย์ที่เสื่อมค่า” ให้กลับมามีชีวิตใหม่ และกลายเป็นเครื่องยนต์หลักในการขับเคลื่อนประเทศไทยสู่ Net Zero 2050

ในมุมมองของ The NOVA 2026 Expo – RE:BUILD, นี้ไม่ใช่เพียงแผนพัฒนาอสังหาริมทรัพย์ แต่คือ **แผนพัฒนาอนาคตของชาติ**

หากทุกภาคส่วนร่วมมือกัน ตั้งแต่วันนี้ เราจะไม่เพียงลดคาร์บอน แต่จะได้เมืองที่ดีขึ้น คนที่มีคุณภาพชีวิตดีขึ้น และเศรษฐกิจใหม่ที่ยั่งยืนกว่าที่เคย



**Jirayut Charoenchatchai**  
Assistant Managing Director,  
Bright Management Consulting Co.,Ltd.

# How to get started for Re:Build

หลายครั้งที่มักจะเจอคำถามที่ว่า การปรับปรุงอาคารควรจะทำตอนนี้หรือไม่อย่างไร และเราควรจะกำหนดขอบเขตของการปรับปรุงอาคารมากน้อยแค่ไหนเพื่อตอบโจทย์ทางด้านธุรกิจและวิสัยทัศน์ของเจ้าของหรือผู้บริหารอาคาร เป็นที่ทราบกันดีว่าการใช้พลังงานในอาคารส่งผลหลักในหลายๆ ด้านของการใช้งานอาคาร ไม่ว่าจะเป็นต้นทุนค่าพลังงาน สภาพแวดล้อมในการทำงาน และคุณภาพสำหรับผู้ที่อาศัยหรือมาใช้บริการ เป็นต้น

ดังนั้นการกำหนดกลยุทธ์การบริหารของหลายองค์กรใช้หลักสุภาพคติเงินที่เป็นประโยคสำคัญในตำราพิชัยสงคราม 13 บทของซุนวู ที่ว่า “รู้เขา-รู้เรา รบร้อยครั้งชนะร้อยครั้ง” ทำให้การบริหารอาคารจึงต้องดำเนินการในลักษณะการเทียบเคียงมาตรฐาน (Benchmarking) ซึ่งอาจเป็นมาตรฐานในประเทศ หรือต่างประเทศ แต่อย่างน้อยที่สุดจะทำให้เราสามารถประเมินช่องว่าง (Gap) หรือศักยภาพ ในการปรับปรุงเพื่อการแข่งขันได้ไม่มากก็น้อย

ค่าการใช้พลังงานจำเพาะ (Specific Energy Consumption, SEC) หรือ Energy Use Index (EUI) เป็นหนึ่งในดัชนีชี้วัดภายใต้กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการจัดการพลังงานในอาคารและโรงงานควบคุม พ.ศ. 2552 ซึ่งองค์กรควรที่จะต้องพิจารณาเพื่อประกอบการกำหนดเป้าหมายและแผนอนุรักษ์พลังงานโดยค่ามาตรฐานเทียบเคียงของกระทรวงพลังงาน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1 ต่อไปนี้



Net Energy Consumption Derived from Modeling each building under each level of Energy Saving Capability

Building Type	Energy Consumption under Each Level of Energy Saving Capability (KWh/m <sup>2</sup> /y)				
	Reference	BEC	HEPS	Econ	ZEB
Office building	219	171	141	82	57
Department store	308	231	194	146	112
Retail & wholesale Business facility	370	298	266	161	126
Hotel	271	199	160	116	97
Condominium	256	211	198	132	95
Medical	244	195	168	115	81
Educational institution	102	85	72	58	39
Other general building	182	134	110	66	53
% Saving →		- 20-25%	- 30-35%	- 60-65%	-> 70%

(ที่มา: แผนอนุรักษ์พลังงาน 20 ปี พ.ศ. 2554-2573 กระทรวงพลังงาน)

รูปที่ 1 ค่าระดับการใช้พลังงานของอาคารแต่ละประเภทตามความสามารถในการประหยัดพลังงาน

Items	BASE	CODE	HEPS	ECON	NZEB
<b>OTTV (Wm<sup>-2</sup>)</b>					
Office	61.4	50	30	20	15
Hotel	33	30	15	10	7.5
Hospital	35.5	30	15	10	7.5
Department store	43.6	40	25	15	10
School	61.1	50	30	20	15
Condominium	33	30	15	10	7.5
Hypermarket	43.6	40	25	15	10
Misc	57.4	40	25	15	10
<b>Lighting system (Wm<sup>-2</sup>)</b>					
Office	22.7	14	9	6	1
Hotel	16.2	12	8	5	4
Hospital	13.7	12	8	5	4
Department store	19.6	18	12	8	6
School	14.6	14	9	6	2
Condominium	16.2	12	8	5	4
Hypermarket	19.6	18	12	8	6
Misc	16.6	18	12	8	6
<b>Equipment power density (Wm<sup>-2</sup>)</b>					
Office	45	45	45	25	20
Hotel	35	35	35	30	25
Hospital	12	12	12	10	8
Department store	26.2	26.2	26.2	20	15
School	25	25	25	20	15
Condominium	40	40	40	30	25
Hypermarket	45	45	45	25	20
Misc	20	20	20	15	12
<b>Air Conditioners, COP (kW.RFT<sup>-2</sup>)</b>					
All building types	2.21 (1.59)	3.13 (1.12)	3.64 (0.97)	3.64 (0.97)	6.00 (0.59)

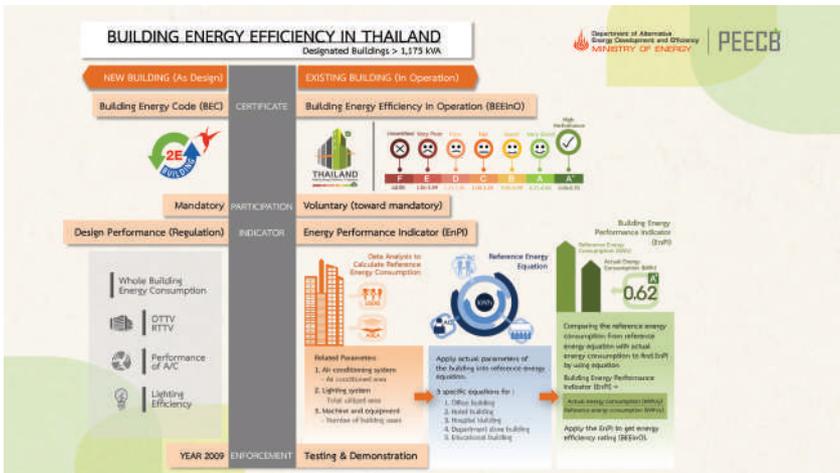
(ที่มา: Development of Energy Conservation Programs for Commercial Buildings based on Assessed Energy Saving Potentials, K.Pantong, S.Chirattananon, P.Chaiwiwatvorakul )

รูปที่ 2 ค่าตัวชี้วัดสมรรถนะของระบบต่าง ๆ แยกตามประเภทอาคาร

ในเบื้องต้น เมื่อทำการพิจารณาระดับการใช้พลังงานของอาคารต่อพื้นที่ใช้สอยในหน่วย kWh/m<sup>2</sup>-yr แล้ว จะทำให้พอที่จะเห็นภาพได้ว่าอาคารของเราอยู่ มีความสามารถอยู่ในระดับที่ดีเพียงใด

อย่างไรก็ตามค่าระดับการใช้พลังงานข้างต้นอาศัยการจำลองจากตัวแปรสมรรถนะของระบบอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 2 เพื่อประเมินการใช้พลังงานตามชั่วโมงการใช้งานของอาคาร แต่ละประเภท ได้แก่ อาคารสำนักงานและโรงเรียน 2,340 ชม.ต่อปี อาคารศูนย์การค้า และห้างสรรพสินค้า 4,380 ชม.ต่อปี อาคารโรงแรม โรงพยาบาล และที่พักอาศัย 8,760 ชม.ต่อปี

โดยทั่วไปแล้ว การใช้พลังงานจริงอาจมีค่าแตกต่างจากระดับข้างต้นไม่มากก็น้อยอันเนื่องมาจากการควบคุมสมรรถนะและความสูญเสียระหว่างการใช้งานระบบอุปกรณ์จริง (Operation Losses) และประสิทธิภาพที่ลดลงของอุปกรณ์ (Equipment Performance Losses) ซึ่งในกรณีนี้สามารถพิจารณาตามแนวทางการกำหนดตัวชี้วัด สมรรถนะด้านพลังงานภาคสมัครใจ (Energy Performance Indicator, EnPI) ที่หาจากอัตราส่วนของพลังงานที่ใช้จริงต่อพลังงานที่ควรจะใช้จากสมการพลังงาน (รูปที่ 3) ที่สะท้อนถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานจากการใช้งานอาคาร (Building Energy Efficiency in Operation)



รูปที่ 3 ค่าตัวชี้วัดสมรรถนะด้านพลังงาน Energy Performance Indicator, EnPI ในลักษณะ Building Energy Efficiency in Operation ภายใต้โครงการ Promoting Energy Efficiency in Commercial Building (PEECB) ของ พ.ท. ดำเนินการโดยบริษัท ไบรท์ แมเนจเม้นท์ คอนซัลติ้ง จำกัด (ที่ปรึกษาโครงการ)

แต่อย่างไรก็ตามข้อมูลค่า SEC จากการใช้พลังงานจริงของอาคาร ก็น่าที่จะเป็นตัวชี้วัดซึ่งบ่งบอกถึงแนวทางในการกำหนดนโยบายการปรับปรุงอาคาร ดังนั้น การปรับปรุงเพื่อประหยัดพลังงานและความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อมมีตัวอย่างหัวข้อที่ควรพิจารณา ได้แก่

1. การป้องกันความร้อนจากหลังคา  
(ขนาดช่องแสงที่เหมาะสม การใช้ฉนวนหลังคา ฯลฯ)
2. การป้องกันความร้อนจากผนังและหน้าต่างภายนอก  
(อัตราส่วนพื้นที่หน้าต่างต่อผนังชนิดกระจกประหยัดพลังงาน การใช้ฉนวนผนัง ฯลฯ)
3. ประสิทธิภาพขั้นต่ำของเครื่องปรับอากาศและชนิดของระบบ  
(สมรรถนะ kW/RT, COP, District Cooling ฯลฯ)
4. การใช้สารทำความเย็นที่ส่งผลกระทบต่อสภาวะเรือนกระจก  
(Low GWP refrigerant)
5. เกณฑ์การนำอากาศบริสุทธิ์เข้าอาคารขั้นต่ำที่ประหยัดพลังงาน  
(Pre-cooling & Dehumidification Fresh Air)
6. เกณฑ์ค่าความส่องสว่างขั้นต่ำร่วมกับการใช้แสงธรรมชาติ  
(Energy-efficient lighting design & Daylighting)

ในทางปฏิบัติเพื่อให้การก่อสร้างหรือดัดแปลงปรับปรุงอาคารในพื้นที่เกิน 2,000 ตารางเมตรขึ้นไปสามารถที่จะดำเนินการขออนุญาตการก่อสร้างได้จริงต่อไปนั้น ควรเริ่มต้นด้วยการตรวจประเมินอาคารตามหลักเกณฑ์ Building Energy Code (BEC) เพื่อวิเคราะห์ศักยภาพในการอนุรักษ์พลังงาน และเก็บข้อมูลด้านพลังงานอย่างเป็นระบบก่อนตัดสินใจปรับปรุงอาคาร

การตรวจสอบและเก็บข้อมูลเพื่อพิจารณาว่าควรปรับปรุงอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานหรือไม่นั้น ควรดำเนินการตามขั้นตอนที่เป็นระบบ โดยอ้างอิงจากแนวทางของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) ดังนี้:

### ขั้นตอนการเริ่มต้นตรวจสอบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

#### 1. กำหนดวัตถุประสงค์และขอบเขตการตรวจสอบ

- ระบุว่าเป็นอาคารประเภทใด เช่น สำนักงาน, โรงแรม, โรงพยาบาล ฯลฯ
- ตรวจสอบว่าขนาดพื้นที่ใช้สอยที่มีการปรับปรุงเกิน 2,000 ตารางเมตรหรือไม่ (ตามข้อบังคับ BEC)

<sup>1</sup> ต้องผ่านการตรวจรับรองแบบ ตามกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2563 และประกาศกระทรวงพลังงาน เรื่องกำหนดค่ามาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2564

## 2. รวบรวมข้อมูลพื้นฐานของอาคาร

- แบบแปลนอาคาร, รายละเอียดวัสดุ, ระบบไฟฟ้า, ระบบปรับอากาศ, ระบบแสงสว่าง
- ข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง เช่น ค่าไฟฟ้า, ค่าน้ำมัน, ค่าก๊าซ ฯลฯ

## 3. ดำเนินการตรวจประเมินตามหลักเกณฑ์ BEC

- ใช้โปรแกรม BEC หรือแบบฟอร์มที่กำหนดโดย พพ. เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานของอาคาร
- ตรวจสอบองค์ประกอบสำคัญ อาทิ :
  - ระบบเปลือกอาคาร (วัสดุผนัง, หลังคา, หน้าต่าง)
  - ระบบแสงสว่าง (ประเภทหลอดไฟ, การควบคุมแสง)
  - ระบบปรับอากาศ (ชนิดเครื่องปรับอากาศ, การควบคุมอุณหภูมิ)
  - ระบบผลิตน้ำร้อนและพลังงานหมุนเวียน

## 4. วิเคราะห์ผลการตรวจประเมิน

- เปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน BEC เพื่อดูว่ามีจุดใดที่ไม่ผ่านหรือสามารถปรับปรุงได้
- ประเมินผลตอบแทนจากการลงทุน (ROI) หากมีการปรับปรุง

## 5. จัดทำรายงานและข้อเสนอแนะ

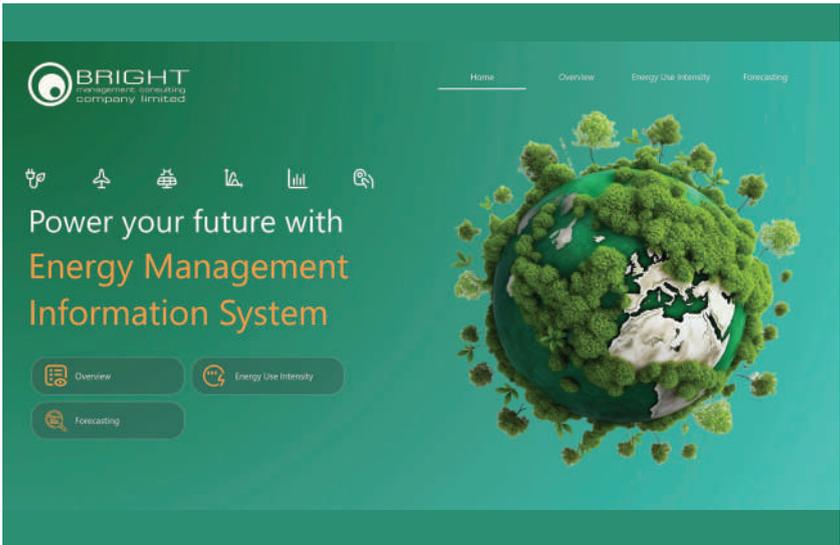
- สรุปผลการตรวจสอบ พร้อมแนวทางการปรับปรุงที่เหมาะสม
- เสนอแผนการดำเนินงาน เช่น การเปลี่ยนหลอดไฟ LED, ติดตั้งฉนวนกันความร้อน, ใช้ระบบควบคุมอัตโนมัติ

## 6. ดำเนินการปรับปรุงและติดตามผล

- หลังก่อสร้างปรับปรุง ควรมีการติดตามผลการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่อง
- อาจใช้ระบบ Energy Management Information System (EMIS) เพื่อควบคุมและวิเคราะห์ข้อมูลพลังงาน
- สื่อสารข้อมูลภายในองค์กรผ่านช่องทางต่าง ๆ ให้เกิดความตระหนัก อาทิ Dashboard<sup>2</sup> ฯลฯ

ตัวอย่าง Dashboard ต่อไปนี้ แสดงถึงการตรวจติดตามการใช้พลังงาน โดยอาศัยข้อมูลในหลายด้าน เพื่อสร้างความตระหนักและสร้างองค์ความรู้ในองค์กร หลังดำเนินการปรับปรุง

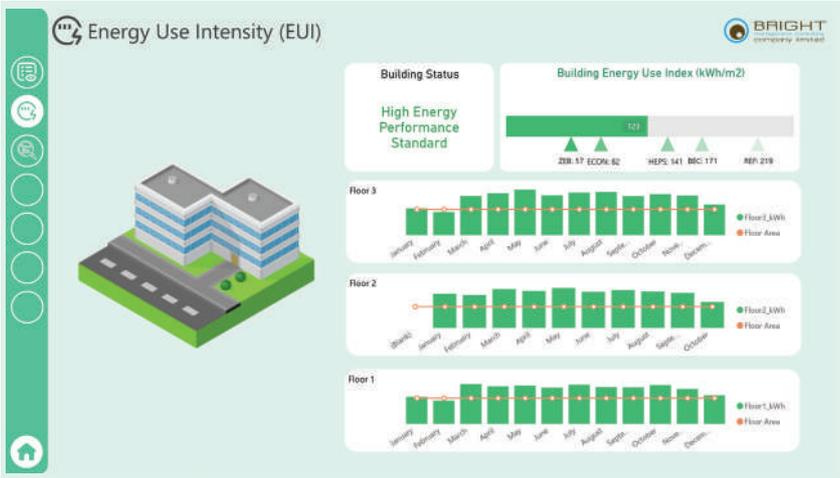
<sup>2</sup> ตัวอย่างการแสดงผลในลักษณะ Dashboard ที่อาศัยข้อมูลเชิงวิเคราะห์บน Excel และพัฒนาการแสดงผลบนโปรแกรม Power BI



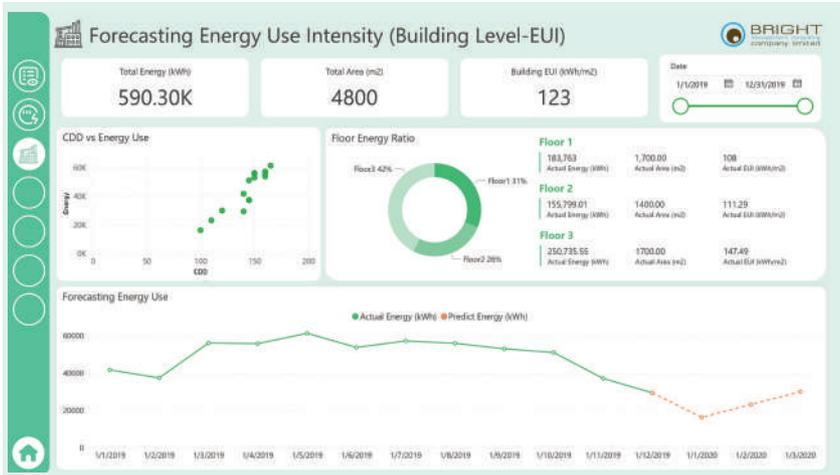
รูปที่ 4 ตัวอย่าง Dashboard ข้อมูลการจัดการพลังงาน



รูปที่ 5 ตัวอย่าง ภาพรวมการใช้พลังงานของอาคาร



รูปที่ 6 ตัวอย่าง การเปรียบเทียบการใช้พลังงาน (Benchmarking)



รูปที่ 7 ตัวอย่าง การติดตามการใช้พลังงาน (Monitoring) และการคาดการณ์ปริมาณการใช้พลังงาน (Forecasting) ภายใต้สถานะที่มีผลต่อประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

จากที่กล่าวมาข้างต้น จะเป็นแนวทางสำหรับการประเมินการปรับปรุงอาคารอย่าง ครบวงจรและยั่งยืน ทั้งนี้ การดำเนินงานต่อไปในการใช้ Artificial Intelligence (AI) สำหรับ เปลี่ยนผ่านไปสู่ระบบควบคุมบริหารจัดการพลังงานแบบอัตโนมัติ (Real-time Optimizing Energy Consumption & Reducing Waste) ก็จะเป็นเครื่องมือนวัตกรรมที่ต่อองค์ัย พื้นฐานความเข้าใจของระบบและการตรวจวัดเพื่อวิเคราะห์แบบจำลองการตรวจติดตาม และการคาดการณ์เพื่อควบคุมการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพต่อไป



**Nutch Chantarasakul,**  
Green Building Division Manager,  
Bright Management Consulting Co.,Ltd

# Re:Build with Sustainable Building Certifications

ในปัจจุบัน อาคารที่มีอยู่แล้ว (Existing Buildings) มีบทบาทสำคัญทั้งในแง่ของทรัพยากรและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเนื่องจากอาคารจำนวนมากถูกสร้างขึ้นแล้วและอยู่ในสภาพใช้งานมายาวนาน การรื้อถอนและก่อสร้างใหม่อาจก่อให้เกิดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมอย่างมาก โดยเฉพาะในแง่ของการใช้วัสดุและพลังงานตั้งต้น

การปรับปรุงอาคารเดิมโดยมุ่งเน้นการได้รับการรับรองความยั่งยืนนั้น เป็นหนึ่งในทางเลือกเพื่อการตั้งเป้าหมายของทางเจ้าของอาคาร จำเป็นต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบ และมักจะเกี่ยวข้องกับการปรับปรุงในหลายมิติพร้อมกันเพื่อเก็บคะแนนตามเกณฑ์ของมาตรฐานที่เลือก ซึ่งการรับรองอาคารยั่งยืน หรือ Sustainable Building Certification มีหลากหลายเกณฑ์ โดยแต่ละมาตรฐานก็มีจุดมุ่งหมายและเกณฑ์การประเมินที่แตกต่างกันออกไป มีทั้งมาตรฐานในประเทศไทยและมาตรฐานสากล ดังนี้

## • TREES-EB (Existing Building)

เป็นมาตรฐานของไทยที่พัฒนาโดยสถาบันอาคารเขียวไทย (TGBI) สำหรับอาคารที่มีอยู่เดิมโดยเฉพาะ โดยเน้นการปฏิบัติการและบำรุงรักษาอาคารอย่างยั่งยืน

- การประเมิน: ครอบคลุมหลายส่วน ได้แก่ การบริหารจัดการอาคาร การประหยัดน้ำและพลังงาน คุณภาพสภาพแวดล้อมในอาคาร การจัดการวัสดุและของเสีย และนวัตกรรมสีเขียว

## • LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) O+M (Operations and Maintenance)

เป็นมาตรฐานสากลที่ได้รับคามนิยมอย่างกว้างขวาง มีระบบการให้คะแนนสำหรับอาคารที่มีอยู่เดิม ซึ่งเน้นการดำเนินงานและการบำรุงรักษาที่ยั่งยืน

- การประเมิน: ช่วยให้อาคารที่มีอยู่เดิมสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพลดของเสีย และบำรุงรักษาอาคารได้อย่างยั่งยืน

## • WELL Building Standard

มาตรฐานนี้มุ่งเน้นที่สุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคารเป็นหลัก โดยสามารถนำมาใช้กับอาคารเก่าได้

- การประเมิน: เน้นไปที่ปัจจัยต่าง ๆ เช่น คุณภาพอากาศ น้ำ อาหาร แสง การออกกำลังกาย และการมีสุขภาพที่ดีทางกายและใจ

## • WELL Health-Safety Rating

- การประเมิน: เหมาะสำหรับอาคารเดิมที่เริ่มต้นดูแลสุขภาพผู้ใช้อาคารที่ใช้งานแล้ว และต้องการยกระดับความปลอดภัยด้านสุขภาพ ไม่ต้องรื้อหรือปรับโครงสร้างใหญ่ โดยปรับปรุงอาคารโดยคำนึงถึงความปลอดภัยด้านสุขภาพในระดับเบื้องต้น

## • EDGE (Excellence in Design for Greater Efficiencies)

เป็นการรับรองระดับโลกที่ครอบคลุมอาคารที่มีอยู่เดิมและโครงการปรับปรุงขนาดใหญ่

- การประเมิน: มุ่งเน้นไปที่การลดการใช้พลังงาน การใช้น้ำ และพลังงานแฝงในวัสดุก่อสร้างลงอย่างน้อย 20% เมื่อเทียบกับอาคารปกติ



การเลือกมาตรฐานการรับรองอาคารที่ยั่งยืนที่เหมาะสมสำหรับอาคารที่เปิดใช้งานอยู่ (Existing Building) ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย โดยหลักการคือต้องพิจารณา เป้าหมายของโครงการที่ตั้ง และงบประมาณ เป็นสำคัญ

# วิธีตรวจสอบว่าอาคารของคุณเหมาะกับมาตรฐานใด

## 1. กำหนดเป้าหมายหลักของโครงการ

- เป้าหมายด้านการดำเนินงานและประสิทธิภาพ: หากคุณต้องการมุ่งเน้นที่การลดการใช้พลังงาน น้ำ และปรับปรุงคุณภาพสิ่งแวดล้อมภายในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด LEED O+M (Operations & Maintenance) เป็นตัวเลือกที่โดดเด่นและได้รับการยอมรับในระดับสากล
- เป้าหมายด้านความสอดคล้องกับบริบทไทย: หากต้องการใช้เกณฑ์ที่คำนึงถึงสภาพภูมิอากาศเขตร้อนชื้น พฤติกรรมการใช้ และวัสดุในประเทศเป็นหลัก TREES-EB (Existing Buildings) เป็นทางเลือกที่เหมาะสม
- เป้าหมายด้านสุขอนามัยและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคาร: หากให้ความสำคัญกับสุขภาพและคุณภาพชีวิตของผู้อยู่อาศัยเป็นอันดับแรก อาจพิจารณา WELL Health-Safety Rating หรือมาตรฐานอื่น ๆ ที่เน้นด้าน IEQ (Indoor Environmental Quality) ควบคู่ไปด้วย

## 2. ประเมินที่ตั้งและตลาดเป้าหมาย

- การยอมรับในระดับสากล: หากอาคารมีเป้าหมายเพื่อดึงดูดผู้เช่าหรือนักลงทุนต่างชาติ มาตรฐาน LEED ซึ่งเป็นที่รู้จักทั่วโลก อาจให้แต้มต่อทางการตลาดที่ดีกว่า
- ความคุ้นเคยในตลาดท้องถิ่น: สำหรับตลาดในประเทศไทย มาตรฐาน TREES เป็นที่คุ้นเคยและสอดคล้องกับระเบียบข้อบังคับท้องถิ่นมากกว่า ซึ่งอาจทำให้กระบวนการประเมินและจัดหาวัสดุทำได้ง่ายกว่า

## 3. พิจารณาข้อจำกัดด้านงบประมาณและเวลา

- ต้นทุนและกระบวนการ: LEED อาจมีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นสูงกว่าและกระบวนการจัดเตรียมเอกสารที่ค่อนข้างซับซ้อน ในขณะที่ TREES อาจมีค่าใช้จ่ายที่เหมาะสมกับบริบทไทยมากกว่า
- ข้อมูลที่มีอยู่: ทั้งสองมาตรฐานสำหรับอาคารเดิมต้องการข้อมูลการดำเนินงานจริง (เช่น บิลค่าไฟ ค่าน้ำ) ย้อนหลังอย่างน้อย 1 ปี หากมีข้อมูลเหล่านี้ครบถ้วนก็จะช่วยให้กระบวนการราบรื่นขึ้น

การเปรียบเทียบมาตรฐานอาคารเขียวและสุขภาวะ					
TREES-EB   LEED O+M   EDGE   WELL v2   WELL Health-Safety					
เกณฑ์การเปรียบเทียบ	TREES for Existing Buildings (TREES-EB)	LEED O+M (Operations & Maintenance)	EDGE	WELL v2	WELL Health-Safety Rating
หน่วยงานผู้ออก	สถาบันอาคารเขียวไทย (TGBI)	U.S. Green Building Council (USGBC)	International Finance Corporation (IFC)	IWBI (International WELL Building Institute)	IWBI (International WELL Building Institute)
วัตถุประสงค์หลัก	ความยั่งยืนทางสิ่งแวดล้อมและพลังงานในบริษัทไทย	ความยั่งยืนและประสิทธิภาพการดำเนินงานระดับสากล	ประสิทธิภาพทรัพยากร (พลังงาน, น้ำ, วัสดุ) อย่างรวดเร็วและคุ้มค่า	สุขภาพและความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร	ความปลอดภัยด้านสุขอนามัยและการป้องกันโรครณะ
วิธีการประเมิน	อิงตามเกณฑ์และเอกสารประกอบ	อิงตามเกณฑ์และประสิทธิภาพการดำเนินงานจริง	ใช้โปรแกรมซอฟต์แวร์ช่วยคำนวณและประเมินอย่างง่าย	มีการทดสอบประสิทธิภาพจริงในสถานที่ (On-site Performance Testing)	ตรวจสอบนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานเป็นหลัก
กรรมวิธี	ภายในประเทศเป็นหลัก	ระดับสากล (นิยมที่สุดทั่วโลก)	ระดับสากล (เน้นตลาดเกิดใหม่)	ระดับสากล (กำลังเติบโต)	ระดับสากล (นิยมช่วงโรครณะ)
เกณฑ์บังคับ	มีข้อกำหนดบังคับ (Prerequisite)	มีข้อกำหนดบังคับ (Prerequisite)	ต้องลดการใช้พลังงาน, น้ำ และพลังงานในวัสดุ 20% จากฐาน	มีข้อกำหนดบังคับ (Precondition)	มีข้อกำหนดบังคับ

ตารางเปรียบเทียบมาตรฐานการรับรองอาคาร

การเปรียบเทียบมาตรฐานการรับรองอาคารยั่งยืนทั้ง 5 มาตรฐานนี้ (TREES-EB, LEED O+M, WELL v2, WELL Health-Safety Rating และ EDGE) จะเห็นความแตกต่างในวัตถุประสงค์หลัก โดยสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ กลุ่มที่เน้นเรื่องสิ่งแวดล้อมและประสิทธิภาพอาคาร (Green Building) และกลุ่มที่เน้นเรื่องสุขภาพและความเป็นอยู่ที่ดีของผู้ใช้อาคาร (Health & Well-being) นอกจากนี้ EDGE ยังมีความแตกต่างในเรื่องของวิธีการประเมินที่เน้นความรวดเร็วและต้นทุนต่ำ

## สรุปจุดเด่นของแต่ละมาตรฐาน

- TREES-EB: เหมาะสำหรับอาคารในประเทศไทยที่ต้องการมาตรฐานที่สอดคล้องกับสภาพอากาศและกฎหมายท้องถิ่น โดยเน้นการเก็บข้อมูลจริงจากการใช้งาน
- LEED O+M: เป็นมาตรฐานสากลที่ครอบคลุมและได้รับการยอมรับสูงที่สุด เน้นการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างรอบด้านและประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว
- EDGE: โดดเด่นเรื่องความรวดเร็วและคุ้มค่าในการลงทุน (cost-effective) เหมาะสำหรับเจ้าของอาคารที่ต้องการเห็นผลประหยัดพลังงานและน้ำอย่างชัดเจน โดยใช้ซอฟต์แวร์ประเมินที่ใช้งานง่าย
- WELL v2: มุ่งเน้นไปที่การลงทุนใน "คน" (ผู้ใช้อาคาร) เป็นหลัก โดยมีเป้าหมายเพื่อยกระดับสุขภาพกายและสุขภาพจิต เพิ่มประสิทธิภาพการทำงานและความเป็นอยู่ที่ดี
- WELL Health-Safety Rating: เป็นทางเลือกที่รวดเร็วและเฉพาะเจาะจงกว่า WELL v2 โดยเน้นมาตรการด้านสุขอนามัยและความปลอดภัยเพื่อรับมือกับความเสียด้านสุขภาพในอาคาร (เช่น การระบายนอกอาคาร, การทำความสะอาด)

วิธีที่ดีที่สุดคือการปรึกษาผู้เชี่ยวชาญด้านที่ปรึกษาอาคารเขียว (Sustainable Building Consultants) ซึ่งสามารถช่วยวิเคราะห์ข้อมูลอาคาร ประเมินศักยภาพ และแนะนำมาตรฐานที่เหมาะสมที่สุดกับเป้าหมายเฉพาะที่ต้องการ

## ตัวอย่างการประเมินเบื้องต้นว่าอาคารสามารถยื่น LEED O+M ได้หรือไม่

มาตรฐานสากล LEED สำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษา LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) เป็นมาตรฐานอาคารเขียวระดับสากลจากสหรัฐอเมริกา ที่มีระบบประเมินสำหรับการดำเนินงานและบำรุงรักษาอาคารเดิมโดยเฉพาะ โดยเรียกว่า LEED O+M (Operations & Maintenance) มีวัตถุประสงค์เพื่อ:

- ประเมินประสิทธิภาพการทำงานของอาคารที่เปิดใช้งานมาแล้วอย่างน้อย 1 ปี
- ส่งเสริมการปฏิบัติงานที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ การลดของเสีย และการบำรุงรักษาอย่างยั่งยืน
- มีการรับรองหลายระดับ ได้แก่ Certified, Silver, Gold และ Platinum

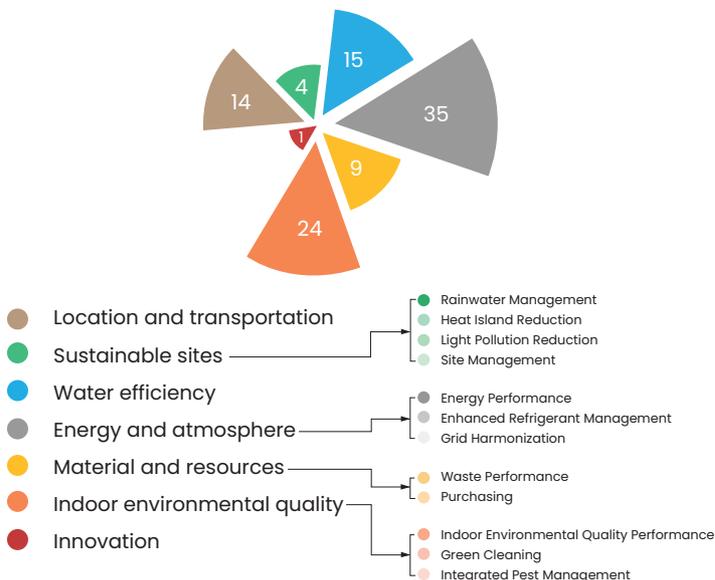
## ทำไมต้อง LEED v4.1 O+M

หนึ่งในเหตุผลที่ LEED v4.1 O+M เป็นตัวเลือกที่น่าสนใจ ได้แก่ การเปลี่ยนโฟกัสจาก “การออกแบบเพื่อให้เรียบร้อย” ไปสู่ “ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจริง” (Outcomes) ของการดำเนินงานอาคาร ระบบนี้มุ่งเน้นให้ข้อมูลการดำเนินงาน (performance data) เป็นส่วนสำคัญของการประเมิน เช่น พลังงานที่ใช้จริง น้ำที่ใช้จริง ขยะที่เกิดขึ้นจริง และคุณภาพอากาศภายในอาคาร

ยิ่งไปกว่านั้น USGBC ระบุว่า “LEED O+M เน้นไปที่อาคารที่ใช้งานแล้วอย่างน้อยหนึ่งปี และให้ความสำคัญกับการปฏิบัติจริงภายในอาคาร”

การใช้ระบบ LEED v4.1 O+M ช่วยให้องค์กรหรือเจ้าของอาคารสามารถ:

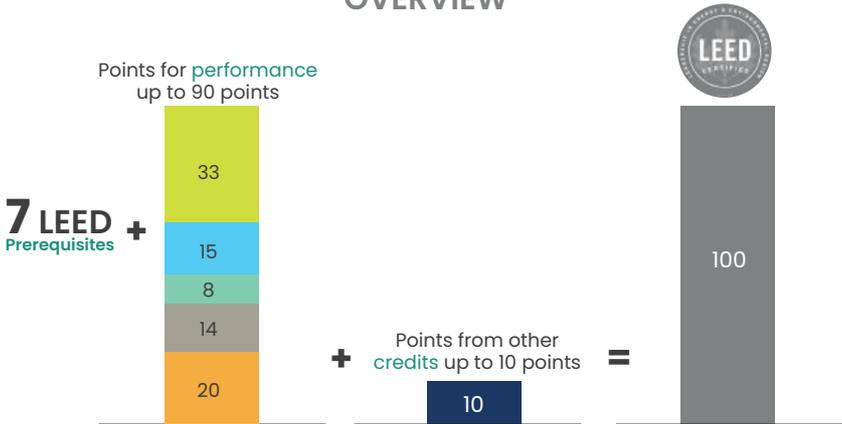
- ✓ ตรวจสอบและปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน น้ำ และทรัพยากรอย่างต่อเนื่อง
- ✓ ส่งเสริมคุณภาพชีวิตของผู้ใช้อาคาร เช่น ด้วยคุณภาพอากาศภายในการระบายอากาศ และความสบายของผู้ใช้งาน
- ✓ ลดต้นทุนการดำเนินงาน (Operating Cost) ในระยะยาวผ่านการลดการใช้พลังงาน/น้ำ และของเสีย
- ✓ สร้างภาพลักษณ์ด้านความยั่งยืนให้กับองค์กร เพราะการดำเนินงานตามมาตรฐานสากลช่วยเสริมความเชื่อมั่นแก่ผู้เช่า หน่วยงาน หรือธุรกิจที่ใช้พื้นที่



## ระบบคะแนนในภาพรวม

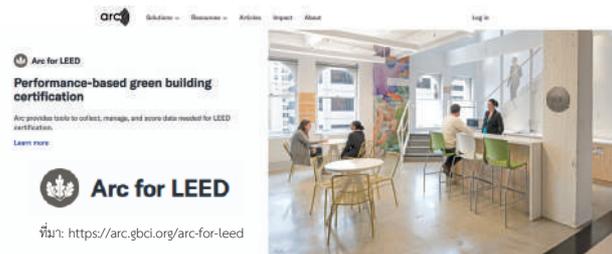
- Prerequisites (ข้อบังคับ): 7 ข้อ ที่ต้องผ่านก่อนจึงจะเข้าสู่การให้คะแนน
- คะแนนสมรรถนะ (Performance): สูงสุด 90 คะแนน  
ครอบคลุมการใช้พลังงาน น้ำ คุณภาพอากาศ การบริหารจัดการขยะ อีกทั้งการจัดทำแบบสำรวจการเดินทางของผู้ใช้อาคาร เพื่อประเมินการปลดปล่อยคาร์บอน และจัดแบบสำรวจความพึงพอใจพนักงาน
- คะแนนจากเครดิตเพิ่มเติม (Other Credits): สูงสุด 10 คะแนน

### LEED v4.1 O+M Scorecard OVERVIEW



## ขั้นตอนการใช้งานเว็บไซต์ Arc Skoru เพื่อประเมินด้านพลังงาน

การประเมินด้านพลังงานใน Arc Skoru มีขั้นตอนหลัก ๆ คือ การป้อนข้อมูลการใช้พลังงานจริง และข้อมูลพื้นฐานของอาคาร โดยตัวแพลตฟอร์มจะคำนวณและประมวลผลออกมาเป็นคะแนน



## ขั้นตอนการใช้งานเว็บไซต์ Arc Skoru

**1. เข้าสู่ระบบและสร้างโครงการ:** ไปที่เว็บไซต์ Arc Skoru แล้วล็อกอินด้วยบัญชีผู้ใช้หรือสร้างบัญชีใหม่ จากนั้นสร้างโครงการใหม่ (Add a Project) และกรอกรายละเอียดพื้นฐานของอาคาร

**2. ระบุข้อมูลพื้นฐานอาคาร:** ในส่วน "Building Settings" ให้ป้อนข้อมูลสำคัญ เช่น พื้นที่ gross floor area (หน่วย ตร.ม. หรือ ตร.ฟุต), จำนวนวันทำการต่อปี, และชั่วโมงการใช้งานต่อสัปดาห์ ข้อมูลเหล่านี้จำเป็นต่อการคำนวณคะแนน

### 3. ป้อนข้อมูลการใช้พลังงาน:

- ไปที่ส่วน "Meters & Surveys" เพื่อเริ่มป้อนข้อมูล
- คุณต้องมีข้อมูลการใช้พลังงานทั้งหมด 12 เดือนติดต่อกันสำหรับทั้งอาคาร
- รวมแหล่งพลังงานทั้งหมดที่ใช้ เช่น ไฟฟ้า, ก๊าซ, ไอน้ำ, และพลังงานหมุนเวียนที่ผลิตในสถานที่

มีหลายวิธีในการป้อนข้อมูล ได้แก่:

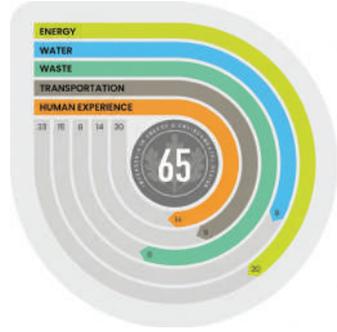
- เชื่อมต่อกับ ENERGY STAR Portfolio Manager: เป็นวิธีที่แนะนำ ซึ่ง Arc สามารถดึงข้อมูลจากบัญชี Portfolio Manager ของคุณ ได้โดยตรง
- ป้อนข้อมูลด้วยตนเอง: กรอกข้อมูลการใช้พลังงานในแต่ละเดือนลงในแพลตฟอร์มโดยตรง
- อัปโหลดผ่านเทมเพลต Excel: ใช้ไฟล์เทมเพลตที่ Arc จัดเตรียมไว้ให้ สำหรับการอัปโหลดข้อมูลจำนวนมาก

**4. สร้างคะแนน (Generate Score):** เมื่อป้อนข้อมูลครบถ้วนแล้ว ระบบจะประมวลผลและสร้าง "คะแนนประสิทธิภาพด้านพลังงานของ Arc" (Arc Energy Performance Score) ซึ่งเป็นคะแนนระหว่าง 0 ถึง 100 คะแนนนี้สะท้อนถึงประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคารเมื่อเทียบกับข้อมูลอ้างอิงจากทั่วโลก

**5. วิเคราะห์และปรับปรุง:** คุณสามารถใช้เครื่องมือวิเคราะห์ (Insights) และรายงานจาก Arc เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของอาคารกับค่าเฉลี่ยในพื้นที่หรือระดับโลก และระบุโอกาสในการปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่อไป

คะแนนพลังงานของ Arc Skoru จะพิจารณาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากการใช้พลังงาน (carbon emissions) ยิ่งปล่อยคาร์บอนต่ำ คะแนนก็จะยิ่งสูง

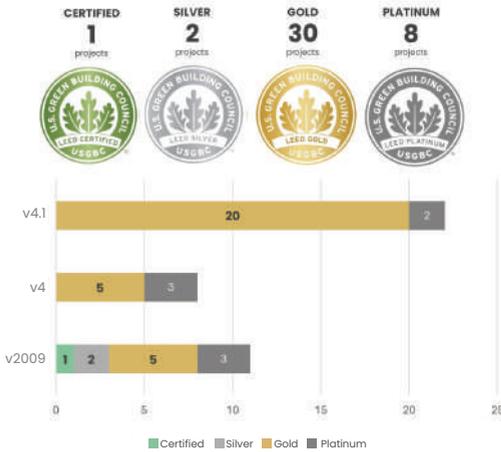
PERFORMANCE PERIOD



ตัวอย่างการคำนวณเบื้องต้นผ่านเว็บไซต์ Arc Skoru

# บทสรุป

## LEED Existing Building



ตอนนี้เทรนด์ "Renovation Wave" หรือ "Brown to Green" ในไทยกำลังได้รับความสนใจเป็นอย่างมากอาคารเก่าอายุ 10-20 ปี ในย่าน CBD (สีลม, สาทร, สุขุมวิท) ล้วนกำลังพิจารณาทำ LEED v4.1 O+M เพื่อแข่งขันกับตึกใหม่ๆ ตั้งนั้น ตัวเลขนี้จะกระโดดขึ้นสูงมากในอีก 1-2 ปีข้างหน้า เพื่อตอบสนองความคาดหวังของตลาดและรักษาความเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมอาคารเขียว

### ตัวอย่างอาคารที่มีชื่อเสียงที่ได้ LEED O+M

กลุ่มนี้คืออาคารที่บริหารจัดการดีเยี่ยมและมีการต่ออายุหรือขอรับรองมาตรฐานสำหรับอาคารเดิม:

**อาคารสินธร (Sindhorn Building):** ได้รับ LEED O+M ระดับ Gold (เป็นเคสตัวอย่างที่ชัดเจนมากของการปรับปรุงอาคารเก่า)

**ธนาคารกรุงไทย สำนักงานใหญ่ (นานาเหนือ):** ได้รับ LEED O+M ระดับ Gold

**อาคารเอ็มไพร์ (The Empire):** ปัจจุบันกำลังปรับปรุงและตั้งเป้า (Targeting) LEED Gold ซึ่งน่าจะเป็นในหมวด O+M หรือ Renovations เป็นต้น

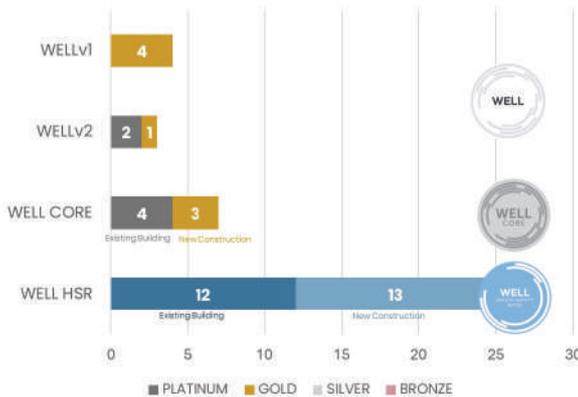
## อาคารเดิมที่ได้รับรองมาตรฐานความปลอดภัย (WELL Health-Safety Rated)

สำหรับ "ตัวอาคารเดิมทั้งตึก" ในไทย ส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่การขอรับรอง WELL Health-Safety Rating ซึ่งเน้นเรื่องการบริหารจัดการอาคารเพื่อความปลอดภัยและสุขอนามัย (โดยเฉพาะหลังยุคโควิด-19) มากกว่าการขอ WELL Certified เต็มรูปแบบ (ซึ่งต้องรื้อระบบอาคารใหญ่) ตัวอย่าง เช่น:

**อาคาร AIA Sathorn Tower:** ได้รับมาตรฐาน WELL Health-Safety Rated (และ LEED Platinum สำหรับการบริหารจัดการอาคารเดิม)

**อาคาร AIA Capital Center:** ได้รับมาตรฐาน WELL Health-Safety Rated

**อาคาร The Stock Exchange of Thailand (ตลท.):** (ข้อสังเกต: ตึกนี้โดดเด่นเรื่อง Fitwel ระดับ 3 ดาว ซึ่งเป็นอีกมาตรฐานสุขภาพคล้าย WELL แต่เน้นการออกแบบเพื่อสุขภาพผู้ใช้งานเป็นหลัก)



ภาพรวมโครงการที่ได้รับการรับรอง WELL ในประเทศไทย

อาคารที่สร้างมานานแล้วแต่ทำการปรับปรุงใหม่ในไทย ที่ได้รับรองมาตรฐาน WELL Core ในระดับ Platinum ที่โดดเด่นอยู่ 4 แห่งหลัก ดังนี้

- o The Empire (ดี เอ็มไพร์) - สาทร
- o 208 Wireless Road (อาคาร 208 วายเลส โร้ด) - ถนนวิฑู
- o Interlink Tower (อินเทอร์ลิงค์ ทาวเวอร์) - บางนา
- o Athenee Tower (อาคารแอตเทนนี่ ทาวเวอร์)- ถนนวิฑู

**คำแนะนำ (Next Step)** หากคุณกำลังพิจารณาจะทำโครงการของคุณ:

อย่างกังวลเรื่องจำนวนคู่แข่ง: ถึงตัวเลข O+M จะยังคงน้อย แต่ "คุณภาพ" ของตึกเหล่านั้น คือระดับ Top Tier ของประเทศทั้งสิ้น การทำ LEED O+M จึงเป็นการวาง Positioning อาคารให้อยู่ในลีกเดียวกับตึกเกรด A เหล่านั้น เริ่มที่ Gap Analysis: ลองให้ผู้เชี่ยวชาญ (LEED Consultant) ประเมินคะแนนเบื้องต้น ใน Arc Platform ดูก่อน ว่าปัจจุบันอาคารของคุณอยู่ตรงไหน (ฟรีในขั้นตอนแรก ๆ)



**Annop Kingkachee**  
Managing Director,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# ปัญหางานอาคาร กับวิศวกรรมงานระบบฯ (Troublesome Problems in Building and MEP system)

ปัญหางานอาคารใน ปท.ไทย จะมีความแตกต่างจากอาคารในแถบ zone ตต.หรือ ปท.ญี่ปุ่น อันเนื่องจาก “สภาพภูมิอากาศที่แตกต่างกัน” รวมถึง “Culture Practice ของงานก่อสร้าง และ รูปแบบงานบริหารจัดการอาคาร” ที่มีรายละเอียดไม่เหมือนกัน จึงเป็นเหตุให้เกิดปัญหาเมื่อมีการ Operate ใช้อาคารจริง และหลาย ๆ ครั้งอาคารที่นำ แนว Detail วิธีออกแบบอาคารชั้นนำจากทางแถบ Western มา Implement ใน ปท.ไทย แบบ Copy-Paste โดยมีได้มีการปรับรายละเอียดให้เหมาะสมกับ ภูมิอากาศร้อนชื้น รูปแบบการบริหารอาคารของ ปท.ไทย จึงมักจะส่งผลให้ “ต้นทุนสูงเกินความจำเป็น” ใช้งานได้ดี ในช่วงแรก ๆ (1-3 ปีแรก) และจะมีปัญหาต่าง ๆ มากมายทั้งการใช้งาน, การกินพลังงาน (เพราะแนวการออกแบบกับการบริหารอาคารในชีวิตจริงที่ไม่เหมือนกัน) รวมถึงการดูแลรักษาที่สูง อันเป็นเหตุให้อาคารใน ปท.ไทย มีปัญหาต่าง ๆ มากมายเป็น Troublesome ของงานอาคาร ที่เจ้าของอาคารหลาย ๆ ที่ให้ ทาง บ.อีอีซี เข้าไปช่วยแก้ไข ซึ่งมีปัญหา หลากหลายรูปแบบ และมีสาเหตุและแนวทางการแก้ไขที่แตกต่างกันไป

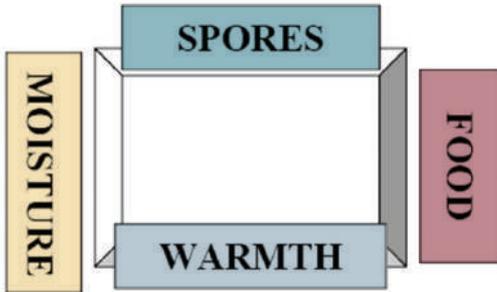
ในที่นี่ทาง “อีอีซี” ขอแนะนำเสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาของอาคารปท.ไทยที่มักเกิดซ้ำๆ ซึ่งมีรูปแบบเฉพาะของ ปท.ไทย อยู่ในภูมิอากาศ “ร้อนชื้น Tropical Climate” เพื่อเป็น แนวทาง เป็น Solutions ให้อาคารที่ประสบปัญหาอยู่ ได้มีโอกาสปรับปรุง/แก้ไขเบื้องต้น หรือ Renovate ครั้งใหญ่ เพื่อให้สามารถใช้อาคารได้อย่างมีประสิทธิภาพ, มีคุณภาพ ชีวิตที่ดี และสามารถ Upgrade อาคารมุ่งสู่ “Re:Built to Net Zero” ได้ในอนาคต

## Trobesome Building in Tropical Climate

### ปัญหาที่ 1-5 “ปัญหาการเกิดเชื้อราในอาคาร”

ปัญหาอาคารมีความชื้นสัมพัทธ์สูงและมีเชื้อรา ถือได้ว่าเป็น “ปัญหายอดฮิต” ที่อาคารต่าง ๆ ในประเทศไทย > 80% ประสบปัญหาดังกล่าว และปัญหาเชื้อรารายในอาคารถือได้ว่าเป็น “Silent Killer!! เป็นภัยเงียบที่ร้ายแรง” ที่บั่นทอนสุขภาพสำหรับผู้ที่อาศัย/ใช้ชีวิตอยู่ในอาคารดังกล่าว จนถึงเหตุการณ์เสียชีวิตด้วยโรคทางเดินหายใจ เช่น “ปอดอักเสบ, ราในปอด จนถึงมะเร็งในปอด” ซึ่งปัญหาดังกล่าวเป็นปัญหาหลักของอาคารในปท.ไทย อันเนื่องมาจากปท.ไทยมีภูมิอากาศที่ “ร้อน และชื้น” ซึ่งง่ายต่อการเกิด “เชื้อรารายในอาคาร” นั่นเอง

การแก้ปัญหาเรื่อง “ความชื้นสูง และ เชื้อราในอาคาร” มีสาเหตุการเกิดที่แตกต่างกันไป แต่จะมีพื้นฐานอยู่บน Criteria 4 อย่าง คือ “Spore ใน พท. , ความชื้นสัมพัทธ์สูง, อุณหภูมิที่เหมาะสม และอาหาร เช่นละอองฝุ่น/ฝุ่นภายใน พท.” ตามรูปที่ 1

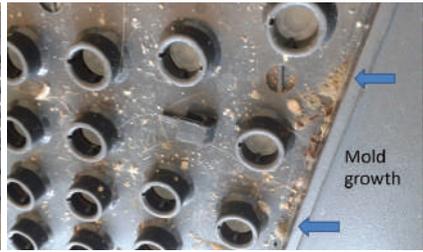


ปัจจัยหลักของการเจริญเติบโตของ “เชื้อราในอาคาร”

สำหรับวิธีการแก้ไขนั้น ถ้าเราเลือกวิธีที่ไม่เหมาะสม ไม่สอดคล้องกับสาเหตุ อาคารนั้น อาจ “แก้ไขได้ชั่วคราวหรือเพียงระยะสั้น และเมื่อเวลาผ่านไปปัญหาดังกล่าวจะย้อนกลับขึ้นมาใหม่” เนื่องจากวิธีการแก้ไขที่ไม่สอดคล้องและไม่ตรงกับสาเหตุนั่นเอง ดังตัวอย่าง เช่น ;

#### การแก้ไขด้วยการ Fumigation

แนวทางดังกล่าวจะสามารถฆ่า Spore ราในอากาศ หรือ ราบนพื้นผิวได้ ซึ่งแนวทางนี้จะแก้ไขได้เพียงชั่วคราว ถ้าพนักงานขน/หมั่นดูแลความสะอาดพื้นที่ได้ดี แต่สำหรับเชื้อราที่ฝังลึกอยู่ในผนัง, ฝ้า, furniture, แป้น Key Board, ในลิ้นชัก, ฯลฯ จะไม่ตายและสามารถเจริญเติบโตขึ้นได้ใหม่เมื่อความชื้นสัมพัทธ์ในพท.สูง > 60%RH



### แก้ไขด้วยการเพิ่มอัตราการระบายอากาศในพื้นที่/อาคารให้สูงเพิ่มขึ้น??

วิศวกรปรับอากาศส่วนใหญ่จะเข้าใจว่า

“การเพิ่มอัตราการระบายอากาศจะช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดเชื้อราในอาคาร?”

ซึ่งแนวทางนี้จะใช้ไม่ได้ผลกับอาคารปิดที่การระบายอากาศไม่ผ่านการกรอง Filter ประสิทธิภาพสูง หรือ ตั้งแต่ MERVE8 ขึ้นไป เพราะเนื่องจากประเทศไทยมีสภาวะอากาศ ร้อน/ชื้น และอากาศภายนอกอาคารมีฝุ่นละอองแขวนลอยจำนวนมากมาย ดังนั้น การเพิ่มอัตราการระบายอากาศจำนวนมากๆ เท่ากับการนำละอองฝุ่นแขวนลอยที่ร้อน /ชื้นจากภายนอกอาคารเข้ามาในอาคารเนื่องจากอาคารเป็น Negative Pressure จาก การระบายอากาศออกมาก ๆ จึงเป็นเหตุให้ละอองฝุ่นแขวนลอยในอาคารเพิ่มขึ้น, ความชื้น ในอาคารเพิ่มขึ้น และเป็นการเพิ่มศักยภาพการเจริญเติบโตของเชื้อราให้สามารถแพร่พันธุ์ ไปทั่วทั้งอาคารได้อย่างรวดเร็ว และมีกระทบทำให้อาคารกินไฟเพิ่มขึ้นอีกด้วย



ปัญหาเชื้อราจากเพิ่มอัตราการระบาย อากาศจนอาคารมีสภาวะ Negative Pressure แรงดัน (-) อันเป็นเหตุให้เกิด “เชื้อราเจริญเติบโตกระจายทั่วอาคาร”

ตัวอย่างข้างต้น เป็นแนวทางการแก้ไข (บางส่วน) ที่ไม่เหมาะสมและ/หรือไม่ตรงกับสาเหตุของการเกิด เชื้อรา ทำให้ใช้ค่าใช้จ่ายสูง และไม่สามารถแก้ไข ได้อย่างถาวร !

สำหรับแนวทางการแก้ปัญหาที่ถูกต้องมีหลากหลาย แนวทางและหลายมิติ ตั้งแต่่างจนถึงยาก ตั้งแต่ใช้ งบประมาณ น้อย จนถึงงบฯ สูง ในการแก้ไข แต่ประเด็น สำคัญอยู่ที่ “ทุกครั้งที่เกิดปัญหาต้องมีกร Focus ที่ สาเหตุการเกิด และแก้ตรงจุดนั้นเป็นหลัก จะทำให้ ใช้งบฯ ได้อย่างคุ้มค่าและแก้ไขได้ถาวร”

แนวทางดังต่อไปนี้ เป็นตัวอย่างโครงการที่ทาง “ออีซี” ได้รับความไว้วางใจให้ไปช่วย “แก้ปัญหา ความชื้นและเชื้อราของอาคาร” เก้าหลาย ๆ อาคาร ซึ่งแต่ละอาคารมีสาเหตุ/แนวทางการแก้ปัญหา ที่แตกต่างกัน ดังต่อไปนี้

# ปัญหาเชื้อราขึ้นฝ้า #1

## จากการ Condensation บนท้องฝ้า

ปัญหา “เชื้อราขึ้นฝ้า” อาจมีสาเหตุที่แตกต่างกันไปเช่นเชื้อราที่เกิดจาก “ความชื้นสัมพัทธ์” ใน พท.สูง หรือ เชื้อราที่เกิดจาก “การควบแน่นของหยดน้ำ Condensation” ในพื้นที่, เป็นต้น ซึ่งถ้ามีการวิเคราะห์สาเหตุของปัญหาผิด! ก็จะไม่แก้ไขผิด!, ผลลัพธ์จะไม่เกิดประโยชน์และเสียเงินเปล่า

บางครั้งวิศวกรอาจมีการวิเคราะห์หาสาเหตุแบบครบวงจร โดยไม่ Focus ตัวแปรหลักของสาเหตุปัญหานั้น ๆ ตัวอย่างเช่น; ให้วัดค่าหาข้อมูลหน้างานมากมายเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ เช่น วัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ของพท., วัด T น้ำเย็น/วัดปริมาณน้ำเย็นเข้าเครื่องปรับอากาศ, วัด T ลมออกจากหัวจ่าย, วัดปริมาณลมจากหัวจ่ายแต่ละหัว, ฯลฯ ซึ่งการเก็บข้อมูลแบบครบวงจรดังกล่าวต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูลนานและข้อมูลที่ได้รับความแม่นยำต่ำ (แปรตามประสบการณ์ของผู้วัดค่า+เครื่องมือที่ใช้วัด) และมีค่าใช้จ่ายสูง

วิธีการแก้ไขปัญหาแบบ Focus พุงเป้า คือการสังเกตลักษณะ “การเกิดเชื้อราบนฝ้า” และพุงเป้าแก้ไขที่สาเหตุ นั้น ๆ โดยเฉพาะ ตัวอย่างเช่น การเกิดเชื้อราบนฝ้า เราต้องสังเกต/ Focus ให้ได้ว่า “เชื้อราเกิดขึ้นจากบนฝ้านั้น เป็นเชื้อราที่เจริญเติบโตจากผิวฝ้าในพื้นที่ หรือเป็นเชื้อราเกิดขึ้นจากบนท้องฝ้าด้านบนและลามทะลุลงมาบนผิวฝ้าใน พท.ปรับอากาศ” ซึ่งการเจริญเติบโตของเชื้อราทั้ง 2 รูปแบบมีสาเหตุที่แตกต่างกันและแนวทางแก้ไขปัญหาที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง



“เชื้อราดำ” ที่เกิดจากการควบแน่นของการเกิดหยดน้ำบนท้องฝ้า

รูปปัญหาโครงการดังกล่าวเป็น “เชื้อราที่มาจากการเกิดการควบแน่นหยดน้ำ Condensation” ของท่อน้ำเย็น/ท่อน้ำยา ที่เดินบนท้องฝ้าเพดาน ซึ่งอาจเกิดจากการติดตั้งฉนวนไม่เรียบร้อย/หรือใช้ฉนวนบางเกินไป จนเกิดหยดน้ำควบแน่นจากผิวท่อฯ หยดลงบนท้องฝ้าเป็นผลให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราบนท้องฝ้าและลูกกลมทะลุลงมาที่ผิวฝ้าใน พท.ปรับอากาศ (ซึ่งสาเหตุปัญหาดังกล่าว ไม่เกี่ยวข้องที่จะต้องไปเสียเวลาการวัดหาข้อมูลต่าง ๆ มากมายแบบครบวงจรตลอดตัวอย่างข้างต้นแต่อย่างใดที่เป็นเหตุให้เสียค่าใช้จ่ายและเสียเวลามากมายในการเก็บ/วิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องที่ไม่เกี่ยวข้อง ถ้าเรามีการ Focus ลักษณะของปัญหาให้ชัดเจนไว้แต่แรก)

ทาง บ. EEC จึงแนะนำให้ตัดฝ้าเพดานยิปซัมที่เกิดเชื้อราทิ้ง (ห้ามทาสีทับ!) แล้วให้ช่างรีฉนวนเก่าออกแล้วหุ้มฉนวนใหม่ให้มีความหนาตามที่คำนวณอย่างถูกต้องและติดตั้งอย่างเหมาะสม ตามหลักวิชาชีวะฯ แล้วจึงติดตั้งฝ้าแผ่นใหม่ ก็จะไม่เกิดปัญหาได้อย่างเบ็ดเสร็จ, รวดเร็ว, งบประมาณที่เหมาะสม และไม่เกิดปัญหาวนกลับมาใหม่

## ปัญหาเชื้อราขึ้นฝ้า #2 จากปัญหา “ความชื้นสัมพัทธ์สูง”

กรณีที่ #2 เป็นกรณีตัวอย่างที่มีสาเหตุแตกต่างจากกรณี #1 แต่ปัญหาคือ “เชื้อราเกิดขึ้นที่ฝ้า” เช่นกัน แต่มีที่มาและสาเหตุของปัญหาที่แตกต่างกัน !



“เชื้อราดำ” ที่เกิดจากจากความชื้นสัมพัทธ์สูงภายในอาคาร

กรณีที่ #2 ถ้าเราสังเกตจากภาพเกิดเหตุ จะสังเกตเห็นว่าเป็นเชื้อราที่เจริญเติบโตบนผิวฝ้าที่สัมผัสภายใน พท. ปรับอากาศเป็นหลัก รวมถึง “ราดำ” ที่เกิดขึ้นบนผนังและ “ราดำ” ที่เกิดขึ้นบนผิวอุปกรณ์ทางการแพทย์ ซึ่งมีสาเหตุปัญหาที่เกิดจากความชื้นสัมพัทธ์ภายใน พท. ปรับอากาศสูง



“ราดำ” เจริญเติบโตบนผนัง เนื่องจากปัญหา “ความชื้นสัมพัทธ์สูงภายในอาคาร”

การแก้ปัญหา “เชื้อราบนผิวฝ้า กรณีที่ #2” ต้องแก้ปัญหาโดยแก้ไขระบบปรับอากาศให้สามารถเก็บความชื้นใน พท. ให้ได้ ซึ่งมีหลายแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. ตรวจสอบการรั่วของอาคารบริเวณพท.ที่มีปัญหาว่ามีจุด Infiltration ของอาคารหรือไม่ ตัวอย่างเช่น กรณีโถงทางเข้าอาคาร มักมีปัญหาจากเปิดประตู Main Entrance ทิ้งไว้ หรือ อาคารที่มีคนการเข้า/ออกอาคารปริมาณมากจนเสมือน Main Entrance เปิดให้ความชื้น/ละอองฝุ่นจากภายนอกอาคารเข้าสู่ พท. ปรับอากาศตลอดเวลา
2. ตรวจสอบความเป็น Negative Pressure ของพื้นที่ปรับอากาศ ซึ่งจะส่งผลให้อาคารมีแรงดัน (-) ดึงความชื้น/ละอองฝุ่นแขวนลอยจากภายนอกอาคารเข้ามาใน พท. ปรับอากาศ ทำให้พื้นที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง และมีละอองฝุ่นแขวนลอยจำนวนมาก ที่เป็นเหตุให้เชื้อราเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว
3. ตรวจสอบการทำงานของระบบปรับอากาศว่าเดิน Part load ? จนเป็นเหตุให้ไม่มีความสามารถในการเก็บความชื้นใน พท. จนเป็นเหตุให้ความชื้นสัมพัทธ์สูง และทำการปรับแต่งแก้ไขให้เครื่องปรับอากาศนั้นทำงานให้เหมาะสม Match กับภาระความร้อนใน พท.
4. กรณีอาคารมีระบบ OAU (Outdoor Air Unit) ให้ตรวจสอบ Dew Point ของ Supply Air ที่ออกจากเครื่อง OAU ว่าตั้งค่าผิด/ หรือการ Control คลาดเคลื่อนหรือไม่ เพราะถ้า Supply Air จาก OAU ไม่แห้งพอจะไม่สามารถเก็บความชื้นภายในอาคาร/พื้นที่ได้

การตรวจสอบ 4 สาเหตุข้างต้น มักเป็นประเด็นสาเหตุหลัก ๆ ของ “ความชื้นสัมพัทธ์สูงในอาคารอย่างต่อเนื่องจนเป็นเหตุให้เกิดเชื้อราในอาคาร” ในประเทศไทย บางครั้งแก้ไขเพียงข้อเดียวก็จบ แต่หลายครั้งที่อาคารถูกออกแบบมาไม่ถูกต้องตั้งแต่แรกก็ต้องแก้ไขทั้ง 4 ข้อ เพื่อปรับปรุงให้อาคารเป็น “อาคารสุขภาพดี” สำหรับผู้คนที่อาศัยหรือมาใช้บริการอาคาร

## ปัญหาเชื้อราขึ้นฝ้า #3



“เชื้อราดำ“ เจริญเติบโตอย่างหนาแน่น (อย่างไม่สม่ำเสมอ) บนผิวฝ้า

จากรูปถ้าเรา “สังเกต” ปัญหาการเจริญเติบโตของเชื้อราใน พท. ดังกล่าว จะพบว่า “การเจริญเติบโตของเชื้อราไม่มีการกระจายขยายวงกว้างอย่างสม่ำเสมอ (แบบแพร่กระจายไปบริเวณผิวฝ้าข้างเคียง) แต่กลับมี “เชื้อราเจริญเติบโตอย่างหนาแน่นเฉพาะวงพื้นที่เฉพาะจุด”

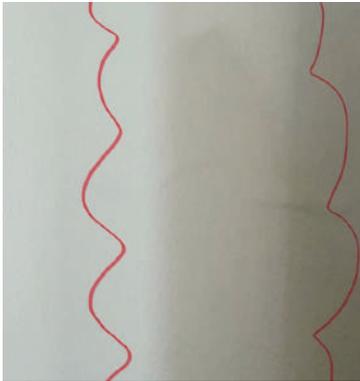
กรณีนี้เราอาจวัดความชื้นสัมพัทธ์พื้นที่ปรับอากาศดังกล่าวอาจมีความชื้นสัมพัทธ์ในพื้นที่  $> 60\%RH$  สำหรับกรณีนี้ หากเราแก้ปัญหาโดยการตัดแผ่นฝ้าที่มีราดังกล่าวทิ้ง, เปลี่ยนแผ่นฝ้าใหม่และแก้ไขอุปกรณ์ระบบปรับอากาศมากมาย/หรือเพิ่มอุปกรณ์ควบคุมความชื้นภายในพื้นที่ดังกล่าว เพื่อให้สามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้  $< 60\%RH$  ได้ แต่เป็นการแก้ปัญหาผิดวิธี !! ซึ่งผลลัพธ์จะช่วยแก้ปัญหาได้เพียงชั่วคราวเพียงระยะสั้นๆ, มีค่าใช้จ่ายสูง และแก้ปัญหาไม่ตรงจุด ... และท้ายสุด “เชื้อราก็จะเกิดขึ้นตามรูปดังกล่าวใหม่อีกครั้ง !! ”

สาเหตุปัญหาเชื้อราบนแผ่นฝ้าตามรูปดังกล่าว เกิดจาก “ความชื้นจากลมเย็นที่พ่นออกจากเครื่องปรับอากาศปะทะและสะสมบนแผ่นฝ้า” บริเวณนั้นโดยตรงตลอดเวลาที่เปิดแอร์ (เนื่องจากการ Commissioning Test มีการปรับทิศทางของ Supply Air Grille ที่ไม่เหมาะสม หรืออาจเกิดจากการใช้งานที่มีการปรับทิศทางเป่าลมเย็นเพื่อไม่ให้โดนตัวแต่ปรับทิศ Grille พ่นไปโดนฝ้า) เป็นเหตุให้ผิวฝ้าบริเวณดังกล่าวเย็นจัดและเกิดความชื้นสัมพัทธ์สูงสะสม สร้างโอกาสในการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ง่าย (โดยเฉพาะอย่างยิ่งช่วงปิดแอร์แล้วอุณหภูมิห้องสูงขึ้นอย่างรวดเร็วทำให้เกิดความชื้นควบแน่นเกาะบริเวณผิวฝ้าดังกล่าวได้ง่าย)

การแก้ปัญหา “การเกิดเชื้อราฝ้า #3” ที่ถูกต้อง สามารถแก้ไขได้ง่าย ๆ เพียงตัด/เปลี่ยนแผ่นฝ้าที่มีเชื้อราดังกล่าว และปรับแผ่นปรับทิศทางลมของเครื่องปรับอากาศ ไม่ให้ลมเย็นจากเครื่องปรับอากาศปะทะแผ่นฝ้า” ง่าย ๆ เพียงเท่านั้น เราก็สามารถแก้ไขปัญหาเชื้อราบนฝ้า #3 “ได้อย่างยั่งยืน ในระยะยาว”

## ปัญหาที่ #4 ปัญหาเชื้อราบนผนัง ภายในห้องพัก Pool Villa

จากการที่ บ.EEC ได้รับความไว้วางใจในการ Renovate Resort Hotel หอระดับ 5 ดาว ซึ่งลูกค้าได้แจ้งปัญหาเดิมที่เกิดขึ้นกับทุกอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่ง Luxury Pool Villa คือการเกิดปัญหาเชื้อราขึ้นผนังห้องพัก ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดจากการ Condensation ของการเปิดเครื่องปรับอากาศในห้องพักจนผิวผนังในห้องพักอาคารและ Pool Villa เกิด “เชื้อราขึ้นผนัง” โดยก่อนหน้านี้ผู้ออกแบบเดิมได้มีการแก้ไขปัญหา “เชื้อราขึ้นผนัง” ด้วยการทุบเปลี่ยนผนังห้องพัก Pool Villa ใหม่จากเดิมเป็นการก่ออิฐ 1 แผ่นธรรมดา แก้ไขเป็น ผนังก่ออิฐสองชั้นเว้นช่องอากาศ 2 นิ้วระหว่างผนังก่ออิฐ (Double Wall with 5 cm. air gap) ซึ่งคิดว่าจะสามารถแก้ปัญหการเชื้อราขึ้นผนังได้ แต่ท้ายสุดผนังก็ยังเกิดการ Condensation ทุกครั้งที่เปิดเครื่องปรับอากาศ ทำให้ปัญหาห้องพัก Pool Villa ยังคงเกิด “เชื้อรา” อยู่



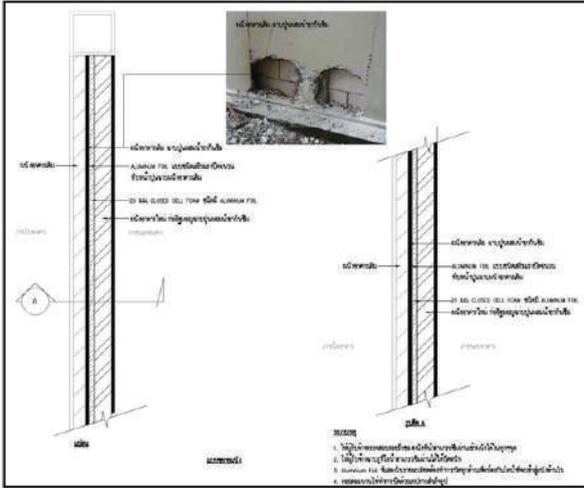
“ราดำ” ที่เจริญเติบโต  
บนผนังห้อง Pool Villa



ผนังเดิมที่เป็น อิฐมวลเบา 2 ชั้นเว้นช่องอากาศ 5 cm.  
ที่เกิด condensation

### แนวทางการแก้ไข

ทางบริษัท EEC จึงเข้าไปทำการ Renovate อาคาร Pool Villa โดยมีมีการปรับเปลี่ยนรูปแบบผนังใหม่ เป็นไปตามรูปแบบด้านล่าง ด้วยการใส่ฉนวนระหว่างผนัง 2 ชั้นของอาคาร เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ความเย็นจากผนังพท.ภายในอาคาร Pool Villa ไปปะทะกับความร้อนจากผนังด้านนอกที่โดนแดด พร้อมกับปิดแผ่นพอลิเอทิลีนเพื่อป้องกัน Vapor Pressure ทั้งจากอากาศร้อนชั้นภายนอก และอากาศเย็นจัดภายใน Pool Villa ไม่ให้ทะลุผ่านได้เพื่อป้องกันเกิด Condensation ผนังด้านในห้องพักอันเป็นปัญหาการเกิดเชื้อราภายในผนังห้องพัก Pool Villa



แสดงรูปตัด/แปลน การปรับปรุงผนังใหม่

## ปัญหาที่ #5 ปัญหาเชื้อราในอาคาร sw.

อาคาร รพ. เป็นอาคารเพื่อรักษาและพักฟื้นผู้ป่วยที่มีร่างกายอ่อนแอ ดังนั้น อาคาร รพ. ที่มีความชื้นสูง ประกอบกับภูมิอากาศ ปท. ไทย มีสภาวะอากาศร้อน/ชื้นสูง จึงเอื้อต่อการเกิดเชื้อราได้ง่ายถ้าระบบปรับอากาศภายในอาคารไม่ถูกต้อง/ไม่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลทำร้ายผู้ป่วยที่มาใช้บริการรวมทั้งทีมงานแพทย์/พยาบาลที่ต้องทำงาน 24 ชม./ 7 วัน อยู่ภายในอาคาร รพ. ที่มีเชื้อรา



“เชื้อรา” ขึ้นเบาะเก้าอี้ที่นั่งในห้องประชุม



“เชื้อรา” บนผิวผ้าที่กระจายไปทั่ว



“เชื้อรา” ขึ้นบนที่วางแขนเก้าอี้ห้องประชุม



แสดง “ความชื้นสัมพัทธ์สูง” ภายในอาคาร

จากการสำรวจเพื่อดำเนินการแก้ไข พบว่า:

1. พท.ปรับอากาศอาคาร รพ. T ~ 24 °C , 70%-80% RH
2. เครื่องปรับอากาศ Air Handling Unit และ Fan Coil Unit ในอาคารจ่ายลมเย็นที่ ~ 18 °C -20 °C (ไม่สามารถเก็บความชื้นใน พท./อาคาร ได้)
3. ถาดน้ำทิ้งเครื่องแอร์ ไม่มีน้ำ Condensate จาก Cooling Coil (ยกเว้นช่วงเปิดเครื่องใหม่ ๆ ตอน Cool Down พื้นที่) ซึ่งเหตุผลสอดคล้องกับข้อ 2
4. ระบบจ่ายอากาศบริสุทธิ์เข้าอาคาร (Ventilation) ออกแบบโดยนำอากาศจากภายนอกที่ร้อน/ชื้นสูง เข้าเครื่องปรับอากาศโดยตรง ทำให้ความชื้นจากภายนอกอาคารถูกนำสู่พื้นที่ปรับอากาศทำให้ความชื้นใน พท.ปรับอากาศอาคารสูงขึ้น

จาก 4 ข้อแรก สามารถสรุปได้ว่า ระบบปรับอากาศมี Capacity > ภาระ Load จริงของอาคาร เป็นผลให้เครื่องปรับอากาศเดินเครื่อง Part load จึงเป็นเหตุให้เครื่องปรับอากาศไม่สามารถเก็บความชื้นภายในอาคารได้ อีกทั้งยังมีการเติมอากาศบริสุทธิ์โดยนำอากาศจากภายนอกอาคารที่ร้อน/ชื้นสูง เข้าสู่เครื่องปรับอากาศซึ่งเป็นการซ้ำเติมเพิ่มความชื้นให้แก่พท.ปรับอากาศเป็นผลให้ทั้งอาคารมีความชื้นสูงจนเกิดเชื้อราไปทั่วทั้งอาคาร

### แนวทางแก้ไข

1. กรณีมีงบฯ ต้องการแก้ไขเบ็ดเสร็จระยะยาว เพื่อตรงตามมาตรฐานสากล และ “คุณภาพชีวิตที่ดีของผู้ใช้ชีวิตในอาคาร”
  - ตัด/เปลี่ยน ฝ้าเพดาน, ผ่นยับยั้ง ที่มีเชื้อราฝังอยู่ และ Fumigation พท.
  - ออกแบบ/ติดตั้งเครื่องจ่ายอากาศบริสุทธิ์ DOAS เพื่อเติมอากาศบริสุทธิ์ที่เย็น

เข้าสู่อาคารให้ได้ตามมาตรฐาน เพื่อสร้าง Positive Pressure (แรงดัน +) ให้แก่อาคาร, เยียวยาผู้ป่วย, Control Pressure Relationship ระหว่างแผนก/พท. และควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ %RH ของทั้งอาคาร

## 2. กรณีมีงบฯ น้อย แต่ต้องการแก้ไขเพื่อลดความชื้นสัมพัทธ์ %RH อาคารเพื่อไม่ให้เกิดเชื้อรา

- ตัด/เปลี่ยน ฝ้าเพดาน, ผนังยิปซั่ม ที่มีเชื้อราฝังอยู่ และ Fumigation พท.
- คำนวน “ภาวะความร้อนจริงในพื้นที่” ใหม่ แล้วปรับแก้ไขเครื่อง Air Handling Unit ใหม่ให้ลด Capacity ลงด้วยการลดรอบการทำงานให้เหมาะสมกับ “ภาวะความร้อนจริง” ด้วย VSD

ทางเจ้าของโครงการยินดีแก้ไขตามแนวทาง 1 เพื่อเป็นการแก้ไขระยะยาว, ดีต่อการเยียวยาผู้ป่วย/ ติดอุปกรณ์ทางการแพทย์, ป้องกันการเกิดเชื้อราในอาคาร/ ป้องกัน PM2.5 เข้าสู่อาคาร และเป็นอาคาร รพ. ที่ได้ตามมาตรฐานสากล

### หมายเหตุ:

- แนวทาง 2 จะสามารถแก้ไขให้ควบคุม %RH ได้อย่างเหมาะสมในกรณีที่เครื่องปรับอากาศเดิมได้ถูกคำนวณภาวะความร้อนไว้แต่แรก เพียงแต่มีการเผื่อ Capacity ไว้
- แต่กรณีที่ Capacity เครื่องปรับอากาศเดิมไม่ได้ถูกคำนวณไว้ แต่เป็นการกำหนดขนาดเครื่องปรับอากาศด้วย “Rule of Thumb!” เช่น 1,000 Btu/m<sup>2</sup>, 8-12m<sup>2</sup>/RT, ฯลฯ โดยมีได้มีการคำนวณ Load Calculation ตามหลักวิศวกรรม การแก้ไขแนวทาง 2 อาจเพียงแค่ลดความชื้นสัมพัทธ์ของอาคารลงจากเดิมได้ แต่อาจไม่สามารถทำให้อยู่ในช่วง Range 40%-60%RH ได้ เพราะ Capacity เครื่องปรับอากาศเดิมเผื่อไว้มากเกินไป จน VSD ไม่สามารถลด Capacity ลงมาให้เหมาะสมกับ “ภาวะความร้อนจริงของอาคาร” ได้

ตัวอย่างปัญหาดังกล่าวเป็นเพียงปัญหาบางส่วนของ “กรณีศึกษา” ที่ทาง บ.อีอีซีได้เข้าไปแก้ไขด้วยวิธีการที่เหมาะสมตามหลักวิชาการและงบประมาณ เพื่อนำมา “แบ่งปันความรู้และประสบการณ์” เพียงบางส่วนเท่านั้น

ความจริงปัญหาของการ “เกิดเชื้อราในอาคาร” มีสาเหตุมากมายกว่านี้ ซึ่งอาจมีแนวทางแก้ไขที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกันออกไป แต่ประเด็นสำคัญอยู่ที่ “ทุกครั้งของการแก้ไขปัญหา เราต้องเลือกใช้วิธีที่เหมาะสมกับสถานที่ ซึ่งมีข้อจำกัดในการแก้ไข, เวลา, งบประมาณที่พอมี และต้องจบเบ็ดเสร็จในคราวเดียว ซึ่งเป็นทั้ง ศาสตร์ และ ศิลป์ ในการแก้ปัญหาถึงจะสำเร็จลุล่วง ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม, รวดเร็ว และงบประมาณเหมาะสม”



“เชื้อรา” Silent Killer ของงานอาคาร เนื่องจากความชื้นสัมพัทธ์สูง

เรื่อง “อาคารความชื้นสัมพัทธ์สูงและอาคารเกิดเชื้อรา” เป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับอาคารปรับอากาศใน พท.ไทย > 80% อันเนื่องจากสภาวะภูมิอากาศพท.ไทยที่เป็น พท. ร้อน/ชื้น (สูง) Tropical Climate Zone จึงเอื้อต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรารายในอาคารได้ง่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารปิดที่ใช้ระบบปรับอากาศ ปัญหาดังกล่าวเป็น “ภัยเงียบ Silent Killer” ของประชาชนผู้อยู่อาศัยผู้ที่ต้องใช้ชีวิตอยู่ในอาคารระบบปรับอากาศ ซึ่งจะหายใจนำเอา Spore เชื้อรา, เชื้อโรคต่าง ๆ จากระบบปรับอากาศที่ส่งผ่านมาทางท่อลม เข้าสู่ร่างกายลงสู่ปอดจนเกิดการฝังเพาะเชื้อเจริญเติบโตลุกลามภายในระบบทางเดินหายใจจนถึงปอด และนำไปสู่โรคร้ายเช่น Fungal Pneumonia (โรคปอดอักเสบจากเชื้อรา) , Pontiac Fever (ไข้ปอนเตียก) และมะเร็งในปอด เป็นต้น



ปัจจุบันปัญหาคุณภาพอากาศและโรคระบบทางเดินหายใจ จึงติดอันดับ 1 ใน 3 อันดับแรกของอัตราการเสียชีวิตสูงสุดของประชาชนคนไทย ซึ่งเป็นภัยคุกคามประชาชนที่ใช้ชีวิตอยู่ในอาคารปรับอากาศที่ไม่ได้คุณภาพ ซึ่งเป็น “มหันตภัยเงียบจากอาคารประเทศร้อนชื้น” อย่างประเทศไทย

## ปัญหาที่ #6 - #7 “ห้องน้ำมีกลิ่นเหม็นและอับชื้น”

ปัญหาห้องน้ำมีกลิ่นเหม็นและอับชื้น เป็นปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับห้องน้ำทั่วโลก เพียงแต่ ปท. ไทย จะเกิดปัญหานี้เร็วกว่าเพราะประเทศมีภูมิอากาศที่มีความชื้นสูง จะเอื้อให้ภายในห้องน้ำที่มีอัตราการระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ / หรือไม่ดี สามารถสะสมความชื้นได้ง่ายกว่าเดิม

ปัญหาห้องน้ำส่งกลิ่นเหม็น/อับชื้น จนรบกวนออกสู่พื้นที่ปรับอากาศภายในอาคาร มีหลายสาเหตุ/หลายปัจจัยตั้งแต่ปัญหาจากงานวิศวกรรมระบบฯ ปัญหาระบบสุขาภิบาล, ปัญหาระบบระบายอากาศ, ปัญหาจากระบบปรับอากาศในห้องน้ำหรือจากงานสถาปัตยกรรม ตกแต่งภายใน เป็นต้น

ดังนั้นถ้าผู้ออกแบบ, ผู้รับเหมาก่อสร้าง หรือผู้ดูแล / Operate อาคาร Focus ปัญหาผิด จะไม่สามารถแก้ไขปัญหานี้ได้, หรือได้เพียงแค่บรรเทาลง (แต่ยังมีกลิ่นรบกวน พท. ข้างเคียงภายในอาคาร) และเสียค่าใช้จ่ายมากมาย และแก้ไขปัญหานี้ไม่ตรงประเด็น

ปัญหา “ห้องน้ำมีกลิ่นเหม็นและอับชื้น” มีสาเหตุปัญหาที่หลากหลาย “ต่างกรรม ต่างวาระ ต่างแนวทางการแก้ไข” จึงขอนำกรณีศึกษาปัญหาห้องน้ำที่มีสาเหตุแตกต่างกัน ถึง 8 รูปแบบ เพื่อเป็นแนวทางเป็น “กรณีศึกษา Case Study” ดังนี้

ปัญหาที่ #7 “ห้องน้ำมีกลิ่นเหม็นและอับชื้น” อันเนื่องจากระบบท่อสุขาภิบาล Sanitary system ซึ่งมีสาเหตุที่แตกต่างกันไปดังต่อไปนี้;

### 7.1 ปัญหาจาก การไม่มีระบบ P-trap / U-trap ติดตั้งในระบบท่อน้ำทิ้ง



ระบบท่อน้ำทิ้ง(ที่หน้างาน)ไม่มีการติดตั้ง Trap เพื่อขังน้ำสำหรับดักกลิ่น เป็นเหตุให้ท่อน้ำทิ้งที่เชื่อมต่อกับระบบท่อน้ำทิ้งต่าง ๆ ภายในอาคาร เพื่อส่งต่อไปยังระบบบำบัดน้ำเสีย (Wastewater Treatment Plant) นำกลิ่นจากระบบบำบัดฯ หรือ ท่อน้ำทิ้งอื่นที่สะสมสิ่งสกปรกมีแบคทีเรียส่งกลิ่นเหม็น เข้าสู่พื้นที่และสะสมภายในห้องน้ำจนออกสู่ พท. ปรับอากาศรบกวนอาคาร

รูงานติดตั้งที่ไม่ถูกต้อง ไม่มี P-Trap หรือ U-Trap ขังน้ำเพื่อดักกลิ่นย้อน

## 7.2 อาคารมีติดตั้ง P-trap / U-trap ที่กอน้ำทิ้ง แต่น้ำก็ยังในกอน้ำทิ้งแห้ง

กรณีดังกล่าวอาจเกิดขึ้นได้กับอาคารที่พักอาศัย Condominium ที่เจ้าของห้องพักมิได้อยู่อาศัยเป็นเวลานาน จนน้ำใน Trap แห่ง หรืออีกกรณีคือ อาคารสาธารณะที่มีการใช้งานทุกวัน แต่รูปแบบการทำความสะอาดห้องน้ำเป็น Dry Clean Process ไม่ใช่รูปแบบการล้างพื้นห้องน้ำแบบทั่วไป ทำให้ไม่มีน้ำขังใน Trap และส่งกลิ่นเหม็นเข้าสู่อาคาร



แสดง U-Trap ของ floor drain เพื่อขังน้ำป้องกันกลิ่นไหลย้อน แต่ต้องคอยระวังไม่ให้แห้งที่ขังไว้แห้ง

## 7.3 การเดินท่ออากาศของระบบสุขาภิบาลกึ่งบนฝ้า หรือท่ออากาศที่เดินผ่านบนท้องฝ้าแตกหัก

ปกติการออกแบบ/ติดตั้งที่ถูกต้อง ต้องติดตั้งท่ออากาศในระบบสุขาภิบาลและเดินท่ออากาศไปปล่อยสู่ภายนอกอาคารในตำแหน่งที่ไม่รบกวนผู้คนและชุมชนสาธารณะ แต่บางครั้งอาจเกิดจากการออกแบบที่ไม่เหมาะสม/ หรือการติดตั้งที่ผิด/ หรือท่ออากาศที่เดินผ่านฝ้าเกิดการแตกหักเสียหายจากงานช่างอื่น ๆ หรือเหตุใด ๆ ก็ตาม จึงเกิดปัญหาการส่งและสะสมกลิ่นเหม็นจากท่ออากาศสะสมในฝ้าและกระจายไปทั่วห้องฝ้าของอาคารและลงสู่พท. ปรับอากาศ เนื่องจากระบบปรับอากาศหลายอาคารใช้พท.บนฝ้าเป็นช่องลมกลับของระบบปรับอากาศ

## 7.4 การติดตั้งโถสุขภัณฑ์ที่ไม่ถูกต้องตามมาตรฐานฯ

เนื่องจากปัจจุบันโถสุขภัณฑ์รุ่นใหม่ ๆ มีรูปแบบการออกแบบที่ประหยัดชิ้นงาน โดยเป็นโถสุขภัณฑ์ที่มีฐานสุขภัณฑ์ที่ปิดคอร์ทานไม่เป็นชิ้นงานปิดโดยมีการเปิดเว้าด้านหลัง (ซึ่งคนมองไม่เห็นและไม่กระทบความสวยงาม แต่ราคาประหยัดขึ้นเนื่องจากโถชิ้นล่างประหยัดลงใช้ Ceramic ลดลงกว่า 50%) โดยผลิตภัณฑ์รูปแบบนั้น ๆ ตามมาตรฐาน จะมีแผ่นวงแหวนประเก็นเก็บงานระหว่างการเชื่อมต่อของท่อชักโครกของสุขภัณฑ์กับท่อโสโครก (Soil Pipe) เพื่อ Seal ป้องกันไม่ให้มีจุกตัวของท่อเชื่อมต่อที่เป็นเหตุให้กลิ่นออก (เนื่องจากโถสุขภัณฑ์มีเว้าเปิดด้านหลัง) แต่การติดตั้งหน้างานไม่ได้มีการติดตั้งแผ่นวงแหวนประเก็นปิด Seal จึงเกิดการรั่วของปฏิภูกละอะทะอะส่งกลิ่นออกมารบกวนพื้นที่



ปัญหาการติดตั้งหน้างานที่ไม่ถูกต้อง ไม่มีการรอง floor flange ประเก็นแหวนรอง เพื่อป้องกันรั่ว ทำให้ปฏิภูกละอะทะอะของสุขภัณฑ์



การติดตั้งแผ่นประเก็น Floor Flange ป้องกันรั่ว

หรืออีกกรณีคือมีการเยื้องศูนย์ของตำแหน่งคอร์ทานสุขภัณฑ์ กับตำแหน่ง Coring Pipe หน้างานและการติดตั้งหน้างานไม่ต่อข้อต่อท่อเยื้องศูนย์ และไม่เชื่อมต่อปิด Seal ให้มิดชิดเรียบร้อย จึงเกิดการรั่วของปฏิภูกละอะทะอะส่งกลิ่นออกมารบกวนพื้นที่



ตำแหน่ง Coring ที่เตรียมไม่ตรงกับตำแหน่งคอร์ทานสุขภัณฑ์ ที่เลือกทำให้การสวมสุขภัณฑ์ไม่ตรงกับตำแหน่ง Coring ทำให้ปฏิภูกละอะทะอะไปทั่ว



การแก้ไข โดยการติดตั้งแผ่นประเก็น Floor Flange เพื่อกันรั้ว และติดตั้งอุปกรณ์เชื่อมต่อเยื้องศูนย์ (ตามรูปด้านขวา)

## 7.6 การระบายอากาศที่ไม่เพียงพอ

ห้องน้ำเป็นพื้นที่ที่ High Contaminated ที่ต้องการ Well Ventilation การระบายอากาศที่ตลอดเวลา เพื่อลดการสะสมความชื้นและเชื้อโรครภายในห้องน้ำ ดังนั้นถ้าระบบระบายภายในห้องน้ำไม่ดีหรือไม่เพียงพอจะทำให้ความชื้น, กลิ่น, เชื้อโรค สะสมภายในพื้นที่แล้วส่งผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียงภายในอาคาร

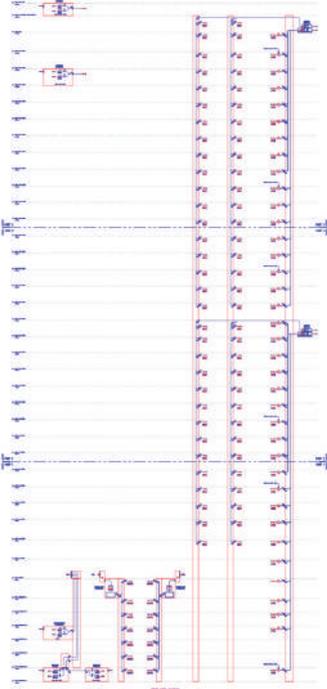
ปัญหาการระบายอากาศไม่เพียงพอ มีการแยกย่อยประเด็นปัญหาสาเหตุที่อาศัยวิธีการแก้ไขที่แตกต่างกันดังนี้;

### 7.6.1 ปัญหาของการใช้ Central Ventilation Fan

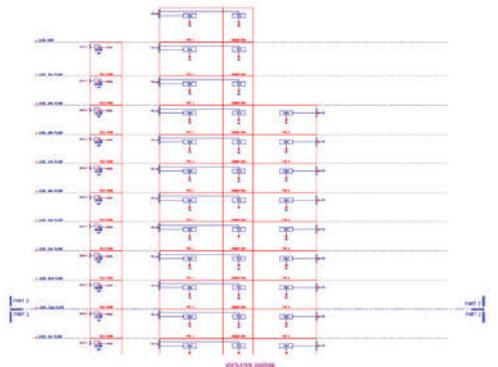
- ไม่มีการ Commissioning Test ท่อ Exhaust Riser Duct ที่หน้างานระหว่างการก่อสร้าง ทำให้อัตราการระบายอากาศในห้องน้ำในแต่ละชั้นไม่สม่ำเสมอ บาง พท./บางชั้น ไม่มีแรงดูดจาก Central Exhaust Fan
- ไม่มีการ Commissioning Test หัวดูดระบายอากาศ Exhaust Grille ในห้องน้ำแต่ละชั้น เป็นผลให้ในห้องน้ำพท.เดียวกัน บางพท.มีจุดอับ อากาศนิ่ง ไม่มีการระบาย ทำให้สะสมกลิ่น/ความชื้นจากบริเวณนั้นขยายผลสู่พื้นที่ข้างเคียง

### แนวทางแก้ไข

- ให้มีการ Testing, Adjusting & Balancing (TAB) การระบายอากาศให้สมบูรณ์ทุกครั้ง ก่อนส่งมอบงานก่อสร้าง
- ถ้าเป็นไปได้ การออกแบบแยก Exhaust Fan ห้องน้ำเป็นพท.ของใครของมัน จะสะดวก /ง่ายต่อการทำงานของผู้รับเหมาที่มักจะไม่มีเวลา Testing & Balancing ก่อนส่งมอบงาน



กรณี Central Riser Exhaust Fan จะต้องมีการ Testing, Adjusting and Balancing ให้ถูกต้องตามแบบ ก่อนส่งมอบงานทุกครั้ง



การออกแบบ Dedicated Exhaust Fan แบบ floor by floor ซึ่งสะดวกต่อการทำ TAB

## 7.6.2 ปัญหาการระบายอากาศไม่เพียงพอ ที่มาจากการขาดการประสานงานของงานสถาปัตย์/ งานตกแต่งภายใน และวิศวกรรมระบบฯ

บ่อยครั้ง > 80% ปัญหาการระบายอากาศในห้องน้ำมักเกิดจากการประสานงานระหว่างแบบวิศวกรรมงานระบบฯ, แบบงานสถาปัตย์/ งานตกแต่งภายใน หรือเกิดจากหน้างานการติดตั้งไม่มีการ Combine แบบกัน จึงตกหล่น Intake Air Grill เพื่อการระบายอากาศห้องน้ำ เพราะธรรมชาติของการระบายอากาศที่ดีคือ “มีช่องระบายอากาศ และต้องมีช่องนำอากาศเข้า” เพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศออกจากพื้นที่ห้องน้ำอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา แต่ปัญหาของการระบายอากาศห้องน้ำไม่เพียงพอ > 80% ที่เกี่ยวข้องกับงานสถาปัตย์และงานตกแต่งภายในดังต่อไปนี้

- หน้างานจริงไม่มีช่องนำอากาศเข้า สำหรับถ่ายเทภายในห้องน้ำ เนื่องจากแบบงานระบบจะกำหนด ประตูเป็น Door Louvre หรือ Transfer Air Grill เพื่อนำอากาศเย็น

ภายในห้องน้ำ แต่งานสถาปัตย์/ งานตกแต่งภายใน กำหนดเป็นบานประตูทึบ (ไม่มีเกล็ด) และไม่มี Transfer Air Grill ทำให้ไม่มีช่องอากาศนำอากาศจาก พท. ส่วนกลางมาระบายห้องน้ำ เป็นเหตุให้ถึงแม้พัดลมระบายอากาศจะทำงาน “On” อยู่แต่ไม่สามารถ นำ/ดึงอากาศเข้ามาระบายได้ ทำให้ห้องน้ำสะสมกลิ่นเหม็นแล้วกระจายสู่ พท. ข้างเคียง ผ่านฝ้าเพดาน และเมื่อประตูห้องน้ำมีการเปิดเข้า/ออก



ประตูทางเข้าห้องน้ำ/ Intake Air Grille หน้าห้องน้ำ จะต้องมช่องอากาศเข้าเพื่อการระบายอากาศภายใน พท. ห้องน้ำ

- การทำประตู Undercut ได้ประตู และ/หรือ Louvre Doors มี พท. ไม่เพียงพอ กับ พท. ห้องน้ำหรือออกแบบมีความเร็วผ่าน Undercut ไม่เพียงพอให้ห้องน้ำเป็น Negative Pressure เนื่องจากการออกแบบ Undercut ด้านล่างของประตูทางเข้าห้องน้ำ มักจะใช้กับห้องน้ำส่วนตัว เช่น ห้องน้ำภายในห้องพักโรงแรม, Condominium, บ้านพักอาศัย เป็นต้น แต่สำหรับห้อง Public ซึ่ง พท. ใหญ่/ โกลุขภณท์จำนวนมาก จะต้องมีกรคำนวณเพื่อกำหนด พท. ถ่ายเทอากาศที่เหมาะสมและพอดีกับการระบายอากาศและความเร็วที่เหมาะสม เพื่อให้ได้ “การระบายอากาศที่เพียงพอและสร้าง Negative Pressure (แรงดัน (-)) ให้แก่ พท. ห้องน้ำ”

### 7.6.3 ปัญหา “ห้องน้ำเหม็น/อับชื้น” มาจากการออกแบบระบบปรับอากาศไม่เหมาะสม

ปัจจุบันห้องน้ำในอาคารสาธารณะชั้นนำในปท.ไทยจำนวนมากจะมีการออกแบบติดตั้งปรับอากาศภายในห้องน้ำ เพื่อให้ห้องน้ำมีสุขภาวะที่ดี, มีความสบาย และบ่งบอกถึงความ luxury ของอาคารนั้น ๆ

บ่อยครั้งการออกแบบกำหนดเครื่องปรับอากาศที่ไม่เหมาะสมสำหรับห้องน้ำ จะส่งผลทำให้ห้องน้ำ Luxury ดังกล่าวกลายเป็น “ห้องน้ำที่สวย หนาว และอับชื้น ส่งกลิ่นเหม็นไปทั่ว และรบกวนพื้นที่ให้บริการลูกค้า ข้ำร้ายความชื้นสะสมดังกล่าว ส่งผลทำร้ายงานตกแต่ง Decorative ต่างๆภายในห้องน้ำ เช่น รูปภาพ, ไม้, ไม้บัว, งานตกแต่งเส้นโลหะ, ทองแดง, ฯลฯ ที่ใช้ในงานตกแต่งเพื่อความหรูหรา มีอายุสั้น เปื่อยยุ่ย เป็นสนิม เสียหายง่ายในระยะเวลานานสั้น เนื่องจากความชื้นสูงที่สะสมภายในพื้นที่ห้องน้ำอันเนื่องมาจากระบบปรับอากาศที่ผิด/ไม่เหมาะสม”



ห้องน้ำที่ออกแบบเครื่องปรับอากาศใหญ่เกินไปจะทำให้ห้องน้ำหนาวและความชื้นสัมพัทธ์สูงสะสม ส่งกลิ่นเหม็นอับขึ้นไปทั่วบริเวณ และกระจายกลิ่นรบกวนพื้นที่ปรับอากาศในอาคาร

การออกแบบเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องน้ำ จะมีเป้าหมายหลักที่แตกต่างออกไป, การออกแบบเครื่องปรับอากาศสำหรับห้องน้ำมีเป้าหมายหลักเพื่อลดความชื้นภายในห้องน้ำ โดยมีความสบายจากความเป็นเย็นเป็นผลพลอยได้ ดังนั้น เครื่องปรับอากาศที่ดีสำหรับห้องน้ำคือต้องสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ภายในห้องน้ำได้ และมีอุณหภูมิที่สบายที่เหมาะสม (ไม่หนาว)

### Purpose of Ventilation & Air Conditioning in Rest Room



ห้องน้ำที่มีระบบปรับอากาศต้องออกแบบ เพื่อควบคุมความชื้นในห้องน้ำ

ดังนั้น ห้องน้ำอาคารใดติดตั้งเครื่องปรับอากาศขนาดใหญ่เพื่อให้ห้องน้ำมีความเย็นสบายเป็นหลัก ห้องน้ำอาคารนั้นจะเย็น/หนาว และชื้นจัด และด้วยเหตุที่ห้องน้ำมีปกติที่ Generate ความชื้นและสะสมความชื้นจำนวนมากจากการใช้งานอยู่แล้ว เครื่องปรับอากาศที่ใหญ่เกินไปไปจะยิ่งซ้ำเติมให้ห้องน้ำมีความชื้นที่สูงขึ้นจนเชื้อโรคเจริญเติบโตได้ง่าย และส่งกลิ่นเหม็นอับขึ้นตลอดเวลาอันเนื่องมาจากความชื้นสูง เป็น “สภาวะที่ไม่ดีต่อประชาชนที่ใช้ห้องน้ำและพื้นที่ข้างเคียงที่อยู่ใกล้เคียงห้องน้ำนั้น ๆ”

## ปัญหาที่ #8 ปัญหาอาคารใช้พลังงานสูง -ไม่ประหยัดพลังงาน

ปัญหาการใช้พลังงานสูงของงานอาคาร เป็นปัญหาหลักในปัจจุบันโดยเฉพาะอย่างยิ่งอาคารที่มีแผน Road Map มุ่งสู่ “Net Zero” หรืออาคารที่มีธุรกิจที่อยู่ใน “ตลาดหลักทรัพย์” การใช้พลังงานที่มากอย่างสิ้นเปลืองของอาคารจะต้องมีการปรับปรุงและมีการกำหนดกรอบ Criteria การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพอย่างชัดเจนโดยเทียบกับ Benchmark ของอาคารประเภทเดียวกันตาม Benchmark ของกระทรวงพลังงาน

ซึ่งปัญหาอาคารใช้พลังงานสูง มีสาเหตุมาจาก 3 สาเหตุหลัก ๆ

## 8.1 ปัญหาที่มาจากงานออกแบบอาคาร

ปัญหาที่มาจากงานออกแบบฯ ที่เป็นเหตุให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานของอาคารตลอดชั่วอายุของอาคารนั้น มีสาเหตุต่าง ๆ มีดังนี้;

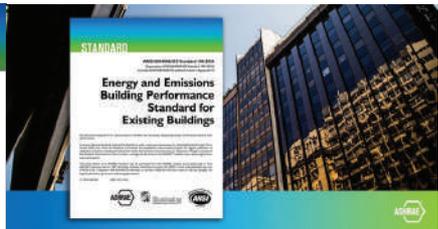
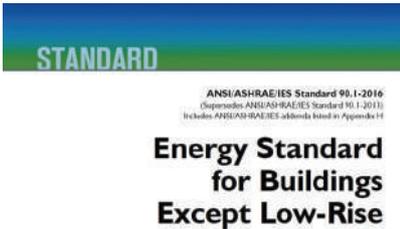
### 8.1.1 การออกแบบ Facade กรอบอาคารที่นำความร้อนเข้าสู่

อาคารได้ง่าย และไม่มี Fin ป้องกันความร้อนอย่างเหมาะสมกับภูมิประเทศ (ไทยกับ ปท. แลบ ตต. มีรูปแบบการออกแบบ Fin เพื่อบัง/ลดความร้อนเข้าสู่อาคารด้วยบริบทตำแหน่งที่ตั้งที่แตกต่างกัน)



### 8.1.2 การออกแบบ Facade อาคาร กำหนด Window to Wall

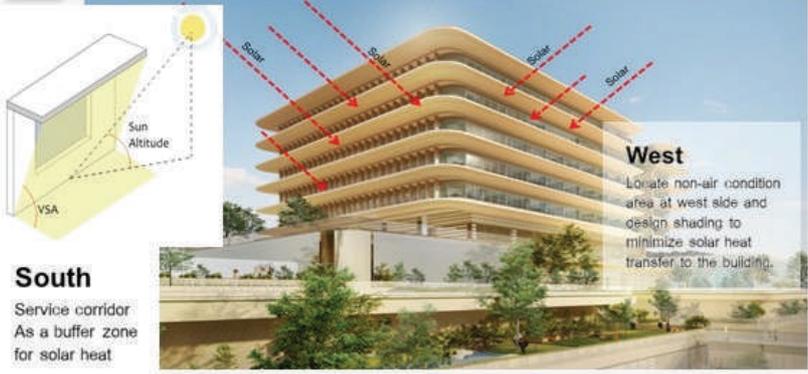
Ratio ของกรอบอาคารสูงมากเกินความจำเป็น ทำให้ความร้อนจากภายนอกเข้าสู่พื้นที่ภายในอาคารปริมาณมาก และแสงจากภายนอกเข้าสู่อาคารมากเกินความจำเป็น จนเกิดสภาวะ “อาคารสะสมความร้อนและแสงจ้า (Glare ไม่สบายตัว ไม่สบายตา และใช้พลังงานสูง)”



### 8.1.3 การออกแบบนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารมากเกินไป

ปัจจุบันมีแนวทางการออกแบบการนำแสงธรรมชาติเข้าสู่อาคารแบบอาคาร ปท. ตต. แต่เนื่องจาก ปท. ไทยอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ดังนั้น การออกแบบโดยนำหลักการนำแสงธรรมชาติของอาคารแลบตต.มาใช้ จะสร้างผลกระทบจากการนำความร้อนปริมาณมากเข้าสู่อาคารและเกิดแสงธรรมชาติที่จ้าเกินควร จนเกิดการสะสมความร้อนในอาคารสูง และความล้าทางสายตาของการใช้ชีวิตของผู้คนภายในอาคาร จนเป็นเหตุให้อาคารสิ้นเปลืองพลังงานและมีผลกระทบต่อประสิทธิภาพ/สุขภาพของคนทำงาน และทางธุรกิจ

## 2 Multi-Shading on South & Multi-Fin on West



การออกแบบอาคารให้เหมาะสมกับทิศแสงแดดของปท.ไทยเพื่อการประหยัดพลังงาน

### 8.2 การออกแบบวิศวกรรมงานระบบฯ ที่ไม่ประหยัดพลังงานตั้งแต่แรก

- การออกแบบเลือกใช้ระบบปรับอากาศที่มี COP ต่ำ หรือ EER ต่ำ หรือ KW/RT สูง กินพลังงานมาก
- การออกแบบใช้เครื่องปรับอากาศใหญ่เกินไป จนผู้ใช้งานต้องตั้งค่า Thermostat “กวดอุณหภูมิต่ำเพื่อชดเชยความเหนอะหนะ/ไม่สบายตัว จากค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง”
- การออกแบบใช้ระบบน้ำร้อนที่ไม่เหมาะสม เปลืองพลังงาน
- การออกแบบใช้หลอดไฟไม่ประหยัดพลังงานและไม่มีการควบคุมการประหยัดไฟ
- ฯลฯ



งานออกแบบกำหนด High Efficiency District Cooling Plant สำหรับกลุ่มอาคารงาน รพ.

วิธีการง่าย ๆ ของการแก้ปัญหาคือการกำหนดกรอบ Criteria ตั้งแต่งานออกแบบ ซึ่ง “ผู้ออกแบบอาคารที่ดี ต้องมีการกำหนดเป้าหมายค่า EUI ของอาคารที่กำลังออกแบบว่า **อยู่ในเกณฑ์ใด**” (EUI = Energy Utilization Index การใช้พลังงานของอาคาร kWh/m<sup>2</sup>/year)

โดยกระทรวงพลังงานได้มีกำหนด Benchmark ไว้สำหรับอาคารทุกประเภท ตั้งแต่ค่าการใช้พลังงานอาคารเกณฑ์เฉลี่ยทั่วไป (Reference Level), อาคารประหยัดพลังงาน (BEC) ไปจนถึง (Nearly) Zero Energy Building “ZEB” ว่าอาคารควรมีค่า “EUI” จะต้องไม่เกินเท่าไร ตามตารางด้านล่าง

## Project Target

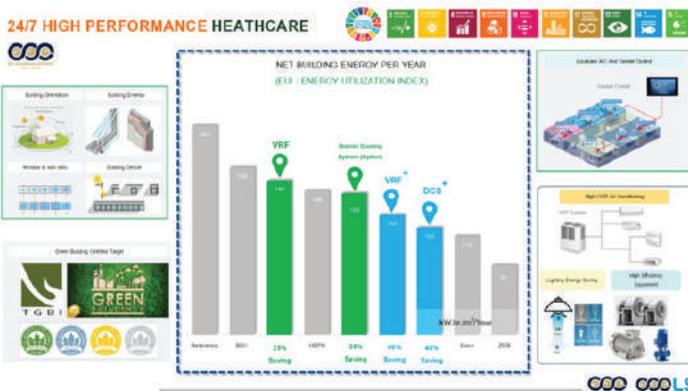
**Table -3.2 Net Energy Consumption Derived from Modeling each building type under each level of Energy Saving Capability**

Building Type	Energy Consumption under Each Level of Energy Saving Capability (kWh/m <sup>2</sup> /y)				
	Reference	BEC	HEPS	Econ	ZEB
Office building	219	171	141	82	57
Department store	308	231	194	146	112
Retail & wholesale business facility	370	298	266	161	126
Hotel	271	199	160	116	97
Condominium	256	211	198	132	95
Medical center	244	195	168	115	81
Educational institution	102	85	72	58	39
Other general buildings	182	134	110	66	53

% Saving → 
 ~ 20-25%
~ 30-35%
~ 60-65%
~ > 70%



EUI - Energy Utilization Index (kWh/sq.m./year) ของอาคารแต่ละประเภท



งานออกแบบ MEP ที่มีการกำหนด Criteria การใช้พลังงานอาคารตั้งแต่เริ่มออกแบบ

“งานออกแบบที่ดี” ถือได้ว่าเป็น “ปฐมบท” ที่สำคัญสำหรับอาคารประหยัดพลังงาน “High Performance Building” โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุคปัจจุบัน ที่ทุกประเทศ ทุกธุรกิจ ทุกอาคาร มีเป้าหมายมุ่งสู่ “Carbon Neutrality” & “Net Zero” จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้อง “ติดกระดุมเม็ดแรกให้ถูกต้อง” จึงจะสามารถสร้างสรรค์สิ่งดี ๆ ประหยัดพลังงาน อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และสร้างความยั่งยืนให้แก่โลกในอนาคตได้ง่าย

### 8.3 ปัญหาจากงานติดตั้ง, งาน Commissioning Test และงาน O&M (Operation & Maintenance)

ผู้ควบคุมงานและผู้รับเหมาฯ เป็นอีกส่วนหนึ่งที่สำคัญ ที่ถือได้ว่า “เป็นการติดกระดุมเม็ดที่ 2 ให้ถูกต้อง (ต่อจากการออกแบบที่ดี)” ที่จะส่งผลให้อาคารที่ก่อสร้างมีศักยภาพในการประหยัดพลังงานได้ประสิทธิภาพสูงขึ้น หรือ อาคารนั้นมีประสิทธิภาพแย่งลง

ดังนั้น อาคารที่มีการติดตั้งที่ดีและมีการ Testing-Commissioning-Balancing ถูกต้องตาม Design Intention และมาตรฐานวิชาชีพวิศวกรรม จะเป็นเหตุให้ผู้ดูแลอาคารสามารถ Operate อาคารได้อย่างถูกต้องและสามารถ Customize การใช้พลังงานของอาคารให้เหมาะสมกับสถานะการใช้งานจริง ซึ่งจะสามารถประหยัดพลังงานได้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอีก 10-20% จาก EUI-Energy Utilization Index ที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้

จากข้อมูลการใช้อาคารจริงของอาคารใน ปท.ไทย ส่วนมากเวลาใช้อาคารจริงแล้ว ค่า EUI เมื่อใช้งานจริงมักจะสูงกว่าค่าออกแบบ ~ 15-30% ซึ่งมีสาเหตุเกิดจากปัญหาที่แตกต่างกันไปดังนี้;

#### 8.3.1 ไม่มีการ Commissioning Test ตามหลักวิชาชีพ หรือการ Commissioning Test ที่ไม่สมบูรณ์ของผู้รับเหมาฯ ก่อนส่งมอบอาคาร

ซึ่งมีสาเหตุ-ปัจจัยดังต่อไปนี้;

- การติดตั้งงานและก่อสร้างอาคารล่าช้าไม่แล้วเสร็จทำตามที่กำหนด จึงเป็นเหตุให้อาคารสร้างเสร็จล่าช้ากว่าการเปิดใช้อาคาร ทำให้ต้องเปิดใช้อาคารบางส่วนเพื่อดำเนินธุรกิจ และเมื่ออาคารมีการใช้งานแล้ว การ Commissioning Test และการ Testing & Balancing จึงถูกละเลยไป
- ข้อจำกัดเรื่องงานเร่งเพื่อเปิดใช้อาคารและความไม่เข้าใจทางวิชาชีพฯ ของผู้ควบคุมงาน/เจ้าของอาคาร ที่มองเพียงว่า “การที่อาคารใช้งานได้แอร์เย็น, ไฟสว่าง, น้ำไหล, ฯลฯ ก็เพียงพอแล้วสำหรับใช้งานอาคาร!! ” เป็นเหตุให้การ Testing-Commissioning-Balancing

งานวิศวกรรมระบบฯของอาคารถูกมองข้าม และนี่คือสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้อาคารนั้นเวลา Operation จริงจะกินพลังงาน > 15-30% จากความเป็นจริง

- ผู้รับเหมาฯไม่ปรับแต่ง PICV Control Valve ของเครื่องปรับอากาศแต่ละตัว ให้ตรงตามที่กำหนดไว้ในตารางเครื่อง เป็นเหตุให้ปริมาณน้ำเย็นหมุนเวียนในอาคาร > ภาระความร้อนของอาคาร เป็นเหตุให้ต้องเดิน Chiller > ความต้องการของอาคาร เป็นเหตุให้สิ้นเปลืองพลังงาน
- อาคารที่ใช้ระบบ VAV (Variable Air Volume system) ไม่มีการ Test & Balance System เช่น ไม่มีการ Test & Balance หัวจ่ายลมแต่ละหัว, VAV Box แต่ละ box, Pressure Transmitter ที่ปลายท่อลม, Temp. Leaving Coil ของ AHU, แม้แต่การติดตั้งมิต เช่น ใช้ Thermostat ไปคุม Control Valve (ที่ถูกต้อง Thermostat ต้องไปคุม VSD ของ AHU), ฯลฯ เป็นเหตุให้เมื่อมีการใช้งานจริงลมเย็นส่งไม่ถึงปลายทาง, ลมเย็นไม่สม่ำเสมอในแต่ละพื้นที่, พท. ริมอาคารไม่เย็น, ฯลฯ จึงเป็นเหตุที่ได้รับคำบ่น/ร้องเรียนจากผู้ใช้อาคาร และฝ่ายบริหารอาคารฯจึงแก้ปัญหาชั่วคราว (แบบถาวร) ด้วยการตั้งค่า Thermostat ให้ต่ำลงจาก 24-25 °C เป็น 21-22 °C เพื่อชดเชยความไม่สม่ำเสมอของอุณหภูมิ จึงทำให้ระบบปรับอากาศอาคารกินพลังงานเพิ่มขึ้น 20-30%



Testing, Adjusting, and Balancing (TAB) Its Importance in “Building Performance”

ดังนั้น อาคารที่มีความจริงจังและเข้มงวดในเรื่องการประหยัดพลังงาน และ/หรือ มีนโยบายมุ่งสู่ Net Zero จะต้องมีการตรวจสอบปัญหา, ทวนสอบเหตุของปัญหาย้อนกลับไป จนถึง “การส่งมอบงานอาคารที่ก่อสร้างแล้วเสร็จ กรณีที่อาคารใดไม่มีเอกสารการ Test & Balance ที่ถูกต้อง” จะต้องมีการ Testing & Balancing งานวิศวกรรมระบบฯ ทั้งอาคารใหม่ให้ถูกต้องโดยวิศวกรมืออาชีพ จึงเป็นเหตุให้เจ้าของอาคารจะต้องมีค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมในส่วนนี้อีกหลายล้านบาทโดยไม่จำเป็น !!

และผลลัพธ์ของการ Test & Balance อาคารอย่างถูกต้องตามหลักวิชาชีพ จะทำให้ อาคารสามารถลดการใช้พลังงานได้ > 10-20% จากเดิม ซึ่งคุ้มค่าใน Operating Cost ซึ่งเป็น OPEX ระยะยาวตลอดอายุอาคาร > 30ปี

## 8.4 การ Operated ที่ไม่ถูกต้อง/เหมาะสม ของฝ่ายบริหารอาคารฯ

### กรณีอาคารที่ใช้ระบบ Chiller Plant

- การ Operate ด้วยวิธี เดิน Secondary Pump เพื่อจ่ายน้ำเย็นเข้าสู่อาคาร > Primary Pump เป็นเหตุให้ระบบปรับอากาศทั้งอาคารกินไฟมากกว่าปกติ 15-30% อันเนื่องจากปัญหา “Low Delta T Syndrome”

- การ Operate ด้วยการเดิน Chilled Water Pump > Capacity Chiller ที่ operated เพราะเข้าใจผิดว่าการจ่ายน้ำเย็นหมุนเวียนภายในอาคารมากๆ > การเดินเครื่อง Chiller จะช่วยประหยัดพลังงาน แต่ความจริงเป็นภาระการสิ้นเปลืองพลังงานที่สูงขึ้น

- การใช้ Valve PRV Pressure Relief Valve ที่ Common Pipe line เชื่อมระหว่าง Main CHS (Chilled Water Supply) กับ Main CHR (Chilled Water Return) ผิดประเภท ซึ่งต้องเป็น Pressure Relief Valve ไม่ใช่ Pressure Reducing Valve หรือ การกำหนดค่า Set Point Pressure Relief Valve ขณะ Commissioning Test ผิด/ไม่เหมาะสม/ ไม่มีการ Commissioning ทำให้ระบบกินไฟมากขึ้น >10-20%

- ฯลฯ

### กรณีอาคารที่ใช้ระบบ DX-Coil ( VRF และ Air Spilt type )

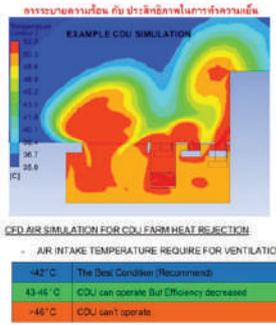
- การติดตั้ง Condensing Unit ที่บริเวณพื้นดาดแข็งที่สะสมความร้อนสูง เช่น วางบนพื้นดาดฟ้า คสล. ที่มีพื้น 45-60 °C ทำให้กินพลังงานสูง

- การติดตั้ง Condensing Unit ที่ระบายความร้อนได้ไม่ดี เช่น วางใน ซอกอาคาร, ซอกกระเบื้อง, ใต้หลังคา, ใต้เพดานสังกะสีที่อมความร้อน, ฯลฯ เป็นเหตุให้ กินพลังงานสูง หรือแอร์ไม่เย็นจนต้องเพิ่ม Capacity เกินความจริงไปมาก

#### Air-cooled VRF CDU – Not enough clear height

- No foundation → corrosion
- Not good discharge hot air





- การเลือก Capacity เครื่องปรับอากาศที่ใหญ่เกินไป การเลือกเครื่องปรับอากาศที่มี Capacity ใหญ่เกินไปเป็นผลให้พื้นที่ปรับอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง %RH สูง จึงทำให้ผู้ใช้อาคารตั้ง Set Point Thermostat ต่ำ ~ 20-22 °C เพื่อชดเชยให้เครื่องปรับอากาศมีความสามารถดึงความชื้นได้มากขึ้น จึงเป็นผลให้กินไฟเพิ่มขึ้น 15-30%

- ฯลฯ

## 8.5 นโยบายการคิดค่าไฟฟ้าที่เข้าแบบเหมาจ่าย (บาท/ตร.ม./เดือน)

นโยบายงานขายพื้นที่เช่าของอาคารที่เป็นรูปแบบเหมาจ่ายค่าระบบปรับอากาศเป็นบาท/ตร.ม./เดือน เป็นอีกเหตุผลที่ส่งเสริมการใช้ระบบปรับอากาศที่ไม่เหมาะสม ทำให้เกิดการใช้พลังงานสูงขึ้นอย่างสิ้นเปลืองเกินความจำเป็น ด้วยสาเหตุ ดังนี้

- ผู้เช่าส่วนมากจะตั้งอุณหภูมิต่ำ (เพราะ fix เหมาจ่ายค่าแอร์ไปแล้ว) เพื่อหวังให้ พท.เย็นเร็ว แล้วไม่ปรับค่า Thermostat กลับมาที่ปกติ
- เมื่อผู้เช่าส่วนใหญ่ตั้งอุณหภูมิต่ำเป็นผลให้พื้นที่เช่าปลายทางจะเย็นช้า/ ไม่เย็น จึงทำให้ฝ่ายอาคารเดิน Chiller Plant จ่ายน้ำเย็นเข้าอาคารเพิ่มขึ้นเพื่อชดเชย จึงทำให้ทั้งอาคารกินพลังงานเพิ่มขึ้น และเกิดปัญหา Low Delta-T Syndrome ให้ใช้พลังงานเพิ่มอีกซ้อนทับอีกที

## Executive Summary

บทสรุปสำหรับผู้บริหารเรื่องการประหยัดพลังงานอาคารฯ

บทสรุปการแก้ปัญหาเรื่องการใช้พลังงานของอาคารต้องเริ่มจาก ..

1. ผู้ออกแบบ ออกแบบอาคารที่มีประสิทธิภาพสูง (รับความร้อนเข้าสู่อาคารน้อย+ใช้วิศวกรรมระบบประหยัดพลังงาน+กำหนดค่า EUI ตั้งแต่นานออกแบบ)
2. ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง/ผู้รับเหมา ต้องควบคุมและติดตั้งงานระบบฯให้ถูกต้องตามมาตรฐานวิชาชีพ

- ผู้ควบคุมงานก่อสร้าง/ผู้รับเหมา ต้องมีการ Testing-Commissioning-Balancing งานวิศวกรรมระบบ ฯ ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน ก่อนส่งมอบงานอาคาร
- ฝ่ายบริหารอาคารฯ ต้องมีความรู้/ความเข้าใจ ใน Design Intention ของอาคาร และมีความรู้ทางวิชาชีพที่สามารถบริหารอาคารได้อย่างถูกต้อง/เหมาะสม เพื่อการ Customize การประหยัดพลังงานตามการใช้อาคารจริง ให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้
- ฝ่ายบริหารอาคารฯ ต้องมี Schedule ในการบำรุงรักษางานระบบฯ เพื่อให้มีประสิทธิภาพและพร้อมใช้งานตลอดเวลา

## 9. ข้อเสนอแนะการประหยัดพลังงาน ด้วยการตั้งอุณหภูมิ เครื่องปรับอากาศให้สูงขึ้น 1-2 °C กับ “เคล็ดลับการประหยัดพลังงานที่ดีต่อสุขภาพ” จาก EEC Academy

ตลอดระยะเวลา > 15 ปี ที่ผ่านมาที่ภาครัฐ/กระทรวงพลังงานมีการส่งเสริมแนะนำให้ประชาชนร่วมกันประหยัดไฟจากระบบปรับอากาศด้วยการแนะนำให้ประชาชนตั้งอุณหภูมิสูงขึ้น 1-2 °C คือจาก 24-25 °C เป็น 25-27 °C และอาจเพิ่มความสบายด้วยการเปิดพัดลม โคมจร เพิ่มการหมุนเวียนอากาศใน พท.สูงขึ้นเพื่อชดเชย

ในขณะที่ประชาชนบางส่วนเข้าใจและประชาชนบางส่วนมีข้อกังวลผลกระทบต่อเชิงสุขภาพ ทางทีมงาน “EEC Academy” จึงให้คำแนะนำเพิ่มเติมรายละเอียดต่างๆ ทั้งในมิติ “การประหยัดพลังงาน, สภาวะความสบาย(ตัว), สุขภาพ, ฯลฯ” เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจ ครบถ้วนทุกมิติ สำหรับประชาชนในการนำไปใช้ในการบริหารจัดการให้เหมาะสม กับวิถีชีวิตของแต่ละคน ที่ต้องการความเหมาะสมที่แตกต่างกัน ตามเกร็ดความรู้ ดังนี้;

BANGKOK HVAC  
EEC ACADEMY  
EEC ENGINEERING NETWORK

TIPS ดีๆ

By  
คุณ อรรถพล กังขวีย์  
เคล็ดลับการประหยัดพลังงานเพื่อสุขภาพ



### การตั้งอุณหภูมิเครื่องแอร์เพิ่มขึ้น 1-2 °C โดยเปิดพัดลมช่วย มีผลอย่างไร

การตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศสูงขึ้น 1-2 °C และการเปิดพัดลมช่วย เป็นการเพิ่มความเร็วลมที่หน้าตัว (Velocity draft ผ่านผิวหนัง) ทำให้การระบายความร้อนทางผิวหนังลดน้อยลง ทำให้ปราศความรู้สึก "Feel like" อุณหภูมิห้องต่ำลง 1-2 °C




### ถ้า Focus ในแง่มุมมองสุขภาพ

- สำหรับอาคารพาณิชย์ อาจไม่เหมาะด้วย เพราะลมผ่านตัวเรงก็ไป เพราะลมผ่านเส้น Metabolism rate ของร่างกายจะต่ำ คล้ายรูปแบบ Standby/Sleep Mode ของ CPU จะรู้สึกไม่สบายต่อเวลาผ่านไปผ่านตัวความเครียด
- ถ้าเอาเฉพาะพัดลมช่วยผ่านร่างกายโดยตรง โดยพออาจยังเวียนเวียนดังเครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก จะทำให้ระบบทางเดินหายใจส่วนบนแห้ง ทำให้ความชื้นลดลงในอากาศทำให้เชื้อโรคบางชนิดอยู่ผ่านหลังผู้ล้าก่อน/เปิดได้ง่าย ซึ่งไม่ได้ดีต่อสุขภาพในระยะยาว

\*\*\*จะสังเกตว่าถ้าเปิดเครื่องปรับอากาศขณะนอนหลับโดยมีลมพัดผ่านพัดลมช่วยเวลานอนจะมีรู้สึกอึดอัดทั้งคืน




### ถ้า Focus ในแง่มุมมอง "การประหยัดไฟ"

ช่วยประหยัดค่าไฟจากระบบปรับอากาศได้ครับ เพราะเราตั้งอุณหภูมิสูงจากเดิม 1-2 °C ( เพราะอย่างไรก็ตามค่าไฟจากเครื่องปรับอากาศ ก็ไม่ > ค่าไฟจากการเปิดพัดลม )




### การตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศสูงเกินไป ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ในห้องสูง มีผลเสียต่อสุขภาพในระยะยาว

การตั้งอุณหภูมิเครื่องปรับอากาศสูงเกินไป โดยเปิดพัดลมก็พร้อมๆ จะไปผลทำให้เครื่อง Compressor ทำงานที่ Mode เดิมมาตลอดเวลา (กรณี Inverter Compressor) หรือ Compressor ตัด/ดับบ่อยๆ (กรณี Compressor on-off) จะทำให้ความชื้นสัมพัทธ์ รสะสม ภายในห้องปรับอากาศสูงขึ้น ส่งผลให้เชื้อโรคที่เบียดอยู่ในอากาศแขวนลอยในอากาศเจริญเติบโตได้ง่าย ถ้าภายในห้องมี ผนัง, ฝ้า, Wall Paper, ฝ้าฉาบ, ยี่เครื่องหนัง หรือวัสดุภายในห้องที่สะสมความชื้นได้ง่ายอาจเกิดเชื้อราขึ้นได้ (ถ้าความชื้นสัมพัทธ์ > 65%RHต่อเนื่องกันหลายๆ)




### ถ้า Focus ในแง่มุมมอง "สภาวะความสบายของคน" (Thermal Comfort)

ขึ้นอยู่กับตัวบุคคล ถ้าเป็นคนที่ชอบลมผ่านตัวแรงๆ ก็อาจจะชอบ แต่ถ้าคนที่ไม่ชอบลมแรงๆ ผ่านผิวหนัง ก็จะรู้สึกไม่สบายตัวและร่างกาย




โดยส่วนตัว ผมชอบเปิดพัดลมช่วยในช่วง 1/2-1 ชมแรกของการเปิดเครื่องปรับอากาศช่วยทำให้ห้องปรับอากาศเย็นลงเร็วขึ้น(เป็นการ Fast Cool Down) ช่วยประหยัดไฟในช่วง Cool Down ห้อง

แต่กรณีช่วงกลางวันบ้างๆ โดยพออย่างอื่นในห้องหนาวเย็น เพราะจะประหยัดไฟจากเครื่องปรับอากาศที่ห้องปรับอากาศที่ทำงานหนักเกินไป (เพราะอากาศร้อน) จะทำให้เราเย็นสบายโดยช่วยเครื่องปรับอากาศไม่ให้ทำงานหนักเกินไป หรือเราต้องซื้อเครื่องปรับอากาศที่เผื่อขนาดให้มากกว่าขึ้นเพื่อช่วงนำช่วงกลางวันและช่วงเย็นที่อากาศร้อน



**คุณ อรรถพร กิ่งชัย**  
นายช่างเทคนิคอาวุโสฝ่ายบริการลูกค้า



**Somjin Disawas**  
Executive Committee,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

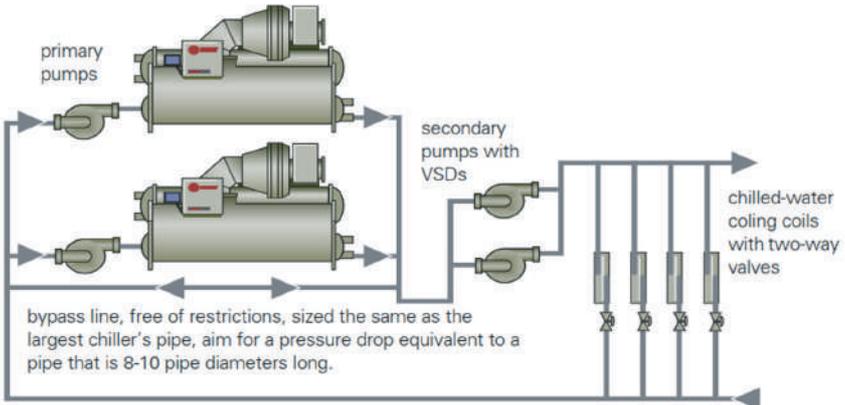
# ปัญหาถอดยึดของ ระบบปรับอากาศ และระบายอากาศ

## 1. ปัญหาอุณหภูมิน้ำเย็นที่ปลายเส้นก่อนน้ำเย็นสูงเกินไป

- **ปัญหา:**  
อุณหภูมิน้ำเย็นที่ใบลิ่งเครื่องส่งลมเย็นปลายทางสูงกว่าค่าที่ออกแบบไว้ (เช่น 48-50 °F แทนที่จะเป็น 45 °F)
- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**
  - ไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นในพื้นที่ปรับอากาศได้
  - สิ้นเปลืองพลังงานที่ Chiller plant
- **สาเหตุ:**
  - เกิดการผสมน้ำด้านจ่ายกับน้ำด้านกลับที่ท่อ Common Line ในระบบ Primary-Secondary เนื่องจากอัตราไหลของน้ำในวงจร Secondary สูงกว่าด้าน Primary
  - ผู้เดินระบบเพิ่มการทำงานของปั๊ม Secondary เพียงอย่างเดียว โดยไม่เพิ่ม Chiller และ Primary pump
  - Head ของเครื่องสูบน้ำ Secondary สูงเกินไป ทำให้อัตราไหลสูงเกินกว่าที่ออกแบบ ทำให้น้ำเย็นเมื่อเดินเครื่องจริงหรือเมื่อเดินจำนวนเครื่องน้อยกว่าที่ออกแบบ

• วิธีแก้ไขปัญหา:

- ตามหลักการของระบบ Primary/ Secondary ต้องเดินเครื่องสูบน้ำด้าน Primary ให้มีอัตราไหลมากกว่าด้าน Secondary เสมอ เพื่อไม่ให้น้ำผสมกัน
- ทำการตรวจสอบ Head และ Flow ของเครื่องสูบน้ำ และพิจารณาเจียรใบปั๊ม หรือเพิ่ม VSD ตามความรุนแรงของปัญหา



ระบบ Primary-Secondary System (Source: Trane)



## 2. ปัญหา Low Delta T (อุณหภูมิน้ำเย็นต่ำกว่าปกติ)

- ปัญหา:

อุณหภูมิน้ำเย็นที่ออกจากเครื่องส่งลมเย็นกลับมายังเครื่องทำน้ำเย็นต่ำกว่าที่กำหนด (เช่น 50 °F แทนที่จะเป็น 55 °F) ทำให้ค่า Delta T ต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ (เช่น 5 °F แทนที่จะเป็น 10 °F).

- ผลเสียที่เกิดขึ้น:

- เครื่องสูบน้ำเย็นต้องส่งอัตราไหลมากขึ้นโดยไม่จำเป็น ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานที่ระบบสูบน้ำเย็น

- สาเหตุ:

- มีน้ำเย็นไหลผ่านเครื่องส่งลมเย็นมากเกินไป
- Control Valve ปิดไม่อยู่ เนื่องจากเลือก Close-off Pressure ต่ำเกินไป
- Control Valve เปิดสุดตลอดเวลา เนื่องจาก ชำรุด หรือตั้งเทอร์โมสแตทที่ต่ำเกินไป
- บ่อยครั้งมักพบว่าน้ำเกินมาจากการเปิด Balancing valve หรือ Control valve ไว้สูงสุด ไม่ได้ Balance น้ำ หรือมีการปรับหลังจากที่ Balance เสร็จแล้วทั้งในช่วงการใช้งานและในช่วง Renovate ระบบ
- Filter และคอยล์เย็น สกปรก การถ่ายเทความร้อนแย่งลง จะทำให้ Control valve เรียกน้ำเย็นเยอะ

- วิธีแก้ไขปัญหา:

- ใช้ Pressure Independence Control Valve (PICV) แทน Control Valve และ Balancing Valve แบบดั้งเดิม แต่ต้องตั้งค่า Preset ให้ถูกต้อง
- ใช้ VSD ควบคุมความเร็วเครื่องสูบน้ำและความดันในระบบท่อ
- หากไม่ใช้ PICV ต้องมั่นใจว่า Control Valve ที่เลือกใช้มี Close-off Pressure สูงที่สามารถปิดวาล์วได้
- ซ่อมบำรุงหรือเปลี่ยนวาล์วที่ชำรุดอย่างสม่ำเสมอ ห้ามเปิดวาล์วค้างทิ้งไว้ บ่อยครั้งพบว่ามีการถอดหัว Actuator ควบคุมวาล์วออกโดยที่เปิดวาล์วทิ้งไว้ ทำให้มีน้ำเย็นไหลเกินความต้องการตลอดเวลา

### 3. ปัญหาการปรับสมดุลน้ำในระบบแบบดั้งเดิม

- ปัญหา:

ในระบบน้ำเย็นแบบเดิม (2-way control valve + Manual balancing valve) การปรับสมดุลน้ำด้วย Balancing Valve ใช้เวลานาน และต้องการผู้เชี่ยวชาญ และมักทำเมื่ออาคารเปิดใช้งานแล้ว และมักจะปรับสมดุลไม่สมบูรณ์หรือในบางงาน อาจไม่ได้ปรับสมดุลเลย

- ผลเสียที่เกิดขึ้น:

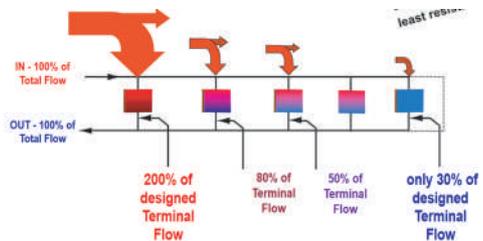
- ระบบไม่สมดุล น้ำเย็นไหลผ่านคอยล์เย็นต้นทางมากกว่าปลายทาง
- ต้องเริ่มเดินระบบก่อนเวลาใช้งานนานเพื่อให้อุณหภูมิห้องที่อยู่ไกลสุดเป็นไปตามต้องการ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมาก

- สาเหตุ:

ไม่สามารถควบคุมสภาวะการเดินระบบที่เหมาะสมได้

- วิธีแก้ไขปัญหา:

- ใช้ Pressure Independent Control Valve (PICV) ซึ่งสามารถควบคุมอัตราไหลได้ตามต้องการโดยไม่ต้องปรับสมดุลด้วย Balancing Valve อีกต่อไป แต่ต้องตั้งค่า Preset ให้ถูกต้อง
- ข้อควรระวัง: ต้องทำความสะอาดท่อน้ำให้ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำก่อนปล่อยน้ำผ่าน PICV และคอยล์เย็น ไมเช่นนั้นสิ่งสกปรกจะไปอุดตันที่ PICV และในคอยล์เย็น



## 4. ปัญหาความล่าช้าในการระบายและเติมน้ำกลับเข้าระบบท่อ

- **ปัญหา:**

เมื่อจำเป็นต้องระบายน้ำออกจากระบบท่อทั้งหมดเพื่อซ่อมบำรุง เช่น เปลี่ยนวาล์ว หรือซ่อมท่อรั่ว หรืองานตัดต่อท่อเพื่อเพิ่มท่อแยก ใช้เวลานานเกินไป (เคยพบว่าใช้เวลาถึง 5 ชั่วโมงสำหรับระบบขนาดใหญ่)

- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**

- ต้องหยุดกิจการและเกิดความสูญเสียทางธุรกิจ
- สร้างความไม่พอใจให้ลูกค้า กรณีอาคารให้เช่า

- **สาเหตุ:**

- จุดระบายน้ำออกที่จัดเตรียมไว้มักมีขนาดเล็ก (1-2 นิ้ว)
- มี Section valve ไม่เพียงพอในการจัดการปริมาณน้ำที่ปล่อยออก

- **วิธีแก้ไขปัญหา:**

- ออกแบบ (ระบบใหม่) หรือเปลี่ยน (สำหรับระบบเก่า) ให้มีจุดระบายน้ำขนาดใหญ่ (2 ½ – 4 นิ้ว) หรือสามารถระบายน้ำทั้งหมดได้ในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง
- ควรสามารถต่อท่อระบายน้ำออกไปนอกตัวอาคารที่ระดับถนนได้สะดวก
- การเติมน้ำกลับเข้าสู่ระบบควรมีอัตราการเติมที่ทำให้น้ำเต็มระบบได้ในเวลาไม่เกิน 1 ชั่วโมง โดยอาจใช้เครื่องสูบน้ำของระบบประปาช่วยเติมหรือใช้น้ำจากถังน้ำประปาทันที
- หลีกเลี่ยงการระบายลงระบบระบายน้ำทิ้งปกติ เพราะอาจมีขนาดรองรับไม่เพียงพอ
- หลีกเลี่ยงการระบายลงระดับชั้นใต้ดิน เพราะต้องเป็นภาระในการสูบน้ำทิ้งอีกครั้งหนึ่ง

## 5. ปัญหาการป้องกันไฟลามในช่องท่อแวนดิ่ง (Shaft)

- ปัญหา:

ไม่มีการออกแบบติดตั้งการกันไฟลามอย่างถูกต้องตั้งแต่แรก

- ผลเสียที่เกิดขึ้น:

- ไฟลามระหว่างชั้นของอาคารผ่านช่องท่อแวนดิ่ง (Pipe/Duct Shaft) เมื่อพบ และต้องแก้ไข มีความยุ่งยากและเสียค่าใช้จ่ายสูง
- ช่องท่อที่ไม่ได้ปิดกั้นที่อยู่ในห้อง AHU เป็นเส้นทางลม ที่สร้างปัญหาให้กับเครื่องปรับอากาศที่ใช้ห้องเครื่องเป็นช่องทางลมกลับ ทำให้ดูอากาศจากพื้นที่อื่นเข้ามา ทำให้แอร์ไม่เย็นหรือความชื้นสูง

- สาเหตุ:

- ช่องว่างรอบท่อในช่องท่อน้ำ (Pipe Shaft) ไม่ได้อุดปิดกันไฟตามกฎหมาย
- ท่อลมแวนดิ่งไม่มีผนังทนไฟ 2 ชั่วโมงปิดล้อม (ตามมาตราฐาน วสท. และ NFPA)
- การติดตั้งลิ้นกันไฟ (Fire Damper) ไม่ถูกต้อง โดยไปติดตั้งติดยึดกับท่อลมแทนที่จะเป็นผนัง

- วิธีแก้ไขปัญหา:

- ช่องท่อน้ำ: ควรมีขอบกันน้ำโดยรอบสูง 100-200 มม. และต้องอุดปิดกันป้องกันไฟลามระหว่างชั้น
- ช่องท่อลม: ต้องทำผนังทนไฟ 2 ชั่วโมง ปิดล้อมท่อลมแวนดิ่ง
- ท่อลมที่ทะลุผ่านผนัง Shaft ต้องติดตั้งลิ้นกันไฟที่ผนังเพื่อป้องกันไฟลาม
- ลิ้นกันไฟต้องยึดติดกับผนังอย่างแข็งแรงตามคำแนะนำผู้ผลิต
- ต้องมีช่องเปิดบริการที่ท่อลมให้ตรวจสอบและบำรุงรักษาลิ้นกันไฟได้



## 6. ปัญหาความชื้นและเชื้อราในห้องปรับอากาศ

- **ปัญหา:**

ห้องปรับอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูง

- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**

- เกิดปัญหาเชื้อรา
- อาจเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation) ทำให้เกิดเชื้อราหรืออุปกรณ์ในห้องเสียหาย
- เกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำบนผิวผนังด้านนอกห้องแอร์ที่เปิด 24 ชั่วโมง ที่ติดกับห้องที่ไม่ได้เปิดแอร์

- **สาเหตุ:**

- ระบบปรับอากาศไม่สามารถกำจัดความชื้นออกได้ทันที่ความชื้นเพิ่มเข้ามาจากอากาศเดิมจากภายนอก (Outdoor Air) และอากาศที่รั่วเข้ามา
- เครื่องปรับอากาศมีขนาดใหญ่เกินไปจำเป็น ทำให้เกิดการหวั่น้ำเย็นหรือตัดการทำงานเร็วเกินไป ส่งผลให้คอยล์เย็นไม่สามารถทำให้น้ำกลั่นตัวได้
- การเป่าลมเย็นเข้าใส่ผนัง ทำให้ผนังอมความชื้นไว้ และเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำบนผนังเมื่อปิดระบบปรับอากาศ

- **วิธีแก้ไขปัญหา:**

- จัดให้มี Outdoor Air Unit (OAU) ทำหน้าที่กำจัดไอน้ำออกจากอากาศจากภายนอก โดยให้มีอุณหภูมิจุดน้ำค้างต่ำกว่าจุดน้ำค้างของห้อง
- OAU ช่วยอัดอากาศทำให้ห้องปรับอากาศมีความดันเป็นบวก ป้องกันอากาศรั่วเข้าห้อง
- หลีกเลี่ยงการกำหนดขนาดเครื่องปรับอากาศที่มีอัตราการส่งลมเกินความจำเป็น
- ไม่ควรเป่าลมเย็นเข้าใส่ผนังโดยตรง



## 7. ปัญหาการลดรอบของ VSD มีข้อจำกัด

- ปัญหา:

อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ(VSD)ที่ใช้กับมอเตอร์แบบธรรมดาถูกจำกัดให้ไม่สามารถเดินความเร็วรอบต่ำกว่า 70% ของความเร็วรอบปกติ

- ผลเสียที่เกิดขึ้น:

- ไม่สามารถประหยัดพลังงานได้ตามที่คาดหวังในภาวะโหลดต่ำ
- หากเดินรอบต่ำกว่า 70% อาจทำให้การระบายความร้อนของมอเตอร์ไม่เพียงพอ นำไปสู่มอเตอร์เสียหายได้ และมอเตอร์ไม่อยู่ในการรับประกัน

- สาเหตุ:

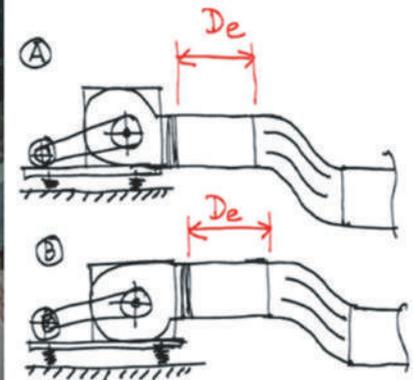
- มอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบธรรมดา ซึ่งการระบายความร้อนใช้ใบพัดลมที่ติดอยู่กับเพลาของมอเตอร์ (เมื่อรอบลดลง การระบายความร้อนจึงลดลงด้วย)

- วิธีแก้ไขปัญหา:

- หากจะใช้ VSD ในการลดความเร็วรอบลงต่ำๆ ต้องเลือกใช้ มอเตอร์ที่ออกแบบมาใช้ในการลดความเร็วรอบให้ต่ำๆ ได้โดยเฉพาะ
- มอเตอร์เฉพาะทางจะใช้พัดลมไฟฟ้าระบายความร้อนแยกต่างหาก, มีฉนวนขดลวดพิเศษ, และมีการป้องกันความเสียหายของลูกปืนมอเตอร์

## 8. อัตราไหลลมไม่เพียงพอ ทำให้ระบายอากาศไม่เพียงพอ หรือควบคุมอุณหภูมิไม่ได้

- **ปัญหา:**  
อัตราไหลลมไม่เพียงพอ ทำให้ระบายอากาศไม่เพียงพอ หรือควบคุมอุณหภูมิไม่ได้
- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**
  - สมรรถนะของพัดลมไม่เป็นไปตามสเปค (เช่น พัดลม 5,000 cfm อาจจ่ายลมได้เพียง 3,000 cfm)
  - บ่อยครั้งต้องแก้ปัญหาด้วยการ เปลี่ยนมอเตอร์ให้ขนาดใหญ่ขึ้น หรือเพิ่มความเร็วรอบพัดลม ซึ่งทำให้เกิดปัญหาเสียงดังและกินไฟมากขึ้นตามมา
- **สาเหตุ:**
  - การติดตั้งต่อเชื่อมพัดลมกับระบบท่อลมไม่เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตพัดลม หรือมาตรฐาน วสท. หรือ SMACNA (ศัพท์เทคนิคเรียกว่า System Effect)
  - มีการเปลี่ยนทิศทางของลมกะทันหัน (ท่อเลี้ยว ท่องอ) ที่ปากพัดลมด้านดูดหรือด้านจ่าย
  - มีการใส่กล่อง Plenum ที่ปากพัดลมแล้วกระจายลมออกหลายทาง โดยระยะจากปากพัดลมถึง Plenum ไม่เพียงพอ และ ขนาด Plenum ไม่ถูกต้อง
- **วิธีแก้ไขปัญหา:**
  - ออกแบบและติดตั้งท่อลมด้านดูดและด้านจ่ายให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตพัดลม หรือมาตรฐาน วสท. หรือ SMACNA



Source: Kruger

## 9. ปัญหาท่อลมรั่ว

- **ปัญหา:**

อัตราการไหลลมรวมที่หัวจ่ายลม หรือหัวดูดลม ทั้งหมดน้อยกว่าอัตราไหลลมที่ปากพัดลม หรือ AHU

- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**

- ควบคุมอุณหภูมิในพื้นที่ปรับอากาศไม่ได้
- สิ้นเปลืองพลังงานมาก
- อาจต้องเร่งรอบพัดลม ทำให้เสียงดัง ท่อสั่น และเปลืองไฟ บ่อยครั้งที่ยิ่งเร่งรอบพัดลมก็ไม่ได้ทำให้ปัญหาดีขึ้น เพราะยิ่งแรงดันสูงขึ้น ส่วนที่รั่วก็จะยิ่งรั่วมากขึ้น

- **สาเหตุ:**

- การพับขึ้นรูปท่อลมและการต่อรอยต่อไม่ดี ทำให้เกิดรูรั่วมาก
- การซีลด้วยซิลิโคนเป็นการแก้ปลายเหตุ และมักไม่สามารถซีลได้หมด
- ไม่ได้ต่อท่อลม โดยเฉพาะท่อ Flexible duct กับคอหัวจ่าย หรือต่อไม่สนิท
- การตรวจสอบและแก้ไขเป็นไปได้ยากมาก โดยเฉพาะท่อลมที่อยู่ใน Shaft และมีการปิดไปแล้ว

- **วิธีแก้ไขปัญหา:**

- กำหนดให้มีการตรวจวัดอัตราไหลลมจากหัวจ่ายทั้งหมดรวมกันให้ได้ตามข้อกำหนด (สเปคส่วนใหญ่ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 10%)
- กำหนดว่าอัตราการรั่วของท่อลมต้องไม่เกิน 3-5% ของอัตราการส่งลมของเครื่องส่งลมเย็น หรือไม่เกิน 2.4 cfm/sqm ของพื้นที่ท่อลม หรือตามมาตรฐาน วสท. หรือ SMACNA
- ตรวจสอบการเชื่อมต่อท่อกับหัวจ่ายหรือหัวดูดลมให้เชื่อมต่อกันได้สนิทไม่มีรอยรั่ว
- ต้องตระหนักถึงการประกอบท่อลมที่พิถีพิถันและควบคุมคุณภาพฝีมือช่าง



Source: Q&E International



## 10. ปัญหาของระบบ VAV

- **ปัญหา:**

แม้ว่าระบบ VAV สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามต้องการแต่ผู้ใช้งานร้องเรียนว่ารู้สึก อึดอัดอากาศเย็นและนิ่งเกินไป

- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**

- ผู้ใช้งานรู้สึกไม่สบาย เนื่องจากความเร็วอากาศเฉลี่ยภายในห้องต่ำ
- หากมีการตั้งค่าอัตราการจ่ายลมขั้นต่ำ 30% โดยไม่รีเซ็ตอุณหภูมิลมจ่าย จะทำให้อุณหภูมิในห้องต่ำเกินไป และสิ้นเปลืองพลังงาน

- **สาเหตุ:**

- ในห้องที่มีภาระความเย็นน้อย

- **วิธีแก้ไขปัญหา:**

- ระบบควบคุมควรสามารถกำหนดอัตราการจ่ายลมต่ำที่สุด (โดยทั่วไป 30% ของค่าออกแบบ) ให้เพียงพอต่อการสร้างกระแสความเร็วอากาศภายในห้อง
- เมื่อตรวจพบว่ากล่อง VAV จ่ายลมในระดับต่ำกว่า 30% ของค่าออกแบบ ระบบควบคุมต้องทำการ Reset อุณหภูมิลมจ่ายให้สูงขึ้น

## 11. ปัญหาการเข้าถึงเพื่อบำรุงรักษาเครื่องปรับอากาศ และอุปกรณ์ประกอบเหนือฝ้า

- **ปัญหา:**

เครื่องปรับอากาศและอุปกรณ์ประกอบ (เช่น วาล์ว แดมเปอร์ ถาด/ท่อรับน้ำทิ้ง, กล่อง VAV) ที่ติดตั้งเหนือฝ้าเพดานไม่สามารถเข้าถึงได้เพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษา

- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**

- ไม่สามารถทำความสะอาดคอยล์เย็น แผงกรองอากาศ หรือท่อระบายน้ำทิ้ง ได้เป็นประจำ
- สำหรับกล่อง VAV ไม่สามารถเข้าถึงแผงวงจรควบคุม เช่น เซอร์วิวดความเร็วลม และมอเตอร์ขับเคลื่อนแดมเปอร์
- ต้องมากรีดฝ้าเพดานทำช่องเปิดบริการ (Service opening) ภายหลัง ทำให้เกิดความล่าช้า ไม่สวยงาม และค่าใช้จ่าย

• สาเหตุ:

ขาดการออกแบบและติดตั้งช่องเปิดบริการและพื้นที่ว่างรอบอุปกรณ์ที่เพียงพอหรือเกิดจากการย้ายตำแหน่งช่องเปิดบริการไม่ให้อยู่ใกล้กับอุปกรณ์ หรือมีการยกเล็กช่องเปิดบริการเนื่องจากต้องการรูปแบบฝ้าที่สวยงาม

• วิธีแก้ไขปัญหา:

- ช่องเปิดที่ฝ้าเพดานและพื้นที่ว่างรอบเครื่องปรับอากาศต้องมีมากพอที่จะเปิดฝาเครื่อง ถอดแผงกรองอากาศ ฉีดน้ำล้างคอยล์เย็นได้ทั่วถึง และเข้าถึงจุดต่อท่อน้ำทิ้ง
- หากเครื่องปรับอากาศติดตั้งสูงจากฝ้าเพดาน ต้องมี Service Platform รอบเครื่องที่มีความมั่นคงแข็งแรง และพิจารณาวิธีการขึ้นจากฝ้าเพดานไปถึง Platform ด้วย



## 12. ปัญหาบีระบบ DOAS แล้วยังควบคุมความชื้นไม่ได้

- ปัญหา:

ห้องปรับอากาศมีความชื้นสัมพัทธ์สูงต่างๆ ที่มีระบบ DOAS

- ผลเสียที่เกิดขึ้น:

- o เกิดปัญหาเชื้อรา
- o อาจเกิดการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ (Condensation) ทำให้เกิดเชื้อราหรืออุปกรณ์เสียหาย

- สาเหตุ:

- o ตั้ง Setpoint อุณหภูมิลมจ่ายจาก DOAS ผิด (มักจะตั้งเท่ากับอุณหภูมิห้อง ที่ถูกต้องคือตั้งตามค่าออกแบบซึ่งปกติมักจะอยู่ในช่วง 12 -14 °C)
- o ติดตั้ง Temperature sensor ผิดตำแหน่ง (ต้องติดตั้งที่ Coil leaving หากใช้ Dry bulb temperature sensor, แต่หากใช้ Dew point sensor สามารถติดตั้งที่ท่อ Supply ได้ แต่ราคา Sensor จะสูงขึ้น)
- o วาล์วน้ำเย็นปิดค้างโดยไม่ไปดูที่หน้างานจริง เชื้อถือค่าจาก BAS มากเกินไป
- o ปริมาณลมไปที่ห้องไม่เพียงพอ เนื่องจากท่อลมรั่ว หรือไม่ได้ทำการปรับสมดุล หรือ Filter/ Coil ฝุ่นเกาะ ไม่ได้ล้าง

- วิธีแก้ไขปัญหา:

- o ติดตั้ง Sensor และตำแหน่งให้ถูกต้อง
- o ปรับค่า Set point ให้ถูกต้อง
- o Calibrate อุปกรณ์ตรวจวัด (Sensors)
- o ปรับสมดุลระบบท่อลม DOAS
- o ตรวจสอบและทำความสะอาดของ Filter/ Coil สม่าเสมอ

## 13. ปัญหาถาดน้ำกักล้น น้ำหยด

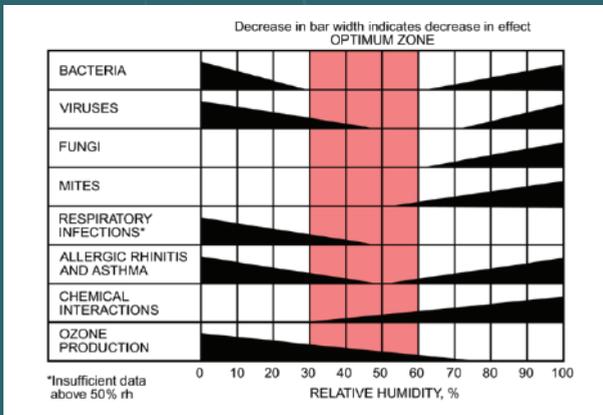
- **ปัญหา:**  
ถาดน้ำทิ้งเครื่องปรับอากาศมีน้ำล้น น้ำหยด
- **ผลเสียที่เกิดขึ้น:**
  - ฝ้าเพดานเสียหาย ของใช้เสียหาย
  - เกิดปัญหาความชื้น กลิ่นอับ และเชื้อราตามมา
- **สาเหตุ:**
  - ท่อน้ำทิ้งอุดตัน เกิดจากฝุ่น คราบสกปรก ตะไคร่น้ำ หรือเศษสิ่งของต่างๆ สะสมในท่อน้ำทิ้ง
  - ความชันของท่อน้ำทิ้งไม่เหมาะสม หรือมีส่วนที่ยกสูงและตกท้องช้าง
  - หากเป็นเครื่องเก่า บางครั้งถาดน้ำทิ้งอาจแตกร้าว
  - ปัมป์เดรนเสีย (สำหรับเครื่องที่มีปัมป์เดรน)
- **วิธีแก้ไขปัญหา:**
  - ตรวจสอบและทำความสะอาดท่อน้ำทิ้ง อาจใช้ลมเป่า (แต่ระวังจะไปล้นที่ ถาดเดรนเครื่องอื่น) หรือใช้เครื่องดูดสูญญากาศ
  - ปรับระดับความชันท่อน้ำทิ้ง (ประมาณ 1-2%) หรือเพิ่ม Support ในบางครั้ง ไม่ให้เกิดการตกท้องช้าง
  - ทำความสะอาดแผงกรองอากาศ (ประมาณทุกๆ 1-2 เดือน) คอยล์เย็นและ ถาดน้ำทิ้งสม่ำเสมอ (ประมาณ 6 เดือน)
  - ตรวจสอบการทำงานของปัมป์เดรน (หากมี) และซ่อมแซม



**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

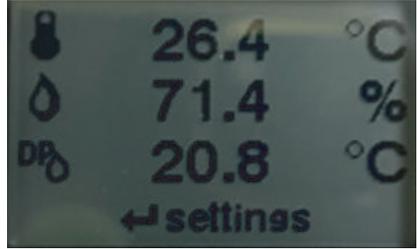
# แนวทางการแก้ไขปัญห ความชื้นและเชื้อรา ในอาคารเก่า

การควบคุมความชื้นในอาคารเก่า เป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในสภาพภูมิอากาศร้อนและชื้น เนื่องจากความชื้นที่มากเกินไปเป็นสาเหตุหลักของการเกิดเชื้อรา, แมลงและการผุพัง ซึ่งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้อยู่อาศัย และทำให้ตัวอาคาร ระบบกลไก และทรัพย์สินเสียหาย โดยมีการประเมินว่าการสัมผัสความชื้นและเชื้อราในอาคารอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคทางเดินหายใจและโรคหืดได้ถึง 30 - 50 เปอร์เซ็นต์ การควบคุมความชื้นในอาคารควรอยู่ในช่วง 30-60% RH เพื่อความสบายและสุขภาพของผู้อยู่อาศัย



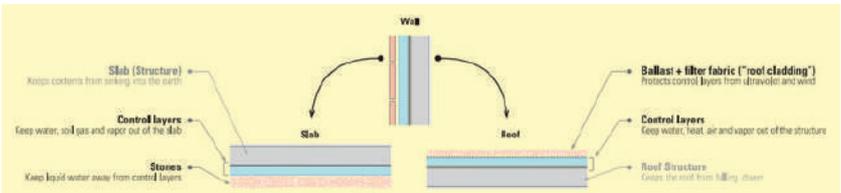
Optimum Humidity Range for Human Comfort and Health  
(Adapted from Sterling et al.1985)

แนวทางการแก้ไขปัญหาความชื้นอย่างยั่งยืนในอาคารเก่า ต้องปฏิบัติตามหลักการควบคุมความชื้นสามประการหลัก ได้แก่ 1) การควบคุมน้ำในสถานะของเหลว, 2) การจัดการการควบแน่นของไอน้ำ, และ 3) การเลือกใช้วัสดุที่ทนทานต่อความชื้น

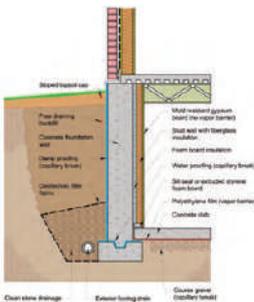


## 1. การควบคุมน้ำในสถานะของเหลว การป้องกันอาคารภายนอก

น้ำในสถานะของเหลว เช่น น้ำฝน, น้ำผิวดิน, น้ำรั่วจากท่อประปา ถือเป็นความเสี่ยงอันดับแรกของอาคารที่ต้องควบคุม



### 1.1 การจัดการน้ำในพื้นที่ (Site Drainage) และฐานราก (Foundations)



- การระบายน้ำของพื้นที่: พื้นดินรอบฐานรากต้องได้รับการออกแบบให้มีการลาดเอียงออกจากตัวอาคาร (Positive Drainage) โดยมีความลาดเอียงขั้นต่ำ 5% ในช่วง 3.0 เมตรแรก และพื้นผิวอาคารที่สร้างเสร็จแล้วควรอยู่สูงพอสมควรเพื่อป้องกันน้ำไหลย้อนกลับเข้ามา

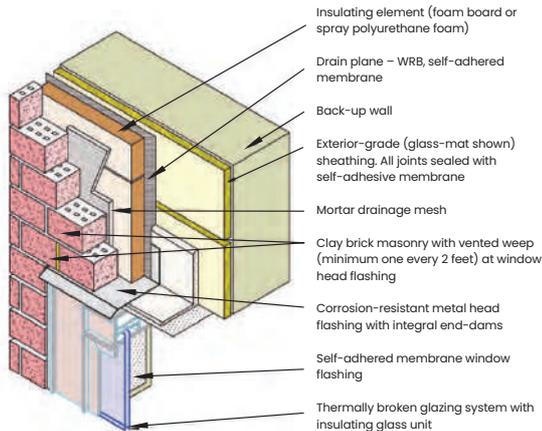
- ต้องติดตั้ง Capillary Breaks (ตัวกั้นการซึมตามรูพรุน) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านวัสดุที่มีรูพรุนเข้าสู่โครงสร้างที่อ่อนไหวต่อความชื้น เช่น การใช้ชั้นกรวดหยาบที่ไม่มีตะกอนละเอียด (coarse aggregate with no fines) ได้พื้นคอนกรีต หรือใช้แผ่นฟิล์มโพลีเอทิลีน (Polyethylene film) ใต้แผ่นพื้น

- ระดับพื้นคอนกรีต: สำหรับฐานรากแบบ Slab-on-Grade ควรออกแบบให้พื้นคอนกรีตยกสูงขึ้นจากระดับดินสำเร็จรูปอย่างน้อย 0.2 เมตร

- ระบบรดน้ำต้นไม้ (Landscape Irrigation Systems) ต้องได้รับการออกแบบไม่ให้พ่นน้ำใส่ตัวอาคารหรือทำให้ดินรอบฐานรากเปียกโชก

- ควรมีการใช้ ตัวหยุดการซึมตามรูพรุน (Capillary Break) ระหว่างฐานรากกับผนังเหนือพื้นดิน (เช่น วัสดุปิดผนึกโพลีเอทิลีน หรือ Flashing) เพื่อป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านฐานรากขึ้นไปยังวัสดุที่ทำจากไม้หรือกระดาด

## 1. 2 ผนัง (Walls) และการป้องกันน้ำฝน



- ผนังภายนอกต้องมีการป้องกันน้ำฝนด้วย ระนาบระบายน้ำ (Drainage Plane) ที่อยู่หลังวัสดุปิดผิว (Cladding) เพื่อนำน้ำที่รั่วซึมออกสู่ภายนอก ระนาบระบายน้ำต้องต่อเนื่องกัน

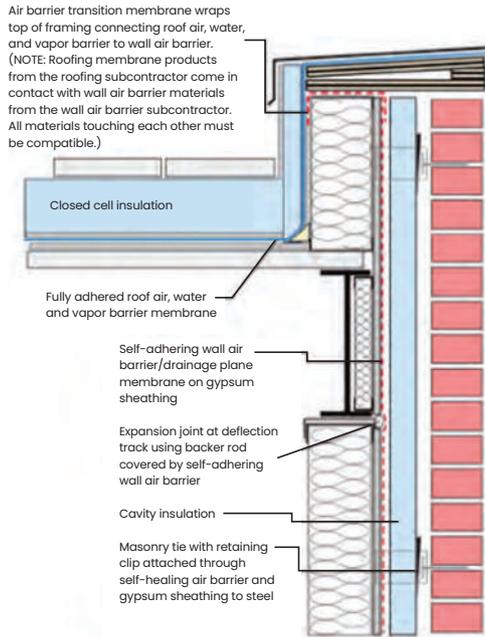
- Air Gap: ช่องว่างอากาศ (air gap) ที่อยู่หลังวัสดุปิดผิวทำหน้าที่เป็น Capillary Break ป้องกันไม่ให้น้ำซึมผ่านข้ามช่องว่างเข้าสู่ภายในผนัง

- Flashing (แผ่นกันน้ำ) มีบทบาทสำคัญในการเป็นเขื่อนกันน้ำ และบังคับให้น้ำที่รั่วไหลไหล ลงและออกสู่ภายนอก ต้องติดตั้ง Sill Pan Flashing (รางน้ำใต้ธรณีประตู/หน้าต่าง) ใต้ช่องเปิดทั้งหมดเพื่อดักจับน้ำที่อาจรั่วซึมผ่านขอบหน้าต่าง

## 1.3 หลังคาและส่วนประกอบฝ้าเพดาน (Roof and Ceiling Assemblies)

- หลังคาต้องได้รับการออกแบบให้มีการระบายน้ำที่เป็นบวก (Positive Roof Drainage) โดยต้องพิจารณาอัตราปริมาณน้ำฝนในท้องถิ่น และการโค้งตัวของพื้นหลังคา

- ควรวางท่อระบายน้ำที่กึ่งกลางของช่องว่างระหว่างเสา (Center of Bays between Columns) เพื่อให้การโค้งตัวของโครงสร้างมีความลาดชันไปทางท่อระบายน้ำและติดตั้ง Strainers ในท่อระบายน้ำเพื่อป้องกันการอุดตันจากเศษซากต่าง ๆ



- Roof Overhangs ที่กว้างตั้งแต่ 0.6 เมตร ขึ้นไป อาจช่วยลดปริมาณน้ำฝน ที่ตกกระทบผนังภายนอกได้ประมาณ 50% การออกแบบที่ไม่มีชายคาจะเพิ่มปริมาณน้ำที่ไหลลงผนังเป็นสองเท่าทำให้ความสามารถกันน้ำของรอยต่อและแผ่นกันน้ำที่ผนังลดลง
- ควรใช้ Overhangs (ชายคาที่ยื่นยาว), Copings (ส่วนปิดหัวผนัง) และ Drip Edges เพื่อสร้าง Capillary Breaks ที่ขอบหลังคาและช่วยนำน้ำออกจากวัสดุปิดผิว
- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ กระดาษปิดผิวแผ่นยิปซัมบอร์ด (paper-faced gypsum board) ในบริเวณฝ้าเพดานที่เสี่ยงต่อการเปียกน้ำ เนื่องจากเมื่อเปียกและไม่แห้งเป็นเวลานาน แผ่นกระดาษจะเป็นอาหารของเชื้อราและแบคทีเรีย
- ติดตั้ง Flashing เพื่อรักษาความต่อเนื่องของการป้องกันน้ำที่ขอบหลังคา, รอยต่อระหว่างหลังคา กับผนังสูงกว่า, ท่อลมทะลุหลังคา, Skylights, ช่องท่อน้ำ เป็นต้น

## 2. การจัดการการควบแน่นและไอน้ำ (Condensation and Vapor Management)

การควบคุมไอน้ำที่มาพร้อมกับการไหลของอากาศมีความสำคัญอันดับแรกมากกว่าการซึมผ่านของไอน้ำผ่านวัสดุ (Vapor Diffusion)

## 2.1 การควบคุมจุดน้ำค้าง (Dew Point) และความชื้น

- ควบคุมจุดน้ำค้างที่ปลอดภัยเพื่อป้องกันการควบแน่นบนพื้นผิวเย็นและการเติบโตของเชื้อรา (Mold Growth) ควรควบคุมให้ระดับ จุดน้ำค้างภายในอาคาร (Indoor Dew Point) อยู่ที่ 12.8 °C หรือต่ำกว่า การรักษาระดับจุดน้ำค้างให้ต่ำช่วยให้ผู้นั่งรู้สึกสบายแม้จะตั้งอุณหภูมิสูงขึ้น (เช่น 26 °C) ซึ่งช่วยลดการใช้พลังงานได้

- ฉนวนกันความร้อน (Thermal Control Layer) ควรมีความต่อเนื่องตลอดทั้งอาคาร และควรติดตั้ง ฉนวนกันความร้อนที่ด้านนอกของโครงสร้าง (outboard) เพื่อป้องกันการควบแน่นบนพื้นผิวภายในของส่วนประกอบที่มีค่า R-Value ต่ำ เช่น โครงสร้างโลหะ นอกจากนี้ฉนวนกันร้อนความยังช่วยลดการแตกร้าวของผนังเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอันเป็นสาเหตุให้น้ำรั่วเข้าสู่อาคาร

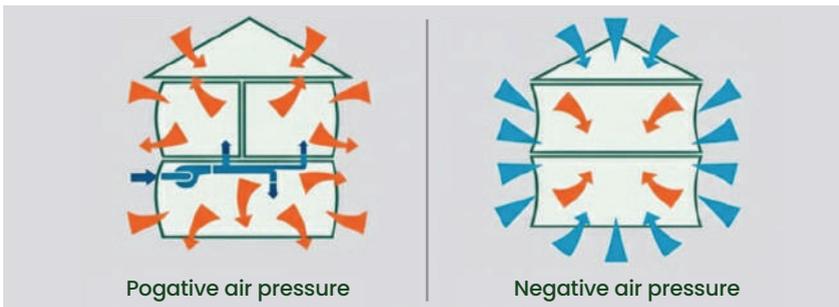
## 2.2 ชั้นกันไอน้ำ (Vapor Barrier)

- ชั้นควบคุมไอน้ำ (Vapor Control Layer) ควรถูกออกแบบเพื่อให้ผนังสามารถแห้งได้ทั้งภายในและภายนอกเมื่อโดนน้ำและความชื้น

- การหลีกเลี่ยง Vapor Barrier ด้านในของผนังติดกับภายนอกของอาคารที่มีการปรับอากาศในบริเวณภูมิอากาศร้อนและชื้น ไม่ควรใช้ Vapor Barrier ที่ด้านในสุดของผนังวัสดุทำให้อิอน้ำซึมผ่านได้ยากมีผลให้เกิดเชื้อรา

## 2.3 การควบคุมการรั่วซึมของอากาศ

- ผนัง, หลังคา และฐานราก ต้องมี Air Barrier ที่ต่อเนื่องกัน เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของอากาศเนื่งจากการไหลของอากาศที่ประกอบด้วยไอน้ำจากภายนอกเข้ามาเป็นปัญหาใหญ่กว่าการซึมผ่านของไอน้ำ



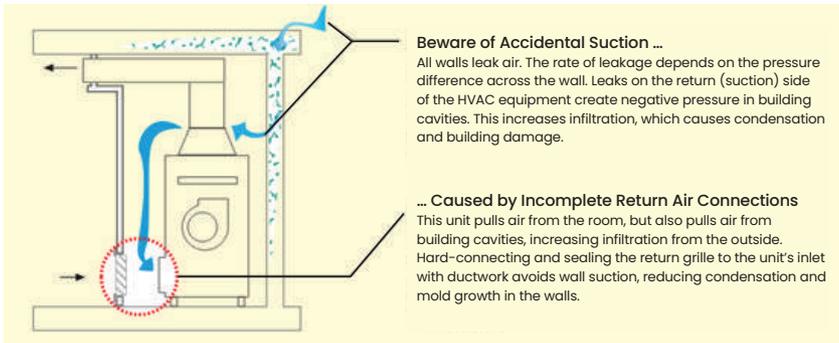
- ลดความเสี่ยงเนื่องจากความดันลบ (Negative Pressure) ของอาคาร เกิดขึ้นเมื่อปริมาณอากาศที่ถูกระบายออกไปเกินกว่าอากาศเติมที่นำเข้ามา ความดันลบนี้จะดึงอากาศภายนอกที่ร้อนและชื้น เข้ามาในอาคารผ่านรอยรั่วและรอยร้าวในผนัง เมื่ออากาศชื้นนี้สัมผัสกับพื้นผิวที่ถูกทำให้เย็นลงโดยระบบปรับอากาศจะทำให้เกิดการควบแน่น และการเจริญเติบโตของเชื้อราภายในโพรงผนัง

- ในสภาพภูมิอากาศร้อนและชื้นควรออกแบบให้อาคารมีความดันบวกเล็กน้อย (slight positive pressure) การทำเช่นนี้จะช่วย ผลักดัน อากาศภายในอาคารที่แห้งและถูกปรับสภาพแล้วให้ออกไปภายนอกเล็กน้อยผ่านรอยรั่ว แทนที่จะดึงอากาศชื้นภายนอกเข้ามา การรักษาความดันบวกทำได้โดยการควบคุมปริมาณอากาศเติม (Ventilation Air) ให้มากกว่าปริมาณอากาศที่ถูกระบายออกไป (Exhaust Air)

## 2.4 การผนึกความแน่นหนาของอาคารและระบบท่อลม

- การควบคุมการรั่วซึมของอากาศตลอดทั้งอาคาร (Whole Building Air Barrier) ต้องต่อเนื่องกัน และสามารถตรวจสอบความแน่นหนาของอาคารได้โดยใช้การทดสอบความดัน (Fan Pressurization Test) ตามมาตรฐาน เช่น ASTM E779-10

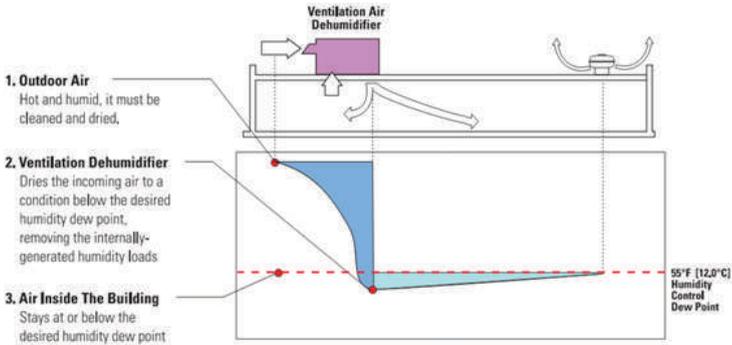
- รอยต่อท่อลมทั้งหมด (ทั้งด้านจ่าย ท่อกลับ และท่อระบายอากาศ) ถูกผนึกด้วยวัสดุยาแนวประเภท Mastic เนื่องจากการรั่วไหลของอากาศในระบบ HVAC เพิ่มค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานมากกว่า 25% ของต้นทุนประจำปี และเพิ่มความเสี่ยงเชื้อราอย่างมาก



- ควรหลีกเลี่ยงการใช้ช่องว่างอาคาร (Building Cavities) เช่น โพรงเหนือฝ้าเพดาน (Plenums) เป็นส่วนหนึ่งของระบบท่อลม ควรใช้ท่อลมสำหรับระบบลมกลับทั้งหมด

## 3. การอัปเกรดระบบ HVAC โดยการใช้ Dedicated Outdoor Air Systems (DOAS)

อากาศเติม (Ventilation Air) และอากาศที่แทรกซึมเข้ามา (Infiltration Air) เป็นโหลดความชื้น (Latent Load) ที่ใหญ่ที่สุดในอาคารเกือบทุกประเภท ระบบ HVAC ที่ดีจึงต้องสามารถจัดการกับโหลดความชื้นนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นอิสระจากการทำความเย็นจากโหลดส่วนอื่นของอาคาร



### 3.1 การควบคุมด้วยจุดน้ำค้าง (Dew Point):

- เพื่อป้องกันการควบแน่นบนพื้นผิวเย็นและการเติบโตของเชื้อรา ควรควบคุมให้ระดับ จุดน้ำค้างภายในอาคารต่ำกว่า 55°F [12.8°C] การวัดและการควบคุมตามจุดน้ำค้างให้ผลลัพธ์ที่เสถียรและบ่งชี้ความเสี่ยงการควบแน่นได้ชัดเจนกว่าการใช้ความชื้นสัมพัทธ์ (RH)

- การคำนวณขนาดอุปกรณ์ลดความชื้นควรใช้ค่าจุดน้ำค้างภายนอกสูงสุด (Peak Outdoor Dew Point) ในการออกแบบโหลด ไม่ใช่ค่าอุณหภูมิแห้งสูงสุด (Peak Dry Bulb) ซึ่งเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณโหลดความเย็น

### 3.2 การใช้ระบบจัดการอากาศภายนอกโดยเฉพาะ (DOAS)

- DOAS เป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมอย่างสูง เนื่องจากเป็นระบบที่แยกการลดความชื้นอากาศเดิมออกจากการทำความเย็นส่วนอื่นของอาคาร ระบบนี้จะทำให้อากาศเดิมทั้งหมดแห้งลงจนถึงจุดน้ำค้างที่ต่ำมาก (เช่น ต่ำกว่า 55°F หรือ 50°F [10°C])

- DOAS ช่วยลดโหลดความชื้นประจำปีได้อย่างมาก และช่วยให้ระบบปรับอากาศหลัก (Cooling System) ตอบสนองเฉพาะโหลดความร้อนเท่านั้น ทำให้ห้องไม่เย็นเกินไป และช่วยประหยัดพลังงาน

- สามารถออกแบบให้ DOAS มีความสามารถในการลดปริมาณอากาศถ่ายเทเมื่อมีคนอยู่จริงน้อยลง (Demand-Controlled Ventilation) โดยใช้ CO<sub>2</sub> sensor ควบคุมการทำงานของ VSD หรือ Motorized Damper

- DOAS ถูกกำหนดให้เป็นข้อกำหนดสำหรับอาคารของรัฐบาลกลางสหรัฐฯ ตั้งแต่ปี 2003 เพื่อจำกัดความเสี่ยงของเชื้อราและการเติบโตของแบคทีเรีย เป็นตัวอย่างที่ดีในการนำมาใช้ภูมิภาคร้อนชื้นอย่างประเทศไทย

- เมื่ออาคารไม่มีคนอยู่ หาก DOAS มีการเชื่อมต่อท่อลมอากาศกลับ (return air duct) ควรเปลี่ยนระบบจากโหมด "เดิมอากาศ" เป็น "หมุนเวียนอากาศ" เพื่อควบคุมความแห้งของอาคาร โดยไม่ต้องใช้พลังงานในการทำความเย็นเต็มที่

## 4. การควบคุมความเสี่ยงเชื้อราและการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง

การป้องกันเชื้อราต้องเน้นที่การทำให้วัสดุแห้งและคงสภาพนั้นไว้ตลอดเวลา

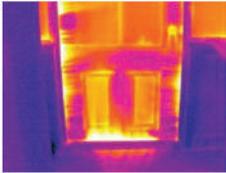
### 4.1 การประเมินความชื้นในวัสดุ:

ควรใช้เครื่องวัดความชื้น (Moisture meter) เพื่อประเมินปริมาณความชื้นในวัสดุของอาคารหากวัสดุที่ทำจากไม้หรือกระดาษมีค่าความชื้นต่ำกว่า 14% WME (Wood Moisture Equivalent) จะมีความเสี่ยงต่อการเติบโตของเชื้อราน้อยมาก

### 4.2 การบำรุงรักษาเชิงรุก (Constant Commissioning):

- การปรับแต่งและตรวจสอบระบบปรับอากาศและระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานมาก โครงการปรับปรุงระบบในอาคารหลายแห่งแสดงให้เห็นว่าสามารถ คืนทุนได้ภายในหนึ่งปีหรือน้อยกว่านั้น

- ผู้ปฏิบัติงานต้อง ทำความสะอาดถาดรองน้ำทิ้ง (condensate drain pan) และท่อระบายน้ำออกอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันน้ำขังซึ่งเป็นแหล่งเพาะเชื้อแบคทีเรีย Legionella pneumophila หรือเชื้อรา



This thermal image, taken from inside a residential building, shows warm outdoor air flooding into the building around the door. At this part of the building, the building pressure is negative.

- ใช้ กล้องถ่ายภาพความร้อน (Thermal Camera) ในการระบุบริเวณที่เปียกชื้นได้เนื่องจากวัสดุที่เปียกและกำลังระเหยน้ำจะมีอุณหภูมิที่เย็นกว่าบริเวณโดยรอบเล็กน้อยและยังสามารถระบุจุดลมรั่วเข้าสู่อาคารได้

## บทสรุป

การแก้ไขปัญหาความชื้นและเชื้อราในอาคารเก่าต้องมุ่งเน้นไปที่การสร้างระบบควบคุมความชื้นแบบองค์รวมโดยเริ่มจากการป้องกันน้ำในสถานะของเหลวด้วยการออกแบบสถาปัตยกรรมควบคู่ไปกับการควบคุมการไหลของอากาศโดยรักษาแรงดันบวกภายในอาคาร และการลงทุนในการอัปเดตระบบ HVAC ด้วย DOAS เพื่อลดความชื้นอากาศบริสุทธิ์เดิมเข้าสู่อาคารอย่างอิสระ การใช้ระบบเฉพาะทางนี้ช่วยให้สามารถรักษา จุดน้ำค้าง ในระดับต่ำได้อย่างสม่ำเสมอ ซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการลดความเสี่ยงด้านสุขภาพและยืดอายุการใช้งานของอาคารในสภาพภูมิอากาศร้อนและชื้น

การใช้ DOAS ในอาคารเก่าเปรียบเสมือนการติดตั้งระบบการกรองอากาศภายนอกและเครื่องลดความชื้นเฉพาะสำหรับ Breathing Air โดยเฉพาะ เมื่ออากาศภายนอกมีความชื้นสูงมาก ระบบนี้จะทำให้อากาศแห้งสนิทก่อนที่จะปล่อยเข้าสู่ระบบปรับอากาศหลักที่รับผิดชอบแค่การทำให้อากาศเย็นทำให้ระบบหลักไม่ต้องทำงานหนักเกินไปและมั่นใจได้ว่าอากาศที่เข้ามาในอาคารจะไม่เป็นสาเหตุของการเกิดเชื้อราหรือความเสียหายใด ๆ เลย



**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การทำ Existing Building Commissioning EBCx

## เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประหยัดพลังงานในอาคารเดิม

การปรับปรุงอาคารและคว้าโอกาสด้านการประหยัดพลังงานที่มีอยู่ มักจะนำหลักการ Commissioning มาประยุกต์ใช้กับอาคารเดิม หลักการเหล่านี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อก้าวข้ามการแก้ไขปัญหาแบบฉาบฉวย ไปสู่การปรับปรุงระบบอาคารอย่างเป็นระบบเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล กระบวนการนี้มักจะช่วยลดความจำเป็นในการลงทุนด้านการปรับปรุงที่มีราคาสูง



### Commissioning

คือกระบวนการที่เป็นระบบและมีการจัดทำเอกสาร เพื่อให้มั่นใจว่าระบบอาคารที่เฉพาะเจาะจงนั้นสามารถทำงานร่วมกันตามความตั้งใจในการออกแบบและตามความต้องการในการดำเนินงานของเจ้าของ

### Existing Building Commissioning (EBCx)

คือการทำ Commissioning กับอาคารเดิมเป็นการ Tuning up ระบบอาคารเพื่อให้อาคารกลับมาทำงานที่ประสิทธิภาพสูงสุดอีกครั้ง

◀ รูปภาพแสดงการ Recommissioning Chilled Water Pump

## สัญญาณเตือนว่าอาคารมีประสิทธิภาพต่ำ

ปัญหาที่เห็นได้ชัดหลายประการสามารถช่วยให้เจ้าของอาคารตัดสินใจได้ว่าอาคารของตนมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานต่ำหรือไม่:

- ค่าพลังงานการทำความเย็นสูงเกินปกติอย่างต่อเนื่องแม้ในสภาวะที่ไม่ใช่ช่วง Peak
- อุปกรณ์ที่ทำงานมากเกินไปจนความจำเป็น หรือทำงานไม่มีประสิทธิภาพเนื่องจากกลยุทธ์การปฏิบัติงานที่ไม่เหมาะสม
- ระบบควบคุมที่ไม่อยู่ในการปรับเทียบ (Out of Calibration) หรือมีการจัดลำดับการทำงานที่ไม่ถูกต้อง
- ระบบจัดการพลังงานที่เสื่อมสภาพตามกาลเวลา หรือไม่เคยถูกตั้งโปรแกรมให้ใช้ประโยชน์จากความสามารถเต็มที่
- Adjustable Speed Drives ที่ไม่สามารถปรับได้อย่างเหมาะสมอีกต่อไป การทำ Recommissioning ในอาคารเดิมไม่เพียงแต่สามารถแก้ไขปัญหาเหล่านี้ได้เท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างบูรณาการอีกด้วย

การทำ Recommissioning ในอาคารเดิมไม่เพียงแต่สามารถแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้เท่านั้น แต่ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของระบบเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้อย่างบูรณาการอีกด้วย

## ประโยชน์ของการ Recommissioning

การ Commissioning อาคารเดิม (EBCx) มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของอาคาร ความสะดวกสบายของผู้ใช้อาคารและคุณภาพอากาศภายในอาคาร ประสิทธิภาพของระบบและอุปกรณ์ และการลดต้นทุน

- การประหยัดพลังงาน: สามารถประหยัดค่าพลังงานได้มากถึง 15 เปอร์เซ็นต์จากบิลค่าพลังงาน การศึกษาพบว่า การ Commissioning อาคารเดิมทำให้อาคารประหยัดพลังงานได้โดยเฉลี่ย 16% โดยมีระยะเวลาคืนทุนเฉลี่ย 1.1 ปี
- การลดต้นทุนการดำเนินงานและการบำรุงรักษา (Operation and Maintenance Costs)
- การยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

- การปรับปรุงความสะดวกสบายและประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่สะดวกสำหรับองค์กรและ/หรือผู้เช่า
- การจัดการทรัพย์สิน (Asset Management Activity) และช่วยลดความเสี่ยงของการสูญเสียผู้เช่า การชำรุดของอุปกรณ์ก่อนกำหนด และปัญหาคุณภาพอากาศภายในอาคาร

## กระบวนการ EBCx โดยสังเขป

EBCx เป็นกระบวนการที่มีการออกแบบเฉพาะและมีระเบียบวิธี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้ระบบอาคารทำงานร่วมกันได้เพื่อตอบสนองต่อ **Current Facility Requirements (CFR)** (ข้อกำหนดปัจจุบันของอาคาร) และเป้าหมายของโครงการของเจ้าของ

**กระบวนการ Existing Building Commissioning (EBCx)** ประกอบด้วยขั้นตอนหลักตามลำดับ:

### 1. Planning Phase

เริ่มต้นด้วยการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของเจ้าของอาคาร (EBCx Goals and Objectives) และคัดกรองความเหมาะสมของอาคารสำหรับ EBCx (EBCx Viability) รวมถึงการพัฒนาหรือการปรับปรุง Current Facility Requirements (CFR) ซึ่งเป็นเอกสารที่กำหนดความต้องการด้านการปฏิบัติงานในปัจจุบันของอาคาร

### 2. Initial Assessment Phase

การทบทวนเอกสารอาคาร วิเคราะห์ข้อมูลพลังงาน (Utility Billings และ Interval Data) และสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ประจำอาคารและผู้ใช้อาคาร เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและความเป็นไปได้ในการปรับปรุง

### 3. Investigation and Documentation Phase

การประเมินระบบและอุปกรณ์เพิ่มเติมอย่างละเอียด เพื่อระบุมาตรการประหยัดพลังงาน (Energy Conservation Measures, ECMs) และมาตรการปรับปรุงอาคาร (Facility Improvement Measures, FIMs) ที่เฉพาะเจาะจง ขั้นตอนนี้เกี่ยวข้องกับการติดตามแนวโน้ม (Monitoring/Trending) การทดสอบการทำงานของระบบ (Functional Testing) และการคำนวณการประหยัดพลังงานและต้นทุนโดยละเอียดผลลัพธ์ที่ได้จะถูกรวบรวมใน Master List of Findings เพื่อนำเสนอต่อเจ้าของโครงการ

#### 4. Implementation Phase

การดำเนินการติดตั้งหรือปรับปรุงมาตรการ ECMs และ FIMs ที่เจ้าของอนุมัติ และตรวจสอบความสำเร็จของการดำเนินการเพื่อให้แน่ใจว่ามาตรการเหล่านั้นทำงานได้อย่างถูกต้อง การตรวจสอบความสำเร็จอาจใช้การทดสอบการทำงานที่เน้นเฉพาะจุด (Focused Functional Performance Testing) หรือการวิเคราะห์ข้อมูลแนวโน้ม

#### 5. Hand-off Phase

การทบทวนเอกสารอาคาร วิเคราะห์ข้อมูลพลังงาน (Utility Billings และ Interval Data) และสัมภาษณ์เจ้าหน้าที่ประจำอาคารและผู้ใช้อาคาร เพื่อทำความเข้าใจปัญหาและความเป็นไปได้ในการปรับปรุง

### ตัวอย่างบางหัวข้อของการ Recommissioning ที่แนะนำ

- การเพิ่มประสิทธิภาพการจัดตารางเวลาการทำงาน (Equipment Scheduling and Run-time Reductions)
- การปรับปรุง Adjustable speed drive
- การปรับปรุง Damper
- การปรับให้ระบบ Economizer ทำงานได้อย่างเหมาะสมที่สุด
- การปรับให้การรับอากาศภายนอกเหมาะสมที่สุด (Outside Air Optimization)

Optimization)

- การจัดตารางเวลาการให้แสงสว่าง (Lighting scheduling)
- การปรับตั้งค่า Control Valve



รูปแสดงการปรับตั้งค่า PICV

## ความเหมาะสมของโครงการ

การ Recommissioning อาจเป็นขั้นตอนแรกที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพอาคารและได้รับผลประหยัดต้นทุน สำหรับอาคารที่มีอุปกรณ์ค่อนข้างใหม่ (อายุน้อยกว่า 12 ปี) โดยสามารถใช้โอกาสในการประหยัดพลังงานด้วยต้นทุนต่ำ ก่อนที่จะพิจารณาการปรับปรุงที่ต้องลงทุนสูงกว่าอย่างไรก็ตามการ Recommissioning อาจไม่เหมาะสมหากพบปัญหาดังต่อไปนี้

- อุปกรณ์และระบบส่วนใหญ่ล้าสมัยหรือหมดอายุการใช้งาน (ในกรณีนี้ควรเปลี่ยนอุปกรณ์)
- มีปัญหาการออกแบบระบบที่สำคัญอยู่แล้ว
- อุปกรณ์ทำงานผิดปกติอย่างรุนแรงและแนวทางปฏิบัติที่ดีที่สุดคือการเปลี่ยนอุปกรณ์

## สรุป

**จุดประสงค์หลักของการ Recommissioning อาคารเดิม**คือการ ปรับปรุงและเพิ่มประสิทธิภาพวิธีการทำงานของระบบ ไม่ใช่การเป็นวิธีที่ใช้เพื่อทำให้อุปกรณ์เก่าที่ไม่มีประสิทธิภาพสามารถทำงานต่อไปได้การทำ Recommissioning ควรถือเป็นการยกระดับประสิทธิภาพการทำงานของระบบให้สูงสุด โดยเป็นกุญแจสำคัญในการรักษาประสิทธิภาพการดำเนินงานในระยะยาว



**Kamol Tanpipat**  
Chief Executive Officer,  
Unisus Green Energy Limited

# ENERGY SERVICE COMPANY (ESCO)

## บริษัทจัดการพลังงาน

### ENERGY SERVICE COMPANY (ESCO)

Energy Service Company หรือ ESCO คือ บริษัทจัดการพลังงาน หนึ่งในธุรกิจด้านการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนที่เป็นกลไกสำคัญที่จะช่วยผลักดันให้เกิดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์สูงสุด ช่วยให้ผู้ประกอบการเห็นความสำคัญ และกล้าตัดสินใจลงทุนเพื่อพัฒนาประสิทธิภาพการใช้พลังงานที่เหมาะสมกับสถานประกอบการของตนเอง

บทบาทสำคัญของบริษัทจัดการพลังงาน คือ การสร้างความเชื่อมั่นและรับประกันผลประหยัดพลังงานให้กับผู้ประกอบการในหลากหลายรูปแบบตามสถานการณ์ความพร้อม และความต้องการทางธุรกิจของแต่ละผู้ประกอบการ เป็นกลไกสำคัญในการขับเคลื่อนการเปลี่ยนผ่านด้านพลังงาน (Energy Transition) ไปสู่การใช้พลังงานสะอาด และการปล่อยก๊าซเรือนกระจกเป็นศูนย์ (Net Zero GHG Emission) ควบคู่ไปกับการลดต้นทุนด้านพลังงาน และเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันกับต่างประเทศ

บริษัทจัดการพลังงาน (Energy Service Company) หรือ “ESCO” คือ องค์กรที่ดำเนินธุรกิจเกี่ยวกับการพัฒนาโครงการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนแบบครบวงจรครอบคลุม ตั้งแต่การศึกษาและวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของโครงการทั้งด้านเทคนิคและด้านการเงิน การออกแบบ การหาแหล่งเงินทุนการลงทุน การบริหารงานก่อสร้างและติดตั้ง ตลอดจนการตรวจวัดเพื่อพิสูจน์ผลประหยัด โดยที่ ESCO จะรับประกันผลการประหยัดพลังงานให้กับผู้รับบริการตามเงื่อนไขและรูปแบบการให้บริการที่ได้ตกลงกันไว้

ธุรกิจการจัดการพลังงานประกอบด้วยผู้มีส่วนเกี่ยวข้องหลัก 3 กลุ่ม ได้แก่

### 1. ผู้ให้บริการ (Energy Service Company: ESCO)

คือบริษัทที่ดำเนินธุรกิจด้านการจัดการพลังงานและให้บริการโครงการอนุรักษ์พลังงานหรือพลังงานทดแทน

### 2. ผู้รับบริการ (Customer)

คือผู้ประกอบการหรือองค์กรต่าง ๆ ที่ต้องการใช้บริการด้านการอนุรักษ์พลังงาน และ/หรือพลังงานทดแทนจาก ESCO

### 3. แหล่งทุน (Third Party Financier)

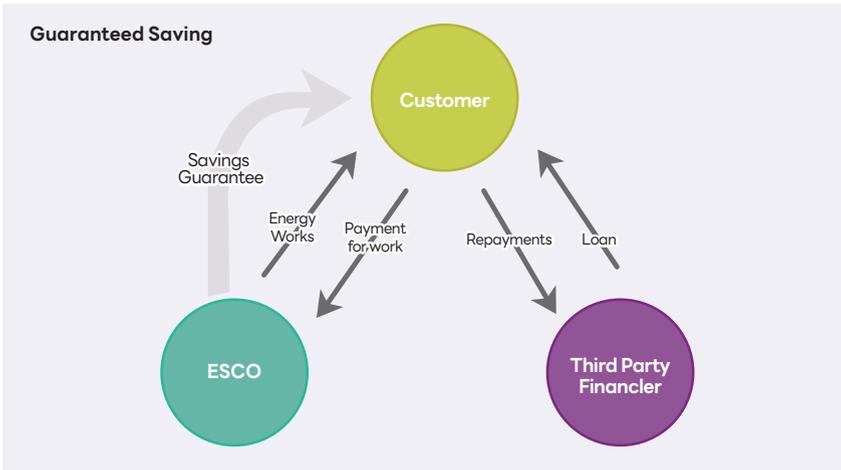
คือผู้สนับสนุนเงินลงทุนเพื่อการดำเนินการอนุรักษ์พลังงานและ/หรือพลังงานทดแทน เช่น ธนาคาร หรือสถาบันการเงินรูปแบบต่าง ๆ

## รูปแบบการให้บริการของ ESCO

รูปแบบการให้บริการของ ESCO ในปัจจุบันแบ่งตามลักษณะการลงทุนและวิธีการให้บริการได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

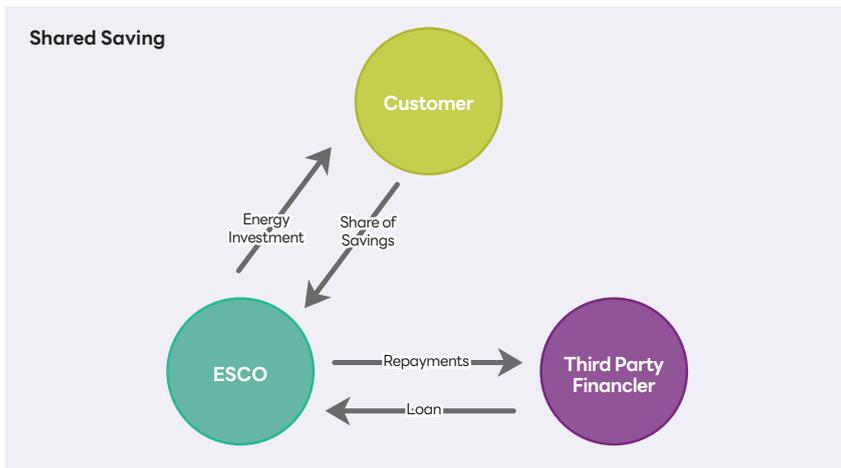
### 1. การรับประกันผลประหยัด (Guaranteed Saving)

การให้บริการในรูปแบบรับประกันผลประหยัดพลังงาน ESCO จะเป็นผู้รับประกันผลการประหยัดพลังงานให้กับผู้รับบริการ โดยผู้รับบริการจะเป็นผู้จัดหาแหล่งเงินทุนและลงทุนเองโดยตรง โดย ESCO จะรับค่าบริการตามสัดส่วนของผลประหยัดพลังงานที่รับประกันตามแต่จะตกลงกัน



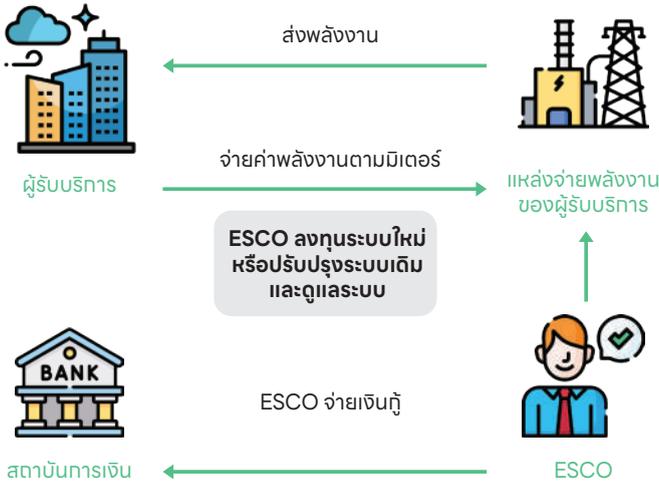
## 2. การแบ่งปันผลประโยชน์ (Shared Saving)

การให้บริการในรูปแบบแบ่งปันผลประโยชน์ โดย ESCO จะเป็นผู้จัดหาแหล่งเงินทุนและลงทุน พร้อมรับประกันผลการประหยัดพลังงานให้กับผู้รับบริการและรับค่าบริการจากการแบ่งปันผลประโยชน์ที่ได้จากการประหยัดพลังงาน ที่เรียกว่า “Shared Saving” ซึ่งผลตอบแทนจากการประหยัดพลังงานที่ต้องแบ่งให้ ESCO ในรูปแบบนี้จะมากกว่ารูปแบบรับประกันผลประหยัดพลังงานแบบ Guaranteed Saving เนื่องจาก ESCO ได้รับความเสี่ยงและค่าใช้จ่ายในการลงทุนให้ก่อน



### 3. การประกันส่วนต่างค่าพลังงาน (Guaranteed Rebate, Chauffage)

ESCO จะเป็นผู้รับสัมปทานในการติดตั้งหรือปรับปรุงอุปกรณ์ผลิตพลังงาน และเป็นผู้จ่ายพลังงานให้กับผู้รับบริการ โดยผู้รับบริการจะจ่ายเงินตอบแทนเป็นค่าพลังงานต่อหน่วยให้กับ ESCO ในอัตราที่ต่ำกว่าระบบเดิม เรียกว่า “Guaranteed Rebate” โดยรูปแบบนี้สามารถประยุกต์ใช้ได้กับการผลิตและจำหน่ายพลังงานไฟฟ้า ความร้อน ความเย็น หรือ ระบบสาธารณูปโภคอื่น ๆ



### ข้อแตกต่างระหว่าง ESCO และ ผู้จำหน่ายอุปกรณ์ (Supplier)

#### ESCO

- วิเคราะห์การใช้พลังงาน ออกแบบด้านวิศวกรรม และควบคุมงานติดตั้ง
- จัดหา/แนะนำแหล่งเงินทุน
- รับประกันอุปกรณ์
- **มีสัญญาพลังงานรับประกันประสิทธิภาพ** การใช้พลังงานของโครงการ
- **ขตเคยส่วนต่าง**ให้ผู้ประกอบการ หากประสิทธิภาพการใช้พลังงานไม่เป็นไปตามข้อตกลงในสัญญานั้น
- **ตรวจวัดและพิสูจน์ผลประหยัด (M&V)** ที่ระบุในสัญญา ก่อนและหลังการปรับปรุงเพื่อเป็นการยืนยันผลที่ได้รับ
- มีการบริหารการเดินเครื่องและซ่อมบำรุงตามที่ระบุในสัญญา

#### Supplier

- วิเคราะห์การใช้พลังงาน ออกแบบด้านวิศวกรรม และควบคุมงานติดตั้ง
- จัดหา/แนะนำแหล่งเงินทุน
- รับประกันอุปกรณ์
- **ไม่รับประกัน**ในเรื่องของผลประหยัด หรือรับประกันประสิทธิภาพการใช้พลังงาน
- **ไม่ขตเคยส่วนต่าง**หากผลประหยัดไม่เป็นตามที่เสนอไว้
- มีการตรวจวัดก่อนและหลังปรับปรุง
- **ไม่มี**การบริหารการเดินเครื่องและซ่อมบำรุง

## คุณสมบัติ

ในการคัดเลือกบริษัทจัดการพลังงาน (ESCO) ควรตรวจสอบประสบการณ์เชิงเทคนิค สถานะทางการเงินและการจัดการของผู้เข้าร่วมประมูล ประเมินผลจากการสัมภาษณ์และแหล่งอ้างอิง ที่ ESCO ระบุ เพื่อให้ได้ ESCO ที่เหมาะสมตามที่สถานประกอบการต้องการใช้

*ข้อควรพิจารณาในการเลือกบริษัทจัดการพลังงาน มีดังนี้*

- ประสบการณ์ การดำเนินโครงการที่ผ่านมา
- ความพร้อมของบุคลากรอาชีวศวกช่างเทคนิค นักเศรษฐศาสตร์ และที่เกี่ยวข้อง
- ความเชี่ยวชาญในการดำเนินมาตรการ ตรวจสอบตามที่หน่วยงานต้องการดำเนินการ
- ทุนจดทะเบียนของบริษัท (สำหรับกรณีที่เป็นผู้ลงทุน)
- การให้คำแนะนำ หรือจัดหาแหล่งทุน
- สอบถามการดำเนินงานของ ESCO จากหน่วยงานที่ ESCO เคยดำเนินการในอดีต
- ความพร้อมทางด้านเครื่องมือพื้นฐานสำหรับการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัด
- เปอร์เซนต์การแบ่งผลการประหยัด และระยะเวลาการคืนทุน
- ESCO ควรมีหน่วยงานให้คำแนะนำ หรือฝึกอบรมให้กับบุคลากรของอาคาร
- ความชัดเจนของข้อตกลงในสัญญา เช่น การรับประกันผลการประหยัด
- วิธีคำนวณค่าฐานการใช้พลังงาน วิธีการตรวจวัดและพิสูจน์ผลการประหยัด
- การแบ่งผลการประหยัดรวมถึงเงื่อนไขการชดเชย

## ประโยชน์ที่จะได้รับจาก ESCO

เป็นที่ทราบกันดีว่า หนึ่งใน การปล่อยคาร์บอนที่ใหญ่ที่สุดทั่วโลกเกิดจาก การผลิตและการใช้พลังงาน ซึ่งการลดการใช้พลังงาน การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ตลอดจนการใช้พลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานสะอาดจะมีส่วนสำคัญในการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ลดโลกร้อน สร้างความมั่นคงด้านสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างมาก

ทั้งนี้ การส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนโดยบริษัทจัดการพลังงาน ESCO ได้ถูกกำหนดเป็นหนึ่งในยุทธศาสตร์หลักภายใต้แผนพลังงานของประเทศที่ยังคงต้องมีการส่งเสริมอย่างต่อเนื่อง โดยหลักการที่สำคัญของ ESCO เป็นการดำเนินการประหยัดพลังงานในลักษณะที่มีการรับประกันผลประหยัดให้กับเจ้าของโครงการ และการชดเชยหากผลที่ได้รับไม่เป็นตามข้อตกลงตามสัญญา โดยมีการตรวจวัดพิสูจน์ผลประหยัดที่ชัดเจน

ESCO เป็นกลไกที่สำคัญในการกระตุ้น ส่งเสริม และสนับสนุนให้เกิดการลงทุนด้านอนุรักษ์พลังงานและพลังงานทดแทนให้กับผู้รับบริการทั้งภาคเอกชนหรือภาครัฐ ก่อให้เกิดการอนุรักษ์พลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้อย่างไม่ต้องรอกงบประมาณทั้งในองค์กรเอกชนหรือจากภาครัฐ จะเป็นผลดีต่อเศรษฐกิจระดับมหภาค ลดการนำเข้าพลังงาน ลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจก และนำไปสู่ความมั่นคงทั้งทางเศรษฐกิจ พลังงานและสิ่งแวดล้อม



**Kecha Thirakomen**  
Chairman and Chief of Innovation,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# ประเด็น... สำคัญไฉน?

โดยทั่วไป เมื่อพูดถึงการประหยัดพลังงานในอาคาร หลายคนมักโฟกัสไปที่ประเด็น “ใหญ่” เช่น ระบบปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพ การใช้แผงโซลาร์ การวางผังอาคาร หรือการเลือกวัสดุเปลือกอาคาร แต่มีองค์ประกอบหนึ่งที่มักถูกมองข้าม แม้จะส่งผลต่อพลังงานโดยตรงทุกวัน ทุกชั่วโมง และเชื่อมหัวข้อทั้งด้านสถาปัตยกรรม-วิศวกรรมเข้าด้วยกัน นั่นคือ...**ประตู**

ไม่ว่าจะเป็นประตูเล็กของร้านสะดวกซื้อ ประตูบานใหญ่ของ Community Mall หรือประตูอัตโนมัติของห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ “พฤติกรรมของประตู” มีผลโดยตรงต่อการรั่วไหลของอากาศ (Air infiltration) ซึ่งคือสาเหตุหลักของค่าไฟฟ้าสูงขึ้น แต่กลับเป็นเรื่องที่ผู้บริหารหลายคนมักไม่ทราบ หรือไม่เคยคิดเปรียบเทียบเชิงระบบ

เพื่อให้เห็นภาพชัด บทความนี้จะยกกรณีศึกษา “ห้างสรรพสินค้า vs Community Mall” ซึ่งผู้บริหารหลายคนเคยมีความเชื่อว่า Community Mall น่าจะประหยัดไฟมากกว่า เพราะ:

- มีการปรับอากาศเฉพาะภายในร้าน
- พื้นที่เดินภายนอกส่วนกลาง (Arcade / Walkway) ไม่ได้ปรับอากาศ
- รูปแบบโล่ง โปร่ง ควรจะช่วยให้โหลดแอร์ลดลง

แต่เมื่อถึงเวลาจ่ายค่าไฟฟ้าจริง กลับพบว่า Community Mall จ่ายมากกว่าอย่างชัดเจน หลายแห่งสูงกว่าห้างขนาดใกล้เคียงด้วยซ้ำ

แล้วสาเหตุคืออะไร?

คำตอบที่น่าสนใจที่สุดคือ จำนวน และพฤติกรรมของประตู

# ประตูนั้น สำคัญไฉน?



## 1. ทำไมประตูจึงทำให้ค่าไฟสูงกว่าที่คิด?

เพราะทุกครั้งที่ประตูเปิด “ภาวะปรับอากาศทั้งหมดในร้าน” จะต้องทำงานหนักขึ้น โดยมีปัจจัยดังนี้:

### 1.1 ปริมาณการรั่วไหลของอากาศ (Air Infiltration)

เมื่อประตูเปิด อากาศร้อนขึ้นจากภายนอกจะไหลเข้ามาแทนที่อากาศเย็นที่ไหลออกไป

- ยิ่งประตูใหญ่ → อัตราการรั่วไหลมาก
- ยิ่งเปิดนาน → โหลดแอร์เพิ่มขึ้นแบบทวีคูณ

**สูตรโดยย่อ (เชิงวิศวกรรม):**

ปริมาณอากาศรั่วไหล ≈ ความกว้าง × ความสูงของช่องเปิด × เวลาที่เปิด

ดังนั้น...

- ประตูบานใหญ่ (เช่น Community Mall) = รั่ว × หลายเท่า
- ประตู Swing = รั่วมากกว่า Sliding Door
- ประตูที่เปิดค้าง = แพ้แบบราบคาบ

## 2. Community Mall ทำไมจ่ายไฟมากกว่า?

### 2.1 จำนวนประตูมากกว่า

ร้านค้า 1 ล็อก = 1 ประตู

10 ร้าน = 10 ประตู

30 ร้าน = 30 ประตู

บางโครงการมีถึง 40-70 ประตู ในชั้นเดียว

แต่ห้างสรรพสินค้า

มีจุดเข้า-ออกหลักเพียง 4-8 จุด

และควบคุมด้วยประตูอัตโนมัติ 100%

จำนวนครั้งในการเปิด-ปิดต่อวันต่างกันมหาศาล

ประตูร้านใน Community Mall ถูกเปิด-ปิดเฉลี่ย 200-800 ครั้งต่อวันต่อร้าน ยิ่งร้านอาหารยิ่งเปิดค้าง นาลมเข้าตลอดเวลา

ผลรวม = โหลดแอร์สูงขึ้นแบบ **Exponential**

### 2.2 ประตูขนาดใหญ่ ทำให้สูญเสียความเย็นมากกว่า

ร้านส่วนใหญ่ใช้ประตูบานคู่ กระงกเต็ม บางแห่งสูง 2.7-3.0 เมตร ขนาดนี้ถือว่า “ใหญ่มาก” เมื่อเทียบกับพื้นที่ร้านที่มีแค่ 50-100 ตร.ม.

ยิ่งบานประตูใหญ่ → ยิ่งปิดช้า → ลมยิ่งรั่ว

กรณีที่พบจริง:

- ร้านอาหารเปิดประตูที่เหมือนเปิดช่องแอร์ขนาด 5,000-10,000 BTU ให้ไหลออก
- ร้านกาแฟขนาดเล็ก แต่ใช้ Swing Door กระงกบานใหญ่ = ค่าไฟขึ้น 15-25% ทันที

### 2.3 ประตู swing door คือศัตรูตัวจริงของการประหยัดพลังงาน

เพราะเมื่อคนผลักเข้าออก:

- ประตูจะเปิดจนสุดก่อนจะปิด
- ใช้เวลา 3-7 วินาทีในการปิด (ขึ้นกับสปริง / ค่าลม)
- ลมรั่วแบบไม่สามารถควบคุมได้
- หากรับลมจากทิศลม ประตูจะ “ปิดไม่ได้” และเปิดค้าง

ร้านสะดวกซื้อจึงเลิกใช้ประตู Swing Door แทบทั้งหมด 7-Eleven, Lotus Go Fresh, Family Mart เปลี่ยนไปใช้ ประตูเลื่อนอัตโนมัติ (Automatic sliding door)

ผลลัพธ์จากผลวิจัย:

- ลดค่าไฟได้ 9-18% ขึ้นกับสภาพแวดล้อม
- ลดการรั่วไหลของความเย็นลง 2-4 เท่า
- เพิ่มความสะดวก = ยอดลูกค้าเพิ่ม (เพราะเข้า-ออกง่าย)

## \*\* 2.4 ประตูไม่มีกรอบ / ไม่มีซีลร่อง

การรั่วไหลสูงแบบไม่รู้ตัว\*\*

กระจกไร้กรอบ (Frameless Glass) มี “ช่องว่างรอบบาน” 3–8 มม.

รอบบาน = 4 ด้าน

รวมช่องรั่ว = 12–32 มม. ต่อบาน

ร้าวพื้นที่ 40 ตร.ม.

**แต่รั่วยิบย่อยตลอดเวลา = โหลดแอร์สูงขึ้น 10–20%**

## 2.5 พฤติกรรมผู้ใช้อาคาร: ประตูค้าง

เป็นปัญหาที่ใหญ่แต่ไม่มีใครพูดถึง เช่น

- ร้านอาหารเปิดประตูค้างเพราะกลิ้ง
- ร้านกาแฟเปิดค้างเพื่อ “ได้บรรยากาศ”
- ร้านแฟชั่นเปิดค้างเพราะอยากให้มองเห็นสินค้า
- ทิศรับลมแรง = ประตูปิดไม่สนิททั้งวัน

**หลายร้านจึงต้อง “เพิ่มแอร์” เพื่อชดเชย**

## 3. ทำไม “ห้างสรรพสินค้า” ใช้ไฟน้อยกว่าในเชิงระบบ?

### 3.1 ประตูหลักน้อยกว่า 5–10 เท่า

ห้างขนาด 100,000 ตร.ม.

มีประตูหลักแค่ 4–8 จุด

ทุกจุดเป็นประตูอัตโนมัติ

บางจุดมี Double Door / Air-lock

**ลดการรั่วไหลแบบมหาศาล**

### 3.2 อากาศส่วนกลางถูกควบคุมคุณภาพ

เพราะอากาศทั้งหมดในพื้นที่ซึ่งควบคุมแอร์ มีความดันบวกเล็กน้อย (Positive Pressure)

จึงดันอากาศร้อนออกแทนที่จะดูดเข้ามา แต่ Community Mall

แต่ละร้าน → แอร์อิสระ

จากความร้อนภายนอก → ดูดเข้าไปโดยตรง → สู้เปิดประตูไม่ได้

### 3.3 Lobby + Vestibule = ระบบป้องกันลม ทั้งแบบ Passive

ประตูอัตโนมัติ + ช่องกันลม (Vestibule) ทำให้:

- ลดลมรั่ว 30–60%
- ลดการสูญเสียความเย็นจากการไหลปน
- ลดการสูญเสียค่าแอร์มากกว่า 10–15%

### 3.4 ความสูงเพดานส่วนกลางที่มากกว่า ช่วยลด Infiltration Effect

เพราะเมื่อประตูเปิด:

- อากาศร้อนเข้ามา → ลอยขึ้น
- อากาศเย็น → ไหลลงต่ำ
- ระบบ AHU จัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพกว่า Split-Type ในร้านเล็ก ๆ

## 4. กรณีศึกษาเพิ่มเติม (Case Studies)

### Case 1 – ร้านกาแฟใน Community Mall

พื้นที่ 60 ตร.ม.

ประตูกระจก Swing Door สูง 3 ม.

เปิดเฉลี่ย 600 ครั้ง/วัน

ค่าไฟเดือนแรก: 37,000 บาท

หลังเปลี่ยนเป็น Sliding Auto Door: เหลือ 29,000 บาท

**ประหยัดทันที 8,000 บาท/เดือน = 96,000 บาท/ปี**

### Case 2 – ร้านสะดวกซื้อ

ก่อนปี 2555 80% ยังใช้ Swing Door

หลังติดตั้ง Automatic Sliding Door:

- ผู้เข้าร้านเพิ่มเพราะเดินสะดวก
- ความเย็นไม่รั่ว
- ค่าไฟเฉลี่ยลด 12%
- การสึกหรอของอุปกรณ์แอร์ลดลง

**บริษัทพบว่า Payback 10–14 เดือน**

### Case 3 – Community Mall ที่มี 40 ร้านค้า

ประตูเฉลี่ย 80 บาน

ตรวจพบว่า มีร้านเปิดขณะแอร์ทำงาน 14 ร้าน

ค่าไฟรวมทั้งศูนย์สูงกว่าที่คาด 23%

หลังปรับมาตรการ:

- ติด Door Closer คุณภาพสูง
- เปลี่ยนร้านยอดฮิตเป็น Sliding Door
- สร้าง Canopy กันลม 3 จุด
- ตั้ง Line of Defense จากการออกแบบ Landscape

**ผลลัพธ์: ค่าไฟศูนย์ลดลง 11%**

## 5. มุมออกแบบ (Architectural Perspective)

### 5.1 ประตูต้องสัมพันธ์กับมิติอาคาร

สถาปนิกนิยมให้หน้าร้านโปร่ง ใช้กระจกเต็มบาน ประตูใหญ่เพื่อ “เชิญชวน” ลูกค้า แต่ในเชิงพลังงานจะต้องคิดถึง:

- ขนาดบานใหญ่ขึ้น → Infiltration สูงขึ้น
- การวางร้านที่ศรีบลม → ประตูปิดยาก
- การออกแบบ Canopy / Wind Barrier
- การออกแบบประตูคู่ (Double Leaf)
- การทำ Air Curtain ให้ต่อเนื่อง ไม่ใช่แค่ติดไว้เฉย ๆ

### 5.2 รูปแบบประตู และผลด้านพลังงาน (เรียงลำดับที่แย่ที่สุด → แย่ที่สุด)

อันดับ	รูปแบบประตู	ผลต่อพลังงาน
1	Automatic Sliding Door + Sensor	แอร์รั่วน้อยที่สุด เปิดปิดเร็ว ควบคุมได้ดี
2	Manual Sliding Door	ปานกลาง ขึ้นกับผู้ใช้
3	Double Door Vestibule	ดีมาก ลดลมปะทะ
4	Swing Door with Good Closer	แอร์รั่วมากขึ้น
5	Swing Door without Closer	รั่วไหลสูงมาก (ตัวปัญหาหลัก)
6	Frameless Swing Door (มีร่องรอบบาน)	รั่วที่สุด

## 6. การใช้ “สิ่งแวดล้อม” มาช่วยลดภาระประตู (Passive Design)

ตัวอย่างเช่น:

### 6.1 ลานตกกระทบลม (Wind Buffer)

ปลูกต้นไม้หรือทำกำแพงเตี้ยเพื่อลดแรงลมปะทะประตูที่เปิดออกด้านถนน

### 6.2 การวางแนวร้านไม่ให้รับลมตรง ๆ

ทิศใต้-ทิศตะวันตกต้องระวังมาก

### 6.3 กันสาดยื่นยาวเพื่อลดแรงดันลม

ทำให้ลมพัดหมุนก่อนถึงประตู

### 6.4 ห้อง Vestibule

ประตู 2 ชั้น

ใช้ต้นทุนไม่สูง แต่ลด Infiltration มากกว่า 50%

## 7. ต้นทุน-ผลตอบแทน (Cost & Payback)

### Sliding Door อัดโนมัติ

- ราคา 60,000–120,000 บาท
- ประหยัดค่าไฟเดือนละ 2,000–20,000 บาท ขึ้นกับธุรกิจ
- Payback 6–14 เดือน

### Door Closer เกรดดี

- ราคา 1,500–5,000 บาท
- ลดลมรั่วลง 20–40%

### Air Curtain ที่ใช้จริง (ไม่ใช่แค่อีวี)

- ของจริงต้องมีแรงดันลมเพียงพอ
- ประหยัดค่าไฟ 5–10%
- ต้นทุน 10,000–25,000 บาท

## 8. สรุปบทเรียน: ประเด็น...สำคัญกว่าที่คิดมาก

- (1) ประตูก็คือจุดที่รั่วพลังงานมากที่สุดในร้านค้า  
ไม่ใช่กำแพง ไม่ใช่พื้น ไม่ใช่เพดาน
- (2) Community Mall มีจำนวนประตูมากกว่า 10–20 เท่า  
ส่งผลให้โหลดแอร์สูงขึ้นแบบไม่คาดคิด
- (3) รูปแบบประตูและพฤติกรรมผู้ใช้อาคาร คือปัจจัยชี้เป็นชี้ตาย
- (4) ห้างสรรพสินค้าปิดระบบประตูได้ดี จึงใช้พลังงานต่ำกว่าในเชิงระบบ  
แม้พื้นที่ใหญ่กว่า
- (5) การแก้ไขทำได้ง่าย ต้นทุนต่ำ แต่ประหยัดได้สูงและเห็นผลทันที

## บทส่งท้าย

แม้ “ประตู” จะเป็นเพียงองค์ประกอบเล็ก ๆ ของอาคาร แต่ในโลกของพลังงานและการบำรุงรักษา ประตูคือช่องที่สร้างภาระค่าไฟมากที่สุด เป็นจุดที่ส่งผลต่อคุณภาพอากาศ ความสะดวกของลูกค้า การใช้งานของผู้เช่า และภาพลักษณ์ของโครงการโดยตรง

เมื่อเข้าใจบทบาทของประตู ผู้บริหารสามารถลดค่าไฟได้ทันที 10–25% แบบไม่ต้องลงทุนก้อนใหญ่และสามารถออกแบบ Community Mall ให้มีประสิทธิภาพสูงกว่าห้างสรรพสินค้าได้ด้วยซ้ำ หากวางระบบประตูให้ถูกต้องตั้งแต่ต้น

**เพราะประตูไม่ได้เป็นแค่ “ทางเข้า-ออก” แต่คือ “จุดสูญเสียพลังงาน และประตูสู่การบริหารอาคารอัจฉริยะ” อย่างแท้จริง**



**Somjin Disawas**  
Executive Committee,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# Upgrade หรือ Re:Build เปลือกอาคาร

## ในมุมมองด้านพลังงานและความสบายเชิงความร้อน

เปลือกอาคารเป็นองค์ประกอบที่ช่วยป้องกันอาคารจากสภาพแวดล้อมต่างๆภายนอกที่ไม่พึงประสงค์ ไม่ให้มีผลกระทบหรือมีผลกระทบน้อยที่สุดกับสภาพแวดล้อมภายในที่ต้องการของผู้อยู่อาศัย เปลือกอาคารแบ่งได้เป็นสองส่วนหลักคือ ส่วนที่ทึบแสง และ ส่วนที่โปร่งแสง ซึ่งก็คือ ผนังและกระจกนั่นเอง

เปลือกอาคารนอกจากจะต้องมีความสวยงามสบายตาถูกต้องตามรูปแบบสถาปัตยกรรมแล้ว ยังต้องให้มีความเหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศด้วย สำหรับภูมิอากาศร้อนชื้นแบบประเทศไทย ที่อาคารมีการติดตั้ง เครื่องปรับอากาศเป็นส่วนใหญ่ เปลือกอาคารต้องสามารถกันความร้อน และกันความชื้นได้เป็นอย่างดี นั่นคือต้องมีค่าการนำความร้อนต่ำ และไม่รั่ว ที่สำคัญอีกอย่างคือผิวภายในต้องไม่ร้อน

หากผิวเปลือกอาคารภายในร้อนคนที่นั่งใกล้เปลือกอาคารก็จะร้อนไปด้วยแม้ว่าอุณหภูมิอากาศจะเย็น (Local Discomfort) ดังนั้นจึงมักจะปรับแอร์ให้เย็นลงไปอีก ทำให้คนที่นั่งโซนด้านในหนาว ค่าไฟก็สูง

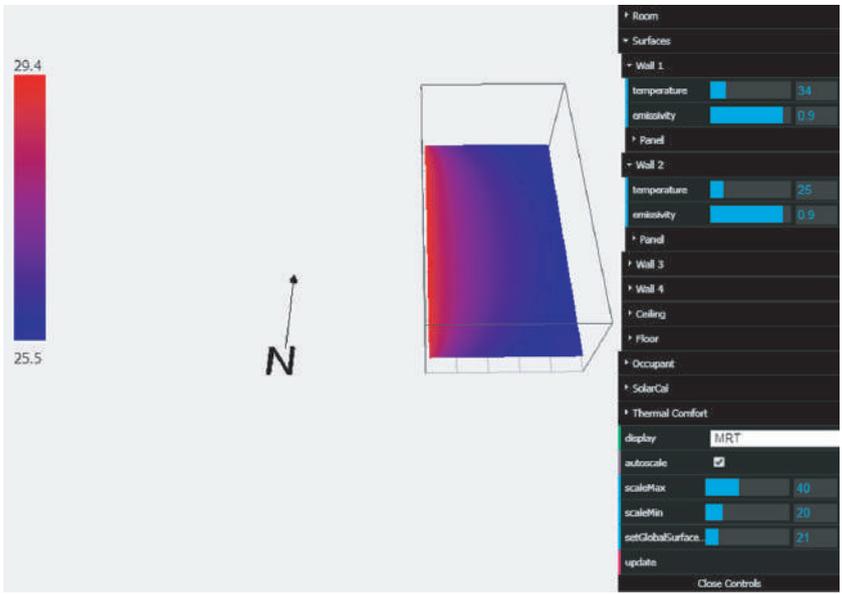
ความสบายเชิงความร้อนคือสภาวะที่คนเรารู้สึกร้อนหนาวหรือพอดีกับสภาพแวดล้อม ซึ่งแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อม มี 4 ปัจจัย คือ 1) อุณหภูมิอากาศ 2) อุณหภูมิจากการแผ่รังสี (MRT) 3) ความเร็วลม และ 4) ความชื้นสัมพัทธ์ และปัจจัยด้านบุคคล มี 2 ปัจจัยคือ 1) กิจกรรมของคนในพื้นที่ และ 2) เสื้อผ้าที่สวมใส่

โดยค่าความเร็วอากาศเฉลี่ย ( $V_a$ ) ในการออกแบบโดยทั่วๆ ไปจะอยู่ที่ 25 – 50 FPM (0.13 – 0.25 m/s) อย่างไรก็ตามที่ความเร็ว 50 FPM คนที่นั่งทำงานอยู่กับที่จะรู้สึกวุ่นวายก่อนข้างแรง ส่วนความเร็วที่สูงขึ้นไป เช่นที่ 75 FPM (0.38 m/s) นั้นมักจะใช้เป็นค่าสูงสุดในการออกแบบสำหรับห้างสรรพสินค้าที่คนเดินไปมา และความเร็วที่ 75 – 300 FPM (0.38 – 1.52 m/s) มักนิยมใช้ในการออกแบบ Spot cooling ในโรงงานอุตสาหกรรม

โดยการเปรียบเทียบความสบายเชิงความร้อนของโซนต่างๆที่จะยกตัวอย่างต่อจากนี้จะทำให้โดยอ้างอิงความสบายเชิงความร้อนที่ค่า PMV หรือ Thermal Sensation Scale ค่าเดียวกัน เช่นหากโซนอ้างอิงมี PMV 0.5 โซนอื่น ๆ ที่จะนำมาเปรียบเทียบจะมีค่า PMV 0.5 เช่นเดียวกัน

**การหาค่า MRT สามารถทำได้ฟรีที่ CBE MRT Calculator, <http://centerforthebuiltenvironment.github.io/mrt/> [2]**

รูปที่ 1 แสดงถึงการหาค่า MRT ของห้องที่มีผิวด้านหนึ่งของห้องใช้กระจกสองชั้นมีอุณหภูมิผิว 34 °C ส่วนอุณหภูมิผนังด้านอื่นๆ 25 °C จะได้ค่า MRT ของพื้นที่ใกล้เคียงประมาณ 29 °C

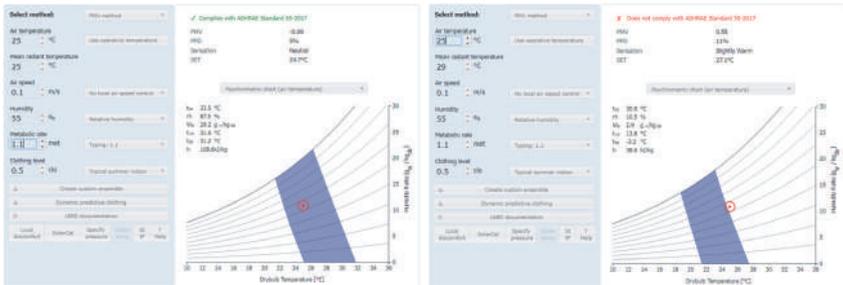


รูปที่ 1: MRT Calculator visualization [2]

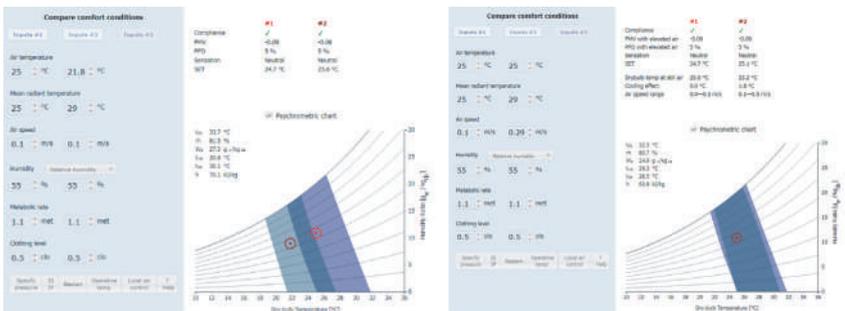
ส่วนวิธีการตรวจสอบความสบายเชิงความร้อน  
สามารถเข้าไปใช้ได้ฟรีที่ CBE Thermal Comfort Tool,  
<http://comfort.cbe.berkeley.edu/> [3]

จากรูปที่ 2 เปรียบเทียบห้องปรับอากาศที่อุณหภูมิ 25 °C ความชื้นสัมพัทธ์ 55%rh ที่ค่า MRT 25 °C และค่า MRT 29 °C จะเห็นว่าคนที่นั่งใกล้กระจกจะร้อน และอยู่นอก Thermal comfort zone

หากจะทำได้คนที่นั่งใกล้ผนังภายนอกอาคารที่มี MRT 29 °C มีความสบายเชิงความร้อนเท่ากับคนที่นั่งอยู่โซนภายในที่มี MRT 25 °C จะต้องลดอุณหภูมิอากาศโซนนอกกลงให้เท่ากับ 21.8 °C ดังรูปที่ 3 ซ้าย หรือต้องเพิ่มความเร็วอากาศให้เท่ากับ 0.29 m/s ดังรูปที่ 3 ขวา เป็นต้น ซึ่งความเร็วนี้ค่อนข้างสูงสำหรับคนที่นั่งทำงานส่งผลให้คนอาจรู้สึกรำคาญได้



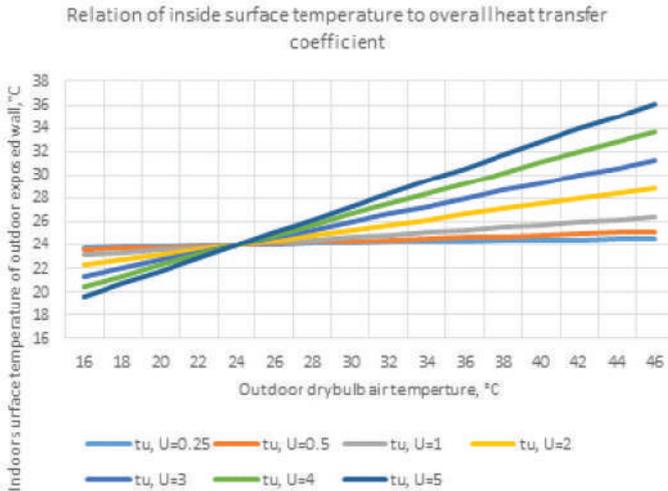
รูปที่ 2: เปรียบเทียบ Thermal comfort zone ของคนที่นั่งโซนภายใน (รูปซ้าย) กับคนที่นั่งใกล้กระจก (รูปขวา) [3]



รูปที่ 3: การปรับให้ Thermal comfort zone ของคนที่นั่งโซนภายในและโซนนอก มีความสบายเชิงความร้อนเท่ากัน (PMV -0.09) สามารถทำได้โดยปรับอุณหภูมิของโซนนอกให้ต่ำลง (รูปซ้าย) หรือปรับความเร็วลมของโซนนอกให้สูงขึ้น (รูปขวา) [3]

## ผนังกับ

สามารถประเมินค่าอุณหภูมิผิวผนังได้โดยประมาณโดยใช้ค่าอุณหภูมิอากาศแทนค่าอุณหภูมิผนังโซนใน (Interior wall) ส่วนอุณหภูมิผิวของผนังภายนอก (Outdoor exposed walls), สามารถประเมินได้จากกราฟรูปที่ 4



รูปที่ 4: แสดงค่าอุณหภูมิผิวผนังด้านในของผนังที่ภายนอกที่มีค่า U (W/m<sup>2</sup>K) ต่างๆ (ผนังก่ออิฐฉาบปูนที่มีความหนาประมาณ 100 mm มีค่า U ประมาณ 3.5 W/m<sup>2</sup>K ส่วนผนังที่มีการเพิ่มฉนวนหนาประมาณ 100 mm จะมีค่า U ประมาณ 0.3 W/m<sup>2</sup>K)

รูปที่ 4 แสดงอุณหภูมิของผนังที่ภายนอกที่มีค่า U ต่างๆ ในแต่ละอุณหภูมิภายนอกต่าง ๆ กัน ซึ่งค่า U ที่ต่ำลงจะช่วยลดความร้อนที่เข้าอาคารแล้ว ยังทำให้อุณหภูมิผิวผนังต่ำลงอีกด้วย ดังนั้นการใส่ฉนวนที่ผนังภายนอก นอกจากจะช่วยลดการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศแล้วยังช่วยปรับ Thermal comfort zone ไปทางขวาของ Psychrometric chart ซึ่งหมายถึงเราสามารถที่จะปรับเทอร์โมสตัทให้อุณหภูมิสูงขึ้นได้ โดยที่มีความสบายเชิงความร้อนเท่าเดิม ทำให้ประหยัดพลังงานได้อีกต่อหนึ่ง

ซึ่งผลที่เกิดจากผนังนี้มีกระทบกับคนที่นั่งอยู่ใกล้ผนังระยะประมาณ 1 – 2 เมตรจากผนัง ผลดังกล่าวทำให้คนที่อยู่ที่ริมผนังบ่นว่าร้อนในขณะที่คนอื่นๆ ที่อยู่โซนในสบายแต่หากปรับอุณหภูมิให้คนใกล้ผนังเย็นสบาย คนที่อยู่โซนในก็จะหนาว หากว่าผลของ MRT ที่ผนังไม่มากนักก็อาจแก้ไขได้โดยการปรับปริมาณลมบริเวณใกล้ผนังให้สูงขึ้นหรือการออกแบบที่เคลื่อนลมที่ใกล้ผนังให้มากขึ้นนั่นเอง แต่ก็ไม่ควรมากจนเกิดความรำคาญ

รูปที่ 5 เป็นรูปจากอาคาร EEC Academy ที่มีการปรับปรุงโดยการเพิ่มฉนวนให้กับผนังภายนอกอาคาร จากเดิมอุณหภูมิผิวผนังประมาณ 31 – 36 °C หลังการเพิ่มฉนวนทำให้อุณหภูมิผิวผนังลดลงเหลือประมาณ 27 °C ส่งผลให้คนที่นั่งใกล้ผนังรู้สึกเย็นขึ้นแม้ว่าตั้งเทอร์โมสตัทไว้ที่อุณหภูมิเดิม



รูปที่ 5: แสดงอาคาร EEC Academy ที่มีการปรับปรุงเพิ่มฉนวนให้กับผนัง ทำได้จริง และเห็นผลชัดเจน

## กระจก

สำหรับผนังที่บิหากเลือกที่ผนังที่มีค่า U ต่ำก็ทำให้ได้อุณหภูมิผนังต่ำลงไปด้วย แต่สำหรับกระจกแล้ว ค่า U ที่ต่ำไม่ได้หมายความว่าอุณหภูมิผิวกระจกจะต่ำด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อความสบายเชิงความร้อนของกระจกมีดังนี้

1. ขนาดกระจก โดยขนาดยิ่งใหญ่อุณหภูมิของกระจกยังมีผลต่อคนนั่งใกล้
2. ตำแหน่งของคน นั่งใกล้ไกลจากกระจกแค่ไหน นั่งใกล้มากก็มีผลกระทบมาก
3. ชนิดของกระจก มีผลกับอุณหภูมิผิวของกระจก โดยกระจกที่มีค่า Solar energy absorption สูง จะทำให้อุณหภูมิของกระจกสูง
4. ชนิดของแฟรมหรือกรอบกระจกและ Thermal breaker ถึงแม้จะใช้กระจกสองชั้นอย่างดีแต่เลือกกระจกที่ไม่มี Thermal breaker จะทำให้ความร้อนจากข้างนอกเข้ามาส่งผลให้แฟรมกระจกร้อนมาก คนนั่งใกล้ก็ร้อนไปด้วย

ตารางข้างล่างแสดงค่าอุณหภูมิผิวภายในของกระจกชนิดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิอากาศภายนอกประมาณ 32 °C และอุณหภูมิอากาศภายในประมาณ 24 °C

ชนิดกระจก	ค่า U (W/m <sup>2</sup> .K)	ค่า SC	Inside surface temp, oC	References	ค่า MRT ของคนนั่ง ใกล้กระจก (หาจาก CBE MRT), °C
กระจกใสชั้นเดียว	N/A	N/A	42	ผู้เขียนวัดค่า ที่อาคารแห่งหนึ่ง	33.4
กระจกสองชั้น ช่องว่างบรรจุอากาศ	3.14	0.84	34.4	[5]	29.6
กระจกสองชั้น ช่องว่างบรรจุ ก๊าซอาร์กอน	1.45	0.34	30.6	[5]	27.7
ชนิดกระจก	3.14	0.31	25 - 29	[5]	25 - 26.9

จากตารางจะเห็นว่าแม้ว่าเราสามารถลดค่าความร้อนที่เข้ามาในอาคารได้มาจากการเลือกกระจกสองชั้น แต่ค่าอุณหภูมิผิวของกระจกก็ยิ่งสูง และส่งผลกระทบต่อคนนั่งใกล้กระจก ดังนั้น การเลือกใช้ Air flow window จะมีส่วนช่วยในการสร้าง Thermal comfort ให้กับคนนั่งใกล้กระจกได้มากที่สุดทีเดียว



รูปที่ 6: แสดงกระจกที่มี Thermal breaker (ซ้าย) และกระจกแบบ Natural air flow (ขวา)

ดังนั้น การเลือกกระจกในมุมมองด้านพลังงานและความสบายเชิงความร้อนจะต้องพิจารณา ดังนี้

1. เลือกที่ค่า Overall heat transfer coefficient, U ต่ำ เช่นเดียวกับการเลือกผนังที่บีบ
2. เลือกที่ค่า Solar Heat Gain Coefficient, SHGC หรือค่า Shading Coefficient, SC ต่ำ
3. เลือกที่ค่าอุณหภูมิกระจกต่ำ

การ Upgrade หรือ Rebuild อาคารนอกจากจะเน้นในด้านการประหยัดพลังงานและการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและต้องมีความยั่งยืนแล้ว ยังต้องคำนึงถึงถึงคุณภาพชีวิตของคนที่อยู่ภายในอาคารด้วยหนึ่งในคุณภาพชีวิตของคนก็คือการอยู่ในสภาพอากาศที่มีความสบายทางความร้อนไม่ว่าเขาจะนั่งหรือทำกิจกรรมอยู่ตรงส่วนไหนของอาคารการเลือกเปลือกอาคารที่เน้นเฉพาะการลดค่าความร้อนเข้ามาในอาคารเพียงอย่างเดียวจึงไม่เพียงพอโดยเฉพาะอาคารที่มีกระจกเป็นส่วนประกอบของเปลือกอาคาร ซึ่งนอกจากต้องคำนึงถึงค่า Window to wall ratio ประกอบกับค่า U ในการ Optimize การใช้พลังงานแล้ว ยังต้องเลือกผนังและกระจกที่มีค่าอุณหภูมิจากภายในที่ต่ำด้วย ซึ่งนอกจากจะปรับปรุงค่า Thermal comfort ของคนที่นั่งใกล้กระจกให้ดีขึ้นแล้ว ยังเป็นการประหยัดพลังงานอีกทางหนึ่งด้วย เนื่องจากไม่ต้องปรับอุณหภูมิให้ต่ำกว่าโซนอื่น ๆ เพื่อชดเชยกับผิวกระจกที่ร้อน อีกทั้งยังทำให้การออกแบบและการควบคุมระบบปรับอากาศง่ายขึ้นอีกด้วย

## 1. เอกสารอ้างอิง

- 1] ANSI/ASHRAE Standard 55-2017, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
- [2] CBE MRT Calculator, <http://centerforthebuiltenvironment.github.io/mrt/>
- [3] CBE Thermal Comfort Tool, <http://comfort.cbe.berkeley.edu/>
- [4] ASHRAE Handbook – Fundamental, 2017, Chapter 9 Thermal Comfort
- [5] ศ.ดร.สุนทร บุญญาธิการ, นวัตกรรมการใช้กระจกสำหรับเมืองร้อนขึ้น, 2551



**Somjin Disawas**  
Executive Committee,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# แนวทางการรวมงานระบบ เข้ากับผนังภายนอกอาคาร (MEP Accommodated Facade)

การพัฒนาอาคารยุคใหม่ให้มีประสิทธิภาพทั้งด้านพลังงาน การใช้งาน และภาพลักษณ์ทางสถาปัตยกรรม ทำให้เกิดแนวทางออกแบบรูปแบบใหม่ที่เน้นการบูรณาการงานระบบประกอบอาคาร (MEP) เข้ากับผนังภายนอก (Facade) ของอาคารมากขึ้น ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งกับผนังเดี่ยว (Single skin facade) และระบบผนังคู่ (Double skin facade)

วิธีการนี้มีความเหมาะสม โดยเฉพาะในเมืองที่มีการจำกัดพื้นที่ภายในอาคาร หรือโครงการที่ต้องการความยืดหยุ่นด้านสถาปัตยกรรม รวมถึงโครงการปรับปรุงอาคารเก่า ที่ต้องการยกระดับสมรรถนะให้สอดคล้องกับมาตรฐานยุคใหม่

## การรวมงานระบบเข้ากับ Facade

### 1. การติดตั้งร่วมกับ Single Skin Facade

การติดตั้งงานระบบเช่น ท่อน้ำ ท่อลม ท่อระบายควันครีว หรือระบบสายไฟบนผนังเดียว เป็นแนวทางที่ช่วยลดการใช้พื้นที่ในแกนอาคาร (Core) หรือช่องชาร์ป (Shaft) และลดความซับซ้อนในการเดินท่อในแนวราบ การติดตั้งต้องพิจารณาความสวยงาม การปกปิด และความทนทานต่อสภาพอากาศ โดยมักใช้แผงบังแดด หรือ Facade Elements ช่วยปิดบังงานระบบให้เรียบร้อย



#### ข้อดี

- ลดพื้นที่ shaft ภายในอาคาร
- เหมาะกับอาคารที่ต้องการพื้นที่ใช้สอยภายในให้มากที่สุด
- การบำรุงรักษา เข้าถึงง่ายหากเตรียมทางเดิน หรือ ช่องทาง Service ไว้ ซึ่งควรแยกจากทางเข้าใช้งานทั่วไป เพื่อแยกผู้ใช้อาคารกับช่าง

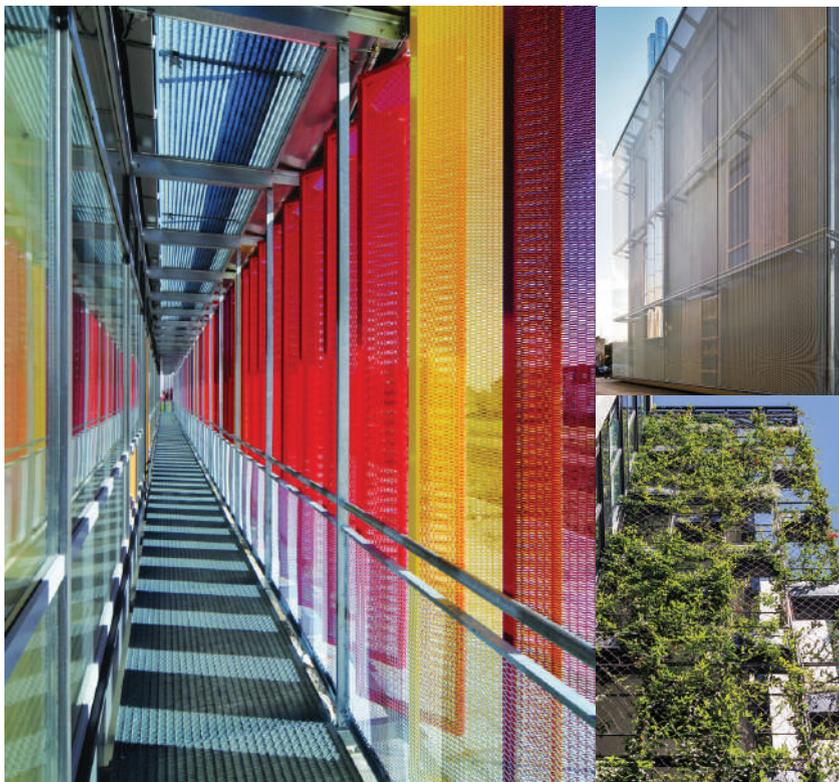
#### ข้อเสียและข้อควรระวัง

- ต้องออกแบบให้ทนสภาพอากาศภายนอก
- อาจกระทบภาพลักษณ์อาคารหากการปกปิดไม่ดีพอ
- หากมีการเดินท่อลมเย็นหรือท่อน้ำเย็นภายนอกอาคาร ต้องพิจารณาเรื่องฉนวนและวัสดุปิดผิว (Cladding) ให้เหมาะสม

## 2. การติดตั้งร่วมกับ Double Skin Facade

Double skin facade ให้พื้นที่ว่างระหว่างผนังสองชั้น ซึ่งเป็นช่องทางเดินท่อหรือระบบได้อย่างเหมาะสม รวมถึงเป็นพื้นที่สำหรับติดตั้งงานระบบที่ต้องการความมิดชิดและปลอดภัยมากขึ้น ความนิยมของ Double Skin Facade ยังเพิ่มขึ้นเนื่องจากสามารถใช้เป็น Green Wall, Ventilated Facade, และ Passive Shading ซึ่งช่วยลดภาระการทำความเย็น (Cooling load) ได้อย่างชัดเจน โดยเฉพาะในเขตร้อน

นอกจากนี้ควรเตรียมช่องทางเข้าถึงระบบเพื่อบำรุงรักษาโดย แยกทางเข้าเฉพาะข้าง เพื่อลดโอกาสสרבกวนผู้ใช้อาคารทั่วไป และเพิ่มความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารในช่วงการบำรุงรักษางานระบบ

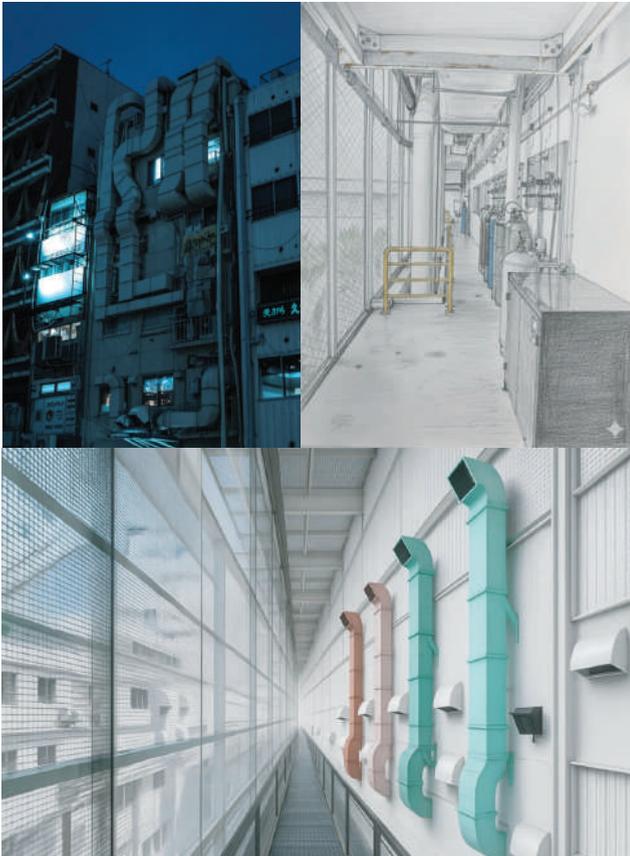


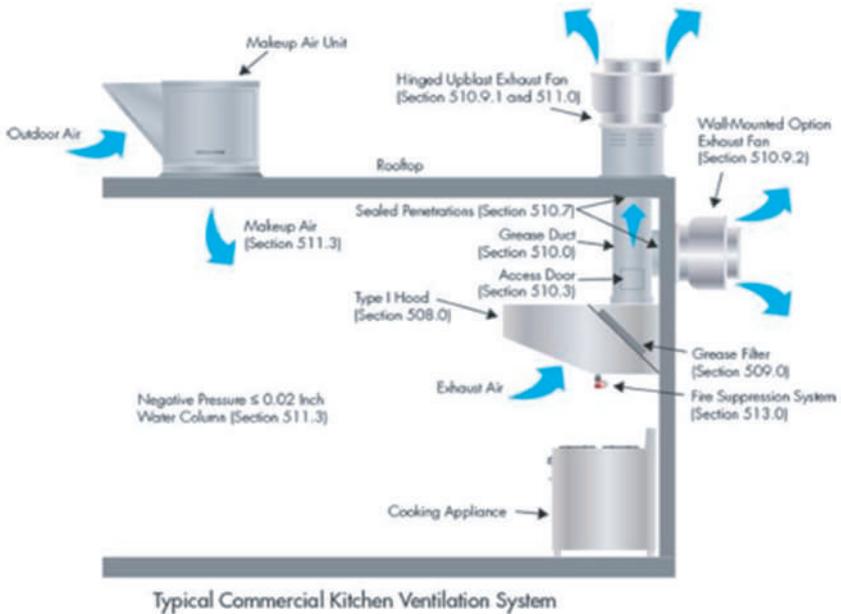
## การใช้งานกับระบบท่อลมครัว (Kitchen Exhaust Duct)

หนึ่งในงานระบบที่มีความเสี่ยงสูงและสร้างปัญหาในด้านความปลอดภัยคือ ท่อระบายควันครัว (Kitchen Exhaust Duct) เนื่องจากเป็นท่อที่เกี่ยวข้องกับไขมันและอุณหภูมิสูง การเดินท่อในแนวราบหรือผ่านพื้นที่อื่นของอาคารสามารถเพิ่มโอกาสเกิดเหตุเพลิงไหม้ได้ รวมถึงท่อลมต้องเป็นท่อที่ต้องกันไฟ หากมีการเดินท่อข้าม Compartment ซึ่งสิ้นเปลืองงบประมาณ

การนำแนวคิดนี้มาใช้กับท่อลมครัว โดยให้ท่อออกที่ผนังห้องครัวสู่โซน Double Skin หรือ Facade Zone โดยตรง ช่วยลดความเสี่ยงดังกล่าวลงมาก นอกจากนี้ยังช่วยลดความยาวท่อ ลดการสะสมไขมันในท่อ และเพิ่มความง่ายในการล้างและตรวจสอบ

แนวทางนี้จึงเหมาะกับทั้งอาคารใหม่และอาคารเก่าที่ต้องการปรับปรุงให้ตรงตามมาตรฐานความปลอดภัยยุคใหม่





## การประยุกต์แนวคิดเพื่อการปรับปรุงอาคารเก่า

การปรับปรุงอาคารเก่าโดยใช้แนวคิดนี้ ทำให้

### 1. ระบบอาคารมีประสิทธิภาพดีขึ้น

การเพิ่มพื้นที่เดินระบบภายนอกอาคารช่วยหลีกเลี่ยงข้อจำกัดของโครงสร้างเดิม ลดงานรื้อถอนหนักภายในอาคาร ทำให้การปรับปรุงทำได้รวดเร็วกว่าการปรับปรุง Shaft ภายใน

### 2. เพิ่มศักยภาพด้านพลังงานและความยั่งยืน

Double Skin Facade สามารถช่วยลดความร้อนเข้าสู่อาคาร ลดโหลดของระบบปรับอากาศ และหากเพิ่ม Green Wall ยังช่วยเพิ่มพื้นที่สีเขียว ช่วยดูดซับความร้อนและมลพิษ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทาง Sustainability ที่ธุรกิจยุคใหม่ให้ความสำคัญ

### 3. รีเฟรมสภาพลักษณะอาคาร

Double Skin Facade สามารถ Re-design อาคารเก่าให้มีลูกทันทันสมัยโดยไม่ต้องทำลายโครงสร้างเดิม อีกทั้งยังซ่อนงานระบบที่ติดตั้งใหม่ ทำให้ผนังอาคารดูเรียบร้อยและมีคุณภาพสูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

#### 4. รองรับเทคโนโลยีใหม่ในอนาคต

เปิดโอกาสให้สามารถติดตั้งเทคโนโลยีที่อาคารเก่าไม่รองรับมาก่อน เช่น

- ระบบ Ventilation หรือ DOAS ใหม่
- ติดตั้ง Solar Shading อัจฉริยะ
- ระบบอัตโนมัติสำหรับควบคุม Microclimate ภายในช่องว่างของ Double Skin ทำให้อาคารเก่ากลับมามีประสิทธิภาพใกล้เคียงอาคารใหม่ได้โดยไม่ต้องทุบหรือโครงสร้างหลัก

#### 5. ข้อควรระวังด้านโครงสร้าง

การติดตั้ง Double Skin และงานระบบเพิ่มเติม เป็นการเพิ่มน้ำหนักบรรทุก (Load) ให้กับอาคารเก่า จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของโครงสร้างเดิม (Structural Load Analysis) ก่อนดำเนินการเสมอ

#### สรุป

แนวคิด MEP Accommodated Facade เป็นการออกแบบเชิงบูรณาการที่ตอบโจทย์ทั้งวิศวกรรม และสถาปัตยกรรม ช่วยให้การใช้พื้นที่ภายในอาคารคุ้มค่า เพิ่มความปลอดภัยในระบบเสี่ยงสูงอย่าง ท่อระบายควันครีว และอำนวยความสะดวกในการบำรุงรักษา

เมื่อผลसानการออกแบบที่คำนึงถึง ความปลอดภัย (Safety) และ ประสิทธิภาพพลังงาน (Efficiency) เข้าด้วยกัน แนวทางนี้จะเป็ทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการยกระดับอาคาร ทั้งในแง่สิ่งแวดล้อม เศรษฐกิจ ความปลอดภัย และภาพลักษณ์ที่ยั่งยืน



**Kecha Thirakomen**

Chairman and Chief of Innovation,  
EEC Engineering Network Co., Ltd.

ประธานสภาพันธมิตรทำความเย็นและการปรับอากาศแห่งประเทศไทย

# Chiller vs VRF:

## ความจริงที่เจ้าของอาคารต้องรู้ ก่อนตัดสินใจลงทุนระบบปรับอากาศ ยุคใหม่

ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ระบบปรับอากาศแบบ VRF (Variable Refrigerant Flow) ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะในอาคารสำนักงาน อาคารพักอาศัยระดับไฮเอนด์ คอมมูนิตี้อพาร์ตเมนต์ และอาคารขนาดกลาง ด้วยเหตุผลด้านความยืดหยุ่นในการติดตั้ง ใช้พื้นที่ห้องเครื่องน้อย และมีประสิทธิภาพว่า “ประหยัดพลังงานกว่า” ทำให้หลายโครงการเลือกใช้ VRF เพื่อแทนระบบчилเลอร์แบบเดิม

อย่างไรก็ตาม ความจริงด้านกฎหมายสารทำความเย็น, ความปลอดภัย, ประสิทธิภาพพลังงาน, ค่าใช้จ่ายวงจรชีวิต (Life-cycle cost) และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะ 20–30 ปีของอาคาร กลับไม่ค่อยถูกพูดถึง ทั้งที่เป็นประเด็นสำคัญอย่างยิ่งต่อการตัดสินใจลงทุนระบบปรับอากาศของเจ้าของอาคาร

บทความนี้ตั้งใจให้เป็นคู่มือเชิงเทคนิคและเชิงบริหาร เพื่ออธิบายข้อเท็จจริงล่าสุดด้าน VRF และ Chiller รวมถึงการเปลี่ยนผ่านสู่สารทำความเย็นรุ่นใหม่ (Next-GWP refrigerants) เพื่อช่วยให้เจ้าของอาคาร/ผู้ออกแบบ/วิศวกรสามารถตัดสินใจได้อย่างถูกต้องและปลอดภัยในระยะยาว

VRF vs. Chiller	
 R410A เลิกใช้ → R32 A2L ตัดไฟ	 R134a เลิกใช้ → R513A/R1234ze
 จำกัดขนาด ≤ 52,000 BTU	 ไม่ตัดไฟ (A1)
 ผู้ติดตั้งต้องผ่านการอบรม A2L	 Water-Cooled ประสิทธิภาพดีที่สุด (ประหยัดกว่า 20-30%)
 Air-Cooled ประสิทธิภาพดีกว่า Chiller	 Load Sharing ดี ติดตั้งเล็กกว่า VRF ~30%
 อายุระบบ ~ 10-12 ปี ให้ความร้อนทางอากาศ	 เหมาะกับอาคารเกรด A โรงแรม/sw.

## 1. ภูมิทัศน์ใหม่ของสารทำความเย็น: เรื่องที่คนส่วนใหญ่ยังไม่รู้

### 1.1 ทำไม R410A และ R134a กำลังจะถูกเลิกใช้ (Phase-Down / Phase-Out)?

- R410A — GWP ≈ 2,088 (จัดเป็น High-GWP)
- R134a — GWP ≈ 1,430

ทั้งคู่ถูกบังคับให้ลดปริมาณตามกฎหมาย Montreal Protocol (Kigali Amendment) ที่ทั่วโลกกำลังเร่งทำให้เข้มงวดขึ้น รวมถึงประเทศไทยที่ประกาศแผนลดการใช้ HFC อย่างเป็นทางการแล้ว การติดตั้งระบบใหม่ที่ใช้ HFC สูงจึงมีความเสี่ยงอย่างยิ่งในแง่:

- ความเสี่ยงด้าน ต้นทุนการบำรุงรักษาและเติมน้ำยาในอนาคต (ราคาอาจพุ่งขึ้นหลายเท่า)
- ความเสี่ยงด้าน การขาดอะไหล่ / การหยุดผลิต
- ความเสี่ยงทางกฎหมายเมื่อประเทศออกข้อบังคับจำกัดหรือยกเลิกการใช้งาน

แม้ผู้ใช้จำนวนมากยังไม่รับรู้ แต่ “การตัดสินใจในวันนี้” ส่งผลต่ออาคารต่อไปอีก 20-30 ปี

## 2. VRF: ประเด็นด้านความปลอดภัยและกฎหมายใหม่ที่กำลังจะมีผล

### 2.1 การเปลี่ยนจาก R410A → R32 (A2L ติดไฟระดับต่ำ)

R32 ถูกผลักดันให้เป็นสารทดแทน R410A เนื่องจากมี GWP ต่ำกว่า (GWP ≈ 675) แต่มีสถานะความปลอดภัย A2L — ติดไฟระดับต่ำ (Mildly Flammable) ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดหลายอย่าง:

## ข้อจำกัดตามมาตรฐานความปลอดภัย

- ขนาดสูงสุดของ VRF indoor หนึ่งชุดไม่ควรเกิน 52,000 BTU ต่อวงจรสารทำความเย็น
- ต้องคำนวณ ปริมาณสารทำความเย็นสูงสุดต่อพื้นที่ห้อง (Charge Limit)
- ห้ามมี \*\* Leakage Point\*\* ในพื้นที่อยู่อาศัยโดยไม่ได้ออกแบบตามมาตรฐาน EN378 / ISO 817

## ผู้รับเหมาและช่างต้องผ่านการอบรมความปลอดภัย

ตามแนวทางของกรมโยธาธิการฯ (กำลังดำเนินการร่างกฎหมาย)

- ผู้ติดตั้ง VRF-R32 จะต้อง ขึ้นทะเบียน
- ต้องผ่านหลักสูตร การทำงานกับสาร A2L
- อุปกรณ์ต้องมีเครื่องหมายพิเศษ เช่น Leak Detector, Ventilation Guideline

ปัญหาคือ: ปัจจุบันช่างส่วนใหญ่ในตลาด “ยังไม่ผ่านการอบรม A2L”

## 3. ประสิทธิภาพพลังงาน: VRF จริง ๆ ประหยัดกว่า Chiller หรือไม่?

### 3.1 ข้อมูลจริงจากอาคารสำนักงานเกรด A

มีการพบอย่างต่อเนืองว่า:

อาคารเกรด A ที่ใช้ VRF → มีค่า MEA Energy Index สูงกว่าอาคารที่ใช้ Chiller Water-cooled

เหตุผลหลักคือ:

- 1) VRF ระบายความร้อนด้วยอากาศ → COP ต่ำกว่า Water-cooled Chiller
  - Heat rejection ที่คอนเดนเซอร์นอกอาคาร ทำงานหนักกว่า
  - ผลกระทบจากอุณหภูมิภายนอกอาคารสูงในไทย (35-40°C)
- 2) ระบบ VRF ไม่มี Load Sharing เท่ากับ Chiller  
อาคารจริงไม่ได้ใช้โหลด 100% ตลอดเวลา การแชร์โหลดของ Chiller ทำได้ดีกว่า VRF หลายเท่า

ผลทางวิศวกรรม:

Chiller มีขนาดติดตั้ง (Installed Capacity) น้อยกว่า VRF ราว 30% สำหรับอาคารที่มีลักษณะโหลดต่อเนื่อง (Office, Mall, Hospital)

- 3) หอทำความเย็น (Cooling Tower) ช่วยระบายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ  
Water evaporation → ทำให้อุณหภูมิคอนเดนเซอร์ต่ำกว่า Air-cooled 8-12°C  
ผลคือ COP (กลางปี) สูงกว่า VRF อย่างชัดเจน

## 4. เปรียบเทียบระบบ VRF vs Chiller (ด้านพลังงาน / ความปลอดภัย / การบำรุงรักษา)

### 4.1 บทสรุปภาพรวม

ประเด็น	VRF	Chiller
สารทำความเย็น	R410A (เลิกใช้) → R32 (A2L ติดไฟ)	R134a (เลิกใช้) → R513a / R1234ze (ไม่ติดไฟ)
ความปลอดภัย	เสี่ยงการรั่วในพื้นที่ผู้ใช้งาน	อยู่ในห้องเครื่อง ไม่กระทบผู้ใช้งาน
พลังงาน	Air-cooled → ประสิทธิภาพต่ำกว่า	Water-cooled → COP สูงที่สุด
ขนาดติดตั้ง	สูงกว่า 30%	ต่ำกว่า 30% (Load Sharing ดี)
ความร้อนทิ้งในเมือง	สูง เพราะ Reject ความร้อนด้วยอากาศ	ต่ำ ลด Heat Island Effect
เสียง/สั่นสะเทือน	Outdoor หลายจุด	อยู่ในห้องเครื่องเท่านั้น
วงจรชีวิต	สั้นกว่า (10-12 ปี)	ยาวกว่า (20-25 ปี)

## 5. Chiller ยุคใหม่: นวัตกรรม GWP ต่ำ + Oil-free Compressor

### 5.1 สารทำความเย็นทดแทน

1. R513A — GWP ~ 630
  - ไม่ติดไฟ (A1)
  - ใช้แทน R134a ได้โดยไม่ต้องเปลี่ยนระบบมาก
2. R1234ze — GWP < 1
  - Ultra-low GWP
  - ประสิทธิภาพสูงโดยเฉพาะ Part-Load
  - ทั่วโลกเริ่มใช้ในโครงการพรีเมียม

ทั้งคู่มีความปลอดภัยกว่า R32 และไม่มีข้อจำกัดการติดไฟสำหรับอาคารสูงหรืออาคารประชาชนหนาแน่น

### 5.2 คอมเพรสเซอร์แบบ Oil-free (Magnetic Bearing)

เป็นเทคโนโลยีที่กำลังกลายเป็นมาตรฐานใหม่ในตลาด Chiller ระดับกลาง-ใหญ่

ข้อดี:

- COP & IPLV สูงกว่าแบบ Oil-Lubricated
- ไม่ต้องล้าง Oil Cooler / Oil Filter
- เสียงเงียบมาก (30–35 dBA)
- ไม่มีการสั่นสะเทือนเกือบศูนย์
- ลดค่าใช้จ่ายบำรุงรักษาระยะยาว 20–40%

เหมาะมากสำหรับอาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล และศูนย์ราชการ

## 6. ผลกระทบเชิงระบบเมือง (Urban Impact)

VRF ที่ระบายความร้อนด้วยอากาศ (ซึ่งเป็น 90% ของตลาด) ส่งผลให้เกิดความร้อนทิ้งกระจายทั่วบริเวณอาคาร → ทำให้เมืองร้อนขึ้น

ในขณะที่ Chiller ระบายความร้อนด้วยน้ำ → ระบายความร้อนสู่ Cooling Tower ซึ่งอยู่บนชั้นดาดฟ้าหรือพื้นที่ควบคุมได้ จึงลดผลกระทบต่อคนเดินถนนและอาคารข้างเคียง

## 7. กรณีศึกษา (Case Study) เพื่อช่วยการตัดสินใจ

### Case 1: อาคารสำนักงาน 40,000 m<sup>2</sup>

- VRF ต้องติดตั้ง 2,200 TR
- Chiller ต้องติดตั้งเพียง 1,550 TR (ลดลง ~30%)
- ค่าไฟฟ้ารายปี VRF สูงกว่า 20–25%
- ค่าเดินระบบ (OPEX 10 ปี) สูงกว่า > 40 ล้านบาท

### Case 2: โรงแสม 300 ห้อง

- VRF ส่งเสียงและความร้อนทิ้งภายนอก → ลดคุณภาพประสบการณ์ผู้เข้าพัก
- Chiller + Fan Coil → เงียบกว่า / ควบคุมโซนดีกว่า
- อายุการใช้งานยาวกว่าเกือบ 2 เท่า

### Case 3: โรงพยาบาล

- ความปลอดภัยสำคัญที่สุด
- ห้ามใช้ระบบที่มีสารติดไฟในพื้นที่ผู้ป่วย
- Chiller + AHU เป็นมาตรฐานสากล (Hospital-grade HVAC)

## 8. ข้อเสนอเชิงนโยบายสำหรับเจ้าของอาคารและผู้บริหารโครงการ

### 8.1 สำหรับอาคารใหม่

- เลือกระบบ Water-cooled Chiller + R513A หรือ R1234ze
- หากต้องใช้ VRF: จำกัดไว้เฉพาะพื้นที่ที่เป็นโซนเล็กและแยกอาคาร

### 8.2 สำหรับอาคารปรับปรุง (Retrofit)

หากต้องการยืดอายุอาคารอีก 20–30 ปี:

- หลีกเลี่ยงการลงทุนใหม่กับ R410A VRF

- พิจารณา Chiller ใหม่แบบ Oil-Free
- ปรับปรุง Cooling Tower + Pump VFD เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด

## 9. บทสรุป: VRF หรือ Chiller – ควรเลือกอะไร?

### VRF เหมาะกับ

- อาคารขนาดเล็ก-กลาง
- การรีโนเวตเฉพาะบางส่วนที่ไม่มีพื้นที่ทำท่อน้ำ
- โครงการราคาจำกัด

แต่ต้องรับรู้ความเสี่ยงด้าน กฎหมาย, สาร A2L, พลังงาน, และ วงจรชีวิตที่สั้นกว่า

### Chiller เหมาะกับ

- อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า
- อาคารใหม่ที่ต้องการอายุใช้งานยาว
- อาคารที่ต้องการเกรด A TREES/ LEED / WELL
- โครงการที่ต้องการใช้พลังงานต่ำที่สุด



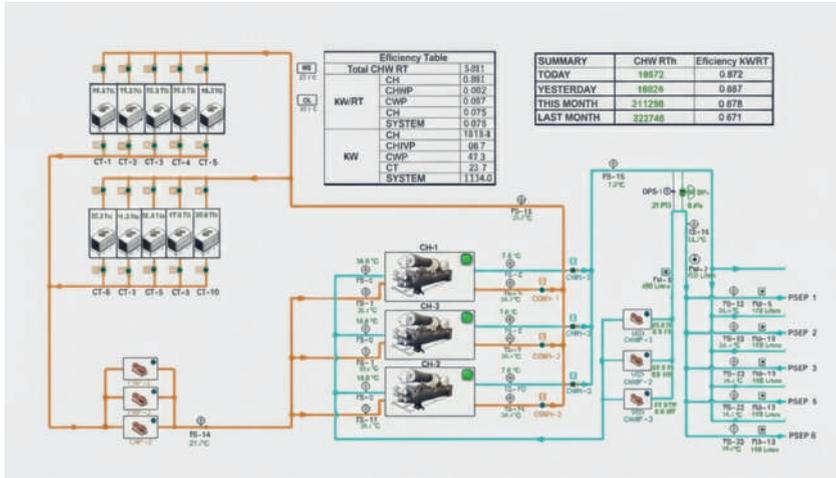
**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การยกระดับประสิทธิภาพ ระบบผลิตน้ำเย็นในอาคารเดิม ด้วยปัญญาประดิษฐ์ AI

## จากระบบควบคุมแบบพื้นฐานสู่ Optimization

อาคารจำนวนมาก โดยเฉพาะอาคารที่มีอายุการใช้งานมากกว่า 10–20 ปี ยังคงใช้ระบบผลิตน้ำเย็น (Chiller Plant) ที่อาศัยการควบคุมแบบพื้นฐาน (Basic Control) ผ่านระบบ Building Management System (BMS) หรือ Chiller Plant Manager System (CPMS) รุ่นเก่า การควบคุมมักใช้ตรรกะแบบคงที่และอาศัยการปรับตั้งด้วยผู้ปฏิบัติงานเป็นหลัก ซึ่งทำให้ระบบไม่สามารถตอบสนองต่อสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างทันท่วงที ส่งผลให้เกิดการใช้พลังงานเกินจำเป็นและความไม่เสถียรในการทำงานของอุปกรณ์ การนำเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence: AI) มาประยุกต์ในการเพิ่มประสิทธิภาพระบบผลิตน้ำเย็นจึงเป็นทางเลือกสำคัญในการปรับปรุงอาคารเดิมให้มีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือที่สูงขึ้น

# 1. ข้อจำกัดของระบบ Chiller Plant แบบพื้นฐานในอาคารเดิม



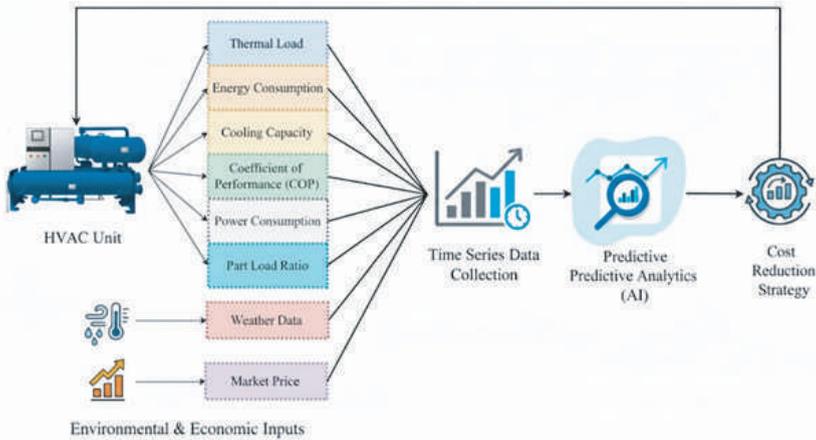
แผนผังระบบ Chiller Plant Management System (CPMS)

## 1.1 ระบบพื้นฐานของอาคารเดิมมีลักษณะร่วมกันหลายประการ ได้แก่

- **กลยุทธ์การควบคุมแบบคงที่:** การตั้งค่า Setpoint เช่น อุณหภูมิ น้ำเย็นจ่ายหรือค่าความดันควบคุมมักถูกกำหนดแบบตายตัวจากสภาพการทำงานเดิม ซึ่งไม่สอดคล้องกับโหลดความเย็นที่แปรผันตามเวลาและสภาพอากาศ
- **การตอบสนองที่ล่าช้า:** เมื่อโหลดอาคารเปลี่ยนแปลง ผู้ปฏิบัติงานต้องอาศัยการสังเกตและปรับด้วยตนเอง ทำให้เกิดความล่าช้าและไม่สามารถรักษาประสิทธิภาพได้ตลอดเวลา
- **ข้อมูลมีจำกัด:** ระบบเดิมมักมีเซ็นเซอร์ไม่ครบหรือไม่มีการเชื่อมโยงข้อมูลเชิงลึก ทำให้การวิเคราะห์สถานะของระบบทำได้จำกัด
- **การเลือกอุปกรณ์ไม่เหมาะสม:** การเดินเครื่องแบบ “Fixed Equipment Combination” เช่น เดินเครื่องซิลเลอร์ขนาดใหญ่ตลอดเวลา แม้โหลดต่ำกว่าก็เกิดการใช้พลังงานที่ไม่จำเป็น
- **การบำรุงรักษาเชิงรับ Reactive Maintenance** การซ่อมแซมเกิดขึ้นหลังความขัดข้อง หรือใช้แผนบำรุงรักษาตามรอบเวลาโดยไม่มีข้อมูลเชิงคาดการณ์เกี่ยวกับความเสี่ยงของอุปกรณ์

1.2 ข้อจำกัดเหล่านี้สะท้อนความต้องการในการยกระดับระบบควบคุมให้สามารถปรับตัวตามสถานะจริงเพื่อลดการสูญเสียพลังงานและเพิ่มความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์

## 2. บทบาทของ AI ในการยกระดับระบบผลิตน้ำเย็นของอาคารเดิม



แผนผังรูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลด้วย AI

AI สามารถบูรณาการเข้ากับระบบผลิตน้ำเย็นของอาคารเดิมได้โดยไม่ต้องจำเป็นต้องเปลี่ยนอุปกรณ์หลัก ทำให้เหมาะกับโครงการปรับปรุงอาคารที่ต้องการผลตอบแทนจากการลงทุนในระยะสั้นและมีข้อจำกัดทางโครงสร้าง AI ช่วยยกระดับระบบได้ดังนี้

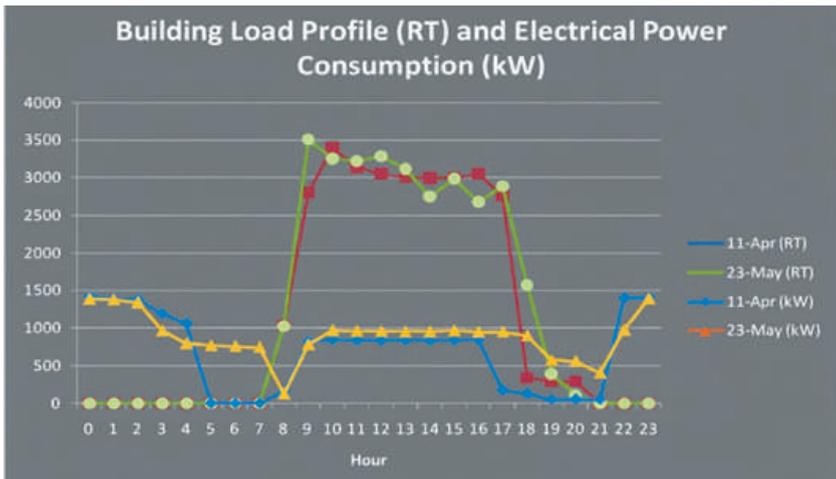
### 2.1 การควบคุมแบบไดนามิกและการปรับตัวอัตโนมัติ

AI วิเคราะห์ข้อมูลแบบเวลาจริงจากเซนเซอร์ อุปกรณ์ และสภาพอากาศภายนอก เพื่อปรับค่า Setpoints ให้เหมาะสมอย่างต่อเนื่อง เช่น อุณหภูมิ น้ำเย็นจ่าย (CHS), ความเร็วรอบ Pump และรอบพัดลมของ Cooling Tower ส่งผลให้ระบบทำงานใกล้ประสิทธิภาพสูงสุดตลอดเวลา

### 2.2 การทำนายโหลดความเย็นของอาคาร

สำหรับอาคารเดิมที่มีรูปแบบโหลดไม่เสถียร AI สามารถสร้างแบบจำลองโหลด (Load Forecasting) โดยพิจารณาจากข้อมูลดังนี้

- ข้อมูลการใช้พลังงานย้อนหลัง
- รูปแบบการใช้งานอาคาร
- สภาพอากาศ
- ฤดูกาล



(Building load profile ช่วยให้ระบบสามารถเตรียมการล่วงหน้า เช่น ลดการเริ่มต้นเดินเครื่องเกินจำเป็น หรือหลีกเลี่ยง Peak load)

### 2.3 การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงองค์รวม (Holistic Optimization)

ต่างจากระบบพื้นฐานที่ปรับเฉพาะอุปกรณ์บางส่วนตรงที่ AI จะพิจารณาทั้งระบบเป็นโครงสร้างเดียว เช่น ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลดังนี้

- ประสิทธิภาพของ Chiller
- อัตราการไหลของ Pump
- อุณหภูมิน้ำที่ Cooling Tower
- Low  $\Delta T$  syndrome ของอาคาร

**ผลลัพธ์คือ** การเลือกชุดการเดินเครื่องของชุดอุปกรณ์ที่มีต้นทุนพลังงานรวมต่ำที่สุดในแต่ละช่วงเวลา

### 2.4 การบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ Preventive Maintenance

AI ช่วยตรวจสอบพฤติกรรมของอุปกรณ์ เช่น Vibration Pattern,  $\Delta T$  Abnormality, Compressor kW/ton Deviation เพื่อตรวจจับสัญญาณผิดปกติล่วงหน้า ช่วยลด Downtime และยืดอายุอุปกรณ์ในอาคารเดิมที่มักเสี่ยงความเสียหายสูง

### 3. ผลประโยชน์ต่อโครงการปรับปรุงอาคารเดิม

การนำ AI มาเพิ่มประสิทธิภาพ Chiller Plant สามารถสร้างผลลัพธ์สำคัญดังนี้

- ลดการใช้พลังงาน 10–30% ขึ้นกับฐานของระบบเดิม
- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนต่ำกว่า การเปลี่ยน Chiller หรืออุปกรณ์หลัก
- ยกระดับความเสถียรของระบบ ลดปัญหาอุณหภูมิไม่คงที่หรือไหลตกเกิน
- ขยายอายุการใช้งานของ Chiller และ Pump ผ่าน Predictive Maintenance
- เพิ่มคุณภาพข้อมูล สำหรับการวางแผนด้านพลังงานของอาคาร
- เหมาะกับอาคารที่ต้องการลด Downtime เช่น โรงพยาบาล, โรงแรม, อาคารสำนักงานใหญ่

## บทสรุป

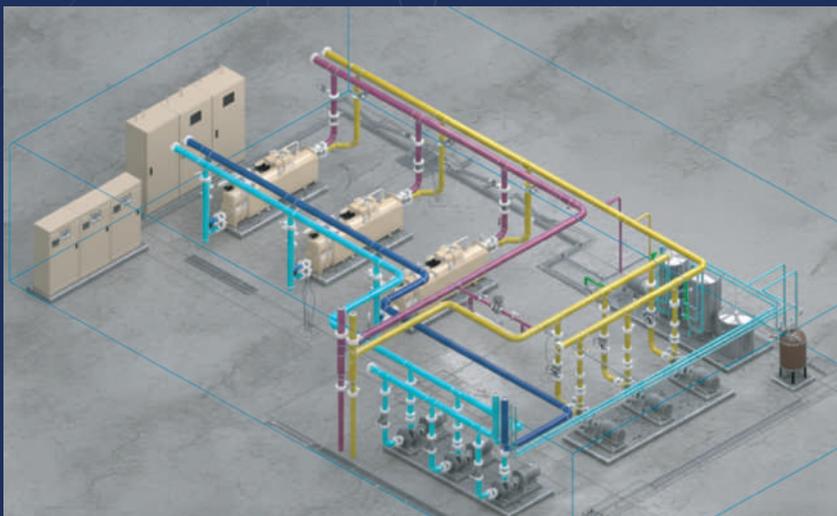
การปรับปรุงระบบผลิตน้ำเย็นในอาคารเดิมไม่จำเป็นต้องลงทุนสูงเสมอไป การใช้เทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ AI ในการควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพเป็นแนวทางที่สามารถให้ผลตอบแทนด้านพลังงานได้อย่างมีนัยสำคัญในขณะที่รักษาอุปกรณ์หลักเดิมไว้การเปลี่ยนผ่านจากระบบควบคุมแบบคงที่ไปสู่ระบบที่ขับเคลื่อนด้วยข้อมูลและการวิเคราะห์เชิงคาดการณ์ จึงเป็นก้าวสำคัญของงานปรับปรุงอาคารในยุคปัจจุบัน และเป็นแนวทางที่สอดคล้องกับการพัฒนาอาคารประหยัดพลังงานในระดับสากล



**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การปรับปรุงระบบจ่ายน้ำเย็น เดิมเป็นแบบ Variable Primary Only (VPF)

ระบบปรับอากาศที่ใช้เครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) เป็นส่วนสำคัญในการจัดการพลังงานในอาคาร โดยเฉพาะในส่วนของกระจายน้ำเย็น (Chilled Water Distribution) ซึ่งมีการพัฒนาจากระบบดั้งเดิมไปสู่ระบบที่ประหยัดพลังงานมากขึ้น การปรับเปลี่ยนระบบจ่ายน้ำเย็นจากแบบ Constant Flow หรือ Primary-Secondary Flow ไปเป็น Variable Primary Flow (VPF) ถือเป็นการยกระดับประสิทธิภาพการใช้พลังงาน



## ระบบ Variable Primary Flow (VPF)

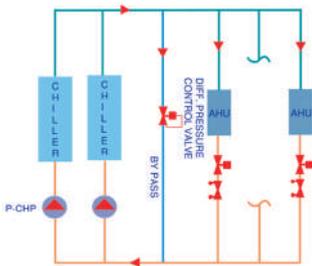
ปัจจุบัน Chiller รุ่นใหม่มีการพัฒนารองรับอัตราการไหลที่แปรผันได้และมีประสิทธิภาพสูงกว่าเดิม จึงสามารถใช้เพียงแค่เครื่องสูบน้ำ Primary พร้อม VSD จ่ายน้ำเย็นทั้งอาคาร และยกเลิกเครื่องสูบน้ำชุด Secondary เพิ่ม Minimum Flow By Pass Valve ควบคุมด้วย Flow Meter ไม่ให้อัตราการไหลผ่าน Chiller น้อยกว่าที่กำหนด และเพิ่มเติมด้วยการใช้ PICV ที่ AHUs, FCUs ทำให้ประหยัดพลังงานลดการเกิด Low DT และการ Commissioning ทำได้ง่ายขึ้น

## ระบบ Constant Flow

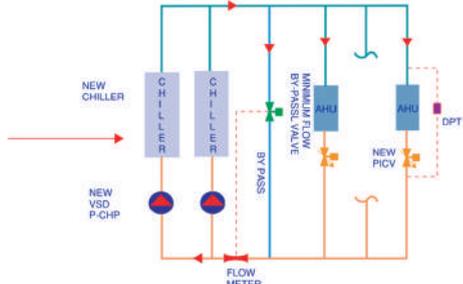
ระบบ Constant Flow อัตราการไหลน้ำเย็นผ่าน Chiller และเครื่องสูบน้ำเย็นคงที่ ระบบจ่ายน้ำเย็นในอัตราที่สูงเสมอ แม้ว่าโหลดความเย็นของอาคารจะลดลง ใช้ 2-way control valve ในการปรับอัตราการไหลของน้ำเย็นผ่านเครื่องส่งลมเย็น (AHU) น้ำเย็นส่วนที่เกินจะไหลผ่านท่อ By Pass กลับสู่ Chillers ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในเครื่องสูบน้ำสูง เนื่องจากทำงานเต็มที่ตลอดเวลา

## การเปลี่ยน Constant Flow เป็น VPF

- เปลี่ยน Chiller รุ่นใหม่ที่รองรับ variable flow และมีค่า COP ที่สูง
- เปลี่ยนเครื่องสูบน้ำพร้อมติดตั้ง VSD และเพิ่ม Differential Pressure Transmitter ที่ Index Loop เพื่อควบคุมอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำ
- แก้ไขท่อ By Pass เปลี่ยน Differential Pressure Control Valve เป็น Minimum



CONSTANT FLOW



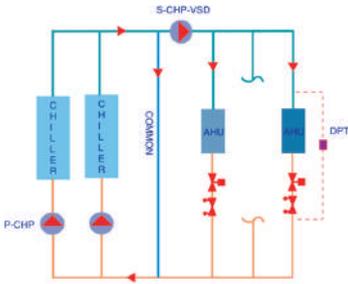
VARIABLE PRIMARY FLOW

## ระบบ Primary-Secondary Flow

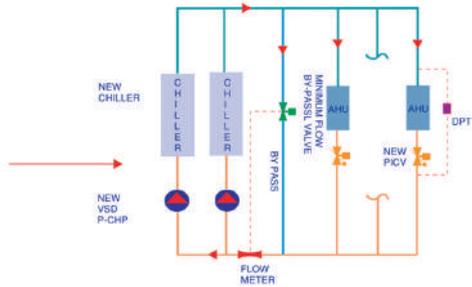
Primary-Secondary Flow (อัตราการไหลปฐมภูมิ-ทุติยภูมิ): ระบบนี้แบ่งการจ่ายน้ำเป็นสองส่วน ความดันเป็นอิสระต่อกันด้วยท่อ Common มีเครื่องสูบน้ำ Primary จ่ายน้ำให้ Chiller และเครื่องสูบน้ำชุด Secondary พร้อม VSD สำหรับจ่ายน้ำไปยัง AHU/FCU ซึ่งควบคุมด้วย Differential Pressure Transmitter ทำให้สามารถปรับอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำได้ตามโหลดจริง แต่ Chiller และเครื่องสูบน้ำ Primary ยังคงทำงานในอัตราการไหลคงที่ ทำให้ยังคงมีพลังงานสูญเสียที่เครื่องสูบน้ำ Secondary ค่อนข้างสูง

## การเปลี่ยน Primary-Secondary Flow เป็น VPO

- เปลี่ยน Chiller รุ่นใหม่ที่รองรับ variable flow และมีค่า COP ที่สูง เปลี่ยน Primary Pump พร้อมติดตั้ง VSD และยกเลิก Secondary Pump
- เพิ่ม Minimum Flow By Pass Valve ที่ท่อ Common และติดตั้ง Flow Meter ที่ท่อ Return
- เปลี่ยน 2-way control valve และ balancing valve ของ AHUs, FCUs เป็น Pressure Independent Control Valve (PICV) ตัวเดียวแทน



PRIMARY/SECONDARY



VARIABLE PRIMARY FLOW

## ตารางเปรียบเทียบ

คุณสมบัติ	1. ระบบ Constant Flow (CF)	2. ระบบ Primary/Secondary (P-S)	3. ระบบ Variable Primary Flow (VPF)
<b>ข้อดี</b>			
ต้นทุนเริ่มต้น	ต่ำเนื่องจากระบบมีความเรียบง่ายและไม่ซับซ้อน	สูงกว่า VPF	ต่ำกว่า P-S เนื่องจากตัดเครื่องสูบน้ำ Secondary และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องออก
พื้นที่ติดตั้ง	น้อย	ใช้พื้นที่มากกว่า VPF และ CF เนื่องจากเพิ่ม Secondary Pump	ใช้พื้นที่น้อยกว่า P-S
ความน่าเชื่อถือ/ความซับซ้อน	ระบบทำงานง่าย	น่าเชื่อถือสูงและเกือบจะไร้ข้อผิดพลาด (virtually fail-safe) ไม่ต้องการการควบคุมที่ซับซ้อนสำหรับ By Pass หรือการจัดลำดับการทำงาน of เครื่องทำความเย็น	ความซับซ้อนอยู่ในระดับกลาง แต่ต้องมีการออกแบบและบุคลากรที่มีความเข้าใจในระบบควบคุม
ประสิทธิภาพพลังงาน Pump	พลังงาน Pump สูงที่สุด	ดีกว่าระบบ CF	ต่ำกว่า PS เสมอ (ใช้พลังงาน pump ลดลงมากที่สุด)
การจัดการ Flow/Chiller	Flow ผ่าน Chillers คงที่ ทำให้การควบคุมสารทำความเย็นง่าย	Flow ผ่าน Chillers ในวงจร Primary คงที่ ทำให้การควบคุมสารทำความเย็นง่ายและมีความเสถียรในการจัดลำดับการทำงาน of Chillers ส่วนวงจร Secondary แปรผันสอดคล้องกับโหลดของอาคาร ทำให้ลดการใช้พลังงาน Pump	Flow แปรผันตลอดทั้งระบบสอดคล้องกับโหลดของอาคาร ทำให้ลดการใช้พลังงาน Pump ได้มากที่สุดและลดการเกิด overflow ด้วยการใช้นิยาม PICV

## ตารางเปรียบเทียบ (ต่อ)

คุณสมบัติ	1. ระบบ Constant Flow (CF)	2. ระบบ Primary/Secondary (P-S)	3. ระบบ Variable Primary Flow (VPF)
<b>ข้อเสีย</b>			
การควบคุม Flow	Flow ผ่าน Chiller คงที่ แต่แปรผันที่ AHUs, FCUs ทำให้มีโอกาสเกิด Low DT ในช่วง part load และจากอัตราไหลส่วนเกินที่ 2-way valve	Primary pump เป็นแบบ Constant speed (ในระบบดั้งเดิม) และต้องเปิดพร้อมกับ Chiller ในส่วน secondary เป็นแบบ Variable flow มีโอกาสเกิด Low DT จากอัตราไหลส่วนเกินที่ 2-way valve	ต้องมีการควบคุม Minimum Flow By Pass ที่ซับซ้อน เพื่อรักษาระดับการไหลขั้นต่ำของ Chiller การจัดลำดับการทำงาน มีความซับซ้อน
ประสิทธิภาพ Pump	สิ้นเปลืองพลังงาน Pump สูงมาก	Primary pump มักจะมี ประสิทธิภาพต่ำเนื่องจากเป็นแบบ High flow, Low head	แม้จะประหยัดพลังงาน แต่การควบคุมที่ผิดพลาด อาจทำให้ Chiller หยุดทำงาน (nuisance trips) ได้
ข้อจำกัด	เนื่องจากใช้พลังงานสูง ตามมาตรฐาน ASHRAE Standard 90.1 อนุญาตให้ใช้เฉพาะ สำหรับระบบ ที่มี AHUs, FCUs กว่า 3 ตัว หรือกำลังไฟฟ้ารวมของ Pump ไม่เกิน 10 hp	มีต้นทุนเพิ่มขึ้นจาก การเพิ่ม Secondary Pump	ต้องใช้บุคลากรปฏิบัติการ ที่มีความเข้าใจและได้รับการ ฝึกอบรมในระบบควบคุม Flow Rate ที่เปลี่ยนแปลง อย่างรวดเร็ว
ข้อควรระวัง	อาจทำให้เกิด Low DT ในช่วง part load ได้ เนื่องจากอัตราการไหล ผ่าน chillers คงที่	ต้องควบคุมให้ Flow ด้าน Secondary น้อยกว่า Primary ตลอดช่วงการใช้งาน เพื่อป้องกันน้ำเย็นด้านกลับ ไหลผ่านท่อ Common ไปผสมกับน้ำเย็นด้านส่ง	การควบคุม Minimum Flow By Pass Valve สำหรับ รักษาอัตราการไหลขั้นต่ำ สำหรับ Chiller และการ จัดลำดับการทำงาน ของ Chillers ที่ซับซ้อน และมี ข้อจำกัดไม่สามารถใช้ใน ระบบขนาดใหญ่เช่น District Cooling System หรือกลุ่ม อาคารเนื่องจากต้องการ ความดัน pump ที่สูง



**Somjin Disawas**  
Executive Committee,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

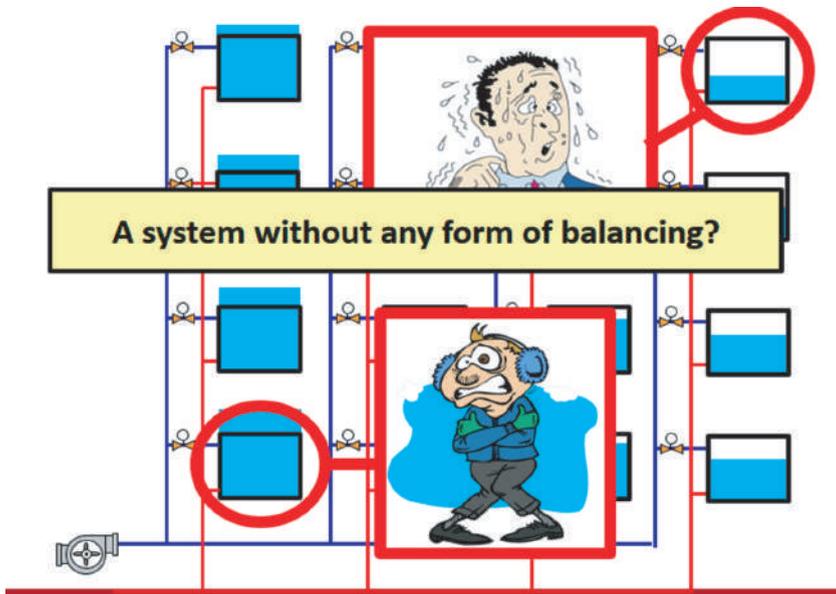
# การเลือกใช้ วาล์ว PICV

ระบบปรับอากาศแบบใช้น้ำเย็น (Chilled Water System) แบบดั้งเดิมที่ใช้ 2-Way Valve มักประสบปัญหาการ ปรับสมดุลน้ำ (Hydronic Balancing) ที่ไม่เสถียร โดยเฉพาะเมื่อระบบทำงานที่โหลดไม่เต็มที่ (Part Load) การเปลี่ยนแปลงของความต้องการความเย็นในแต่ละพื้นที่ทำให้แรงดันน้ำในระบบท่อเปลี่ยนแปลง โดยเมื่อวาล์วตัวอื่นๆ ในระบบปิดลงแรงดันในระบบจะสูงขึ้น ทำให้วาล์วตัวที่ยังเปิดอยู่ (แม้จะเปิดเพียงเล็กน้อย) มีอัตราการน้ำเย็นไหลผ่าน มากเกินความจำเป็น (Overflow) ส่งผลให้พื้นที่บางส่วนได้รับน้ำเย็นมากเกินไป (Overflow) และบางส่วนน้อยเกินไป (Underflow) ซึ่งนำไปสู่

- การควบคุมอุณหภูมิที่ไม่แม่นยำทำให้ ผู้ใช้งานรู้สึกไม่สบาย บางพื้นที่ร้อน (น้ำขาด) บางพื้นที่หนาว (น้ำเกิน)
- อุณหภูมิน้ำกลับต่ำกว่าที่ออกแบบไว้ (Low Delta T Syndrome) ส่งผลให้ Chiller และ Pump ทำงานหนักขึ้น สิ้นเปลืองพลังงาน

การเปลี่ยนจาก Conventional 2-way valve มาใช้ PICV หรือ Energy Valve เป็นการปรับปรุงที่เน้นการควบคุม อัตราการไหล ให้แม่นยำและเสถียร ซึ่งช่วยให้ปั๊มน้ำเย็นที่มีระบบควบคุมความเร็วรอบ (VSD) ทำงานได้อย่างเหมาะสมที่สุด

วาล์วควบคุมที่นิยมใช้มีอยู่สามชนิดหลักด้วยกันคือ 2-way valve (แบบดั้งเดิม), PICV valve และ Energy valve ในอาคารเก่าส่วนใหญ่เป็นแบบ 2-way valve (Conventional) ส่วนอาคารที่มีอายุประมาณ 7 – 15 ปี มีทั้งแบบ 2-way valve และ PICV และมี Energy valve บางส่วน สำหรับอาคารใหม่ๆ นั้นมีการใช้ PICV กันอย่างแพร่หลาย รวมถึงมีการใช้ Energy valve ในบางส่วน ตารางด้านล่างสรุปแนวทางการเลือกใช้วาล์วควบคุมน้ำเย็นแบบต่าง ๆ



รูปที่ 1 ความสำคัญของการทำ Balancing น้ำเย็น (Source: Danfoss)

## ตารางที่ 1 เปรียบเทียบวาล์วควบคุมน้ำเย็นแบบต่างๆ (ข้อมูลโดยละเอียดให้ศึกษาจากผู้ผลิต)

หัวข้อ	2-way valve	PICV (Mechanical)	PICV (Electronic)	Energy valve
หน้าที่หลัก	ควบคุมอุณหภูมิห้อง	ควบคุมอุณหภูมิห้องและอัตราการไหลให้สอดคล้องกับโหลด แม้แรงดันในระบบจะเปลี่ยนไป และลอคอัตราการไหลสูงสุดไว้	เหมือน PICV (Mechanical)	เหมือน PICV (Mechanical) และวัดค่าพลังงานความเย็นที่ใช้งาน รวมถึงควบคุม Delta T ระหว่างเครื่องกระทบกับ Thermal comfort)
ความแม่นยำในการควบคุมอัตราการไหล	ต่ำ (Flow เปลี่ยนเมื่อ Pressure เปลี่ยน) ขึ้นกับการเปลี่ยนแปลงความดันในระบบ	ปานกลาง ( $\pm 5-10\%$ )	สูง ( $\pm 2-5\%$ ) แต่ต้องติดตั้งให้ถูกต้องอย่างเคร่งครัด	สูงมาก ( $\pm 2\%$ ) แต่ต้องติดตั้งให้ถูกต้องอย่างเคร่งครัด
ความต้องการไฟฟ้า	ใช้เฉพาะที่ actuator เท่านั้น	เหมือน 2-way valve	Actuator + Controller	Actuator + Control Module
ความสามารถเชื่อมต่อกับ BMS	รู้แค่ % การเปิดวาล์ว (Feedback position)	เหมือน 2-way valve	อ่านค่า Flow (GPM/LPM) ได้ผ่าน Communication protocol	อ่านค่า Flow, Temperature, Power (kW), Energy (kWh), Delta T ผ่าน Communication protocol, ควบคุมสถานะ และการเปิด/ปิด วาล์วได้
การติดตั้ง	ง่าย ไม่ต้องตั้งค่า แต่ต้องคำนวณค่า Valve authority ที่ยุ่งยาก และเลือก Cv หรือ Kv ให้ถูกต้อง	ง่าย ใกล้เคียงกับ 2-way แต่ต้องตั้งค่า (Preset) ให้ถูกต้อง	ปานกลาง ต้องตั้งค่า (Preset) และเดินสายสื่อสาร และระงะก่อดตรง ที่ต้องการหน้าหลัง Flow meter (ประมาณ 5D)	ปานกลาง-ซับซ้อน ต้องตั้งค่า (Preset) และเดินสายสื่อสาร รวมถึงการติดตั้ง Temperature sensors และระงะก่อดตรง ที่ต้องการหน้าหลัง Flow meter (ประมาณ 5D)
การทำ Balancing/ Commissioning	ยากที่สุด ใช้เวลานาน และต้องใช้คู่กับ manual balancing valve	ง่าย-ปานกลาง ปรับอัตโนมัติ แต่ต้องตั้ง Preset ให้ถูกต้อง	ง่าย-ปานกลาง ปรับอัตโนมัติ แต่ต้องตั้ง Preset ให้ถูกต้อง	ง่าย-ปานกลาง ปรับอัตโนมัติ แต่ต้องตั้ง Preset ให้ถูกต้อง

หัวข้อ	2-way valve	PICV (Mechanical)	PICV (Electronic)	Energy valve
ความต้องการคุณภาพน้ำ	ยากที่สุด ใช้เวลานาน และต้องใช้คู่กับ manual balancing valve	เหมือน 2-way valve	เหมือน 2-way valve แต่ทนตะกอนที่ใหญ่กว่าได้ ระวังการเกิดฟอง อากาศรบกวน การทำงานของ Sensor	เหมือน Electronic PICV
การบำรุงรักษา	ตรวจสอบการรั่ว และการทำงานของ actuator	เหมือน 2-way valve	เหมือน 2-way valve พร้อมบำรุงรักษา อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้ง calibration	เหมือน 2-way valve พร้อมบำรุงรักษา อิเล็กทรอนิกส์ รวมทั้ง calibration
ความทนทาน	ทนทาน เน้นกลไกเรียบง่าย	ทนทานระดับดี แต่ regulator ไวต่อสิ่งสกปรก	ทนทานระดับดี ขึ้นกับสภาพแวดล้อม, ความชื้น และคุณภาพไฟฟ้า	เหมือน Electronic PICV
ราคา (โดยเปรียบเทียบ)	ต่ำ-ปานกลาง (ต้องใช้ร่วมกับ Balancing valve)	ต่ำ	ปานกลาง-สูง	สูงที่สุด
จุดเด่น	Service ง่าย, ช่างคุ้นเคย น้ำเย็นไหลผ่านง่าย	ทำ Balancing และ Commissioning ง่าย,คุม Flow ได้แม้ความดันเปลี่ยน	แม่นยำสูง, ตรวจสอบ Flow ได้ผ่านคอมฯ ไม่ต้องป้อนค่า	วิเคราะห์พลังงานได้, ทำ Billing ได้ ควบคุม delta T ได้แต่ต้องระวัง กระบกับ Thermal comfort
จุดด้อย	ควบคุม อุณหภูมิห้องไม่แม่นยำ, เปลืองพลังงานป้อน	ตรวจสอบยากกว่า วาล์วตันหรือเสีย จุดตันได้ง่าย ถ้าน้ำสกปรก	ราคาสูงกว่า แบบ Mechanical, ต้องดูแลระบบ อิเล็กทรอนิกส์	ราคาสูงที่สุด, ต้องใช้กันติดตั้ง และ Set up ที่มีความเชี่ยวชาญ
ลักษณะงานที่เหมาะสม	งานทั่วไป งบประมาณไม่ซับซ้อน	อาคารที่ต้องการลดเวลาในการทำ Balancing และ Commissioning	เหมือน Mechanical PICV และต้องการความแม่นยำสูง	เหมือน Electronic PICV และต้องการตรวจวัดพลังงาน

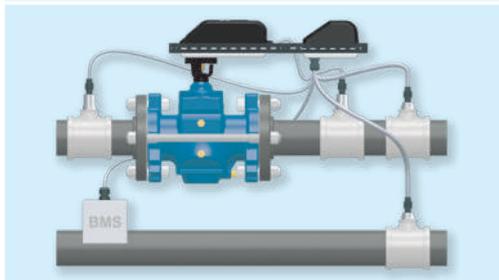
ตัวอย่าง PICV IIa: Energy valve



Mechanical pressure independent control valve



Electronic pressure independent control valve



Energy valve

ตัวอย่างยี่ห้อผลิตภัณฑ์ PICV IIa: Energy valve

Belimo, Danfoss, Flowcon, Frese, Honeywell, ICV, Johnson Controls, Oventop, Pettinaroli, Sauter, Siemens, TA

## จุดเด่นในการใช้งานกับอาคารเก่า

สิ่งที่น่าสนใจคือ สามารถทยอยเปลี่ยนเมื่อวาล์วเดิมเสียได้? สำหรับโครงการที่ต้องการบริหารงบประมาณ การเปลี่ยนจาก 2-way valve เดิม เป็น PICV/Energy valve ไม่จำเป็นต้องทำพร้อมกันทั้งอาคาร การทยอยเปลี่ยน (Phased Implementation) เมื่อวาล์วเดิมเสีย หรือเริ่มจากโซนที่มีปัญหามากที่สุด (เช่น โซนที่ควบคุมอุณหภูมิไม่ได้ หรือโซนที่อยู่ใกล้ปั๊มและมักเกิด Overflow) เป็นวิธีที่ปฏิบัติได้จริง

## ประโยชน์ของการทยอยเปลี่ยน

1. บริหารงบประมาณ (Budget): ไม่ต้องลงทุนก้อนใหญ่ในครั้งเดียว
2. แก้ปัญหาเฉพาะจุด (Targeted Solution): โซนที่ติดตั้ง PICV จะถูกแก้ไขปัญหา Overflow และควบคุมอุณหภูมิได้ดีขึ้นทันที
3. ค่อยๆ ปรับปรุงเสถียรภาพระบบ (Gradual Improvement): ยังมี PICV ในระบบมากเท่าไร ระบบโดยรวม (ทั้งอาคาร) ก็จะมีเสถียรภาพมากขึ้นเท่านั้น (เรียกว่าระบบจะกลายเป็นการทำ Dynamic Balancing)

## แนวทางปฏิบัติ (Best Practices) สำหรับการ Re:Build/Retrofit

1. การเลือกขนาด (Sizing) คือหัวใจสำคัญ:
  - ห้าม เลือกขนาด PICV ตามขนาดท่อเดิม
  - ต้อง เลือกขนาด PICV จาก อัตราการไหลที่ออกแบบ (Design Flow Rate - GPM หรือ LPS) ของ FCU/AHU ตัวนั้นๆ (ดูจากแบบ หรือ Nameplate ของเครื่อง)
2. การติดตั้ง - ติดตั้งแทนวาล์วเดิม (2-Way Valve + Manual Balancing Valve) และ ติดตั้งเซนเซอร์อุณหภูมิ (สำหรับ Energy Valve)
3. การตั้งค่า (Setting): เมื่อติดตั้งแล้ว ต้องตั้งค่าอัตราไหลสูงสุด (Max Flow) ที่ตัว PICV ให้ตรงกับค่า Design Flow Rate
4. แรงดันขั้นต่ำ (Minimum Delta P): PICV ต้องการแรงดันตกคร่อมขั้นต่ำค่าหนึ่งเพื่อทำงาน (ดูจาก Datasheet ของผู้ผลิต) ต้องมั่นใจว่าปั๊มสามารถส่งแรงดันไปถึงวาล์วตัวที่ไกลที่สุดได้
5. การปรับปั๊ม (Pump Optimization): เมื่อทยอยเปลี่ยน PICV ไปได้จำนวนมาก (เช่น เกิน 50-70%) ระบบจะมีแรงดันต้านทาน (System Resistance) ลดลง ควรพิจารณาปรับลดความเร็วรอบปั๊ม (VSD) ลง เพื่อประหยัดพลังงานปั๊มเพิ่มเติม
6. การ Balancing และ Commissioning: ถือเป็นหัวใจสำคัญ โดยเฉพาะการ Verify ค่า Presetting และปรับตั้งค่า Setting ค่าความดันเพื่อนำมาควบคุมการเดินเครื่องสูบน้ำ
7. การบูรณาการระบบ - เชื่อมต่อ PICV/Energy Valve เข้ากับระบบ BMS (Building Management System) เพื่อควบคุมและมอนิเตอร์ (สำหรับ Energy Valve ต้องเชื่อมต่อเพื่อข้อมูลพลังงาน)

## ผลการประหยัด

การเปลี่ยนจาก 2-Way Valve เป็น PICV/Energy Valve มีศักยภาพในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าของ ปั๊มน้ำเย็นได้ 15% ขึ้นไป และสามารถลดการใช้พลังงานรวมของระบบทำความเย็นได้ถึง 5-15% (ขึ้นอยู่กับสภาพอาคารเดิม)

## ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period)

โดยทั่วไปสำหรับโครงการปรับปรุงประสิทธิภาพพลังงานที่รวมการเปลี่ยนจาก 2-way valve เป็น PICV/ Energy valve มักอยู่ในช่วง 2 - 5 ปี ขึ้นอยู่กับขนาดอาคาร อัตราค่าไฟฟ้า ความรุนแรงของปัญหา Low Delta T เดิม และส่วนต่างของราคาวาล์ว



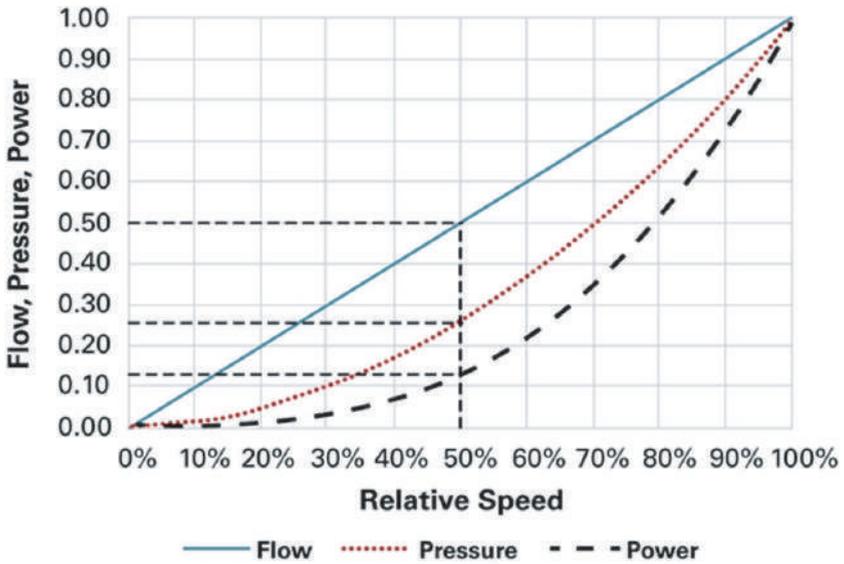
**Somjin Disawas**  
Executive Committee,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การลดพลังงานพัฒนา ด้วยการใช้ VSD ร่วมกับเครื่อง Standby

ระบบพัดลม (เช่น AHU Fan, Supply Fan หรือ Exhaust Fan) มักถูกออกแบบให้รองรับสภาวะโหลดสูงสุด (Peak Load) และมีพัดลมสำรอง (Standby) เพื่อความต่อเนื่องทางธุรกิจ เช่นในพื้นที่ที่ต้องใช้งาน 24 ชั่วโมง หรือโดยเฉพาะ Data center ที่มักจะต้องออกแบบให้มี Redundant units อยู่เสมอ เมื่อระบบทำงานที่โหลดต่ำกว่าปกติ (Part load) พัดลมตัวเดียวทำงานที่รอบเต็ม (Full Speed) ใช้พลังงานสูง

Affinity Law (Fan Law) ระบุถึงกำลังไฟฟ้าที่ใช้โดยพัดลม (Power, P) จะแปรผันตามกำลังสามของความเร็วรอบ (Speed, N) เขียนเป็นสมการได้เป็น  $P_2 / P_1 = (N_2 / N_1)^3$

เช่น ลดความเร็วรอบลง 20% (เดินแค่ 80% ของ Full load) กำลังไฟฟ้าจะลดลงเหลือ  $0.83^3 = 0.512$  หรือลดไปเกือบ 50%



รูปที่ 1 The fan affinity laws (Source: M. Boyette)

**อย่างไรก็ตาม..**

ในการคิดการประหยัดกับระบบจริง อาจคิดจาก

$$P2/P1 = (N2/N1)^x ; x = 2 - 2.5$$

ขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของพัดลม, มอเตอร์ และ VSD

## การนำไปปรับใช้กับ Duty-Standby

1. ติดตั้ง VSD ให้กับพัดลมทุกตัว (Duty และ Standby)
2. เปลี่ยนการเดินเครื่องจากการเดินตัวเดียวที่ความเร็วรอบ 100% (Duty On, Standby Off) เป็นให้พัดลมเดินพร้อมกัน (Parallel Operation) โดยที่ VSD จะห้รอบของพัดลมทั้งสองตัวลงจนสามารถส่งปริมาณลมรวมที่ต้องการ
3. แม้จะมีพัดลมสองตัวทำงาน แต่พลังงานไฟฟ้ารวมที่ใช้ต่ำกว่าการเดินตัวเดียวที่ 100% อย่างมาก

## วิธีการนำไปใช้งาน/แนวทางการพิจารณา

แนวคิด	การประเมินเพื่อปรับปรุง
ลักษณะการทำงาน	ระบบที่มีความต้องการลม (Airflow) ไม่ผันตลอดวัน และทำงานส่วนใหญ่ที่ Part Load
Load Sharing	กำหนดให้พัดลมทั้ง 2 ตัวทำงานที่รอบเท่ากัน
VSD Control	ใช้สัญญาณควบคุมจากตัวควบคุมแรงดัน (Pressure Sensor) ในท่อลม หรือสัญญาณจาก BMS (Building Management System) ควบคุม VSD ทั้งสองตัวพร้อมกัน
VSD Protection	ต้องมั่นใจว่า VSD และมอเตอร์มีความเข้ากันได้ และมีระบบป้องกันกระแสเกิน/ความร้อนที่เหมาะสม

## แนวทางปฏิบัติ (Best Practices) สำหรับการ Re:Build/Retrofit

1. ประเมินโหลดจริง (Load Profile) และคำนวณศักยภาพการประหยัดพลังงานตาม Affinity Law
2. เลือก VSD ที่เหมาะสมกับขนาดมอเตอร์ (kW) และคุณสมบัติทางไฟฟ้า
3. ติดตั้ง VSD โดยอาจพิจารณาระบบ Bypass หากจำเป็นสำหรับกรณีฉุกเฉิน และติดตั้ง Pressure Sensor หรือ Temperature sensor หรือตัวส่งสัญญาณควบคุมอื่นๆที่เหมาะสมกับการใช้งาน (ถ้ายังไม่มี)
4. ตั้งค่า (Commissioning) และ ปรับจูน (Tuning) VSD เพื่อควบคุมความเร็วรอบตามสัญญาณจาก Sensor/BMS และกำหนดกลยุทธ์การเดินเครื่องแบบ Parallel Operation
5. ตรวจสอบวัดผล (Verification) และเปรียบเทียบการใช้พลังงานก่อน-หลังการปรับปรุง

ข้อดี (Pros)	ข้อเสียหรือข้อควรระวัง (Cons or Cautions)
<p><b>ด้านการประหยัดพลังงาน:</b> ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้สูงมาก (50% หรือมากกว่า) ในช่วง Part Load</p>	<p><b>ด้านค่าใช้จ่าย/การลงทุน:</b> มีค่าใช้จ่ายเริ่มต้นที่สูง สำหรับการซื้อและติดตั้ง VSD/VFD สองชุด</p>
<p><b>ด้านความสะดวกสบาย/การควบคุม:</b> ควบคุมปริมาณลมได้อย่างละเอียด และแม่นยำตามความต้องการจริง</p>	<p><b>ด้านความซับซ้อน/การติดตั้ง/การ Setting:</b> การตั้งค่า VSD สองตัวให้ทำงานร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ (Load Sharing) อาจมีความซับซ้อนและต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญ</p>
<p><b>ด้านการบำรุงรักษา:</b> ยืดอายุการใช้งาน ของมอเตอร์และพัดลม เนื่องจากการทำงานที่รอบต่ำช่วยลดการสึกหรอ</p>	<p><b>ด้านการบำรุงรักษา:</b> VSD เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความอ่อนไหว ต่อความร้อนและคุณภาพไฟฟ้า อาจต้องมีการบำรุงรักษาเพิ่มเติม</p>
<p><b>ด้านความน่าเชื่อถือ:</b> เพิ่มความยืดหยุ่นและการทำงานร่วมกัน ระหว่างพัดลมทั้งสองตัว</p>	<p><b>ด้านเสียงรบกวน:</b> มอเตอร์บางประเภทอาจมีเสียงรบกวน (Harmonics Noise) เมื่อทำงานร่วมกับ VSD หากไม่ได้เลือก มอเตอร์ และ VSD ที่มีคุณภาพ</p>

## งบประมาณและการคืนทุน

- ค่าลงทุน (Investment Cost):** ระดับกลาง-สูง ราคาขึ้นอยู่กับขนาด (kW) ของมอเตอร์ที่ต้องติดตั้ง VSD
- ผลการประหยัด (Saving Potential):** ลดค่าไฟ 20% ถึง 50% หรือมากกว่า สำหรับพลังงานที่ใช้ในส่วนของพัดลม/ปั๊ม
- ระยะเวลาคืนทุน (Simple Payback Period):** โดยทั่วไป 1 – 3 ปี ขึ้นอยู่กับชั่วโมงการทำงานและอัตราค่าไฟฟ้า



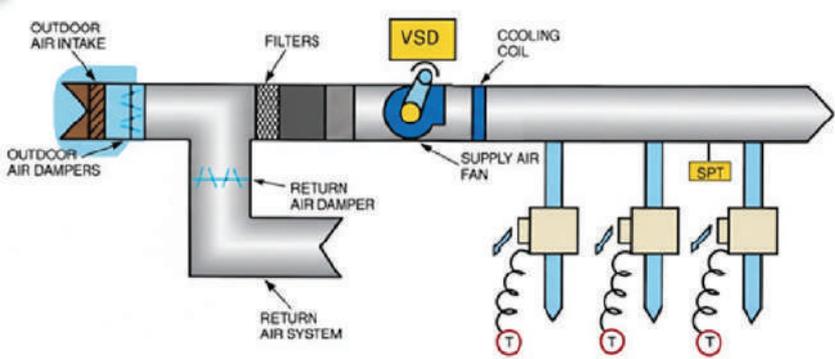
**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การเพิ่มประสิทธิภาพ การควบคุม VAV AHU ด้วย ข้อมูล Air Flow และ Damper Position จาก VAV Box

ระบบปรับอากาศแบบ Variable Air Volume (VAV) ซึ่งใช้ Variable Frequency Drive (VSD) ควบคุมความเร็วรอบ Supply Fan ของ Air Handling Unit (AHU) เพื่อปรับเปลี่ยนปริมาณลมให้เหมาะสมกับโหลดความเย็นในแต่ละโซน นิยมใช้ในอาคารสำนักงานขนาดใหญ่ และมีระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ Direct Digital Control หรือ DDC ใช้ควบคุมการทำงานของ AHU และอุปกรณ์ปลายทาง Terminal Units: VAV Box ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด อันเป็นหัวใจสำคัญในการประหยัดพลังงาน

## การควบคุมพื้นฐานด้วยความดันสถิตยในท่อ (DSP)

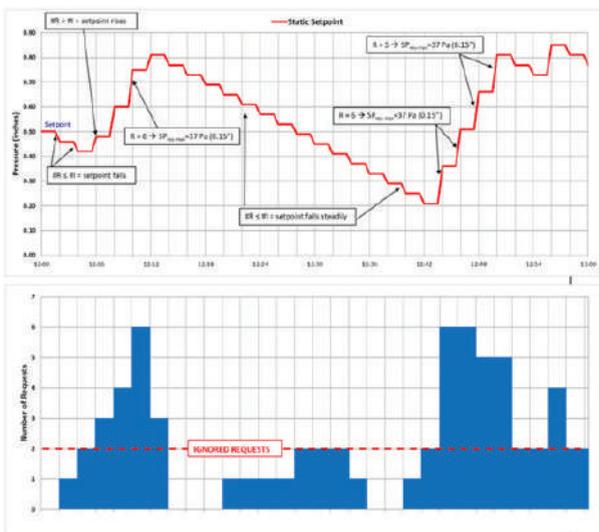
โดยทั่วไป การควบคุมความเร็วรอบของพัดลมจ่าย (Fan Speed, FS) จะดำเนินการเพื่อรักษาค่าความดันสถิตยในท่อ (Duct Static Pressure, DSP) ให้คงที่ตามจุดที่กำหนด โดยใช้ Static pressure Transmitter (SPT) ติดตั้งในท่อลมหลักที่ตำแหน่ง 2/3 ของความยาวท่อทำหน้าที่ส่งสัญญาณไปที่ DDC เพื่อให้ VSD ปรับความเร็วพัดลมตามค่าความดัน set point ที่กำหนด การควบคุมแบบนี้ช่วยให้มั่นใจว่า VAV box ที่อยู่ปลายทางมีความดันสถิตยเพียงพอต่อการจ่ายปริมาณลมตามความต้องการสูงสุด



## การใช้ค่า Airflow จาก VAV Box เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของระบบควบคุม



ถึงแม้ว่าอุปกรณ์ SPT จะเป็นตัวแปรควบคุมหลักสำหรับปรับความเร็วรอบของพัดลม แต่ข้อมูลที่ได้จาก VAV Box ซึ่งประกอบไปด้วย ปริมาณลม (Airflow) ผ่านอุปกรณ์ Air Flow Sensor และตำแหน่งของใบปรับลม (Damper Position) ของ VAV Box ซึ่งที่มีติดตั้งอยู่ในกล่อง VAV Box อยู่แล้ว สามารถนำมาใช้ในการควบคุมระดับสูงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานผ่านกลยุทธ์ที่เรียกว่า SPT Setpoint Reset หรือ Trim & Respond (T&R) โดยมีหลักการ ดังนี้



## 1. การใช้ Airflow ในการควบคุมระบบ

- การคำนวณปริมาณลมรวม (Total Airflow Summation) ในระบบหลายโซน (Multiple-Zone VAV AHU) ปริมาณลมจ่ายรวม (Total Airflow Rate) สามารถถูกคำนวณได้จากการ รวมผลรวมของปริมาณลม ที่วัดได้จาก VAV box ทั้งหมด
- ปริมาณลมรวมที่วัดได้จาก VAV box ทั้งหมด จะถูกนำมาใช้ประเมินภาระโหลดที่เกิดขึ้นเพื่อปรับลดหรือเพิ่ม Air Flow ให้เหมาะสม

## 2. Logic การเพิ่มแรงดัน (Respond/Request)

- DDC จะตรวจสอบปริมาณลมและ VAV box damper position
- หาก VAV box ตัวใด Damper เปิดเกือบสุด (เช่น เปิดมากกว่า 95%) และอัตราการไหลน้อยกว่า 50% แสดงว่า VAV box นั้นไม่ได้รับแรงดันลมเพียงพอในการส่งปริมาณลมตามความต้องการ
- VAV box จะส่ง "คำขอ" (Request, R) ไปยังคอนโทรลเลอร์ AHU โดยจะจำกัดจำนวน VAV box ขั้นต่ำที่ Request ไว้ ในกรณีตัวอย่างจะกำหนดไว้ให้มี Request จาก VAV Box อย่างน้อย 3 อุปกรณ์ขึ้นไปจึงจะส่งเพิ่ม (Respond) ค่า Set point ของ SPT ขึ้นเพื่อเพิ่มแรงดันลมให้ VAV box สามารถทำงานได้ตามปกติ ถ้ามี Request จาก VAV Box น้อยกว่า 3 อุปกรณ์ จะไม่ส่ง Respond เพิ่มค่า Set point ของ SPT

## 3. Logic การลดแรงดัน (Trim)

- หาก VAV Box ส่วนใหญ่กำลังหริ่ง (เช่น หริ่งมากกว่า 85%) และอัตราการไหลไม่น้อยลงตามที่หริ่ง แสดงว่าแรงดันในท่อลมนั้นสูงเกินความจำเป็น
- DDC จะส่ง "ลด" (Trim) ค่า Set point ของ SPT ลงอย่างช้า ๆ ให้ VFD VSD ปรับความเร็วรอบพัดลมลงเพื่อลดการใช้พลังงาน (เนื่องจากพลังงานพัดลมแปรผันตามกำลังสามของอัตราการไหลของอากาศ)

โดยสรุปแล้ว การนำข้อมูลค่า Air flow และ Damper Position มาเป็นตัวช่วยเพิ่มในการควบคุมความเร็วรอบพัดลมจ่ายของ AHU Fan ในระบบ VAV ถือเป็นการปรับปรุงระบบเดิมให้เป็นแบบการควบคุมแบบลำดับชั้น (Hierarchical Control) ที่ยังใช้ค่า Set Point ของ SPT เป็นตัวแปรควบคุมโดยตรง แต่ใช้ข้อมูล Airflow, Damper Position และสถานะ VAV box ผ่านวิธี SPT Setpoint Reset ด้วย logic Trim & Respond (T&R) ที่ซับซ้อนขึ้นเพื่อมีส่วนช่วยในลดการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ



**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

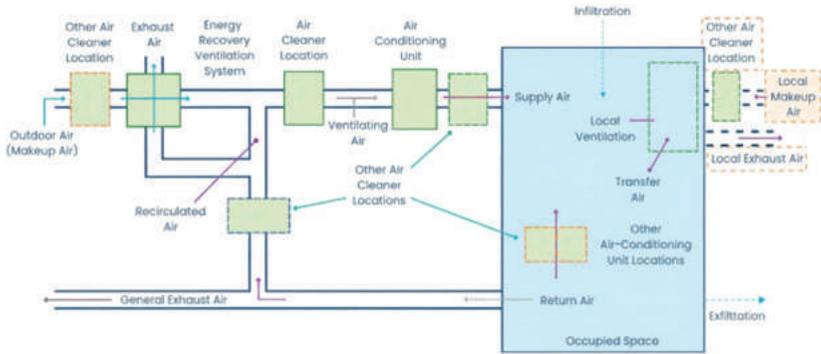
# การปรับปรุงระบบปรับอากาศ เดิมจาก VRP เป็น IAQP: แนวทางสู่ประสิทธิภาพและการควบคุม คุณภาพอากาศโดยตรง เพื่อประหยัดพลังงาน

การจัดการคุณภาพอากาศภายในอาคาร (Indoor Air Quality หรือ IAQ) เป็นองค์ประกอบสำคัญ ในการออกแบบและปรับปรุงอาคาร โดยมีมาตรฐาน ANSI/ASHRAE Standard 62.1 เป็นบรรทัดฐานหลักในการกำหนดอัตราการระบายอากาศขั้นต่ำและมาตรการอื่น ๆ เพื่อให้ได้ IAQ ที่ยอมรับได้ สำหรับอาคารเดิม (Existing Buildings) การปรับปรุงระบบระบายอากาศมักมุ่งเน้นไปที่การใช้ขั้นตอนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า (Prescriptive Procedure) คือ VRP (Ventilation Rate Procedure) หรือทางเลือกที่เน้นประสิทธิภาพ (Performance-based) คือ IAQP (Indoor Air Quality Procedure)

IAQP เป็นทางเลือกที่ได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากช่วยให้วิศวกรสามารถประหยัดพลังงานได้อย่างมาก โดยการนำกลยุทธ์อื่น ๆ นอกเหนือจากการเจือจางด้วยอากาศภายนอกเพียงอย่างเดียวมาใช้ เช่น การควบคุมแหล่งกำเนิดสิ่งปนเปื้อน (source control) และการใช้เทคโนโลยีการทำความสะอาดอากาศ (air cleaning)

## วิธีการคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบ VRP (Ventilation Rate Procedure) ที่ใช้ในอาคารเดิม

VRP เป็นวิธีการออกแบบที่กำหนดอัตราการนำอากาศภายนอกเข้าตามประเภทการใช้งาน และขนาดพื้นที่อาคาร อัตราเหล่านี้มีเป้าหมายเพื่อเจือจางและระบายสิ่งปนเปื้อนที่เกิดจากผู้อยู่อาศัยและแหล่งกำเนิดอื่นในพื้นที่



แผนผังระบบระบายแบบ IAQP

การคำนวณอัตราการไหลของอากาศภายนอกในเขตหายใจ ( $V_{bz}$ ) ต้องใช้ผลรวมของอัตราการระบายอากาศต่อคน ( $R_p$ ) และอัตราการระบายอากาศต่อพื้นที่ ( $R_a$ )

สูตร VRP สำหรับอัตราการไหลอากาศในบริเวณผู้อยู่อาศัย (Breathing Zone)

$$V_{bz} = (R_p \times P_z) + (R_a \times A_z)$$

- $R_p$  คือ อัตราการไหลของอากาศภายนอกที่ต้องการต่อคน ( $Lps / person$ )
- $P_z$  คือ จำนวนคนในพื้นที่อยู่อาศัย
- $R_a$  คือ อัตราการไหลของอากาศภายนอกที่ต้องการต่อหน่วยพื้นที่ ( $Lps/m^2$ )
- $A_z$  คือ พื้นที่อยู่อาศัย ( $m^2$ )

หลังจากได้  $V_{bz}$  แล้ว จะต้องปรับด้วยประสิทธิภาพการกระจายอากาศในโซน ( $E_z$ ) เพื่อให้ อัตราอากาศภายนอกที่ต้องจ่ายเข้าโซน ( $V_{oz}$ ) โดย  $V_{oz} = V_{bz} / E_z$

วิธีการคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบ IAQP (Indoor Air Quality Procedure) เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพระบบเดิม

IAQP เป็นวิธีการทางเลือกที่เน้นการบรรลุเป้าหมายด้านคุณภาพอากาศโดยตรง (direct approach) เป้าหมายของ IAQP คือการรักษาความเข้มข้นของ Design Compounds (DCs) และ PM2.5 ในสภาพแวดล้อมภายในอาคารให้ต่ำกว่าขีดจำกัดที่กำหนดไว้ (Design Limits, DLs)

IAQP เป็นวิธีการเดียวที่อนุญาตให้ลดอัตราการไหลของอากาศภายนอกที่ต้องการได้ เพื่อแสดงให้เห็นได้อย่างน่าเชื่อถือว่าคุณภาพอากาศที่ได้เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การออกแบบ IAQP ต้องมีการตัดสินใจและเอกสารประกอบที่มากกว่าวิธี VRP อย่างชัดเจน



Air Cleaner Unit

## การใช้ Air Cleaner ใน IAQP

การใช้ระบบทำความสะอาดอากาศ (Air Cleaning) และการกรอง (Filtration, FAC) เป็นกลยุทธ์สำคัญใน IAQP โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การกรองอากาศขั้นสูง (Enhanced Filtration) สามารถใช้เพื่อลดปริมาณสิ่งปนเปื้อนที่หมุนเวียนอยู่ในอากาศภายในและอากาศภายนอกที่ปนเปื้อน

เมื่อมีการลงทุนในการกรองอากาศมีประสิทธิภาพมากกว่าข้อกำหนดขั้นต่ำ (เช่น การใช้ Filter ที่มีค่า MERV สูงกว่า MERV 13 ที่กำหนดขั้นต่ำสำหรับ PM 2.5 ในพื้นที่ตามมาตรฐาน NAAQS ได้) จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการพิจารณาใช้ IAQP เพื่อประหยัดพลังงาน

### วิธีการคำนวณ IAQP: Mass Balance Analysis

Mass Balance Analysis เป็นวิธีการออกแบบที่ใช้สำหรับ IAQP โดยใช้สมการเพื่อหาอัตราการไหลของอากาศภายนอกที่จำเป็นในการรักษาความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อน (Ci) ให้อยู่ต่ำกว่าขีดจำกัดที่ยอมรับได้ (DLi)

สำหรับการคำนวณแบบสภาวะคงที่ (steady-state analysis) ในระบบโซนเดี่ยว (Single-Zone System) ที่มีตัวกรอง/เครื่องทำความสะอาดอากาศ (Filter) และมีการหมุนเวียนอากาศ (Recirculation) สามารถใช้สมการจาก Informative Appendix F ของมาตรฐาน ASHRAE 62.1

สมการ Mass Balance (กรณีตัวกรองอยู่ใน Supply Airstream, Constant Volume): โดยความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในเขตผู้ใช้อาศัย  $C_{bz}$  ถูกกำหนดเป้าหมายไว้ (เช่น Formaldehyde ต้องมีค่า DL ต่ำกว่า  $0.033 \text{ mg/m}^3$ ) และต้องการหาอัตราการไหลของอากาศภายนอกที่ต้องการ ( $V_{oz}$ ): เป็นดังนี้

$$V_{oz} = \frac{N - E_z R V_r E_f C_{bz}}{E_z [C_{bz} - (1 - E_f) C_o]}$$

ตัวแปรหลักในสมการ Mass Balance

- N: อัตราการเกิดสารปนเปื้อน (Generation rate) ของสาร i (หน่วย มวล/เวลา)
- Voz: อัตราการไหลของอากาศภายนอกที่ต้องการ (Zone Outdoor Airflow)
- Ez: ประสิทธิภาพการกระจายอากาศในโซน (Zone Air Distribution Effectiveness)
- Co: ความเข้มข้นของสารปนเปื้อนในอากาศภายนอก (Outdoor concentration)
- Ef: ประสิทธิภาพการกำจัดสิ่งปนเปื้อนของเครื่องทำความสะอาดอากาศ (Filter effectiveness/Air cleaning efficiency)
- Vr: อัตราการไหลของอากาศหมุนเวียน (Volumetric flow of recirculated air)
- R: ตัวประกอบใช้คูณกับอัตราการไหลของอากาศหมุนเวียน (Recirculation flow factor)
- Cbz: ความเข้มข้นของสิ่งปนเปื้อนในเขตอยู่อาศัย (Space Breathing Zone Contaminant Concentration)

หรือในกรณีอัตรา Voz ถูกกำหนดไว้เพื่อลดอัตราการระบายอากาศให้น้อยลงตามที่ต้องการ (เช่น 5.0 Lps/person ลดเหลือ 2.5 Lps/person) จำเป็นต้องหาค่าความเข้มข้นสารปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจริงเพื่อตรวจสอบ (Cbz) เกินกว่ากำหนดหรือไม่ใช้สมการ ดังนี้

$$C_{bz} = \frac{N + E_z V_{oz} (1 - E_f) C_o}{E_z (V_{oz} + R V_r E_f)}$$

การคำนวณนี้จะดำเนินการสำหรับ Design Compounds (DCs) แต่ละตัว รวมถึง PM2.5 และต้องผ่านการทดสอบ Mixed Exposure Sum (Em) ซึ่งต้องมีค่าน้อยกว่า 1.0 เพื่อยืนยันว่าสารปนเปื้อนไม่เกินขีดจำกัดต่อสุขภาพของมนุษย์

ตารางเปรียบเทียบรายการคำนวณอัตราการระบายอากาศเปรียบเทียบ VRP และ IAQP

ประเภทพื้นที่	พื้นที่ m <sup>2</sup>	จำนวนคน L/s	VRP L/s	IAQP	%ลดลง
สำนักงาน	930	50	850	425	50%
ห้างสรรพสินค้า	930	150	2325	1395	40%
สถานที่จัดนิทรรศการ	465	200	1800	900	50%

## ตารางสรุปข้อดีและข้อเสีย

หัวข้อ	VRP (Ventilation Rate Procedure)	IAQP (Indoor Air Quality Procedure)
แนวทาง	อัตราการระบายอากาศ ขั้นต่ำตามตาราง ASHRAE 62.1	เน้นประสิทธิภาพ (Performance-based) ควบคุมความเข้มข้น สารปนเปื้อนโดยตรง
การคำนวณ	ไม่ซับซ้อน	ซับซ้อน ต้องใช้การวิเคราะห์สมดุลมวล (Mass-balance analysis)
การใช้ Air Cleaning	ใช้เพื่อปรับปรุง IAQ แต่ไม่สามารถลด ขั้นต่ำที่บังคับได้	เป็นกลยุทธ์สำคัญในการออกแบบ ที่อนุญาตให้ลดอัตราการระบายอากาศ ได้มากถึง (30–75%)
ประสิทธิภาพ พลังงาน	มีแนวโน้มใช้พลังงาน สูงกว่า	ช่วยประหยัดพลังงานสูง และลดขนาดอุปกรณ์ HVAC
เป้าหมายหลัก	การเจือจางสิ่งปนเปื้อน ปรับปรุงคุณภาพอากาศ ในพื้นที่โดยอากาศ ภายนอก	ควบคุมความเข้มข้นของ Design Compounds (DCs) และ PM2.5 ให้ต่ำกว่า ขีดจำกัดที่กำหนด (DLs)
ความรับผิดชอบ ของผู้ออกแบบ	ต่ำกว่า เพราะใช้ตาม ข้อกำหนดตามมาตรฐาน	สูงกว่า (ต้องตัดสินใจเลือก CoC, DLs และทำการวิเคราะห์ที่เข้มงวด)

## สรุป

IAQP เป็นแนวทางการออกแบบที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงสำหรับการปรับปรุงอาคารเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีข้อจำกัดด้านความจุของระบบ HVAC หรือตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีภาวะความร้อนและความชื้นสูง

การเปลี่ยนจาก VRP มาใช้ IAQP ต้องอาศัยความพยายามในการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ Mass Balance Analysis เพื่อคำนวณและพิสูจน์ว่าความเข้มข้นของสารปนเปื้อน (DCs/PM2.5) จะไม่เกินขีดจำกัดที่กำหนด อย่างไรก็ตาม การใช้ Air Cleaners ที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับวิธี IAQP ทำให้สามารถลดอัตราการไหลของอากาศภายนอกได้อย่างมาก ซึ่งนำไปสู่การลดขนาดอุปกรณ์ และการลดต้นทุนการดำเนินการอย่างมีนัยสำคัญ IAQP จึงเป็นวิธีที่ตรงไปตรงมาในการรับรองคุณภาพอากาศภายในอาคารให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และเป็นตัวเลือกที่ยั่งยืนสำหรับการออกแบบอาคารที่ต้องการประสิทธิภาพการใช้พลังงานสูงสุด



**Somphol Jumpanak**  
Chief of Mechanical Engineering  
and Production Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# แนวทางการปรับปรุง คุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ) สำหรับอาคารเดิม

การปรับปรุงคุณภาพอากาศภายในอาคาร (IAQ) ในอาคารเดิม (Existing Buildings) เป็นกระบวนการสำคัญที่ช่วยลดความเสี่ยงด้านสุขภาพ เราใช้เวลาส่วนใหญ่อยู่ในห้องแอร์ ไม่ว่าจะเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือในห้างสรรพสินค้า แต่เคยสงสัยไหมว่าอากาศที่เราหายใจเข้าไปนั้น ดีต่อสุขภาพจริง ๆ หรือไม่ หลายคนอาจคิดว่าการมีเครื่องปรับอากาศที่ให้ความเย็นสบาย และมีเครื่องฟอกอากาศดักจับฝุ่น PM 2.5 ก็น่าจะเพียงพอแล้ว แต่ความจริงอาจซับซ้อนกว่านั้น

ความเชื่อเหล่านี้อาจทำให้เรามองข้าม “ภัยเงียบ” ที่ซ่อนอยู่ในอากาศที่เราหายใจ คุณภาพอากาศภายในอาคารเป็นปัญหาที่มองไม่เห็น แต่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ สมรรถภาพ และประสิทธิภาพการทำงานมากกว่าที่คิด จากข้อมูลสถิติปี 2019 พบว่ามลพิษทางอากาศเป็นปัจจัยเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการเสียชีวิตของคนไทยสูงเป็นอันดับ 4 รองจากการมีภาวะความดันโลหิตสูง น้ำตาลในเลือดสูง และการสูบบุหรี่ซึ่งเป็นหลักฐานที่ชัดเจนว่านี่ไม่ใช่เรื่องเล็กน้อยที่เราจะเพิกเฉยได้

## หลักการพื้นฐานที่สำคัญในการปรับปรุงอาคารเดิม:

ข้อเท็จจริงที่น่าประหลาดใจเกี่ยวกับอากาศในห้อง ที่อาจเปลี่ยนความเข้าใจของคุณไปตลอดกาล และที่สำคัญคือ เราจะบอกวิธีแก้ไขที่ถูกต้องเพื่อสร้างอากาศที่สะอาดและดีต่อสุขภาพอย่างแท้จริง

## 1. เครื่องปรับอากาศไม่ได้เติมอากาศใหม่ และเครื่องฟอกอากาศ ก็แค่ทำความสะอาดอากาศเก่า

นี่คือความเข้าใจผิดที่พบบ่อยที่สุด เรามาทำความเข้าใจหน้าที่ของอุปกรณ์แต่ละชิ้นให้ชัดเจนกันก่อน

- เครื่องปรับอากาศ (Air-Conditioning): หน้าที่หลักของเครื่องปรับอากาศคือการปรับอุณหภูมิให้เรารู้สึกสบาย โดยการดูดอากาศกลับจากภายในห้องเข้าไปทำให้เย็นลงแล้วเป่ากลับออกมาเพื่อหมุนเวียนอยู่แบบนั้นมันไม่ได้แลกเปลี่ยนอากาศกับภายนอกเพื่อนำออกซิเจนหรืออากาศบริสุทธิ์เข้ามาในห้องเลย
- เครื่องฟอกอากาศ (Air Purifier/Cleaner): หน้าที่หลักของมันคือการ "กรอง" มลพิษเช่นฝุ่น PM2.5 ละอองเกสรหรืออนุภาคแขวนลอยต่างๆ ออกจากอากาศที่หมุนเวียนอยู่ภายในห้องเท่านั้น แม้จะทำให้อากาศสะอาดขึ้นจากฝุ่น แต่เครื่องฟอกอากาศไม่สามารถลดระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO<sub>2</sub>) ที่เราหายใจออกมา หรือกำจัดสารระเหย (VOCs) ที่สะสมอยู่จากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ได้

การใช้แค่อุปกรณ์สองอย่างนี้จึงเปรียบเสมือนการนั่งอยู่ในกล่องที่ปิดสนิท แม้อากาศจะสะอาดจากฝุ่น แต่ก็ยังคงอับและเต็มไปด้วย CO<sub>2</sub> ที่สะสมมากขึ้นเรื่อย ๆ เพราะไม่มีการถ่ายเทอากาศใหม่เข้ามาเติมนั่นเอง ดังนั้น **Fresh air unit & Air Cleaner unit มีหน้าที่ต่างกัน ใช้ทดแทนกันไม่ได้**

## 2. อากาศที่อับในห้องประชุมอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้คุณคิดงานไม่ออก

เคยรู้สึกง่วงซึม ปวดหัว หรือสมองตื้อหลังจากนั่งประชุมในห้องปิดนาน ๆ หรือไม่ นั่นไม่ใช่เพราะคุณเบื่อ แต่เป็นผลโดยตรงจากคุณภาพอากาศที่ย่ำแย่ เมื่อคนหลายคนหายใจอยู่ในพื้นที่ปิดที่ไม่มีการระบายอากาศที่เพียงพอ ระดับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งส่งผลกระทบต่อสมอง ทำให้เกิดอาการที่คุ้นเคยกันดี เช่น อาการง่วงซึม ปวดหัว และสมาธิสั้น ซึ่งล้วนเป็นสัญญาณของพิษคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับอ่อน ๆ มาตรฐานอาคารเพื่อสุขภาพระดับโลกอย่าง WELL Standard ให้ความสำคัญกับเรื่องนี้อย่างมาก การระบายอากาศตามเกณฑ์ขั้นต่ำที่กฎหมายกำหนด เช่น ASHRAE Standard 62.1 ถูกมองว่าเป็นเพียงข้อบังคับพื้นฐานเท่านั้นและไม่มีคะแนนให้ แต่การจะได้คะแนนเพื่อรับรองมาตรฐาน WELL อาคารนั้นจะต้องเพิ่มอัตราการระบายอากาศให้สูงกว่าขั้นต่ำถึง 30% หรือ 60% เลยทีเดียว

นี่คือเครื่องยืนยันว่าการลงทุนกับการระบายอากาศที่ดีขึ้น ไม่ใช่แค่เรื่องของสุขภาพกาย แต่คือการลงทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (Productivity) และความเป็นอยู่ที่ดี (Well-being) ของทุกคนในอาคารด้วย

Ventilation filter MERV levels needed to meet EPA NAAQS and WHO guidelines equivalence-based annual average ambient PM<sub>2.5</sub> concentrations.

Recommended MERV Level	Annual Average Ambient PM <sub>2.5</sub> Concentration Range (µg/m <sup>3</sup> ) Required to Meet:	
	NAAQS Value: 12 µg/m <sup>3</sup>	WHO Guideline: 10 µg/m <sup>3</sup>
MERV 6	<12	0 to 10
MERV 7	12 to 14	10 to 11
MERV 8	15 to 16	12 to 13
MERV 10	17 to 18	14
MERV 12	19 to 23	15 to 18
MERV 14	24 to 42	19 to 34
MERV 16	43 to 324	35 to 270
HEPA	325+	271+

การเลือกชนิดแผงกรองอากาศสำหรับ PM2.5

### 3. อากาศบริสุทธิ์จากภายนอกในกรุงเทพฯ ก็ไม่ได้บริสุทธิ์อย่างที่คิด

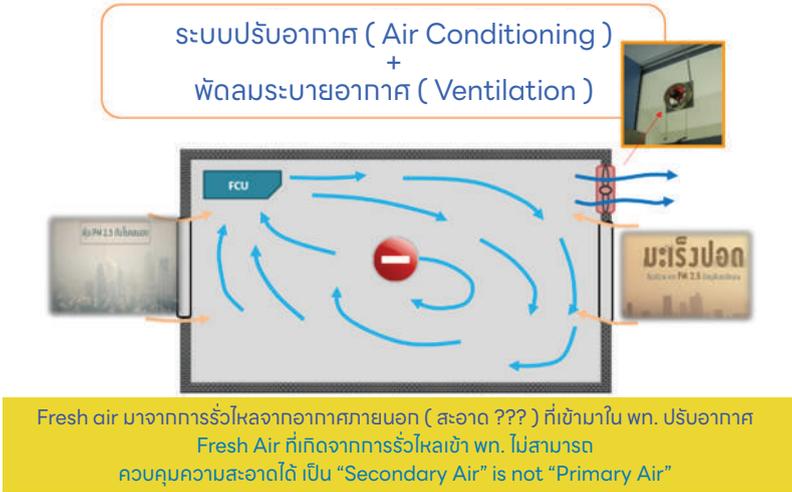
เมื่อพูดถึงการระบายอากาศ หลายคนอาจคิดถึงการเปิดหน้าต่างเพื่อรับ "อากาศบริสุทธิ์" จากภายนอก แต่สำหรับประเทศไทย โดยเฉพาะในเมืองใหญ่อย่างกรุงเทพมหานคร แนวคิดนี้อาจเป็นอันตรายกว่าที่คาดเพราะอากาศภายนอกนั้นเต็มไปด้วยมลพิษโดยเฉพาะฝุ่น PM2.5 ลองดูการเปรียบเทียบมาตรฐานค่าฝุ่น PM2.5 เฉลี่ยรายปีที่ยอมรับได้:

- มาตรฐานของประเทศไทย: กำหนดค่าเฉลี่ยรายปี: ไม่เกิน 15 µg/m<sup>3</sup> และค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง: ไม่เกิน 37.5 ไมโครกรัม µg/m<sup>3</sup>
  - มาตรฐานขององค์การอนามัยโลก (WHO) กำหนดค่าเฉลี่ยรายปีของ PM2.5 ไม่เกิน 5 µg/m<sup>3</sup> และค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 15 µg/m<sup>3</sup> ในปี 2021
- จะเห็นได้ว่ามาตรฐานของไทยนั้นผ่อนปรนกว่าของ WHO ถึง 3.0 เท่า แต่ที่น่ากังวลยิ่งกว่าคือ ข้อมูลสถิติชี้ว่าค่าเฉลี่ยฝุ่น PM2.5 รายปีของกรุงเทพฯ อยู่ที่ประมาณ 18.9 µg/m<sup>3</sup> ในปี 2567 ซึ่งสูงเกินมาตรฐานของไทยเองด้วยซ้ำ

ดังนั้น การนำอากาศจากภายนอกเข้ามาใช้ในอาคารโดยตรงโดยไม่ผ่านการกรองที่มีประสิทธิภาพ จึงเปรียบเสมือนการนำมลพิษเข้ามาทำร้ายสุขภาพเราถึงในห้องนอน การติดตั้งระบบระบายอากาศที่ถูกต้องจึงจำเป็นต้องมีแผ่นกรองอากาศประสิทธิภาพสูงมาก **โดยสำหรับพื้นที่กรุงเทพฯ มีคำแนะนำให้ใช้แผ่นกรองอากาศภายนอกขั้นต่ำระดับ MERV-14** เพื่อให้แน่ใจว่าอากาศที่นำเข้ามานั้นสะอาดเพียงพอ

#### 4. การระบายอากาศที่ผิดวิธี อาจสร้าง "เชื้อรา" ให้บ้านคุณโดยไม่รู้ตัว

การพยายามแก้ไขปัญหามลพิษทางอากาศด้วยตัวเองโดยขาดความรู้ทางวิศวกรรมที่ถูกต้อง อาจสร้างปัญหาใหม่ที่ร้ายแรงกว่าเดิม สถานการณ์ที่พบบ่อยคือการเจาะผนังแล้วติดตั้งพัดลมเพื่อดูดอากาศภายในออกที่ทั้งร้อนและชื้นของประเทศไทยเข้ามาในห้องที่เปิดเครื่องปรับอากาศเย็นฉ่ำโดยตรง



การกระทำเช่นนี้จะทำให้ความชื้นในอากาศร้อนจากภายนอกมาเจอกับความเย็นภายในห้องเกิดเป็นการควบแน่น (Condensation) กลายเป็นหยดน้ำเกาะตามพื้นผิวที่เย็น เช่น ท่อแอร์ ผนัง หรือฝ้าเพดาน และนี่คือสภาวะที่สมบูรณ์แบบสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราและแบคทีเรียซึ่งเป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจและก่อให้เกิดภูมิแพ้ แทนที่จะได้อากาศที่ดี เรากลับสร้างแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคขึ้นในบ้านโดยไม่รู้ตัว

นอกจากนี้การนำอากาศภายนอกที่ไม่ได้ผ่านการปรับสภาพ เข้ามาโดยตรงในห้องพักแขก หรือเข้าสู่ ห้อง plenum อากาศกลับ (return air plenum) ของเครื่องปรับอากาศ ขณะทำงานในสภาวะโหลดบางส่วนหรือโหลดต่ำ จะทำให้เกิด ปัญหาความชื้นสูงอย่างรุนแรง ซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของ เชื้อราและกลิ่นอับ

#### 5. การทำตามมาตรฐานขั้นต่ำไม่ได้หมายความว่าดีที่สุดสำหรับสุขภาพ

กฎหมายและมาตรฐานอาคารส่วนใหญ่มักถูกกำหนดขึ้นเพื่อเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำด้านความปลอดภัย แต่ไม่ได้หมายความว่าดีที่สุดในสภาวะที่เหมาะสมที่สุดต่อสุขภาพและคุณภาพชีวิตที่ดี ดังนั้นการทำตามมาตรฐานขั้นต่ำอาจยังไม่เพียงพอต่อการสร้างสภาวะที่ดีที่สุดต่อสุขภาพ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ต้องการคุณภาพอากาศสูง เช่น ห้องเรียน หรือห้องทำงาน

การเลือกที่จะมีคุณภาพอากาศที่ดีกว่ามาตรฐานขั้นต่ำคือการเลือกที่จะลงทุนเพื่อสุขภาพ และคุณภาพชีวิตที่ดีกว่าในระยะยาว

จากข้อเท็จจริงทั้งหมดจะเห็นได้ว่าการสร้างคุณภาพอากาศภายในอาคารที่ดียังยืนนั้น ซับซ้อนกว่าแค่การเปิดแอร์หรือซื้อเครื่องฟอกอากาศ แต่ต้องอาศัยการทำงานร่วมกันของ 3 ระบบหลัก ได้แก่

- การระบายอากาศ (Ventilation) เพื่อเติมอากาศใหม่ ลด CO2
- การกรองอากาศ (Filtration) เพื่อกำจัดฝุ่นและมลพิษ, และ
- การปรับสภาวะอากาศ (Air Conditioning) เพื่อควบคุมอุณหภูมิ และความชื้น

วิธีที่ถูกต้องตามหลักวิศวกรรมคือการใช้ระบบที่ออกแบบมาเพื่อจัดการทั้งสามส่วนนี้ ไปพร้อมกัน เช่น ระบบ DOAS (Dedicated Outdoor Air System) ซึ่งเป็นระบบที่ทำหน้าที่นำอากาศจากภายนอกมากรองให้สะอาดด้วยแผ่นกรองประสิทธิภาพสูง และปรับลดอุณหภูมิและความชื้นให้เหมาะสมก่อนที่จะจ่ายอากาศบริสุทธิ์นั้นเข้าสู่พื้นที่ต่างๆ ภายในอาคาร กระบวนการนี้เองที่เข้ามาตอบโจทย์และแก้ปัญหาที่เรากล่าวมาข้างต้น ได้โดยตรง ทั้งการกรองมลพิษจากอากาศในเมือง และการป้องกันการเติบโตของเชื้อราที่เกิดจากความชื้น

## แนวทางการปรับปรุงคุณภาพอากาศ สำหรับอาคารประเภทต่าง ๆ

ในการปรับปรุง IAQ ในอาคารแต่ละประเภทควรเริ่มด้วย Commissioning/TAB เพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของระบบเดิม ซึ่งให้ผลตอบแทนรวดเร็วและต้นทุนต่ำและตามด้วยวิธีแนะนำแบ่งตามประเภทอาคาร ดังนี้

### 1. บ้านที่อยู่อาศัย และคอนโด (Residential and Condominium)

การปรับปรุงเน้นที่การลด , VOCs, การป้องกัน จากภายนอก และการควบคุมความชื้น (Humidity Control)



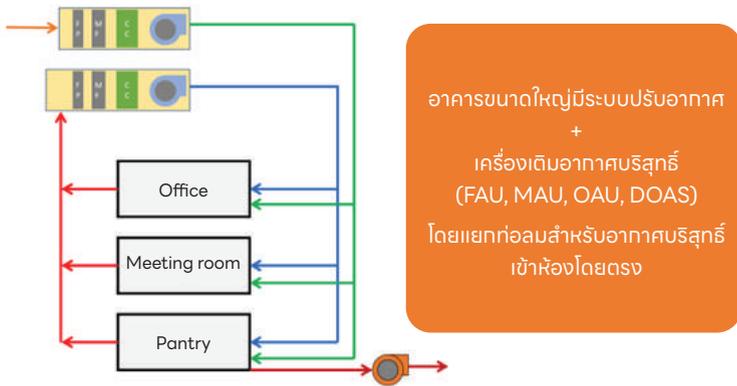
หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
อัตราการระบายอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ควรกำหนดอัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมหรืออย่างน้อยมากกว่าขั้นต่ำตามมาตรฐานโดยมีเป้าหมายเพื่อส่งเสริมสุขภาพที่ดี</li> </ul>
การเติมอากาศบริสุทธิ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ควรติดตั้ง Wall-mount ERV/HRV (Energy/Heat Recovery Ventilator) ระบบเหล่านี้ช่วยลด VOCs พร้อมทั้งช่วยประหยัดพลังงาน โดยการนำความเย็นของลม Exhaust กลับมาใช้ในการลดอุณหภูมิอากาศบริสุทธิ์เติมเข้าห้อง</li> </ul>
การควบคุมแรงดัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>ต้องรักษาความดันเป็นบวก (Positive Pressure) เพื่อป้องกันฝุ่นและมลพิษจากภายนอก</li> </ul>
การควบคุมความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>ต้องหลีกเลี่ยง การนำอากาศภายนอกที่ไม่ได้ปรับสภาวะเข้าสู่ห้องโดยตรงหรือเข้าสู่ Return Air Plenum ของเครื่องปรับอากาศ เพราะเป็นสาเหตุของปัญหาความชื้นสูง</li> </ul>
การเลือกแผงกรองอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>มาตรฐาน ANSI/ASHRAE 62.2-2025 ซึ่งเป็นมาตรฐานสำหรับการระบายอากาศในอาคารพักอาศัย ได้ปรับเพิ่มข้อกำหนดประสิทธิภาพการกรองขั้นต่ำจาก MERV 6 เป็น MERV 11</li> </ul>
Local Exhaust	<ul style="list-style-type: none"> <li>ห้องน้ำมีการระบายอากาศเพื่อนำอากาศเสียทิ้งสู่ภายนอกโดยตรง</li> <li>ต้องจัดเตรียม Kitchen Hood แบบ Resident Type สำหรับระบายควันและไขมันในครัว</li> </ul>
การใช้ Air Cleaner Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้เครื่องฟอกอากาศ Portable Air Cleaner ที่มีแผ่นกรอง HEPA เป็นการกรองอนุภาคเพิ่มเติมในห้องนอนหรือพื้นที่ที่มีแหล่งกำเนิดมลพิษภายใน</li> </ul>

## 2. โรงแรม (Hotels)

ระบบปรับอากาศในห้องพักเน้นการควบคุมสภาวะอากาศเพื่อความสบายของลูกค้าและการป้องกันเชื้อรากลิ่นอับ

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
อัตราการระบายอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้อัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมหรืออย่างน้อยมากกว่าขั้นต่ำตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1</li> <li>ใช้ DCV (Demand Control Ventilation) ควบคุมเพื่อประหยัดพลังงาน</li> <li>ในส่วน Public Area อาจพิจารณาคำนวณอัตราการระบายอากาศด้วย IAQP (Indoor Air Quality Procedure) แทน VRP (Ventilation Rate Procedure) เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>
การเติมอากาศบริสุทธิ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ Central DOAS เติมอากาศโดยตรงเข้าสู่พื้นที่โดยตรง เพื่อควบคุมคุณภาพอากาศลดความชื้นเชื้อราและกลิ่นอับและใช้ Energy Recovery เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
การควบคุมความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้อยู่ในช่วง Optimum Zone 40-60%rh และเติมอากาศจาก DOAS (Dedicated Outdoor Air System) ตลอดเวลาแม้ในช่วงไม่มีแขกเข้าพักเพื่อควบคุมคุณภาพอากาศลดความชื้น เชื้อราและกลิ่นอับ</li> </ul>
การเลือกแผงกรองอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สำหรับห้องพักแนะนำให้ใช้ประสิทธิภาพการกรอง MERV 6 ถึง MERV 8</li> <li>• อากาศภายนอกที่ใช้เติมเข้าสู่ระบบส่วนกลางควรใช้อย่างน้อย MERV 14</li> <li>• สำหรับ FCU ในพื้นที่ห้องพักควรใช้ขั้นต่ำ MERV-8</li> </ul>
Local Exhaust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ห้องน้ำห้องพักมีการระบายอากาศมากกว่าขั้นต่ำตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1</li> <li>• ต้องจัดเตรียม Kitchen Hood สำหรับระบายควันและไขมันในครัว ใช้ Electrostatic Air Cleaner สำหรับกรองอากาศเสียทิ้งสู่ภายนอกอาคาร</li> </ul>
การใช้ Air Cleaner Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้ Filtration and Gas-Phase Air Cleaning (FAC) เพิ่มเติมในระบบ ในกรณีใช้การคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบ IAQP (Indoor Air Quality Procedure)</li> </ul>

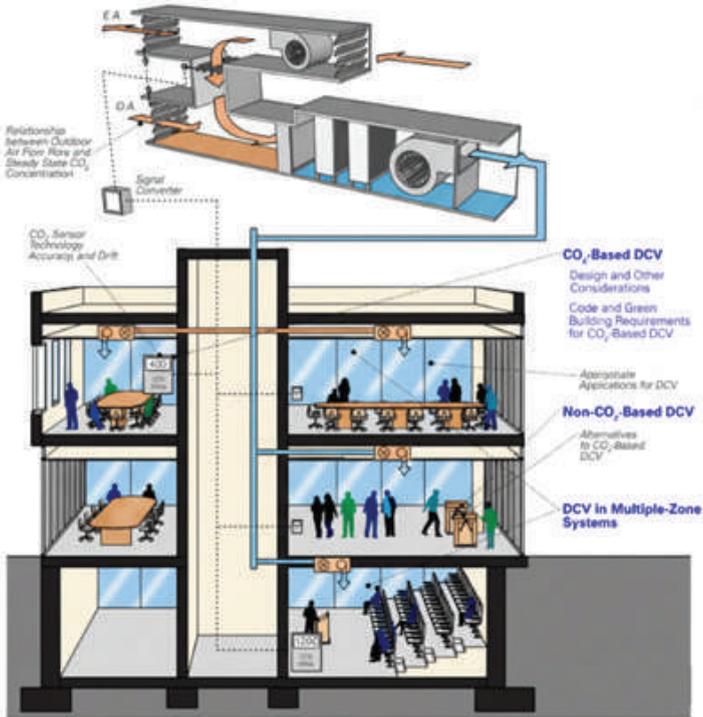


อาคารขนาดใหญ่มีระบบปรับอากาศ + เครื่องเติมอากาศบริสุทธิ์ (FAU, MAU, OAU, DOAS) โดยแยกท่อลมสำหรับอากาศบริสุทธิ์เข้าห้องโดยตรง

### 3. ห้างสรรพสินค้า (Shopping Malls)

อาคารพาณิชย์และห้างสรรพสินค้าเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานสูง และมีความเสี่ยงสูงจากมลพิษภายนอกที่รั่วไหลเข้ามา

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
อัตราการระบายอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้อัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมหรืออย่างน้อยมากกว่าขั้นต่ำตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1</li> <li>ใช้ DCV ควบคุมเพื่อประหยัดพลังงาน</li> <li>อาจพิจารณาเลือกใช้วิธี IAQP (Indoor Air Quality Procedure) แทน VRP (Ventilation Rate Procedure) ในการกำหนดอัตราการระบายอากาศเพื่อประหยัดพลังงานมากขึ้น</li> </ul>
การเติมอากาศบริสุทธิ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ Central DOAS (Dedicated Outdoor Air System) เติมอากาศโดยตรงเข้าสู่พื้นที่และ Energy Recovery เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>
การควบคุมแรงดัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>พื้นที่ทั่วไปรักษาความดันเป็นบวก เพื่อป้องกันฝุ่นและมลพิษจากภายนอก โดยเฉพาะลมรั่วเข้าที่ Main Entrance ซึ่งอาจสร้างภาวะการทำความเย็นมหาศาล (เช่น ประสิทธิภาพ 4 ตร.ม. อาจทำให้เกิดภาวะการทำความเย็นถึง 113 ตัน)</li> <li>ในส่วนพื้นที่ครัวควบคุมความดันให้เป็นลบเพื่อป้องกันการกระจายกลิ่นสู่พื้นที่โดยรอบ</li> </ul>
การควบคุมความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>ควบคุมความชื้นให้เหมาะสมโดยเฉพาะในร้านค้าที่ขายสินค้าที่อ่อนไหวต่อความชื้น (เช่น กระเป๋า รองเท้าหนัง ต้องมีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในไม่เกิน 60%RH เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา)</li> </ul>
การเลือกแผงกรองอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>สำหรับอากาศภายนอกที่เติมเข้าสู่ระบบส่วนกลางควรใช้อย่างน้อย MERV-14</li> <li>สำหรับเครื่องส่งลมเย็น AHU ในพื้นที่ส่วนกลางควรใช้ขั้นต่ำ MERV-13</li> </ul>
Local Exhaust	<ul style="list-style-type: none"> <li>ห้องน้ำสาธารณะมีอัตราการระบายอากาศ 15-20 ACH เพื่อระบายอากาศเสียที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อ เช่น Fecal Aerosol Transmission ออกสู่ภายนอกโดยตรง</li> <li>ต้องจัดเตรียม Kitchen Hood สำหรับระบายควันและไขมันในครัว ใช้ Electrostatic Air Cleaner สำหรับกรองอากาศเสียที่ส่งภายนอกอาคาร</li> </ul>
การใช้ Air Cleaner Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ Filtration and Gas-Phase Air Cleaning (FAC) เพิ่มเติมในระบบ ในกรณีใช้การคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบ IAQP (Indoor Air Quality Procedure) เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>



การควบคุมอัตราการระบายอากาศด้วย Demand Control Ventilation (DCV)

#### 4. สำนักงาน (Office Buildings)

การปรับปรุงเน้นที่การเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน (Productivity) และการลดระดับ CO<sub>2</sub> และ VOCs

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
อัตราการระบายอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้อัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมหรืออย่างน้อยมากกว่าขั้นต่ำตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1</li> <li>ใช้ DCV (Demand Control Ventilation) ควบคุมเพื่อประหยัดพลังงาน</li> <li>อาจพิจารณาเลือกใช้วิธี IAQP (Indoor Air Quality Procedure) แทน VRP (Ventilation Rate Procedure) ในการกำหนดอัตราการระบายอากาศเพื่อประหยัดพลังงานมากขึ้น</li> </ul>
การเติมอากาศบริสุทธิ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ Central DOAS (Dedicated Outdoor Air System) เติมอากาศโดยตรงเข้าสู่พื้นที่และ Energy Recovery เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
การควบคุมแรงดัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ความคุมแรงดันให้เป็นบวกเพื่อป้องกันความชื้นสูงจากการรั่วไหลเข้าของอากาศภายนอก</li> </ul>
การจัดการความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควบคุมจุดน้ำค้างภายในอาคารไม่เกิน 15.0 °C เพื่อป้องกันความชื้นและเชื้อรา</li> </ul>
การเลือกแผงกรองอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สำหรับอากาศภายนอกควรใช้อย่างน้อย MERV 14</li> <li>• สำหรับการกรองอากาศหมุนเวียนส่วนกลาง ควรใช้ขั้นต่ำ MERV 13</li> </ul>
Local Exhaust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ห้องน้ำสาธารณะมีอัตราการระบายอากาศ 15-20 ACH เพื่อระบายอากาศเสียที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อ เช่น Fecal Aerosol Transmission ออกสู่ภายนอกโดยตรง</li> <li>• ห้องถ่ายเอกสารควรมีอัตราการระบายอากาศ 15 ACH</li> </ul>
การใช้ Air Cleaner Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้ Filtration and Gas-Phase Air Cleaning (FAC) เพิ่มเติมในระบบ ในกรณีใช้การคำนวณอัตราการระบายอากาศแบบ IAQP (Indoor Air Quality Procedure) เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>

## 5. หอประชุม (Assembly/Auditorium)

หอประชุมจัดเป็นพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของผู้ใช้งานสูงมากและมีการใช้งานไม่สม่ำเสมอ

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
อัตราการระบายอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• เลือกใช้วิธี IAQP (Indoor Air Quality Procedure) แทน VRP (Ventilation Rate Procedure) ในการกำหนดอัตราการระบายอากาศเพื่อประหยัดพลังงานมากขึ้น</li> <li>• ใช้ DCV (Demand Control Ventilation) ควบคุมเพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>
การเติมอากาศบริสุทธิ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้ Central DOAS (Dedicated Outdoor Air System) เติมอากาศโดยตรงเข้าสู่พื้นที่และ Energy Recovery เพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>
การจัดการความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ควบคุมจุดน้ำค้างภายในอาคารไม่เกิน 15.0 °C เพื่อป้องกันความชื้นและเชื้อรา</li> </ul>
การเลือกแผงกรองอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>• สำหรับอากาศภายนอกควรใช้อย่างน้อย MERV 14</li> <li>• สำหรับการกรองอากาศหมุนเวียนส่วนกลาง ควรใช้อย่างน้อย MERV 13 เป็นขั้นต่ำตามคำแนะนำของ ASHRAE</li> </ul>
Local Exhaust	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ห้องน้ำสาธารณะมีอัตราการระบายอากาศ 15-20 ACH เพื่อระบายอากาศเสียที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อออกสู่ภายนอกโดยตรง</li> </ul>
การใช้ Air Cleaner Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ใช้ Filtration and Gas-Phase Air Cleaning (FAC) เพิ่มเติมในระบบ</li> </ul>

## 6. สถานศึกษา (Schools and Educational Facilities)

การปรับปรุงเน้นที่การสนับสนุนผลลัพธ์การเรียนรู้ (Learning Outcomes) และการจัดการข้อจำกัดด้านงบประมาณ

หัวข้อ	แนวทางการปรับปรุง
อัตราการระบายอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้อัตราการระบายอากาศที่เหมาะสมมากกว่าขั้นต่ำตามมาตรฐาน ASHRAE 62.1</li> <li>ใช้ DCV (Demand Control Ventilation) ควบคุมเพื่อประหยัดพลังงาน</li> </ul>
การเติมอากาศบริสุทธิ์	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้ Central DOAS เติมอากาศโดยตรงเข้าสู่พื้นที่และ Energy Recovery เพื่อประหยัดพลังงาน DOAS (Dedicated Outdoor Air System) สามารถเพิ่มปริมาณ Fresh Air (Boost) ได้ในช่วง ที่มีความเสี่ยงการแพร่ระบาด</li> <li>หรือ (ทางเลือก) ติดตั้ง Wall-mount ERV/HRV (Energy/Heat Recovery Ventilator) ประจำห้อง ระบบเหล่านี้ช่วยลด VOCs พร้อมทั้งช่วยประหยัดพลังงาน โดยการนำความเย็นของลม Exhaust กลับมาใช้ในการลดอุณหภูมิอากาศบริสุทธิ์เติมเข้าห้อง</li> </ul>
การจัดการความชื้น	<ul style="list-style-type: none"> <li>ควรควบคุมจุดน้ำค้างภายในอาคารไม่เกิน 15.0°C เพื่อป้องกันความชื้นและเชื้อรา</li> </ul>
การเลือกแผงกรองอากาศ	<ul style="list-style-type: none"> <li>สำหรับอากาศภายนอกควรใช้อย่างน้อย MERV 14</li> <li>สำหรับการกรองอากาศหมุนเวียนส่วนกลาง ควรใช้อย่างน้อย MERV 13</li> <li>ในห้องเรียนส่วนใหญ่ใช้ FCU ใช้ขั้นต่ำ MERV 11 ตามมาตรฐาน ASHRAE แนะนำ</li> </ul>
Local Exhaust	<ul style="list-style-type: none"> <li>ห้องน้ำสาธารณะมีอัตราการระบายอากาศ 15-20 ACH เพื่อระบายอากาศเสียที่มีความเสี่ยงต่อการแพร่เชื้อ ออกสู่ภายนอกโดยตรง</li> <li>ห้องถ่ายเอกสารและห้องเก็บสารเคมีควรมีอัตราการระบายอากาศ 15 ACH</li> </ul>
การใช้ Air Cleaner Unit	<ul style="list-style-type: none"> <li>ใช้เครื่องฟอกอากาศแบบพกพา (PACs) ร่วมกับ HEPA Filter เสริมในห้องเรียน เพื่อช่วยลดอนุภาคขนาดเล็ก</li> </ul>





**Suwichaya Methmanorom**  
Executive Committee and Chief of Electrical Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# เทคโนโลยี SF<sub>6</sub>-Free ในระบบไฟฟ้า

การขับเคลื่อนไปสู่ความเป็นกลางทางคาร์บอนทั่วโลกกำลังกำหนดทิศทางการใหม่ให้กับวงการวิศวกรรมไฟฟ้า ตามรายงานของ International Energy Agency (IEA) การปล่อยก๊าซ CO<sub>2</sub> ทั่วโลกจำเป็นต้องลดลงสู่ระดับ Net Zero ภายในปี 2050 เพื่อจำกัดอุณหภูมิโลกไม่ให้เพิ่มเกิน 1.5°C สหภาพยุโรป ญี่ปุ่น และเกาหลีใต้ได้ประกาศเป้าหมายความเป็นกลางทางคาร์บอนภายในปี 2050 ขณะที่จีนตั้งเป้าในปี 2060 ส่วนประเทศไทยได้ประกาศเป้าหมาย Carbon Neutral ภายในปี 2050 และ Net Zero ภายในปี 2065 ซึ่งแสดงในเอกสาร LT-LEDS ของประเทศ ภาคไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการเปลี่ยนผ่านครั้งนี้ เนื่องจากยังคงเป็นหนึ่งในภาคส่วนที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจกมากที่สุด การลดการพึ่งพาก๊าซ SF<sub>6</sub> ในระบบไฟฟ้าจึงเป็นหนึ่งในมาตรการสำคัญของการลดการปล่อยคาร์บอนในระยะยาว

ก๊าซซัลเฟอร์เฮกซะฟลูออไรด์ (SF<sub>6</sub>) เป็นก๊าซที่ใช้ในอุตสาหกรรมไฟฟ้ามาอย่างยาวนาน เนื่องจากมีคุณสมบัติด้านการเป็นฉนวนและการดับอาร์คที่ยอดเยี่ยม จึงเป็นมาตรฐานของอุปกรณ์ Gas-Insulated Switchgear (GIS) และ Ring Main Unit (RMU) ในระบบแรงดันปานกลาง อย่างไรก็ตาม SF<sub>6</sub> เป็นก๊าซเรือนกระจกที่มีค่า Global Warming Potential (GWP) สูงถึงประมาณ 23,500 เท่าของ CO<sub>2</sub> และมีอายุในบรรยากาศมากกว่า 3,000 ปี แม้อัตราการรั่วของระบบคุณภาพสูงจะต่ำกว่า 0.5% ต่อปี แต่ผลกระทบต่อลวดลายระบบก็ยังมีนัยสำคัญ

เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ ผู้ผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้ารายใหญ่ได้พัฒนา RMU แบบ SF<sub>6</sub>-Free โดยใช้ฉนวนอากาศแห้ง ไนโตรเจน หรือก๊าซผสมที่มีค่า GWP ต่ำ เช่น Schneider Electric (RM AirSeT), ABB (SafeRing Air, SafePlus Air) และ Eaton (Xiria) ซึ่งทั้งหมดผ่านมาตรฐาน IEC 62271 เช่นเดียวกับ RMU ชนิด SF<sub>6</sub> แบบดั้งเดิม

เกณฑ์	RMU แบบ SF <sub>6</sub>	RMU แบบ SF <sub>6</sub> -Free
สื่อฉนวน	SF <sub>6</sub> (GWP≈23,500)	อากาศแห้ง / N <sub>2</sub> / C <sub>4</sub> -FN (GWP≈0–350)
สมรรถนะทางไฟฟ้า	ฉนวนและการดับอาร์คดีเยี่ยม	เทียบเท่า (ตามมาตรฐาน IEC 62271)
ขนาดติดตั้ง	ขนาดกะทัดรัด	ใกล้เคียงหรือใหญ่กว่า 10–15%
การบำรุงรักษา	ต้องจัดการการรั่วของ SF <sub>6</sub>	ไม่ต้องจัดการแก๊ส
ต้นทุนเริ่มต้น	พื้นฐาน (100%)	+5–20% สูงกว่า
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	CO <sub>2</sub> เทียบเท่าสูง	GWP ต่ำเกือบเป็นศูนย์
แนวโน้มข้อกำหนด	อยู่ภายใต้ข้อกำหนด EU F-Gas (2026)	สอดคล้องและรองรับอนาคต

จากมุมมองวิศวกรรม RMU แบบ SF<sub>6</sub>-Free ให้สมรรถนะ ความปลอดภัย และความเชื่อถือได้ ใกล้เคียงกับ RMU แบบ SF<sub>6</sub> แม้ราคาสูงกว่าแต่ประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมและการสอดคล้องกับกฎระเบียบใหม่ทำให้ SF<sub>6</sub>-Free เป็นตัวเลือกที่เหมาะสมในการใช้งานสำหรับอาคารเขียว เมืองอัจฉริยะ ซึ่งสอดคล้องกับเป้าหมาย Carbon Neutral ปี 2050 ของประเทศไทย

โดยสรุปแม้อัตราการรั่วของก๊าซ SF<sub>6</sub> จะดูน้อย แต่ด้วยค่า GWP ที่สูงมาก การใช้ RMU จำนวนเพียง 100 ตู้ตลอดอายุระบบสามารถก่อให้เกิดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกสะสม ประมาณ 300–500 ตัน CO<sub>2</sub> เทียบเท่า ซึ่งมีปริมาณเทียบได้กับการปล่อยของรถยนต์โดยสารประมาณ 100 คันต่อปี ในทางตรงกันข้าม RMU แบบ SF<sub>6</sub>-Free สามารถลดการปล่อย CO<sub>2</sub> ได้เกือบ 100% จึงเป็นเทคโนโลยีสำคัญที่สอดคล้องกับนโยบาย Carbon



**Suwichaya Methmanorom**  
Executive Committee and Chief of Electrical Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# คุณภาพไฟฟ้า สำหรับอาคารยุคใหม่

คุณภาพไฟฟ้า (Power Quality) ได้กลายเป็นปัจจัยสำคัญพื้นฐานในโครงสร้างพื้นฐานของอาคารยุคใหม่เมื่อระบบไฟฟ้าพัฒนาจากอุปกรณ์เชิงเส้นแบบดั้งเดิมไปสู่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และโหลดไม่เชิงเส้น เช่น โดรวอร์ LED, ระบบ UPS, อุปกรณ์ IT, เครื่องมือแพทย์สำหรับแสดงภาพและมอเตอร์ความเร็วแปรผันทำให้ความต้องการไฟฟ้าที่มีความเสถียรและปราศจากสัญญาณรบกวนเพิ่มสูงขึ้นอย่างมาก คุณภาพไฟฟ้าคือความเสถียร ความสะอาด และความต่อเนื่องของพลังงานไฟฟ้าที่ส่งถึงอุปกรณ์ ช่วยให้อุปกรณ์ทำงานได้อย่างราบรื่นและป้องกันการหยุดชะงักของระบบ

ความสำคัญของการรักษาคุณภาพไฟฟ้ามักเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ คุณภาพไฟฟ้าที่ต่ำอาจทำให้อุปกรณ์ทำงานผิดพลาด ค่าใช้จ่ายในการเดินระบบเพิ่มขึ้น ประสิทธิภาพลดลง และทำให้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าเสื่อมเร็วขึ้น ในพื้นที่สำคัญอย่างโรงพยาบาลปัญหาคุณภาพไฟฟ้าอาจส่งผลโดยตรงต่อความปลอดภัยของผู้ป่วยเพราะอุปกรณ์ทางการแพทย์มีความไวสูง การรักษาคุณภาพไฟฟ้าสูงจึงเป็นการยกระดับความเชื่อถือได้ ความปลอดภัย ความเสถียรในการปฏิบัติงาน และการยืดอายุทรัพย์สินระยะยาว

หน่วยงานกำกับดูแลด้านไฟฟ้าของประเทศไทย เช่น MEA, PEA และ ERC ได้กำหนดเกณฑ์คุณภาพไฟฟ้าที่ชัดเจนเพื่อให้มั่นใจในความเสถียร ความปลอดภัย และความสอดคล้องกับโหลดยุคใหม่ เกณฑ์เหล่านี้รวมถึงขีดจำกัดของแรงดันไฟฟ้า ความคลาดเคลื่อนของความถี่ระดับความกระพริบ (Flicker) ค่าฮาร์มอนิก (THD) และค่าตัวประกอบกำลังขั้นต่ำ (Power Factor) แม้อาคารทุกแห่งจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดขั้นต่ำ แต่การเพิ่มขึ้นของโหลดไม่เชิงเส้นทำให้ผู้ดูแลอาคารต้องประเมินและรักษาคุณภาพไฟฟ้าให้มากกว่าข้อกำหนดพื้นฐาน

## ขีดจำกัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก

ขีดจำกัดกระแสฮาร์มอนิกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ที่จุดต่อร่วม \*

ระดับแรงดันไฟฟ้า ที่จุดต่อร่วม (kV)	อันดับฮาร์มอนิกและขีดจำกัดของกระแส (A rms)																	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
0.400	48	34	22	56	11	40	9	8	7	19	6	16	5	5	5	6	4	6
11 and 12	13	8	6	10	4	8	3	3	3	7	2	6	2	2	2	1	1	
22 , 24 and 33	11	7	5	9	4	6	3	2	2	6	2	5	2	1	1	2	1	1
69	8.8	5.9	4.3	7.3	3.3	4.9	2.3	1.6	1.6	4.9	1.6	4.3	1.6	1	1	1.6	1	1
115 and above	5	4	3	4	2	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1

\* : ยอมรับค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 10 หรือ 0.5 A (ค่าที่มากกว่าค่าใดค่าหนึ่ง) มาใช้กับขีดจำกัดของกระแสแต่ละอันดับได้ไม่เกิน 2 อันดับ

ขีดจำกัดความเปลี่ยนแปลงฮาร์มอนิกของแรงดันสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหญ่ที่จุดต่อร่วม  
(รวมทั้งระดับความเพี้ยนที่มีอยู่เดิม)

ระดับแรงดันไฟฟ้า ที่จุดต่อร่วม (kV)	ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม ของแรงดัน (%)	ค่าความเปลี่ยนแปลงฮาร์มอนิกของแรงดัน แต่ละอันดับ (%)	
		อันดับที่	อันดับคู่
0.400	5	4	2
11 , 12 , 22 and 24	4	3	1.75
33	3	2	1
69	2.45	1.63	0.82
115 and above	1.5	1	0.5

\*อ้างอิงข้อมูลจาก ระเบียบการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ว่าด้วยข้อกำหนดการเชื่อมต่อระบบโครงข่ายไฟฟ้า พ.ศ. 2559

โรงพยาบาลเป็นหนึ่งในสภาพแวดล้อมที่มีความไวต่อคุณภาพไฟฟ้ามากที่สุด อุปกรณ์ทางการแพทย์ เช่น MRI, เครื่อง CT, เครื่องช่วยชีวิต และเครื่องมือวินิจฉัย ต้องการไฟฟ้าที่มีความเสถียรสูง อุปกรณ์เหล่านี้ทำงานร่วมกับโหลดมอเตอร์ขนาดใหญ่ เช่น ซิลเลอร์ AHU และปั๊มน้ำ ซึ่งอาจทำให้เกิดแรงดันตก ฮาร์มอนิกสูง สัญญาณรบกวนในระบบกราวด์ และการเปลี่ยนแปลงความถี่ส่งผลให้โรงพยาบาลต้องใช้ระบบคุณภาพไฟฟ้าที่มีการตรวจสอบอย่างเข้มงวด

อาคารสำนักงานประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ เซิร์ฟเวอร์ ไฟ LED และ UPS จำนวนมาก โหลดเหล่านี้สร้างฮาร์มอนิกที่บิดเบือนรูปคลื่นกระแสไฟฟ้า เพิ่มกระแสในสายนิวทรัล และทำให้อุณหภูมิหม้อแปลงสูงขึ้น ลิฟต์และปั๊มกลสร้างแรงดันตกแบบเฉียบพลัน และการใช้ Switching Power Supplies จำนวนมากเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน การจัดการคุณภาพไฟฟ้าในสำนักงานจึงมุ่งเน้นไปที่ฮาร์มอนิก ความสมบูรณ์ของระบบกราวด์ และความเสถียรของแรงดันไฟฟ้า

**คอนโดมิเนียมและอาคารพักอาศัยสูง**พึ่งพาระบบไฟ LED ระบบอัตโนมัติ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในบ้านมากขึ้น โหลดเหล่านี้สร้างฮาร์มอนิกลำดับ 3, 5 และ 7 ซึ่งสะสมในสายนิวทรัล การทำงานของมอเตอร์ลิฟต์และปั๊มน้ำก่อให้เกิดแรงดันแกว่งและไฟกระพริบ ดังนั้นการจัดการคุณภาพไฟฟ้าในคอนโดจึงต้องให้ความสำคัญกับการลดฮาร์มอนิก การปรับปรุง Power Factor และการลดกระแสเกินในสายนิวทรัล

**อาคารเก่าหรืออาคารที่มีการใช้งานอยู่**เป็นเป้าหมายที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้า เพราะสามารถวัดพฤติกรรมไฟฟ้าจริงได้ ต่างจากอาคารใหม่ที่ต้องใช้ค่าประมาณจากแบบหรือข้อมูลผู้ผลิตอาคารที่ใช้งานจริงสามารถบันทึกค่าฮาร์มอนิกแรงดันตก การเปลี่ยนแปลงแรงดัน กระแสในสายนิวทรัล และ Power Factor ได้อย่างแม่นยำผ่านเครื่องมือ PQ Analyzer ทำให้สามารถวางแผนแก้ไขได้ตรงจุดและคุ้มค่าที่สุด

ในอาคารที่ใช้งานอยู่สามารถตรวจพบปัญหาจริง เช่น หม้อแปลงร้อน เบรกเกอร์ทริปโดยไม่จำเป็น ไฟกระพริบ อุปกรณ์รีเซ็ต และกระแสเกินในสายนิวทรัล ปัญหาเหล่านี้ช่วยให้วิศวกรสามารถวิเคราะห์และเลือกเทคโนโลยีแก้ไขได้อย่างแม่นยำ วิธีการแบบนี้ไม่สามารถทำได้ในอาคารใหม่ที่ยังไม่มีพฤติกรรมไฟฟ้าจริงให้วัด

Active Harmonic Filters (AHF) ถูกออกแบบมาเพื่อลดฮาร์มอนิกที่เกิดจากโหลดไม่เชิงเส้น โดยเฉพาะ AHF ตรวจวัดกระแสโหลดแบบเรียลไทม์และสร้างกระแสชดเชยที่มีเฟสตรงข้ามเพื่อลดความบิดเบือนของรูปคลื่น ฮาร์มอนิกลำดับ 3, 5, 7, 9 และ 11 มักเกิดจากไดโอด LED ระบบ UPS คอมพิวเตอร์ และ VFD การติดตั้ง AHF ช่วยคืนรูปคลื่นไฟฟ้าให้เป็นขายนที่สะอาดขึ้นลดความร้อนในหม้อแปลงลดกระแสสายนิวทรัลและเพิ่มเสถียรภาพของระบบโดยรวม

เพื่อยกระดับคุณภาพไฟฟ้าในอาคารยุคใหม่ การใช้ Active Harmonic Filters เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดฮาร์มอนิก ลดกระแสเกินในสายนิวทรัล ทำให้รูปคลื่นไฟฟ้าบริสุทธิ์ขึ้น และป้องกันความร้อนสะสมในหม้อแปลงจากโหลดไม่เชิงเส้น AHF แก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุและช่วยให้โครงสร้างพื้นฐานไฟฟ้ามีเสถียรภาพ มีประสิทธิภาพ และเชื่อถือได้ทั้งในโรงพยาบาล อาคารสำนักงาน และอาคารพักอาศัย

## ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับติดตั้ง Active Harmonic Filter (AHF)

โดยทั่วไป AHF ควรติดตั้งในจุดที่สามารถ “ตรวจจับและชดเชยฮาร์มอนิก” ได้ดีที่สุด และลดผลกระทบต่ออุปกรณ์ในระบบไฟฟ้า โดยตำแหน่งที่นิยมมีดังนี้:

### 1. ที่ Main Distribution Board (MDB) / LV Main Switchboard

เหมาะสำหรับ: ระบบที่มีโหลดฮาร์มอนิกหลายจุดรวมกัน

ข้อดี:

- ชดเชยฮาร์มอนิกของทั้งระบบได้ในจุดเดียว
- เหมาะในอาคารสำนักงาน, โรงงาน, โรงพยาบาล, Data Center
- ติดตั้งง่าย มีพื้นที่เพียงพอ

## 2. ติดตั้งที่ Feeder หรือ Sub-Distribution Board (SDB)

เหมาะสำหรับ: กรณีมีโหลดปล่อยฮาร์มอนิกสูงเฉพาะจุด เช่น

- VFD (Variable Speed Drive)
- UPS
- Lift
- Chiller

ข้อดี:

- ลดฮาร์มอนิกตรงจุดที่เกิดปัญหา
- ช่วยป้องกันไม่ให้ฮาร์มอนิกไหลย้อนขึ้นไปหา MDB

## 3. ติดตั้งหน้าอุปกรณ์ที่เป็นต้นกำเนิดฮาร์มอนิกหลักโดยตรง

เช่น:

- UPS ขนาดใหญ่
- Inverter
- VFD Motor
- Rectifier Loads

ข้อดี:

- แก้ปัญหาที่ source โดยตรง
- ลดฮาร์มอนิกก่อนจะกระทบอุปกรณ์อื่น

## หลักการเลือกตำแหน่งติดตั้ง

เพื่อให้ AHF ทำงานได้มีประสิทธิภาพ ควรพิจารณา:

- จุดที่มี THDi/THDv สูงที่สุด
- จุดที่มี Nonlinear load มากกว่า 40% ของโหลดรวม
- ความสามารถของสายไฟ/บัสบาร์ในการรองรับกระแสชดเชย
- ระยะใกล้จุดกำเนิดฮาร์มอนิกที่สุด
- พื้นที่ติดตั้งและการระบายความร้อน

## คำแนะนำทั่วไปของงาน MEP/ระบบไฟฟ้า

- หากในอาคารมี UPS หรือ VFD จำนวนมาก → ติดตั้ง AHF ที่ UPS Input หรือ VFD Bus
- หากเป็นระบบที่มีหลายแหล่งฮาร์มอนิกกระจาย → ติดตั้งที่ MDB
- หากต้นกำเนิดฮาร์มอนิกอยู่ Cluster เดียวกัน → ใช้ AHF 1 ตัวที่ SDB นั้น ๆ



**Suwichaya Methmanorom**  
Executive Committee and Chief of Electrical Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# Reliable Power Transfer: ATS & MTS Operations

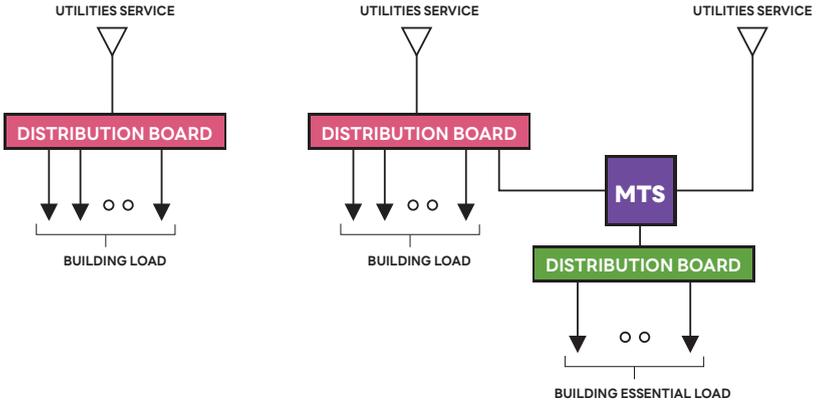
ความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าเป็นสิ่งสำคัญสำหรับอาคารยุคใหม่ โดยเฉพาะในประเทศไทยที่อาคารบางประเภทอยู่ภายใต้ข้อบังคับตามกฎหมายกระทรวงฉบับที่ 33 เช่น อาคารสูง อาคารขนาดใหญ่พิเศษ โรงพยาบาล และดาต้าเซ็นเตอร์ ซึ่งต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองและระบบสวิตช์โอนย้ายไฟอัตโนมัติ (ATS) เพื่อให้ระบบสำคัญยังคงทำงานได้แม้เมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าดับ

โดย ATS จะสั่งสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้า และโอนย้ายโหลดโดยอัตโนมัติ เพื่อให้สอดคล้องกับมาตรฐานความปลอดภัยและรักษาการทำงานต่อเนื่องของระบบสำคัญ

สำหรับอาคารทั่วไปที่ไม่ได้ถูกบังคับให้มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรอง หรืออาคารเก่าที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพ ระบบสวิตช์โอนย้ายไฟด้วยมือ (MTS – Manual Transfer Switch) เป็นอีกตัวเลือกที่คุ้มค่า ช่วยให้อาคารสามารถรับไฟฟ้าสำรองเมื่อจำเป็น โดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบถาวร เหมาะสำหรับงานปรับปรุงอาคารและต้องการเพิ่มความน่าเชื่อถือด้วยงบประมาณจำกัด

ความแตกต่างหลักระหว่าง ATS และ MTS คือวิธีการโอนย้ายแหล่งจ่ายไฟ ATS เป็นระบบอัตโนมัติทั้งหมด ตรวจสอบ และโอนย้ายแหล่งจ่าย พร้อมสั่งสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง ในขณะที่ MTS ต้องใช้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานด้วยมือและไม่สามารถสั่งสตาร์ทเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเองได้ ทำให้เวลาการฟื้นคืนระบบช้ากว่าอย่างชัดเจน

เมื่อออกแบบระบบโดยใช้ MTS สามารถติดตั้งจุดต่อ Generator แบบเคลื่อนที่ (Mobile Generator) เพื่อให้สามารถต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชั่วคราวเข้ากับระบบของอาคารได้ เมื่อใช้งานร่วมกับ MTS จะทำให้อุปกรณ์สำคัญ เช่น ปั๊มน้ำ ลิฟต์ ไฟฉุกเฉิน ระบบสื่อสาร และระบบรักษาความปลอดภัย สามารถทำงานได้แม้ไม่มีเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถาวร



**CONVENTIONAL DESIGN**

**DESIGN WITH MTS CONCEPT**

ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง ATS และ MTS

หัวข้อ	ATS – Automatic Transfer Switch	MTS – Manual Transfer Switch
การทำงาน	โอนย้ายไฟอัตโนมัติ ด้วยระบบตรวจจับและล็อก	ต้องมีเจ้าหน้าที่ สับสวิตซ์ด้วยตนเอง
ความต้องการ Generator	ต้องมีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ติดตั้งถาวร	สามารถใช้ร่วมกับ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า เคลื่อนที่ได้
ความเร็วในการฟื้นคืนระบบ	เร็วมาก (ไม่กี่วินาที)	ช้ากว่า (ขึ้นกับมนุษย์)
ระบบควบคุมและตรวจสอบ	มี Controller, Sensor และ Relay	ไม่มีระบบควบคุม อัตโนมัติ
ระบบป้องกันความปลอดภัย	Interlock ไฟฟ้าและกลไก	Interlock แบบกลไก
ความซับซ้อนและต้นทุน	สูง	ต่ำ

โดยสรุป แม้ว่า MTS จะมีราคาต่ำกว่า ATS อันเนื่องมาจากความซับซ้อนของระบบควบคุมที่น้อยกว่า แต่การเลือกใช้งานไม่ได้พิจารณาเพียงเรื่องต้นทุนเท่านั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องประเมินหลายปัจจัยทั้งด้านกฎหมาย ประเภทอาคาร และระดับความต่อเนื่องของระบบไฟฟ้าที่ต้องการ เพื่อให้ระบบไฟฟ้ามีความปลอดภัย สอดคล้องตามกฎหมาย และตอบสนองต่อความต้องการใช้งานในสถานการณ์ฉุกเฉินได้จริง

## 1. ข้อกำหนดและกฎหมายอาคาร ต้องเลือกใช้ ATS

- a. อาคารสูง (High-rise Building)
- b. อาคารใหญ่พิเศษ (Extra-large Building)
- c. อาคารขนาดใหญ่ (Large Building)

## 2. ระดับความต่อเนื่องของระบบไฟฟ้าที่ต้องการ (Power Continuity Requirement)

- a. โหลดสำคัญ (Critical Load) เช่น ระบบความปลอดภัย อุปกรณ์ทางการแพทย์ ระบบควบคุมอาคาร ระบบสื่อสาร และอุปกรณ์ที่ต้องไม่หยุดชะงัก ควรเลือกใช้ ATS
- b. หากเป็นโหลดทั่วไป (Non-critical Load) หรือเป็นระบบที่ยอมให้มีการหยุดชั่วคราวได้ เช่น แสงสว่างทั่วไป ปลั๊กไฟสำนักงาน หรือโหลดส่วนบริการควรเลือกใช้ MTS
- c. หากเป็นอาคารที่ปรับปรุง หรือมีงบประมาณจำกัด การใช้ MTS ร่วมกับจุดต่อ Mobile Generator จะช่วยเพิ่มความยืดหยุ่นโดยไม่ต้องติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าถาวร



**Suwichaya Methmanorom**  
Executive Committee and Chief of Electrical Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# ผลกระทบของความผันผวนของ โซลาร์ PV ต่อคุณภาพไฟฟ้า และบทบาทของ SVG

เมื่อระบบผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (Solar Photovoltaic: PV) ถูกนำมาเชื่อมต่อกับอาคารพาณิชย์และอุตสาหกรรมมากขึ้น ระบบ PV จะสร้างความท้าทายใหม่ให้กับโครงข่ายไฟฟ้า ความผันผวนของกำลังผลิตส่งผลต่อคุณภาพไฟฟ้าและทำให้ระบบปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบเดิม เช่น คาปาซิเตอร์แบงก์ ทำงานหนักขึ้น

กำลังผลิตจากโซลาร์ PV เปลี่ยนแปลงตามการเคลื่อนที่ของเมฆ เงาบัง แสงแดด รวมถึงการเปลี่ยนผ่านช่วงเวลาในแต่ละวัน การเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วเหล่านี้ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าผันผวน เพาเวอร์แฟกเตอร์ไม่เสถียร ฮาร์มอนิกเพิ่มขึ้น และการไหลของกำลังรีแอกทีฟไม่คงที่ หากสัดส่วนของ PV สูงเมื่อเทียบกับโหลดของระบบ ความผิดปกติเหล่านี้อาจทำให้คุณภาพไฟฟ้าแยกลงและลดอายุการใช้งานของอุปกรณ์

คาปาซิเตอร์แบงก์แบบดั้งเดิมถูกออกแบบสำหรับโหลดที่มีความเสถียร เปิด-ปิดเป็นช่วง ๆ และคาดว่าเพาเวอร์แฟกเตอร์จะเปลี่ยนแปลงอย่างช้า ๆ แต่ความผันผวนที่เกิดจากโซลาร์ PV ขัดแย้งกับสมมติฐานนี้ ซึ่งทำให้เกิดการสวิตช์บ่อยเกินไป ความเครียดทางไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ความเสี่ยงของกระแสอินรัช และอาจเกิดเรโซแนนซ์กับฮาร์มอนิกจากอินเวอร์เตอร์

Static Var Generator (SVG) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ให้ค่าชดเชยกำลังรีแอกทีฟแบบต่อเนื่องและเรียลไทม์ มีการตอบสนองรวดเร็วมาก ไม่มีส่วนที่เป็นการสวิตช์เชิงกล ควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้แม่นยำ ลดฮาร์มอนิก และช่วยรักษาแรงดัน SVG จึงเหมาะสำหรับระบบที่มีความผันผวนของ PV สูง คาปาซิเตอร์แบงก์ก็ยังคงเหมาะสมสำหรับโหลดคงที่ แต่ไม่เหมาะกับระบบที่มีสัดส่วน PV สูง ในขณะที่ SVG ให้ประสิทธิภาพเหนือกว่าและต้องการบำรุงรักษาน้อยกว่า



image: [www.enscigroup.com](http://www.enscigroup.com)



image: <https://strongpowerelectric.com/static-var-generator/>

### คุณสมบัติของ Static Var Generator (SVG)

- ชดเชย Reactive Power (kVAR) แบบแม่นยำ
- รักษา Power Factor ให้ใกล้ 1.0 ตลอดเวลา
- ป้องกันค่าปรับ PF จากการไฟฟ้า
- ลดโหลดหม้อแปลงและกระแสรวมในระบบ
- ทำงานรวดเร็วมก (ตอบสนองระดับมิลลิวินาที)

### ความแตกต่างระหว่าง Static Var Generator กับ Capacitor Bank

รายการ	SVG	Capacitor Bank (APFC)
การตอบสนอง	เร็วมาก (ms)	ช้า (sec)
ความแม่นยำ PF	สูงมาก	ปานกลาง
เหมาะกับโหลด	เปลี่ยนเร็ว, มีฮาร์มอนิก	ทั่วไป, คงที่
อายุการใช้งาน	ยาวกว่า	สั้นกว่า (Capacitor เสื่อม)
ราคา	สูงกว่า	ต่ำกว่า

### SVG ทำอะไรได้เพิ่มจาก APFC เดิม

- ไม่เกิด Resonance กับฮาร์มอนิก
- ควบคุมทั้ง Inductive และ Capacitive kVAR
- ชดเชยแบบต่อเนื่องไม่เป็นขั้น ๆ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าสิ่งที่ SVG ทำได้นั้นจะเป็นสิ่งที่ Capacitor Bank นั้นไม่สามารถทำได้ตั้งแต่ถึงแม้ว่าจะพัฒนา Capacitor Bank ไปในอนาคต เนื่องจากเป็นข้อจำกัดการอุปกรณ์

อย่างไรก็ตามเนื่องด้วยคุณสมบัติที่เพิ่มขึ้นมาทำให้ราคาของ SVG นั้นสูงกว่า Capacitor Bank อย่างเป็นนัยยะ ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับราคาเป็นดังนี้

1. เทคโนโลยีและคอนโทรล – ใช้อิเล็กทรอนิกส์กำลัง, IGBT, อัลกอริทึมควบคุม, การสื่อสาร, และระบบตรวจจับแบบ Real-time ที่ตอบสนองเร็วมาก
2. ความสามารถเสริม – กรองฮาร์มอนิก, แก้ Unbalance, และรักษา PF อย่างต่อเนื่อง ความต้องการพีเอเจอร์เหล่านี้ยิ่งเพิ่มต้นทุน
3. ออกแบบ modular และต้องการตู้/ระบบรองรับ – จำนวนส่วนประกอบที่ซับซ้อนมากกว่า Cap Bank ทั่วไป

### จุดคุ้มค่าของ SVG แม้มแพง

- เมื่อโหลดเปลี่ยนเร็วหรือมีฮาร์มอนิกสูง การใช้ Cap Bank อย่างเดียว อาจทำให้ PF กระโดด, เกิด Resonant, ต้องติดตั้ง Detuned Reactor/พื้นที่, หรือเกิดข้อผิดพลาด: ตัวอย่างในกรณีศึกษาระบบ SVG มีข้อได้เปรียบในการจัดการโหลดที่เปลี่ยนเร็ว และหลีกเลี่ยงปัญหา Resonant ที่ Cap Bank อาจเกิดได้
- ลดความเสี่ยงค่าปรับ และรักษาค่า PF ใกล้ 1 ทำให้มั่นใจว่าระบบ อยู่ในข้อกำหนดของผู้ให้บริการ

### จุดคุ้มค่าของ Capacitor Bank

- ระบบนี้หรือไม่มีฮาร์มอนิกสูง การลงทุนต่ำกว่าอย่างมาก
- มีสินค้าพร้อมซื้อในไทย ราคาชัดเจน ใช้งานง่าย, ขยายที่ละน้อยได้
- เมื่อออกแบบดี (เช่น มีรีแอคเตอร์ Detuned เพื่อป้องกัน Resonance) มักทำงานได้ดีสำหรับโหลดหนึ่ง

ดังนั้น SVG จึงเหมาะสมอย่างยิ่งเมื่อมีการติดตั้งโซลาร์ PV โดยเฉพาะในอาคารที่มีโหลดเปลี่ยนแปลงสูงหรือเป็นโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ซึ่งจะช่วยให้เสถียรภาพ ลดการสึกหรอของอุปกรณ์ และแก้ปัญหาเพาเวอร์แฟกเตอร์รวมถึงฮาร์มอนิกได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อย่างไรก็ตามความจำเป็นในการติดตั้ง SVG ขึ้นกับสัดส่วนกำลังผลิตของ PV เทียบกับหม้อแปลง โหลดขั้นต่ำ และรูปแบบโหลดของอาคาร โดยมีแนวทาง ดังนี้

- **กรณี A:** หากกำลังผลิตจาก PV ต่ำกว่า 15–20% ของกำลังหม้อแปลง ผลกระทบจาก PV ยังมีไม่มาก คาปาซิเตอร์แบบกึ่งที่มีดีทูนรีแอคเตอร์อาจเพียงพอ หากระดับฮาร์มอนิกอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้
- **กรณี B:** หาก PV มีสัดส่วน 20–40% ของกำลังหม้อแปลง ความผันผวนจะเริ่มมีผลชัดเจน อาคารที่มีโหลดไม่คงที่ เช่น VSD, UPS, อุปกรณ์การแพทย์ หรือซิลเลอร์ จะได้ประโยชน์จาก SVG เพื่อป้องกันการสวิตช์ที่เกินไปและควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้คงที่

• **กรณี C:** หาก PV เกิน 40–50% ของกำลังหม้อแปลง หรือเข้าใกล้ 70–80% ของโหลดขั้นต่ำ PV จะมีผลอย่างมากต่อพฤติกรรมของระบบ ทำให้เกิดความผันผวนของ PF ความเสี่ยงด้านฮาร์มอนิก และความเสี่ยงของแรงดัน SVG จึงเป็นทางเลือกหลักที่แนะนำ

โดยสรุป การตัดสินใจเลือกติดตั้ง SVG ไม่ได้ขึ้นอยู่กับกรณีโซลาร์เพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับ “สัดส่วน PV ต่อระบบไฟฟ้าและพฤติกรรมโหลดของอาคาร” เป็นหลัก โดยจากทั้งสามกรณีสามารถเห็นภาพได้ชัดว่า ยิ่งสัดส่วนกำลังผลิตของ PV สูงขึ้น ระบบจะยิ่งเผชิญความผันผวนของแรงดันและเพาเวอร์แฟกเตอร์มากขึ้น ส่งผลให้ค่าประสิทธิภาพแบงก์แบบเดิมเริ่มทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพและมีโอกาสสวิตช์ถี่เกินไป ดังนั้น ในอาคารที่มีโหลดไม่คงที่ เช่น โรงพยาบาล อาคารสำนักงานขนาดใหญ่ หรือระบบที่มี VSD/UPS จำนวนมาก รวมถึงระบบที่ติดตั้งโซลาร์เกิน 40–50% ของกำลังหม้อแปลง การใช้ SVG จะเป็นทางเลือกที่เสถียรและยั่งยืนกว่า ช่วยควบคุม PF ให้คงที่ ลดความเสี่ยงด้านฮาร์มอนิก และทำให้ระบบไฟฟ้ารองรับพลังงานหมุนเวียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมรองรับการเติบโตด้าน Energy Transition ในอนาคตอย่างมั่นใจ



**Suwichaya Methmanorom**  
Executive Committee and Chief of Electrical Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# ผลกระทบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่า ต่อประสิทธิภาพ การปล่อยมลพิษ และทิศทาง Net-Zero ของประเทศไทย

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเป็นเสาหลักสำคัญที่ช่วยให้ระบบอาคารมีความยืดหยุ่น ทำงานแทนเมื่อกระแสไฟฟ้าปกติขัดข้อง ไม่ว่าจะเป็นโรงพยาบาล ดาด้าเซ็นเตอร์ อาคารสำนักงาน หรือโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องกำเนิดไฟฟ้ามีบทบาทสำคัญในการรักษาความต่อเนื่องของระบบวิกฤต ในประเทศไทย ระบบไฟฟ้าค่อนข้างมีเสถียรภาพ ทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสำรองทำงานเพียงช่วงเวลาสั้น ๆ เช่น การทดสอบโหลดประจำเดือน การบำรุงรักษา และเหตุการณ์ไฟฟ้าดับเป็นครั้งคราว แม้ชั่วโมงการทำงานต่อปีจะไม่มาก แต่ประสิทธิภาพและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมยังคงเป็นประเด็นสำคัญ โดยเฉพาะเมื่อมองในมุมความยั่งยืนและการลดการปล่อยคาร์บอนระยะยาว

เมื่อพูดถึงคำว่า “เครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่า” การจำแนกสามารถทำได้ทั้งตามอายุและเทคโนโลยี เครื่องรุ่นที่ผลิตเมื่อ 15–20 ปีก่อนมักใช้ระบบหัวฉีดเชื้อเพลิงแบบกลไก เทอร์โบแบบคงที่ และไม่มีระบบควบคุมมลพิษ การออกแบบเน้นความทนทานมากกว่าประสิทธิภาพ ทำให้อินน้ำมันมากและปล่อยไอเสียสูง รุ่นที่ผลิตช่วงปี 2009–2015 เริ่มมีการใช้ระบบหัวฉีดอิเล็กทรอนิกส์และกล่องควบคุมเครื่องยนต์ ช่วยให้การเผาไหม้มีความแม่นยำขึ้น ใช้น้ำมันน้อยลง แต่ยังคงไม่มีระบบบำบัดไอเสียเต็มรูปแบบ ส่วนเครื่องกำเนิดไฟฟ้ารุ่นใหม่ตั้งแต่ปี 2016 เป็นต้นมา มักใช้ระบบควบคุม ECU หัวฉีดคอมมอนเรลแรงดันสูง ห้องเผาไหม้แบบปรับปรุง และมีระบบบำบัดไอเสีย เช่น EGR, SCR, DOC และ DPF ซึ่งช่วยให้ประสิทธิภาพสูงขึ้นและปล่อยมลพิษลดลงอย่างชัดเจน

ช่องว่างด้านประสิทธิภาพระหว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่าและใหม่เห็นได้ชัดในด้านอัตราสิ้นเปลืองน้ำมันและการปล่อยไอเสีย เมื่อชิ้นส่วนเครื่องยนต์สึกหรอ การเผาไหม้จะไม่มีประสิทธิภาพ ทำให้เครื่องเก่ามักใช้น้ำมันมากกว่า 5–15% เมื่อเทียบกับเครื่องใหม่ ส่งผลโดยตรงให้การปล่อยก๊าซเรือนกระจก (CO<sub>2</sub>eq) ต่อชั่วโมงสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับ NO<sub>x</sub> เครื่องเก่าจะปล่อยสูงกว่าอย่างมากเนื่องจากอุณหภูมิการเผาไหม้สูงและไม่มีระบบบำบัด ส่วน SO<sub>x</sub> จะขึ้นอยู่กับปริมาณซัลเฟอร์ในน้ำมัน โดยปัจจุบันประเทศไทยใช้ดีเซลกำมะถันต่ำ (ULSD) ทำให้ค่าดังกล่าวลดลงโดยธรรมชาติ แต่ในอดีตเครื่องรุ่นเก่าปล่อย SO<sub>x</sub> สูงมากเพราะใช้น้ำมันกำมะถันสูง

เพื่อให้เห็นภาพชัดเจนขึ้น ตารางด้านล่างแสดงการเปรียบเทียบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาด 500 kVA รุ่นเก่า (เทคโนโลยีปี 2005) กับรุ่นใหม่ เมื่อใช้งานต่อเนื่อง 8 ชั่วโมง:

พารามิเตอร์	เครื่องเก่า (เทคโนโลยีปี 2005)	เครื่องใหม่ (เทคโนโลยีปัจจุบัน)	ข้อแตกต่าง
กำลังผลิต	500 kVA (≈400 kW)	500 kVA (≈400 kW)	กำลังเท่ากัน
อัตราสิ้นเปลือง (ลิตร/ชม.)	100–105 L/hr	90–95 L/hr	ประหยัดขึ้น ~10%
ค่าน้ำมันรวม 8 ชม.	800–840 L	720–760 L	ประหยัด ~80 ลิตร
CO <sub>2</sub> eq 8 ชม.	≈2.16–2.27 ตัน	≈1.94–2.05 ตัน	ลดได้ ~0.20 ตัน
NO <sub>x</sub>	สูง (ไม่มีระบบบำบัด)	ต่ำกว่า 30–90%	ลดลงชัดเจน
SO <sub>x</sub> (ULSD)	ต่ำ (ขึ้นกับ ULSD)	ใกล้เคียงกัน	อดีตปล่อยสูงกว่า
เทคโนโลยี	หัวฉีดกลไก / เทอร์โบคังที่	คอมมอนเรล / SCR / DPF	รุ่นใหม่มีประสิทธิภาพกว่า

แม้ความแตกต่างด้านน้ำมันประมาณ 80 ลิตร และการลดการปล่อย CO<sub>2</sub>eq ประมาณ 0.20 ตัน ในการเดินเครื่องเพียง 8 ชั่วโมงอาจดูไม่มากนัก แต่เมื่อพิจารณาการทดสอบประจำเดือน การใช้งานจริงในช่วงเหตุไฟดับ รวมถึงอาคารหลายแห่งในเครือเดียวกัน ผลรวมทั้งปีจะเพิ่มขึ้นเป็นตัวเลขที่มีนัยสำคัญ โดยเฉพาะการลด NO<sub>x</sub> ซึ่งส่งผลต่อคุณภาพอากาศโดยตรง

นอกจากมุมมองด้านสิ่งแวดล้อมแล้ว การนำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่ากลับมาใช้งานหรือคงไว้ในระบบสำรองของอาคารยังมีประเด็นสำคัญด้านความปลอดภัยที่ต้องพิจารณาอย่างจริงจัง โดยเฉพาะข้อกำหนดตามมาตรฐาน NFPA 110: Standard for Emergency and Standby Power Systems ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลที่ใช้กำกับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรองสำหรับงานวิกฤต เช่น โรงพยาบาล ดาด้าเซ็นเตอร์ และอาคารที่ต้องการความต่อเนื่องของโหลดด้านความปลอดภัย มาตรฐานฉบับนี้ได้กำหนดไว้อย่างชัดเจนว่าเครื่องกำเนิดไฟฟ้าต้องสามารถเริ่มทำงานและจ่ายโหลดสำคัญได้ภายในเวลาไม่เกิน 10 วินาที (Class 10) เพื่อรับประกันว่าระบบที่เกี่ยวข้องกับชีวิต ความปลอดภัย และการอพยพ

หนึ่ไฟจะไม่ขัดข้องในช่วงเวลาวิกฤตที่ไฟฟ้าปกติหยุดจ่าย

อย่างไรก็ตาม เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีอายุการใช้งานนานมักเผชิญกับปัญหาการเสื่อมสภาพตามธรรมชาติของชิ้นส่วนภายใน ไม่ว่าจะเป็นระบบหัวฉีดเชื้อเพลิง ปั๊มดีเซล เทอร์โบ ระบบอัดอากาศ แบตเตอรี่ หรือแม้แต่ชุดควบคุมการสตาร์ท ซึ่งทั้งหมดส่งผลให้ **เวลาก่อนที่เครื่องจะติดและสามารถรับโหลดได้จริงเพิ่มขึ้น** จากที่เคยอยู่ในช่วง 3–6 วินาที อาจกลายเป็น 8–12 วินาทีหรือมากกว่านั้น โดยเฉพาะในเครื่องที่ผ่านการใช้งานมานานกว่า 15–20 ปี แม้จะมีการบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอแต่ประสิทธิภาพของระบบสตาร์ทก็ยังมีโอกาสลดลงอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

เมื่อเวลาในการสตาร์ทเพิ่มขึ้นจนเกิน 10 วินาที ผลกระทบที่ตามมามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งต่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคารและความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าสำรอง ระบบสำคัญ เช่น Emergency lighting, Fire pump, Smoke control, ระบบอพยพ และระบบความปลอดภัยอื่น ๆ อาจไม่พร้อมทำงานทันเวลาในสถานการณ์ฉุกเฉิน ส่งผลเพิ่มความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สิน นอกจากนี้ยังทำให้อาคาร **ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของ NFPA 110** ซึ่งอาจมีผลกระทบในเชิงกฎหมาย การตรวจประเมินอาคาร และความน่าเชื่อถือขององค์กร โดยเฉพาะอาคารที่ต้องผ่านการรับรองมาตรฐานความปลอดภัยหรือมาตรฐานอาคารเขียว (เช่น LEED, TREES)

ดังนั้น เมื่อพิจารณานำเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่ามาใช้งานหรือคงไว้ในระบบสำรอง จึงไม่ควรมองเพียงด้านต้นทุนหรือสภาพการใช้งานเท่านั้น แต่ควรประเมินผลกระทบต่อ **ความพร้อมใช้งาน ความปลอดภัยตามมาตรฐาน NFPA และความเสี่ยงต่อความต่อเนื่องของระบบไฟฟ้าสำคัญของอาคาร** อย่างรอบด้าน การตรวจสอบเวลาสตาร์ทเป็นประจำ การทดสอบโหลดภายใต้สภาพจริง (Load Test) และการบำรุงรักษาตามระยะจึงเป็นสิ่งจำเป็น หากพบว่าเวลา start-time มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นหรือเริ่มเข้าใกล้หรือเกินค่ามาตรฐาน 10 วินาที อาจถึงเวลาที่ต้องพิจารณาปรับปรุงปรับเปลี่ยนหรือเปลี่ยนอุปกรณ์ใหม่เพื่อให้ระบบยังคงปลอดภัยและเชื่อถือได้อย่างต่อเนื่อง

โดยสรุปการใช้งานเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่ามีประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาอย่างยิ่งทั้งในมุมความปลอดภัยและความยั่งยืน เครื่องที่ผ่านการใช้งานยาวนานมีแนวโน้มเกิดการเสื่อมสภาพของระบบหัวฉีด การอัดกำลัง และระบบควบคุม ส่งผลให้เวลาสตาร์ทยาวขึ้นจนมีโอกาสเกินกว่าเกณฑ์ที่มาตรฐาน **NFPA 110** กำหนดไว้ คือเครื่องต้องสามารถเริ่มทำงานและจ่ายโหลดที่จำเป็นได้ ภายใน **10 วินาที** หากเกินเวลานี้ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน เช่น ไฟส่องสว่างทางหนีไฟ Fire Pump หรือระบบ Smoke Control อาจไม่ทำงานทันเวลา เพิ่มความเสี่ยงต่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร และทำให้อาคารไม่ผ่านเกณฑ์ด้านมาตรฐานสากล

ในอีกมิติหนึ่ง โลกกำลังก้าวไปสู่เป้าหมายการลดการปล่อยก๊าซเรือนกระจกอย่างจริงจัง ขณะที่ประเทศไทยเองก็ได้ประกาศเป้าหมายสำคัญ คือ **Carbon Neutrality** ภายในปี 2050 และ Net-Zero ภายในปี 2065 การเปลี่ยนไปใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้ารุ่นใหม่ที่มีประสิทธิภาพสูงกว่า ประหยัดน้ำมันกว่า และปล่อยมลพิษต่ำกว่า จึงไม่ใช่เพียงทางเลือก แต่เป็นมาตรการที่จับต้องได้ซึ่งสนับสนุนทั้งยุทธศาสตร์ระดับประเทศและนโยบายความยั่งยืนขององค์กร เครื่องรุ่นใหม่ช่วยลด CO<sub>2</sub>e<sub>q</sub> ต่อชั่วโมง ลด NO<sub>x</sub> ลงได้มาก และมีความน่าเชื่อถือสูงกว่า สนับสนุนการปฏิบัติตามมาตรฐาน ESG และเกณฑ์อาคารเขียว เช่น LEED และ TREES

ดังนั้น การเปลี่ยนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเก่าไม่ใช่แค่เรื่องของ การซ่อมหรือทดแทนอุปกรณ์เท่านั้น แต่เป็นส่วนสำคัญของการยกระดับความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า เพิ่มความเชื่อมั่นในการจ่ายไฟฉุกเฉิน และเป็นส่วนหนึ่งของกลยุทธ์ด้านพลังงานสะอาดและความยั่งยืนของประเทศ เพื่อให้ประเทศไทยสามารถก้าวสู่นาคตพลังงานคาร์บอนต่ำได้อย่างมั่นคงและมีประสิทธิภาพ

### ข้อพิจารณาในการเปลี่ยน Generator เครื่องใหม่

เงื่อนไข	คำแนะนำ
อายุเกิน 20 ปี	พิจารณาเปลี่ยนเครื่องใหม่
ชั่วโมงใช้งานสะสม (Operating Hours) > 25,000 ชั่วโมง	พิจารณาเปลี่ยนเครื่องใหม่
O&M และเชื้อเพลิงสูงเกินกว่าครึ่งหนึ่งของราคาเครื่องใหม่	พิจารณาเปลี่ยนเครื่องใหม่
ปัญหาอะไหล่หาไม่ได้, downtime บ่อย	เปลี่ยนเครื่องใหม่
ต้องใช้ไฟต่อเนื่อง, โหลดสำคัญ	เปลี่ยนเครื่องใหม่ เพื่อความน่าเชื่อถือ
ไม่ผ่านมาตรฐานไอเสีย/เสียง	เปลี่ยนเครื่องใหม่



**Natachon Kanokvijitsilp**  
Assistant Project Team Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การติดตั้ง ระบบป้องกันอัคคีภัย อัตโนมัติในอาคารเก่า

## 1. เป้าหมาย (Primary Goal)

การปรับปรุงอาคารให้มีระบบป้องกันอัคคีภัยอัตโนมัตินั้น เป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับผู้ใช้อาคารเป็นอย่างมาก เนื่องจากหัวกระจายน้ำดับเพลิงจะเป็นสิ่งที่ควบคุมและจำกัดการลุกลามของเพลิงไหม้ให้ทำความเสียหายกับชีวิต และทรัพย์สิน ทำให้ผู้ใช้อาคารสามารถหนีไฟไปในที่ปลอดภัย และยังรักษาโครงสร้างอาคารให้ไม่เสียหายหนักได้อีกด้วย และการมีถึงสำรองน้ำดับเพลิงในอาคารและเครื่องสูบน้ำดับเพลิงของตัวเองนั้นทำให้อาคารสามารถช่วยเหลือตัวเองได้ทัน่วงทีก่อนที่พนักงานดับเพลิงจะเข้ามาทำการระงับเหตุ ซึ่งบางที่ต้องใช้เวลาในการเดินทางนานพอสมควรจึงจะถึงที่เกิดเหตุ

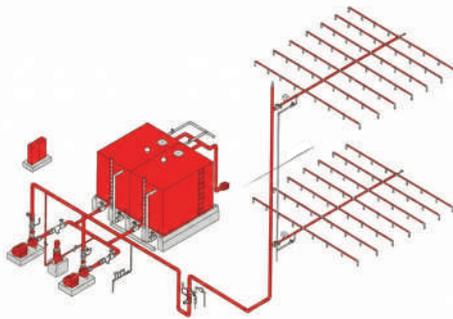
## 2. หลักการทำงานของเทคโนโลยีหรือกลยุทธ์และความสำคัญหรือปัญหาหรือช่องทางการปรับปรุง (Technology/Strategy Problem statement/ Working principle Overview)

### 2.1 การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติในอาคารเก่า (Automatic Sprinkler System for Existing Buildings)

- การติดตั้งระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติในอาคารเก่า เป็นกระบวนการที่ต้องอาศัยการวางแผนอย่างรอบคอบและการประเมินสภาพอาคารอย่างละเอียด เนื่องจากอาคารเดิมมักมีข้อจำกัดทั้งด้านโครงสร้าง สถาปัตยกรรม พื้นที่เดินท่อ และความพร้อมของระบบประกอบอาคารเดิมการออกแบบจึงต้องพิจารณาให้ระบบทำงาน

ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด โดยไม่ส่งผลกระทบต่อความแข็งแรงของโครงสร้างหรือภาพลักษณ์ของอาคารดั้งเดิมการออกแบบระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติสำหรับอาคารเก่าจะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย รวมถึงมาตรฐานสากล เช่น NFPA 13 – Standard for the Installation of Sprinkler Systems เพื่อให้มั่นใจว่าระบบสามารถตอบสนองได้ทันทีเมื่อเกิดเพลิงไหม้และให้ประสิทธิภาพการควบคุมเพลิงได้อย่างเหมาะสม

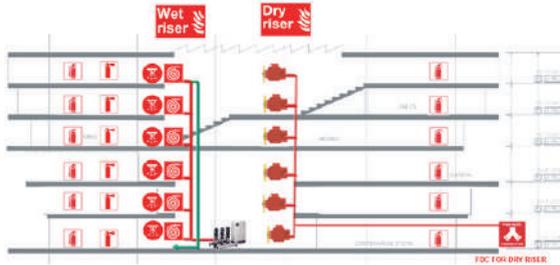
• **ในด้านแหล่งน้ำสำรอง** ระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติจำเป็นต้องมีถังเก็บน้ำที่มีปริมาณเพียงพอตามระยะเวลาการใช้งานอย่างน้อย 30 นาทีตามอัตราการไหลที่ต้องการตามประเภทความเสี่ยงของเชื้อเพลิงที่ใช้งานอยู่ในอาคาร เพื่อให้ระบบสามารถจ่ายน้ำได้ต่อเนื่องในช่วงเวลาวิกฤตโดยเฉพาะในช่วงก่อนที่เจ้าหน้าที่ดับเพลิงจะมาถึงพื้นที่ที่เกิดเหตุ ระบบหัวกระจายน้ำในอาคารเก่าจึงเป็นการผสมผสานเทคโนโลยีดับเพลิงสมัยใหม่เข้ากับโครงสร้างเดิมอย่างเหมาะสม ช่วยยกระดับความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร ลดความเสียหาย และเพิ่มความสามารถในการควบคุมเหตุเพลิงไหม้ตั้งแต่ระยะเริ่มต้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ



## 2.2 การใช้น้ำดับเพลิงจากเครื่องสูบน้ำประปา (Domestic Water Pump – Fire Protection Supply Option)

• การใช้น้ำจากระบบเครื่องสูบน้ำประปาของอาคารเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับการออกแบบระบบดับเพลิง โดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับอาคารสาธารณะทั่วไปที่ไม่เข้าข่ายเป็นอาคารขนาดใหญ่พิเศษ และไม่ถูกกำหนดให้ต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงตามกฎหมาย แนวคิดนี้ใช้ประโยชน์จากแรงดันและอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำประปาที่มีอยู่ เพื่อจ่ายน้ำให้กับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler System) โดยไม่มีความจำเป็นต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแยกต่างหากก่อนนำระบบประปามาใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง จะต้องมีการคำนวณแรงดันและอัตราการไหลอย่างละเอียด เพื่อให้มั่นใจว่าเพียงพอต่อความต้องการขั้นต่ำของมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบได้ เช่น ความดันที่หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ ปริมาณน้ำสำรอง และอัตราการไหลที่เพียงพอรองรับการทำงานพร้อมกันของหัวกระจายน้ำดับเพลิง ในกรณีเกิดเพลิงไหม้

การใช้ระบบประปาเป็นแหล่งจ่ายน้ำดับเพลิงช่วยลดความซับซ้อนของระบบ และลดต้นทุนการติดตั้งเมื่อเทียบกับการติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิง นอกจากนี้ยังช่วยให้การบำรุงรักษาระบบโดยรวมทำได้ง่ายขึ้นเนื่องจากใช้เครื่องสูบน้ำชุดเดียวกัน อย่างไรก็ตาม ความเสถียรของแรงดันน้ำจากระบบประปาจะต้องได้รับการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้มั่นใจว่าอาคารยังคงมีความพร้อมด้านความปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้จริง

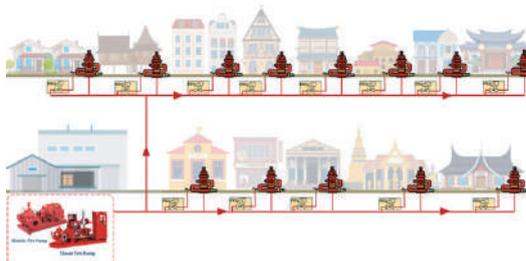


### 2.3 การติดตั้งระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบรวมศูนย์ (District Fire Protection System)

- การออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแบบรวมศูนย์เป็นแนวทางที่เหมาะสมสำหรับกลุ่มอาคารที่มีลักษณะการใช้งานเป็นอาคารหลายหลังภายในพื้นที่เดียวกัน ระบบลักษณะนี้อาศัยเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเพียงแห่งเดียวที่มีขนาดเหมาะสมเพื่อทำหน้าที่จ่ายน้ำให้กับระบบดับเพลิงของหลายอาคารพร้อมกัน โดยการเดินท่อจ่ายน้ำหลักเข้าสู่อาคารต่าง ๆ และติดตั้งวาล์วควบคุมเพื่อแบ่งโซนการปฏิบัติงานอย่างชัดเจน

แนวทางนี้ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการระบบดับเพลิงของพื้นที่ขนาดใหญ่ โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งเครื่องสูบน้ำดับเพลิงแยกในแต่ละอาคาร ซึ่งช่วยลดต้นทุนทั้งด้านการลงทุนเริ่มต้นและการบำรุงรักษา รวมถึงช่วยให้การควบคุมระบบเป็นรูปแบบเดียวกันง่ายต่อการตรวจสอบและทดสอบประจำปี เพื่อให้ระบบพร้อมใช้งานอยู่เสมอ

ระบบเครื่องสูบน้ำรวมศูนย์จึงเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่มีความคุ้มค่าและมีประสิทธิภาพสูงเหมาะกับโครงการที่ต้องการบริหารจัดการความปลอดภัยด้านอัคคีภัยแบบรวมศูนย์โดยยังคงไว้ซึ่งมาตรฐานแรงดันและปริมาณน้ำที่จำเป็นต่อการควบคุมเพลิงในทุกอาคารภายในโครงการ



### สรุปแนวทางการปรับปรุงระบบป้องกันอัคคีภัยในอาคารเก่า

หัวข้อ	รายละเอียดสำคัญ	การใช้แหล่งน้ำ/ เครื่องสูบน้ำ	ความเหมาะสม	ข้อดี	ข้อควรคำนึง
ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และ หัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติ	ติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติในอาคารเก่าออกแบบตามกฎหมาย วสท. และ NFPA 13	ต้องมีถังเก็บน้ำสำรองและเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจ่ายน้ำได้น้อยกว่า 30 นาที	อาคารเก่าที่ต้องการเพิ่มระบบป้องกันอัคคีภัยให้อาคารมีความปลอดภัยมากขึ้น	ประสิทธิภาพสูง ลดการลุกลามของไฟ	ค่าใช้จ่ายสูง อาคารทบทโครงสร้างเดิมของอาคาร
การใช้น้ำดับเพลิงจากเครื่องสูบน้ำประปา	ใช้แรงดันจากเครื่องสูบน้ำประปา ต้องคำนวณให้เพียงพอในระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง	ใช้น้ำประปา และเครื่องสูบน้ำประปา	อาคารสาธารณะทั่วไป ต้องเป็นอาคารไม่เข้าข่ายต้องมีเครื่องสูบน้ำดับเพลิง แต่ต้องการให้อาคารมีความปลอดภัยมากขึ้น	ระบบไม่ซับซ้อน และไม่ต้องมีถังเก็บน้ำสำรองขนาดใหญ่ ค่าใช้จ่ายต่ำ	เนื่องจากเครื่องสูบน้ำประปาการใช้งานอยู่ตลอดเวลาจึงต้องตรวจสอบเป็นประจำ
ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงรวมศูนย์	ใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงแห่งเดียวจ่ายให้หลายอาคาร มีวาล์วแบ่งโซน	ใช้เครื่องสูบน้ำดับเพลิงขนาดใหญ่ที่ครอบคลุมอาคารที่ใหญ่ที่สุด และมีระบบควบคุมความดันสำหรับอาคารอื่นให้เหมาะสม	กลุ่มอาคารหลายหลัง	ลดต้นทุนรวม ประสิทธิภาพสูง	ต้องวางระบบท่อและควบคุมที่ดี เนื่องจากระบบมีความซับซ้อน ต้องคำนึงเรื่องการขออนุญาตก่อสร้างสำหรับอาคารขนาดใหญ่พิเศษ ที่ต้องมีเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งต้องทำการขออนุญาตเป็นอาคารเดียวกัน หากจะใช้ระบบดับเพลิง

### 3. ข้อดีในการมีระบบป้องกันอัคคีภัยอัตโนมัติ

- **การปกป้องชีวิตและเวลาหนีภัยที่เพิ่มขึ้น (Enhanced Egress Time)** ระบบหัวกระจายน้ำ ไม่เพียงแต่ควบคุมเพลิง แต่ยังช่วยยืดระยะเวลาที่ผู้ใช้อาคารสามารถอพยพได้อย่างปลอดภัย, ลดอุณหภูมิบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นการ ลดอันตรายจากความร้อนสูง และยังช่วยลดปริมาณควันพิษ (Toxic Smoke) ที่เป็นสาเหตุหลักของการเสียชีวิตในเหตุเพลิงไหม้ ทำให้ทางหนีภัยมีความปลอดภัยมากขึ้น

- **การตอบสนองที่รวดเร็ว:** ในอาคารเก่าซึ่งอาจมีวัสดุที่ติดไฟง่ายระบบหัวกระจายน้ำ สามารถทำงานได้เร็วกว่าการมาถึงของพนักงานดับเพลิงหลายนาที การตอบสนองในช่วงนาทีแรก ๆ นี้มีความสำคัญอย่างยิ่ง ในการจำกัดเพลิงให้อยู่ในพื้นที่เล็ก ๆ

### 4. หากอาคารเก่าต้องการปรับระบบป้องกันอัคคีภัย ต้องพิจารณาอะไรบ้าง

- **เครื่องสูบน้ำดับเพลิง** การคำนวณหาอัตราการไหลและแรงดันต้องสอดคล้องกับปริมาณน้ำและแรงดันที่จำเป็นในการส่งน้ำไปยังจุดที่ไกลที่สุดหรือสูงที่สุดในอาคาร ตามมาตรฐาน NFPA 20 และ การประเมินอัตราการไหล สำหรับระบบท่อเย็นดับเพลิง ต้องคำนวณจากอัตราการไหลที่ไกลที่สุด (500 GPM สำหรับเส้นแรก และเพิ่ม 250 GPM สำหรับแต่ละเส้นถัดไป และสูงสุดที่ 1,500 GPM)

• ถังเก็บน้ำดับเพลิง โดยขนาดจะขึ้นอยู่กับพื้นที่อาคารและอัตราการไหลของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่ต้องการสำรองไว้ตามมาตรฐาน ซึ่งอาจแตกต่างกันไป สามารถเลือกใช้ได้ทั้ง ถังสำเร็จรูป เช่น เหล็ก, ไฟเบอร์กลาส มีหลายวัสดุและขนาดให้เลือก ตั้งแต่ 50,000 ลิตรขึ้นไป นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมหรืออาคารขนาดกลางถึงใหญ่ และถึงคอนกรีต มักใช้สำหรับอาคารขนาดใหญ่ที่ต้องการปริมาณน้ำมาก สามารถสร้างเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างอาคาร

#### การประเมินขนาดถังน้ำจากขนาดเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เครื่องสูบน้ำดับเพลิง (GPM)	ปริมาณน้ำที่ต้องสำรองสำหรับ 30 นาที (m <sup>3</sup> )
500	57
750	85
1000	114
1250	142
1500	170

• ขนาดห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ห้องเครื่องต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการติดตั้ง การใช้งาน และการบำรุงรักษา โดยมีระยะห่างรอบอุปกรณ์ตามที่กำหนดในมาตรฐาน NFPA 20 โดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 100-150 ตร.ม. ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการจัดวางเครื่องสูบน้ำ และถังเก็บน้ำดับเพลิง

**ตำแหน่งของห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิง และถังสำรองน้ำดับเพลิง** ตำแหน่งที่เหมาะสม ควรอยู่ในระดับที่น้ำไม่ท่วมถึง และสามารถเติมน้ำมันดีเซลสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงได้ และเข้าถึงโดยง่าย ซึ่งมีตำแหน่ง ดังนี้

- 1.ระดับบนดิน เป็นที่นิยมที่สุดเนื่องจากง่ายต่อการติดตั้งและบำรุงรักษา
- 2.ระดับชั้นใต้ดินเป็นทางเลือกหากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่ด้านบน แต่ต้องมีการจัดการเรื่องการระบายอากาศและน้ำท่วมซึ่งเหมาะสม
- 3)ระดับบนอาคารสามารถทำได้ในบางกรณีแต่อาจมีข้อจำกัดด้านโครงสร้างและการรับน้ำหนักของถังน้ำขนาดใหญ่

ห้องเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจะต้องเป็นห้องที่ทนไฟได้ตามมาตรฐานกำหนดซึ่งโดยทั่วไปมักจะต้องมีอัตราการทนไฟอย่างน้อย 2 ชั่วโมง

#### ค่าใช้จ่ายโดยประมาณ

ค่าก่อสร้างถังน้ำ และห้องเครื่อง โดยค่าก่อสร้างงานคอนกรีต ประมาณ 15,000 บาท/ลบ.ม. ของคอนกรีต ขึ้นอยู่ตำแหน่ง และงานโครงสร้างประกอบ  
 ค่าเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ประมาณ 2-3 ล้านบาท ต่อเครื่อง  
 ค่าระบบท่อและหัวกระจายน้ำดับเพลิง ประมาณ 500-1,000 บาท/ตร.ม.

การปรับปรุงอาคารเก่าด้วยระบบป้องกันอัคคีภัยอัตโนมัติเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าในระยะยาว เพราะไม่เพียงแต่ ช่วยชีวิต เท่านั้น แต่ยัง รักษาทรัพย์สินอันมีค่า และ ความต่อเนื่องของการใช้งาน อาคารด้วยการควบคุมความเสียหายให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด



**Natachon Kanokvijitsilp**  
Assistant Project Team Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การเลือกใช้ เครื่องสูบน้ำดับเพลิง

การวางระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงเป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบป้องกันอัคคีภัย โดยเฉพาะในอาคารที่มีระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง (Sprinkler System) และระบบดับเพลิงประเภทต่าง ๆ ที่ต้องการแหล่งจ่ายน้ำที่มีแรงดันและอัตราการไหลคงที่ตลอดเวลา การออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงที่มีความเชื่อถือได้สูงจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง

แนวคิดการออกแบบระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงนี้ควรมุ่งเน้นให้ระบบมีความพร้อมใช้งานตลอดเวลา โดยจัดให้มีทั้งแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าและแหล่งพลังงานสำรองจากเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อให้มั่นใจว่าระบบจะสามารถทำงานได้ต่อเนื่องในทุกสถานการณ์ โดย Electric Fire Pump ถูกออกแบบให้รับไฟฟ้าจากสองแหล่งที่มีความน่าเชื่อถือสูง ช่วยลดความเสี่ยงจากการหยุดชะงักของระบบไฟฟ้าปกติ และยังสามารถจ่ายแรงดันน้ำดับเพลิงได้อย่างสม่ำเสมอ

ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าไม่สามารถใช้งานได้ Diesel Fire Pump จะเข้าทำงานโดยอัตโนมัติ เพื่อเป็นแหล่งพลังงานสำรองที่ไม่พึ่งพาไฟฟ้า ทำให้ระบบดับเพลิงยังคงมีความต่อเนื่องและพร้อมจ่ายน้ำในช่วงเวลาวิกฤต ด้วยหลักการออกแบบในลักษณะนี้ ระบบเครื่องสูบน้ำดับเพลิงจึงมีความเชื่อถือได้สูง ทำงานได้อย่างไม่สะดุด และมีเสถียรภาพแม้เกิดเหตุเพลิงไหม้หรือเหตุขัดข้องทางไฟฟ้าทำให้อาคารมีความปลอดภัยมากขึ้นและสามารถควบคุมเหตุเพลิงไหม้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ระยะเริ่มต้น

ตารางแนวทางการเลือกใช้ ชนิดของเครื่องสูบน้ำดับเพลิงให้เหมาะสม และมีควมน่าเชื่อถือ สามารถใช้งานได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุ มีหลากหลายรูปแบบ ซึ่งการเลือกต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมต่าง ๆ ควบคู่ไปด้วย โดยขอยกตัวอย่างการเลือกใช้ และข้อพิจารณา ดังนี้

	System Configuration	Description	Pros	Cons
A	<p>1. Electric Fire Pump (Normal electric source and Generator electric source)</p> <p>2. Diesel Fire Pump ทำงานทดแทนกรณีไม่มีไฟฟ้าจ่ายหรือไฟฟ้าถูกตัด</p>	<p>ออกแบบให้ Electric Fire Pump รับระบบไฟฟ้าจาก 2 แหล่งที่เชื่อถือได้ เช่น หม้อแปลงสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโดยเฉพาะ หรือ วงจรไฟฟ้าแยกจากแผง MDB โดยไม่มีการผ่านสวิตช์ตัดตอนที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินจาก Generator Electrical Feeder ที่ใช้จะต้องเป็นสายทไฟ FR</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความน่าเชื่อถือสูงมาก เนื่องจากรับไฟฟ้าจาก 2 แหล่ง เหมาะกับอาคารที่มีการรับไฟฟ้าจากภายนอก และมีการใช้ Generator ในการสำรองไฟฟ้าในอาคาร</li> <li>มีเครื่องสูบน้ำสำรองใช้ กรณีเครื่องใดเครื่องหนึ่งชำรุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การลงทุนสูงทั้งเครื่องสูบน้ำและระบบไฟฟ้าที่จ่ายเครื่องสูบน้ำ</li> <li>ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก</li> </ul>
B	<p>1. Electric Fire Pump (Normal electric source)</p> <p>2. Diesel Fire Pump ทำงานทดแทนกรณีไม่มีไฟฟ้าจ่ายหรือไฟฟ้าถูกตัด</p>	<p>ออกแบบให้รับไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าปกติของโครงการ สามารถทำงานสนองต่อระบบ Sprinkler System อย่างรวดเร็ว เพื่อควบคุมเพลิงในระยะเริ่มต้น และในกรณีที่ระบบไฟฟ้าปกติถูกตัดก่อนที่พนักงานดับเพลิงจะเข้ารับเหตุ Diesel Fire Pump จะทำงานทดแทนโดยอัตโนมัติ</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะกับอาคารที่มีแหล่งไฟฟ้าที่มีความเสถียร</li> <li>มีเครื่องสูบน้ำสำรองใช้ กรณีเครื่องใดเครื่องหนึ่งชำรุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การลงทุนสูง สำหรับเครื่องสูบน้ำ</li> <li>ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก</li> </ul>
C	<p>1. Electric Fire Pump (Normal electric source and Generator electric source)</p> <p>2. Electric Fire Pump (Normal electric source and Generator electric source) ทำงานทดแทนกรณีไม่มีไฟฟ้าจ่ายหรือไฟฟ้าถูกตัด</p>	<p>ออกแบบให้ Electric Fire Pump รับระบบไฟฟ้าจากสองแหล่งที่เชื่อถือได้ เช่น หม้อแปลงสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโดยเฉพาะ หรือ วงจรไฟฟ้าแยกจากแผง MDB โดยไม่มีการผ่านสวิตช์ตัดตอนที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินจาก Generator Electrical Feeder ที่ใช้จะต้องเป็นสายทไฟ FR และมีเครื่องสำรองอีก 1 เครื่องเพื่อเป็นตัวทำงานสำรอง</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะกับอาคารที่มีแหล่งไฟฟ้าที่มีความเสถียร</li> <li>เหมาะกับอาคารที่มีเครื่องสูบน้ำดับเพลิงอยู่ที่ชั้นสูง ไม่ต้องการให้มีถังน้ำมัน และท่อ Exhaust ของ Diesel fire pump อยู่ในอาคาร</li> <li>มีเครื่องสูบน้ำสำรองใช้ กรณีเครื่องใดเครื่องหนึ่งชำรุด</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การลงทุนสูงทั้งเครื่องสูบน้ำและระบบไฟฟ้าที่จ่ายเครื่องสูบน้ำ</li> <li>ต้องการพื้นที่ติดตั้งมาก</li> </ul>
D	<p>Electric Fire Pump (Normal electric source and Generator electric source)</p>	<p>ออกแบบให้ Electric Fire Pump รับระบบไฟฟ้าจากสองแหล่งที่เชื่อถือได้ เช่น หม้อแปลงสำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิงโดยเฉพาะ หรือ วงจรไฟฟ้าแยกจากแผง MDB โดยไม่มีการผ่านสวิตช์ตัดตอนที่ไม่เกี่ยวข้อง หรือ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินจาก Generator Electrical Feeder ที่ใช้จะต้องเป็นสายทไฟ FR</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความน่าเชื่อถือสูง เนื่องจากรับไฟฟ้าจาก 2 แหล่ง เหมาะกับอาคารที่มีการรับไฟฟ้าจากภายนอก และมีการใช้ Generator ในการสำรองไฟฟ้าในอาคาร</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>การลงทุนสูงสำหรับระบบไฟฟ้าที่จ่ายเครื่องสูบน้ำ</li> <li>ไม่มีเครื่องสูบน้ำสำรองใช้ หากมีการชำรุด</li> </ul>
E	<p>Diesel Fire Pump</p>	<p>Diesel Fire Pump ใช้เครื่องยนต์ที่เสถียร จึงสามารถทำงานได้อย่างอิสระจากระบบไฟฟ้า ทำให้ระบบดับเพลิงยังสามารถจ่ายน้ำได้อย่างต่อเนื่องกว่าพนักงานดับเพลิงจะเข้าระงับเหตุได้ทันเวลา หรือสามารถใช้ในการมีที่ระบบไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือน้อย</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>สามารถใช้ในกรณีที่ระบบไฟฟ้ามีความน่าเชื่อถือน้อย</li> <li>การลงทุนต่ำ และไม่มีการลงทุนในระบบไฟฟ้าที่จ่ายเครื่องสูบน้ำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>มีความน่าเชื่อถือน้อย เนื่องจากมี Diesel Fire Pump เพียง 1 ตัว ต้องทำการดูแลรักษาให้พร้อมทำงานได้อยู่เสมอ</li> <li>ไม่มีเครื่องสูบน้ำสำรองใช้ หากมีการชำรุด</li> <li>ไม่มีเครื่องสูบน้ำสำรองใช้ หากมีการชำรุด</li> </ul>





**Natachon Kanokvijitsilp**  
Assistant Project Team Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

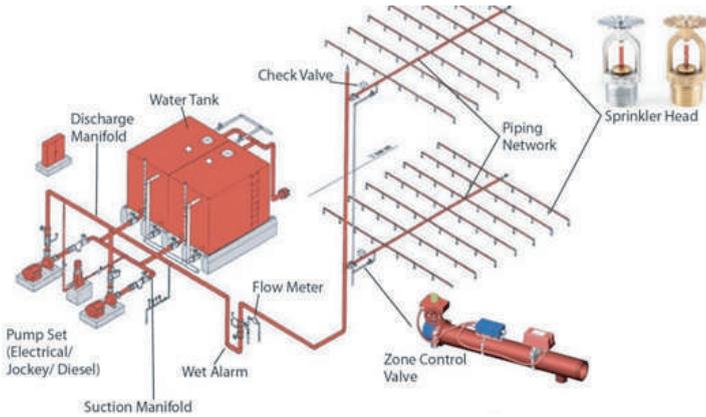
# Strategy and Technology : การเลือกใช้ ระบบดับเพลิงพิเศษ

ระบบดับเพลิงแต่ละประเภทถูกออกแบบมาให้เหมาะกับรูปแบบความเสี่ยงและลักษณะพื้นที่ที่แตกต่างกันการเลือกใช้ระบบที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดและลดความเสียหายต่อทรัพย์สิน ระบบหลักที่นิยมใช้ ได้แก่ Wet Sprinkler, Preaction, Water Mist และ Gas Suppression ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

## 1) ระบบ Wet Sprinkler

ระบบ Wet Sprinkler คือระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง แบบที่มีน้ำอยู่ในท่อพร้อมใช้งานตลอดเวลา เมื่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงรับความร้อนจนถึงอุณหภูมิที่กำหนด กระเปาะแก้วที่หัวจะแตกและน้ำจะถูกฉีดออกมาทันที ระบบนี้ถือเป็นระบบที่ “ง่ายที่สุด เชื่อถือได้ที่สุด และราคาประหยัดที่สุด” จึงถูกใช้ในอาคารทั่วไป เช่น อาคารสำนักงาน โรงงาน คลังสินค้า และพื้นที่ที่ไม่กังวลความเสียหายจากน้ำเป็นหลัก

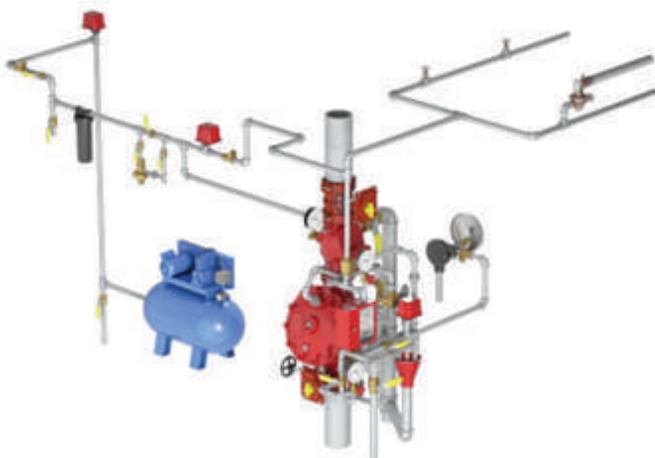
**ข้อจำกัดคือ** หากกระเปาะแก้วที่หัวแตกโดยไม่ได้ตั้งใจ (เช่น หัวชำรุด หรือเจอความร้อนที่ไม่ใช่ไฟไหม้) จะมีความเสียหายจากน้ำค่อนข้างมาก



## 2) ระบบ Preaction

ระบบ Preaction คล้ายระบบท่อแห้ง โดยภายในท่อไม่มีน้ำ แต่จะรอให้มี “สัญญาณแจ้งเหตุล่วงหน้า” เช่น จาก Smoke Detector หรือ Heat Detector ก่อน ระบบวาล์วจึงจะเปิดให้น้ำเข้าท่อได้ หัวกระจายน้ำดับเพลิง จะฉีดย่น้ำได้ก็ต่อเมื่อหัวแตกตามปกติหลังจากมีน้ำในท่อแล้วจึงถือเป็นระบบที่ต้องมีการยืนยัน 1-2 ขั้นตอนก่อนน้ำจะออก ทำให้ลดโอกาสเกิดฉีดย่น้ำโดยไม่ตั้งใจได้ดี

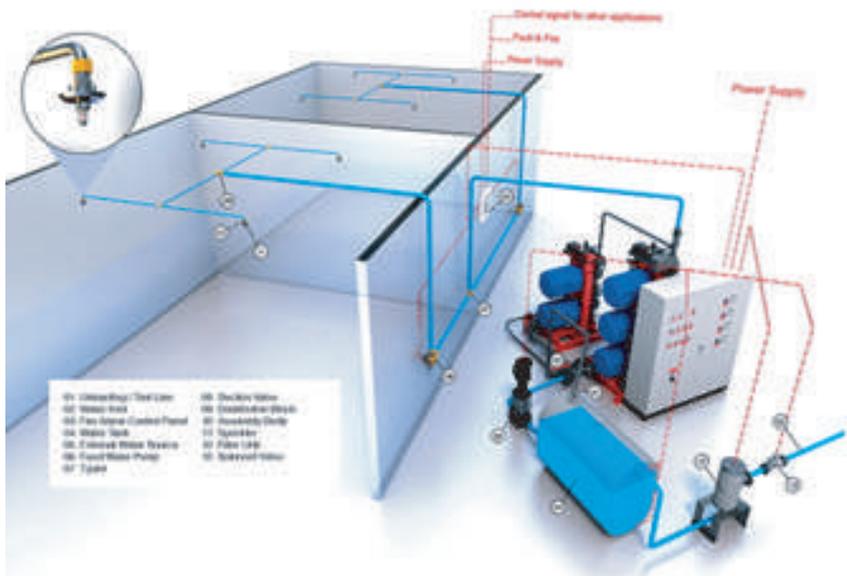
นิยมใช้ในห้องที่มีอุปกรณ์สำคัญ เช่น ห้องควบคุม, ห้องไฟฟ้า, ห้องเซิร์ฟเวอร์ขนาดกลาง, หรือพื้นที่ที่ต้องการป้องกันการฉีดย่น้ำผิดพลาดระบบนี้ซับซ้อนกว่า Wet Sprinkler และมีราคาสูงกว่า รวมทั้งค่าบำรุงรักษามากกว่า



### 3) ระบบ Water Mist

Water Mist เป็นระบบดับเพลิงที่ใช้น้ำปริมาณน้อยมาก แต่ถูกทำให้กลายเป็นละอองละเอียด (Micron-sized Droplets) ส่งผลให้สามารถดูดซับความร้อนอย่างรวดเร็ว และลดปริมาณออกซิเจนบริเวณต้นเพลิงได้ด้วยการใช้น้ำน้อย จึงลดความเสียหายต่ออุปกรณ์และทรัพย์สินได้ดีมาก เหมาะสำหรับห้องเครื่องจักร, เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator), ห้องเครื่องกล, พิพิธภัณฑ, โรงพยาบาล หรือพื้นที่ที่ต้องการดับไฟเร็ว แต่ไม่ต้องการใช้น้ำมากแบบหัวกระจายน้ำดับเพลิงทั่วไป

ราคาของระบบอยู่ในช่วงปานกลางถึงสูง ขึ้นอยู่กับว่าจะ เป็น High Pressure หรือ Low Pressure และมีรายละเอียดการออกแบบเฉพาะมากกว่า



## 4) ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซ

ระบบดับเพลิงด้วยก๊าซเป็นระบบที่ใช้สารก๊าซ เช่น FM-200, NOVEC 1230, Inergen, Nitrogen หรือ CO<sub>2</sub> ในการดับไฟโดยการลดปริมาณออกซิเจนหรือยับยั้งการเผาไหม้ ข้อเด่นคือ “ไม่ใช้น้ำเลย ไม่ทิ้งคราบ ไม่ทำให้อุปกรณ์เสียหาย” จึงเป็นระบบที่เหมาะสมที่สุดสำหรับพื้นที่สำคัญมาก เช่น Data Center, Server Room, ห้องควบคุม, ห้องเก็บเอกสารสำคัญ, ห้องพิพิธภัณฑหรือพื้นที่ที่ต้องการความสะอาดแต่ระบบนี้มีราคาสูงที่สุดต้องมีการปิดล้อมและทดสอบการรั่วของห้อง (Room Integrity) และต้องบำรุงรักษาอย่างเคร่งครัด



## สรุปเปรียบเทียบพื้นที่ที่เหมาะสม

- **Wet Sprinkler:** เหมาะกับอาคารทั่วไป ระบบง่าย ราคาถูก แต่เกิดความเสียหายจากน้ำสูง
- **Preaction:** ป้องกันการฉีดน้ำโดยไม่ตั้งใจ เหมาะกับพื้นที่ที่มีอุปกรณ์สำคัญปานกลาง
- **Water Mist:** ดับไฟเร็ว ใช้น้ำน้อยมาก ลดความเสียหาย เหมาะกับห้องเครื่อง และพื้นที่ที่ต้องการป้องกันอุปกรณ์
- **Gas Suppression:** ไม่มีน้ำเลย ปกป้องอุปกรณ์มีค่าที่สุด เหมาะกับ Data Center หรือพื้นที่ Critical

## ตารางเปรียบเทียบระบบดับเพลิง

รายการเปรียบเทียบ	Wet Sprinkler	Pre-action System	Water Mist System	Gas Suppression System
หลักการทำงาน	มีน้ำอยู่ในท่อพร้อมฉีดเมื่อกระเปาะแก้วที่หัวแตก	ท่อแห้ง + ต้องมีสัญญาณส่งน้ำ (เช่น Heat/Smoke detector) เพื่อเปิดวาล์วให้น้ำเข้าท่อ ก่อนหัวจะแตก	ใช้ละอองน้ำละเอียดเพื่อลดระดับความชื้น ลดออกซิเจนที่ต้นเพลิง	ใช้ก๊าซเฉื่อยหรือสารเคมีดับไฟ โดยลดออกซิเจน / ยังยังปฏิกิริยาการเผาไหม้
ตัวกลางดับเพลิง	น้ำปริมาณมาก	น้ำปริมาณมาก	น้ำปริมาณน้อยมาก (Fine Mist)	ก๊าซ เช่น FM-200, Novec 1230, Inergen, N2, CO <sub>2</sub>
การตอบสนอง	เร็วมาก	ช้ากว่าเล็กน้อย (ต้องรับสัญญาณ 1-2 ชั้นตอน)	เร็ว	เร็วมาก
ความเสี่ยงความเสียหายจากน้ำ	มาก	น้อยกว่า Wet	น้อยมาก	ไม่มีน้ำเลย
ความเหมาะสมของพื้นที่	อาคารทั่วไป, คลังสินค้า, โรงงาน	ห้องที่มีความสำคัญสูง เช่น ห้องควบคุม, ห้องไฟฟ้า, ห้องสารสนเทศ	พื้นที่ที่ต้องการลดความเสียหายจากน้ำ เช่น ห้องเครื่องจักรชั้นสูง, ลิฟท์กันท์	ห้องสำคัญมาก เช่น Data Center, Server room, ห้องควบคุม, ห้องเก็บของมีค่า
ค่าใช้จ่ายติดตั้ง	ต่ำที่สุด	สูง	ปานกลาง-สูง	สูงที่สุด
ค่าบำรุงรักษา	ต่ำ	ปานกลาง-สูง	ปานกลาง	สูง
ข้อดี	ระบบง่าย เชื่อถือได้ ราคาต่ำ	ป้องกันน้ำรั่ว, ลด False Discharge	ใช้น้ำน้อย ลด Damage, ประสิทธิภาพดีมากในห้องเครื่องจักร	ไม่มีน้ำ, ไม่ทิ้งคราบ ไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์
ข้อเสีย	เกิดความเสียหายจากน้ำ	ระบบซับซ้อน ราคาแพง	ครอบคลุมงานเฉพาะบางประเภท, ราคาสูงกว่า Wet	ราคาสูงมาก ต้องมีการปิดล้อมและทดสอบการรั่วของห้อง
มาตรฐานที่เกี่ยวข้อง	NFPA 13	NFPA 13 / NFPA 72 / NFPA 15	NFPA 750	NFPA 2001
ความเหมาะสมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง-สูง	สูงที่สุด
ประเภทความเสี่ยงไฟ	Class A	Class A	Class A/B/C	Class A/B/C
ความซับซ้อนของระบบ	ต่ำ	สูง	ปานกลาง-สูง	สูงมาก



**Natachon Kanokvijitsilp**  
Assistant Project Team Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การประยุกต์ใช้ นวัตกรรมข้อต่อและ อุปกรณ์ประกอบท่อ

## เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความยืดหยุ่นของระบบ ป้องกันอัคคีภัยในการปรับปรุงอาคาร

การปรับปรุงอาคารเก่าให้มีความมาตรฐานด้านความปลอดภัยโดยเฉพาะระบบป้องกันอัคคีภัยถือเป็นความท้าทายอย่างมาก เนื่องจากต้องทำงานภายในพื้นที่จำกัด โครงสร้างเดิมที่ไม่สามารถดัดแปลงมากนัก และต้องหลีกเลี่ยงผลกระทบต่อการใช้งานอาคารระหว่างปรับปรุง ดังนั้นเทคโนโลยีด้านการติดตั้งท่อและอุปกรณ์ระบบดับเพลิงยุคใหม่ จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในการแก้ไขข้อจำกัดเหล่านี้ ทั้งในด้านการเพิ่มความรวดเร็ว ลดการใช้พลังงาน ลดเสียงและมลภาวะจากงานก่อสร้าง รวมถึงช่วยควบคุมคุณภาพให้สม่ำเสมอมากขึ้น

### 1. Flexible Sprinkler Hose : เพิ่มความยืดหยุ่น ลดการเชื่อมและเพิ่มความปลอดภัย



Flexible Sprinkler Hose ถูกออกแบบให้มีความสามารถในการปรับตัวเข้ากับพื้นที่ติดตั้งที่มีข้อจำกัด หรือพื้นที่ที่มีการปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงภายในอาคารอยู่บ่อยครั้ง เช่น อาคารสำนักงาน ห้างสรรพสินค้า หรือพื้นที่เช่าที่มีการจัดวางฝ้าเพดานและฝ้าห้องที่เปลี่ยนแปลงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

ในวิธีการติดตั้งแบบเดิมการเดินท่อหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติต้องอาศัยงานเชื่อมโลหะซึ่งต้องใช้ช่างที่มีความชำนาญอาจเกิดความล่าช้าจากขั้นตอนการเตรียมงาน การตรวจสอบรอยเชื่อม และมีความเสี่ยงจากประกายไฟซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อพื้นที่ก่อสร้าง รวมถึงเพิ่มความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ในระหว่างการทำงาน นอกจากนี้ยังสร้างวัสดุเหลือใช้จากขดลวดลวดเชื่อมและเศษโลหะ

**Flexible Sprinkler Hose** เป็นเทคโนโลยีที่เข้ามาแทนที่การติดตั้งหัวกระจายน้ำดับเพลิงอัตโนมัติด้วยการเชื่อมต่อท่อแบบดั้งเดิม ซึ่งต้องอาศัยแรงงานเชื่อมที่มีความชำนาญสูงและใช้เวลาติดตั้งมาก สำหรับอาคารเก่าที่มักมีฝ้าเพดานซับซ้อน พื้นที่แคบ หรือมีโครงสร้างเดิมที่ไม่สะดวกต่อการเดินท่อใหม่ การใช้ Flexible Hose จึงตอบโจทย์อย่างยิ่งสำหรับงานปรับปรุงอาคารเก่า นี่คือวิธีการที่ลดการรบกวนผู้ใช้อาคาร และสามารถติดตั้งได้แม้ในสภาพพื้นที่ที่เข้าถึงยาก ทำให้การเสริมระบบป้องกันอัคคีภัยทำได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

## 2. Mechanical Coupling Fitting : ลดงานเชื่อม เพิ่มความเร็วสร้างคุณภาพที่สม่ำเสมอ



หนึ่งในความยุ่งยากของงานปรับปรุงระบบดับเพลิงในอาคารเก่าคือ "ข้อจำกัดในการใช้ไฟเชื่อม" เพราะอาคารเดิมมักมีวัสดุไวไฟหรือโซนที่ไม่สามารถทำงานเชื่อมได้สะดวก การใช้ Mechanical Coupling Fitting จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมอย่างยิ่ง ข้อดีที่สำคัญ ได้แก่

- **ไม่ต้องใช้การเชื่อม** ลดความเสี่ยงต่อไฟลุกไหม้หรือความเสียหายต่อโครงสร้างเดิม
- **ติดตั้งง่ายสามารถขันรัดได้อย่างรวดเร็ว**
- **ลดเวลาและแรงงานทำงานหน้างาน**
- **ถอดประกอบเพื่อซ่อมบำรุงหรือปรับปรุงระบบในอนาคตได้ง่าย**
- **ลดการใช้วัสดุสิ้นเปลืองจากงานเชื่อม** เช่น ลวดเชื่อม แก๊ส หรือสารเคลือบ

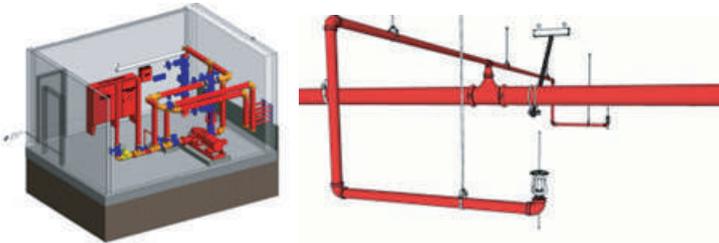
ในอาคารเก่า Mechanical Coupling จึงเป็นเครื่องมือสำคัญที่ช่วยให้การติดตั้งระบบท่อดับเพลิงเกิดขึ้นโดยไม่ต้องหยุดอาคารนานและลดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมภายในอาคารเดิม

### 3.Prefabricated Pipe Installation : เพิ่มความแม่นยำ ลดเวลาของเสีย

Prefabricated Pipe Installation คือแนวคิดการผลิตท่อสำเร็จรูปจากโรงงานตามแบบ 3D Model ก่อนนำไปติดตั้งจริงในอาคาร ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยพัฒนามาตรฐานงานติดตั้งในอาคารเก่าได้อย่างมาก เพราะลดความจำเป็นของการตัด ปรับแต่ง หรือเชื่อมต่อในพื้นที่จริง ที่มีข้อจำกัดทั้งด้านพื้นที่ ความสูง และความปลอดภัยในงานปรับปรุงอาคารเก่า Prefabrication ช่วยให้ได้ผลลัพธ์ดังนี้

- ลดความคลาดเคลื่อนจากการติดตั้งในพื้นที่จริง เพราะทำจากแบบ 3D ที่แม่นยำ
- ควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า เนื่องจากกระบวนการผลิตอยู่ในโรงงานที่มีเครื่องมือทันสมัย
- ลดเวลาติดตั้ง Onsite ทำให้อาคารสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง
- ลดเศษวัสดุ จากงานตัดท่อหรือวัสดุเหลือทิ้ง
- ใช้แรงงานน้อยลง และลดค่าใช้จ่ายรวมของโครงการ

สำหรับอาคารเก่า วิธีนี้ช่วยลดการรบกวนโครงสร้างเดิม เช่น การตัด เเจาะ หรือตัดท่อน้ำงานซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายหรือกระทบต่อระบบอื่นที่มีอยู่เดิม



### สรุปภาพรวมของเทคโนโลยีทั้ง 3 ต่อการปรับปรุงอาคารเก่า

การนำ Flexible Sprinkler Hose, Mechanical Coupling, และ Prefabricated Pipe Installation มาใช้ร่วมกันในงานปรับปรุงระบบดับเพลิงในอาคารเก่า ช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพสูงขึ้นมาก ระบบติดตั้งมีความปลอดภัยขึ้น ใช้เวลาและต้นทุนน้อยลง และลดผลกระทบต่อผู้ใช้อาคารในระหว่างก่อสร้างอย่างเห็นได้ชัด เทคโนโลยีเหล่านี้ ทำให้การพัฒนาอาคารเก่าให้มีมาตรฐานด้านการป้องกันอัคคีภัยตามกฎหมายและมาตรฐานสากล เช่น NFPA เป็นไปได้ง่ายขึ้นและมีความน่าเชื่อถือสูง เหมาะสำหรับทั้งอาคารสาธารณะ อาคารสำนักงานและอาคารเชิงพาณิชย์ที่ต้องการปรับปรุงให้ทันสมัยและปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

## รูปตัวอย่างการใช้ในอาคารที่มีการปรับปรุงบ่อย เช่น อาคารสำนักงานเช่า อาคารห้างสรรพสินค้า





**Natachon Kanokvijitsilp**  
Assistant Project Team Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

## Strategy and technology :

# การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารให้ มีประสิทธิภาพ

การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียให้ทำงานได้ดีไม่ใช่เพียงการเพิ่มอุปกรณ์หรือขยายขนาดระบบเท่านั้นแต่ต้อง “วิเคราะห์สาเหตุของปัญหาให้ถูกต้อง” ก่อนเพื่อให้การแก้ไขตรงจุด คุ่มค่า และยั่งยืน

โดยทั่วไป ปัญหาในระบบบำบัดน้ำเสียของอาคารมักเกิดจาก 3 กลุ่มใหญ่ ดังนี้

1. ปัญหาเกี่ยวกับปริมาณน้ำเสีย (Flowrate)
2. ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์และเครื่องจักร
3. ปัญหาด้านจุลินทรีย์ในระบบบำบัด (Biological Process)

การแก้ไขที่มีประสิทธิภาพต้องอาศัยทั้งการตรวจสอบเชิงเทคนิค เช่น การวัดค่า DO, MLSS, ความสมบูรณ์ของเครื่องสูบน้ำ, เครื่องเติมอากาศ และอื่นๆ รวมถึงการวางแผนปรับปรุงระบบให้เหมาะสมกับปริมาณน้ำเสียจริงในปัจจุบัน เช่น เพิ่มถัง Equalization, พื้นฟูจุลินทรีย์ หรือลดขนาดระบบในพื้นที่ที่มีการใช้งานต่ำ

## ตารางสรุปปัญหา - สาเหตุ - วิธีแก้ไข

หมวดปัญหา	สาเหตุที่พบได้บ่อย	ผลกระทบต่อระบบ	วิธีแก้ไขที่เหมาะสม
1. ปัญหาปริมาณน้ำเสีย (Flowrate)	<ul style="list-style-type: none"> <li>น้ำเสียมากเกินไป (Overload)</li> <li>น้ำเสียน้อยเกินไป</li> <li>น้ำฝนไหลเข้าระบบ (Inflow)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>จุลินทรีย์ทำงานไม่ได้เต็มที่</li> <li>ระบบน้ำ มีตะกอนล้น</li> <li>น้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ตรวจสอบการรั่วซึมน้ำฝน</li> <li>เพิ่มถัง Equalization (EQ)</li> <li>ปรับไหลตามการใช้งาน</li> <li>ปรับเวลาการเดินระบบ</li> </ul>
2. ปัญหาอุปกรณ์และเครื่องจักร	<ul style="list-style-type: none"> <li>Blower ลมไม่พอ / Diffuser อุดตัน</li> <li>ปั๊มน้ำเสียทำงานผิดปกติ</li> <li>Mixer ไม่ทำงาน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>DO ต่ำ ระบบน้ำ</li> <li>เกิดกลิ่นรุนแรง</li> <li>ตะกอนแขวนลอยสูง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ทำ PM ตามรอบ</li> <li>ทำความสะอาดหรือเปลี่ยน Diffuser</li> <li>ปรับปรุงค่าไหลของอุปกรณ์</li> <li>เปลี่ยนปั๊มหรือมอเตอร์ที่เสื่อม</li> </ul>
3. ปัญหาด้านจุลินทรีย์ (Biological Process)	<ul style="list-style-type: none"> <li>จุลินทรีย์ตายจากสารเคมี</li> <li>ไม่มีอาหารเพียงพอ</li> <li>ตะกอนสะสมมากเกินไป</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เกิดสภาวะ Bulking</li> <li>BOD/COD ไม่ตก</li> <li>ระบบมีกลิ่นเหม็น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>เติมจุลินทรีย์ใหม่ (Re-seeding)</li> <li>เพิ่มออกซิเจนให้เพียงพอ</li> <li>ควบคุม MLSS/MLVSS</li> <li>ดูดตะกอนส่วนเกินออกตามรอบ</li> </ul>

## แนวทางการปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่ตั้งอยู่ใต้ถนน

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ถูกติดตั้งอยู่ใต้ถนน มักเป็นรูปแบบที่พบในอาคารที่มีพื้นที่จำกัด เช่น โรงแรม คอนโดมิเนียม หรือศูนย์การค้าที่ต้องการใช้พื้นที่ชั้นล่างให้เกิดประโยชน์สูงสุด การวางบ่อบำบัดใต้ถนนแม้จะช่วยประหยัดพื้นที่ แต่กลับสร้างข้อจำกัดหลายประการ เช่น การเข้าถึงเพื่อซ่อมบำรุงที่ทำได้ยาก พื้นที่บ่อมีขนาดค่อนข้างเล็ก การระบายอากาศไม่สะดวก และการก่อสร้างปรับปรุงต้องระมัดระวังไม่ให้กระทบโครงสร้างและกรณีฉุกเฉินของรถยนต์ด้านบน

เพื่อให้ระบบสามารถรองรับปริมาณน้ำเสียและผ่านมาตรฐานน้ำทิ้งได้อย่างต่อเนื่อง การปรับปรุงระบบจึงควรเน้นวิธีที่ “แก้ปัญหาตรงจุด” และ “ลดผลกระทบต่อพื้นที่ถนน” เป็นหลัก

## 1. การเพิ่มอุปกรณ์เสริมเพื่อยกระดับประสิทธิภาพ (Equipment Upgrade)

หนึ่งในแนวทางที่ทำให้ง่ายที่สุด คือการเพิ่มอุปกรณ์เสริมเข้าไปในบ่อเดิม โดยไม่ต้องทุบถนนหรือรื้อผนังบ่อให้ยุ่งยาก อุปกรณ์เหล่านี้ช่วยเสริมการเติมอากาศ เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลาย และช่วยให้ระบบทำงานได้ดีขึ้นแม้บ่อมีขนาดจำกัด อุปกรณ์ที่นิยมติดตั้งได้แก่

- **เครื่องเติมอากาศแบบจุ่ม** (Submersible Aerator/Mixer) ช่วยเพิ่ม DO และแก้ปัญหาทกคลื่นหรือระบบเน่า
- **เครื่องเติมอากาศกำลังสูง** ใช้แทนระบบ Blower + Diffuser เดิมที่มีประสิทธิภาพลดลง
- **ระบบกรองชีวภาพหรือไส้กรองชีวภาพ** (Media / Biofilter) เพื่อเพิ่มพื้นที่ให้จุลินทรีย์ยึดเกาะและย่อยสลายได้เร็วขึ้น
- **ระบบฆ่าเชื้อเพิ่ม** (UV หรือคลอรีนแบบควบคุมปริมาณอัตโนมัติ) เพื่อให้คุณภาพน้ำทิ้งผ่านมาตรฐานโดยไม่ต้องขยายบ่อ

วิธีนี้เป็นแนวทางที่ใช้ต้นทุนน้อย ซ่อมง่าย และแก้ไขได้รวดเร็ว  
เหมาะสำหรับสถานที่ที่ไม่ต้องการปิดพื้นที่ถนนเพื่อก่อสร้าง

## 2. การต่อส่วนขยายบ่อด้านข้าง (Side Expansion / External Tank)

เมื่อพบว่าบ่อเดิมมีความจุแน่นเกินไป ไม่เพียงพอต่อปริมาณน้ำเสียปัจจุบัน การสร้างบ่อเสริมด้านข้างจึงเป็นอีกทางเลือกสำคัญ วิธีนี้ช่วยเพิ่มความสามารถของระบบได้อย่างมาก โดยไม่ต้องยุ่งเกี่ยวกับโครงสร้างใต้ถนนเดิม การขยายสามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น

- **สร้างบ่อ Equalization (EQ) ใหม่** เพื่อช่วยกระจายน้ำเสียให้สมดุล ก่อนเข้าสู่ระบบหลัก ลดโพลดบ่อใต้ถนน
- **เพิ่มบ่อ Aeration หรือบ่อตกตะกอน** เพื่อปรับสมดุลชีวภาพและเพิ่มคุณภาพของน้ำทิ้ง
- **ใช้ระบบบำบัดสำเร็จรูปแบบคอนเทนเนอร์** (Containerized WWTP) ซึ่งสามารถตั้งในพื้นที่ว่างโดยรอบอาคาร ติดตั้งง่ายและรองรับการย้ายในอนาคต

การมีบ่อเสริมช่วยให้ระบบใต้ถนนไม่ต้องรับภาระหนักจนเกินไป  
และเพิ่มความยืดหยุ่นในการบำรุงรักษาระยะยาว

### 3. การปรับกระบวนการทำงานภายในบ่อเติม (Process Optimization)

แม้พื้นที่จำกัด แต่การปรับการทำงานภายในระบบเดิมก็สามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มาก เช่น

- การเพิ่มเวลาทำงานของ Blower เพื่อให้มีออกซิเจนเพียงพอ
- ปรับรอบการสูบลบตะกอนส่วนเกินเพื่อลดการเน่าภายในบ่อ
- ปรับระดับ MLSS ให้เหมาะสมต่อชนิดระบบบำบัด
- ตรวจสอบการไหลเวียนน้ำในบ่อเพื่อหลีกเลี่ยงการเกิดจุดนิ่ง (Dead Zone)

วิธีนี้ไม่ต้องก่อสร้างเพิ่มเติมแต่ต้องอาศัยผู้ชำนาญ  
ในการประเมินค่าต่าง ๆ ภายในระบบให้เหมาะสมที่สุด

### 4. การปรับปรุงโครงสร้างแบบกระทบบพื้นที่น้อย (Minimal Construction)

ในบางกรณีจำเป็นต้องมีงานก่อสร้าง แต่สามารถทำในลักษณะที่ “กระทบบนพื้นที่น้อยที่สุด” เช่น

- เพิ่มช่องเปิด (Manhole) เพื่ออำนวยความสะดวกในการตรวจสอบ
- เสริมผนังบ่อเพื่อแก้ปัญหารั่วซึมหรือโครงสร้างอ่อนตัว
- เปลี่ยนฝาบ่อให้มีความแข็งแรงเพียงพอรับน้ำหนักรถ (Heavy Duty Cover)
- เดินท่อ By-pass เพื่อให้ระบบยังทำงานได้ระหว่างการซ่อม

งานลักษณะนี้ต้องควบคุมอย่างระมัดระวังเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบ  
ต่อการใช้งานของอาคารและการจราจรด้านบน

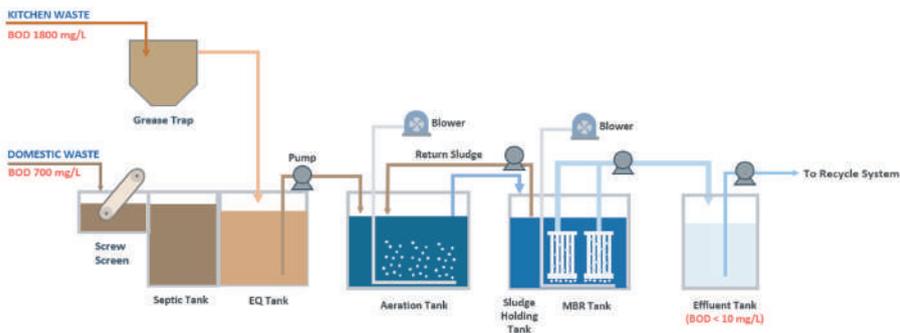
การปรับปรุงระบบบำบัดน้ำเสียที่อยู่ใต้ถนนสามารถทำได้หลายวิธี ตั้งแต่การเพิ่มอุปกรณ์เสริมที่ติดตั้งง่าย ไปจนถึงการสร้างบ่อเสริมด้านข้างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพระบบในภาพรวม สิ่งสำคัญคือการประเมินปัญหาให้ตรงจุด เลือกแนวทางที่กระทบบนพื้นที่น้อยที่สุด และคำนึงถึงมูลค่าในระยะยาว การเลือกวิธีที่เหมาะสมจะช่วยให้ระบบกลับมาทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยไม่ต้องรื้อถนนหรือหยุดการใช้งานอาคาร

ในหลายอาคาร ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้งานมากกว่า 10–20 ปีเริ่มประสบปัญหา เช่น บ่อมีขนาดเล็กเกินไป อุปกรณ์เก่าชำรุด คุณภาพน้ำทิ้งไม่ผ่านมาตรฐาน หรือปริมาณน้ำเสียเพิ่มขึ้นจากจำนวนผู้ใช้อาคารที่มากขึ้น การปรับปรุงระบบเดิมจึงเป็นสิ่งจำเป็น แต่ขณะเดียวกัน เทคโนโลยีใหม่อย่าง MBR (Membrane Bioreactor) ได้กลายเป็นตัวเลือกที่หลากหลายองค์การให้ความสนใจ เพราะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพได้มากโดยไม่ต้องขยายพื้นที่

MBR เป็นระบบที่ผสมผสาน ถึงเติมอากาศ (Aeration) เข้ากับ ชุดกรองเมมเบรน (Membrane Filtration) ทำให้สามารถแยกตะกอน และกรองน้ำออกจากระบบได้โดยไม่ต้องใช้บ่อตกตะกอนแบบเดิม

- ได้คุณภาพน้ำทิ้งสูงกว่า ระบบ Activated Sludge ทั่วไปมาก
- ใช้พื้นที่น้อย เพราะไม่จำเป็นต้องมีบ่อตกตะกอน
- MLSS สามารถใช้ระดับสูง จึง “บ่อเล็กแต่บำบัดได้มาก”
- สามารถใช้เป็นขั้นตอนการบำบัดน้ำ Recycle ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

*จึงเหมาะสำหรับอาคารที่มีพื้นที่จำกัดหรือบ่อเดิมอยู่ใต้ถนน ไม่สามารถขยายได้*





**Natachon Kanokvijitsilp**  
Assistant Project Team Manager,  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

## Strategy and technology: การเลือกใช้ระบบบำบัดน้ำ สำหรับบำบัดน้ำ Bleed-off จาก Cooling Tower

น้ำทิ้งจากระบบคูลลิ่งทาวเวอร์ (Cooling Tower Bleed-off) เป็นน้ำที่ถูกระบายออกเพื่อควบคุมปริมาณของแข็งละลายน้ำ(TDS)ป้องกันตะกอนการกัดกร่อนและการสะสมของจุลินทรีย์ในระบบ การเลือกวิธีบำบัดน้ำประเภทนี้ต้องเข้าใจ “คุณลักษณะของน้ำทิ้ง” และ “เป้าหมายการนำกลับใช้ใหม่” เพราะน้ำ Bleed-off มีคุณสมบัติต่างจากน้ำเสียทั่วไปมาก ได้แก่

- TDS สูง (เกลือ แร่ธาตุ ความกระด้าง)
- ค่า pH มักสูง จากสารเคมีควบคุมตะกอน
- มีสารเคมีป้องกันการกัดกร่อน สารยับยั้งตะกอน เช่น ฟอสเฟต ซิลิเกต โพลีเมอร์
- บางกรณีมีโลหะหนักปริมาณเล็กน้อย จากการกัดกร่อนท่อ
- ปริมาณ SS ต่ำ (ไม่เหมือนน้ำเสียสุขาภิบาล)
- แทบไม่มีกลิ่นและสารอินทรีย์ต่ำมาก (BOD ต่ำ)

กล่าวคือ น้ำ Bleed-off เป็นน้ำที่ “สะอาดกว่าน้ำเสียทั่วไป แต่มีสารละลายสูง”

ดังนั้น วิธีบำบัดจึงต่างจากระบบบำบัดแบบชีวภาพ (Activated Sludge, RBC, MBR) ที่มัก ไม่จำเป็นหรือไม่เหมาะ กับน้ำชนิดนี้

## เป้าหมายของการบำบัดน้ำ Bleed-off ขึ้นอยู่กับองค์กร เช่น

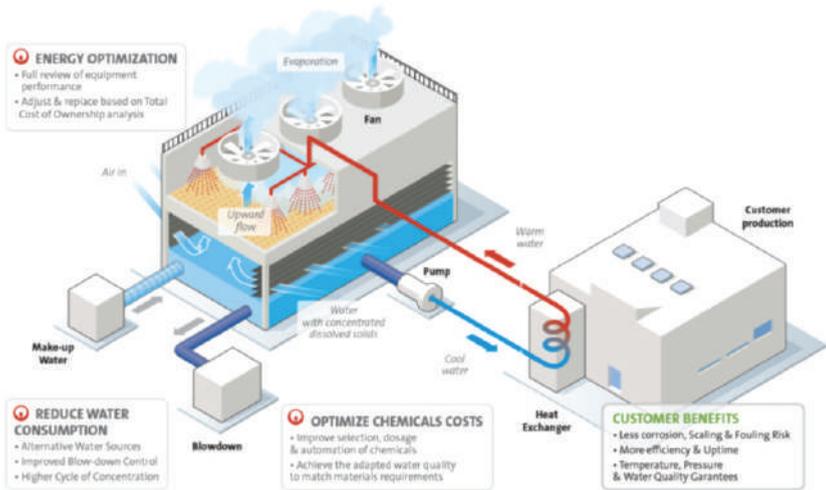
1. ต้องการ ลดปริมาณน้ำทิ้ง
2. ต้องการ นำน้ำกลับไปใช้ เช่นรดน้ำ ล้างพื้น หรือป้อนกลับระบบ
3. ต้องการ ลดค่าใช้จ่ายค่าน้ำประปา
4. ต้องการ ลดค่าใช้จ่ายสารเคมีในระบบकुलिंगทาวเวอร์

## เปรียบเทียบ 4 ระบบสำหรับการควบคุมน้ำใน Cooling Tower ได้แก่

1. Chemical Only – ระบบใช้สารเคมีล้วน
2. Ozone with Low Chemical – โอโซนร่วมกับสารเคมีปริมาณน้อย
3. Ozone Only – ใช้โอโซนโดยไม่เติมสารเคมี
4. Ozone with EHR – ระบบโอโซนร่วมกับอุปกรณ์เพิ่มประสิทธิภาพ EHR (Electro Conductivity Reducer) ทำให้ Cycle of Concentration ดีที่สุด

รายการเปรียบเทียบ	Chemical Only	Ozone with Low Chemical	Ozone Only	Ozone with EHR
Chemical adding	Yes	Yes	No	No
Cycle of Concentration (CoC) ซึ่ง CoC สูง = ประหยัดน้ำมากขึ้น	5	7	7	10
Installation Cost (ที่ 1000 tons AC)	N/A	1.50 MB	1.25 MB	2.20 MB
Operation Cost	Chemical Cost + Maintenance Cost	Chemical Cost + Maintenance Cost	Maintenance Cost	Maintenance Cost
การใช้สารเคมี	สูง	ต่ำ	ไม่ใช้	ไม่ใช้
การประหยัดน้ำ (สัมพันธ์กับ CoC)	ต่ำ	ปานกลาง	ปานกลาง	สูงที่สุด

เนื่องจากระบบบำบัดน้ำหล่อเย็นด้วยโอโซนร่วมกับการใช้สารเคมีในปริมาณต่ำ มีประโยชน์หลักคือ ช่วยให้การดำเนินงานมีประสิทธิภาพ, ช่วยประหยัดน้ำได้ในระดับดี และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมมากขึ้น โดยสามารถลดปัญหาตะกรันและชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพพร้อมกับการประหยัดต้นทุนด้านสารเคมีและพลังงาน จึงเป็นที่นิยมในปัจจุบัน ส่วนระบบอื่นที่กล่าวมาแนวทงนั้น เป็นเทคโนโลยีที่สามารถเลือกใช้ได้ตามแต่วัตถุประสงค์ของโครงการนั้น ๆ



Reference : <https://www.veoliawatertech.com/>



**Patcharee Chaolaen**  
Assistant Chief of Environmental Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# เทคโนโลยี Floor drain กันกลิ่น magnetic/silicone

ในโลกของการปรับปรุงอาคารและที่พักอาศัย (Renovate) รายละเอียดเล็ก ๆ น้อย ๆ มักสร้างความแตกต่างระหว่าง "งานที่ดี" กับ "งานที่ยอดเยี่ยม" หนึ่งในปัญหาที่ลูกค้ามักจะโทรกลับมาแจ้งมากที่สุดหลังการส่งมอบงานคือ กลิ่นย้อนกลับ และ แผลงจากท่อระบายน้ำ

การมองข้ามอุปกรณ์ระบายน้ำทิ้ง (Floor Drain) แบบเดิม ๆ อาจส่งผลกระทบต่อชื่อเสียงของโครงการได้ ดังนั้นการเลือกใช้ Floor Drain กันกลิ่น รุ่นใหม่จึงเป็นการลงทุนที่ให้ผลตอบแทนสูง (High-Impact, Low-Cost Upgrade) สำหรับโครงการของคุณ

Floor Drain แบบดั้งเดิมอาศัยหลักการ P-Trap/U-Trap ที่ใช้น้ำขังเพื่อเป็นกำแพงกันกลิ่น แต่วิธีนี้มีจุดอ่อนสำคัญ:

- น้ำระเหย: หากไม่มีการใช้งานเป็นเวลานาน (เช่น ห้องพักตากอากาศ) น้ำใน P-Trap จะระเหย ทำให้กลิ่นและแก๊สจากท่อระบายน้ำย้อนกลับได้ทันที
- แมลงและสัตว์รบกวน: P-Trap ไม่สามารถป้องกันแมลงสาบหรือสัตว์เล็ก ๆ ที่ปีนป่ายขึ้นมาได้
- การอุดตัน: เส้นผมและคราบสบู่อาจสะสมในส่วนโค้งของ P-Trap ทำให้เกิดการอุดตันได้ง่าย

ปัจจุบัน นวัตกรรมของ Floor Drain แบบกันกลิ่นได้เข้ามาแก้ไขจุดอ่อนเหล่านี้

- ระบบกันกลิ่นในตัว (anti-odor) ลดปัญหากลิ่นย้อนจากท่อระบายน้ำ
- อัตราการไหลน้ำเร็วกว่าเดิม สามารถระบายน้ำได้ “เร็วกว่า 2-3 เท่า” เมื่อเทียบกับตะแกรงทั่วไป
- บำรุงรักษาง่าย - สามารถถอดฝาเพื่อล้างทำความสะอาดเศษผม / ขยะได้ด้วยตัวเอง
- ลดปัญหาแมลง กลิ่น และความอับชื้นในระยะยาว





**Patcharee Chaolaen**  
Assistant Chief of Environmental Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# เทคโนโลยี: แนวทางสำหรับอาคารเก่า ที่ยากเพิ่มห้องน้ำ

นวัตกรรมเปลี่ยนเกม!

อยากเพิ่มห้องน้ำในอาคารเก่า แต่จะเพิ่มไม่ได้?

**‘ทูป’** ไม่ใช่ทางออกเสมอไป!

หลายอาคารเก่า หรือพื้นที่ที่ถูกออกแบบไว้ตั้งแต่แรก มักไม่มีระบบท่อรองรับการเสริม “ห้องน้ำใหม่” ทำให้การปรับปรุงต้องเจอกับข้อจำกัดใหญ่ - เจาะพื้นโครงสร้างไม่ได้ หรือทำได้แต่เสี่ยงและยุ่งยากมาก

แต่วันนี้ปัญหาเหล่านั้นแก้ได้ง่ายขึ้นด้วยนวัตกรรม Lifting Pump (ปั๊มยกน้ำเสีย) คือ โซลูชันที่ช่วยให้เพิ่มห้องน้ำได้แทบทุกมุมอาคาร โดยไม่ต้องเจาะพื้น หรือรี้อโครงสร้างใหญ่ เพียงติดตั้งปั๊มเข้ากับสุขภัณฑ์ ระบบจะช่วยบด-ย่อย และส่งน้ำเสียผ่านท่อขนาดเล็กไปยังท่อหลักได้อย่างมีประสิทธิภาพ

### ข้อดีที่โดดเด่น

- ไม่ต้องเจาะพื้น ลดความเสี่ยงต่อโครงสร้าง
- ใช้ได้ในพื้นที่แคบ หรือจุดที่ไม่เคยมีห้องน้ำมาก่อน
- รองรับสุขภัณฑ์หลากหลายประเภท ทั้งโถสุขภัณฑ์ อ่างล้างมือ และอุปกรณ์อื่น
- ติดตั้งรวดเร็ว เหมาะทั้งงานก่อสร้างใหม่และการ Renovate



ด้วยเทคโนโลยีของ Lifting Pump คุณสามารถ  
'เพิ่มห้องน้ำที่ไหนก็ได้' ให้เหมาะกับฟังก์ชันของพื้นที่จริงๆ



**Patcharee Chaolaen**  
Assistant Chief of Environmental Engineering  
EEC Engineering Network Co.,Ltd.

# การเลือกใช้ท่อ low carbon

การตัดสินใจเลือกชนิดของท่อประปาและสุขาภิบาลในงานปรับปรุงอาคาร เป็นมากกว่าแค่เรื่องของความแข็งแรง แต่เป็นเรื่องของ ประสิทธิภาพระยะยาว, สุขอนามัยของผู้อยู่อาศัย, และ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Low Carbon)

การเปลี่ยนจากการใช้ ท่อเหล็ก (Steel/Galvanized Pipe) หรือ Cast iron ไปสู่ ท่อพลาสติก ประสิทธิภาพสูง อย่าง ท่อ PP (Polypropylene) และ ท่อ PPR (Polypropylene Random Copolymer) เป็นเทรนด์สำคัญที่ผู้ประกอบการยุคใหม่ไม่ควรมองข้าม

หนึ่งในตัวเลือกที่ตอบโจทย์คือ ท่อ PP และท่อ PPR ซึ่งเป็นวัสดุ Low Carbon ที่ช่วยลดคาร์บอนฟุตพริ้นต์และเพิ่มประสิทธิภาพของงานระบบน้ำประปา และระบบระบายน้ำเสียได้อย่างดี อีกทั้งตอบโจทย์ทั้งด้านสิ่งแวดล้อมและการใช้งานจริง

- ลดการปล่อยคาร์บอน – ผลิตจากวัสดุที่มีรอยเท้าคาร์บอนต่ำ
- ทนทานต่อการกัดกร่อน – ไม่เป็นสนิมเหมือนท่อเหล็ก
- น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย – ลดเวลาและค่าแรงในการทำงาน
- เหมาะกับงาน Renovate – ไม่ต้องใช้เครื่องมือหนัก ลดความยุ่งยากในพื้นที่จำกัด

ท่อ PP (Polypropylene) — เหมาะสำหรับงานน้ำทิ้ง / น้ำเสีย

- ทนสารเคมีสูง เหมาะกับน้ำทิ้งจากห้องน้ำ ห้องครัว หรือพื้นที่ซักล้าง
- ผิวในท่อเรียบ ลดการเกาะของตะกรันและเศษอาหาร ทำให้ไม่อุดตันง่าย
- น้ำหนักเบา ติดตั้งง่าย ลดระยะเวลางานรีโนเวท
- ไม่เป็นสนิม ไม่กรอบแตกง่าย ยืดอายุงานระบบในอาคารเก่าได้ดีมาก

ท่อ PPR (Polypropylene Random Copolymer) - เหมาะสำหรับงานน้ำประปา และน้ำร้อน-น้ำเย็น

- รองรับแรงดันและอุณหภูมิสูง ใช้ได้ดีทั้งระบบน้ำร้อนในคอนโด/โรงแรม และระบบน้ำประปาทั่วไป
- เป็นวัสดุ Food Grade ไม่ทำให้น้ำปนเปื้อน ปลอดภัยในงานสุขภาพ
- เชื่อมด้วยระบบ Heat Fusion ทำให้รอยต่อแน่น ปลอดภัยรั่วซึมในระยะยาว
- น้ำหนักเบากว่าท่อเหล็ก ติดตั้งง่าย ลดการรบกวนพื้นที่ในงานรีโนเวท

การเลือกใช้ท่อ PP / PPR ไม่เพียงช่วยให้งานปรับปรุง มีคุณภาพและปลอดภัย แต่ยังเป็นการสนับสนุนแนวทาง Green Building และการก่อสร้างที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย



# คู่มือฟื้นฟูอาคาร หลังน้ำท่วม

## รายการตรวจสอบการฟื้นฟูบ้านและอาคาร หลังน้ำท่วม (Checklist)

รายการตรวจสอบนี้แบ่งออกเป็น 7 ส่วนหลัก  
ตามลำดับความสำคัญของความปลอดภัย และการฟื้นฟูระบบวิศวกรรม



50<sup>th</sup>  
YEARS  
ANNIVERSARY

เรียบเรียงโดย



**สมจินต์ ดิสวัสดิ์**  
กรรมการบริหาร  
บริษัท อีอีซี เอ็นจิเนียริ่ง เน็ทเวิร์ค จำกัด

## ส่วนที่ 1:

# ความปลอดภัยและการเตรียมพร้อมก่อนเข้าพื้นที่ (Pre-Entry Safety & PPE)

### เป้าหมาย:

ปกป้องผู้ปฏิบัติงานจากการบาดเจ็บทางไฟฟ้าและภัยชีวภาพ และลดความเสี่ยงโครงสร้าง

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
1.1	ตัดกระแสไฟฟ้าหลัก (Main Circuit Breaker/Cut-out) ทั้งหมดที่ทั่วทั้งอาคาร เพื่อลดความเสี่ยงไฟฟ้าดูดและอัคคีภัย	[ ]	1
1.2	ปลดสวิตช์ระบบสำรองไฟ (Generator/Solar PV) และทำ Lockout/Tagout หากมี	[ ]	2
1.3	ห้ามจ่ายไฟใด ๆ ให้กับเครื่องฮิลเลอร์ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่จมน้ำ โดยเด็ดขาด เพราะอาจทำให้อุปกรณ์ช็อตเสียหาย และเป็นอันตรายถึงชีวิต	[ ]	
1.4	สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (PPE) ที่เหมาะสม: เช่น รองเท้าบูทยางเสริมหัวเหล็กและพื้นเหล็ก, ถุงมือยางไนไตรล์ (ชั้นใน) และถุงมือหนัง (ชั้นนอก), หน้ากาก N-95 หรือ P-100 (ป้องกันสปอร์เชื้อรา)	[ ]	
1.5	ห้ามสูบน้ำออกจากถังบำบัดน้ำเสีย (Septic Tank) หรือชั้นใต้ดินจนแห้งก้นก้น หากดินรอบข้างยังชุ่มน้ำ เพื่อป้องกันแรงดันลอยตัว (Buoyancy) ทำให้ถังลอย/โครงสร้างพัง	[ ]	
1.6	ตรวจสอบกลิ่นแก๊สรั่ว หรือสารเคมีในพื้นที่	[ ]	

### หมายเหตุ:

1. ให้ใช้เครื่องวัดแรงดันไฟฟ้าแบบไม่สัมผัส (Non-contact Voltage Tester) เพื่อตรวจสอบสถานะการตัดไฟก่อนก้าวเท้าลงน้ำหรือสัมผัสอุปกรณ์
2. ในอาคารพาณิชย์หรือโรงแรมที่มีระบบสำรองไฟ (Generator) หรือระบบโซลาร์เซลล์ (Solar PV) ต้องระงับกระแสไฟฟ้าย้อนกลับ (Backfeed) ควรทำการปลดสวิตช์ระบบสำรองไฟและทำ Lockout/Tagout หากมี (Lockout คือการล็อกอุปกรณ์ไม่ให้คนมาเปิดใช้งานเช่นใช้แม่กุญแจ, Tagout คือการติดป้ายเตือนเพื่อแจ้งให้ทราบว่าคุณสมบัติดังกล่าวถูกปิดการทำงานแล้ว)

## ส่วนที่ 2:

# การประเมินความเสียหายโครงสร้างและการใช้งาน (Structural & Usage Assessment)

### เป้าหมาย:

ปกป้องผู้ปฏิบัติงานจากการบาดเจ็บทางไฟฟ้าและภัยชีวภาพ และลดความเสี่ยงโครงสร้าง

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
2.1	<b>ตรวจสอบสภาพโดยรอบอาคาร</b> (Surrounding Hazards) เช่น อาคารข้างเคียงเอียง/อาจพังถล่ม, รอยแตกร้าวขนาดใหญ่ ของพื้นดินรอบอาคาร	[ ]	1, 2, 3
2.2	<b>ประเมินความเสียหายเชิงโครงสร้าง</b> ด้วยตาเปล่า/เครื่องมือพื้นฐาน เช่น การเอียงตัวของอาคาร/เสา, การโถงเจาะของเหล็กเสริม, ฐานรากเสียหายอย่างหนัก	[ ]	1, 2, 3, 4
2.3	<b>ติดป้ายประกาศระดับความเสียหาย</b> (Placard)	[ ]	
	<b>สีเขียว:</b> ไม่เสียหาย/เสียหายเล็กน้อย ( <b>ใช้งานได้ตามปกติ</b> )	[ ]	
	<b>สีเหลือง:</b> เสียหายปานกลาง ( <b>ใช้งานได้แบบมีเงื่อนไข</b> ) ต้องมีการตรวจสอบอย่างละเอียดอีกครั้งโดยวิศวกร	[ ]	
	<b>สีแดง:</b> เสียหายอย่างหนัก/เสี่ยงพังถล่ม ( <b>ห้ามใช้งานอาคารโดยเด็ดขาด</b> )	[ ]	
2.4	หากเป็นอาคารควบคุม (เช่น โรงพยาบาล/อาคารขนาดใหญ่) ต้องได้รับการตรวจสอบและรับรองจากวิศวกรที่มีใบอนุญาต (วุฒิวิศวกร หรือ สามัญวิศวกร) ก่อนเปิดใช้อาคาร	[ ]	
2.5	หากมีโครงสร้างไม้ ให้พื้นฟูโดยการฝังลมอย่างซ้ำๆ ห้ามใช้ความร้อนเร่งการแห้ง เพราะอาจทำให้ไม้แตก	[ ]	

### หมายเหตุ:

- ตรวจสอบการทรุดตัวไม่เท่ากัน: สังเกตและบันทึกรอยแตกแนวทแยงมุมที่มุมงกบประตุนหน้าต่างหรือรอยร้าวที่พื้นคอนกรีตภายนอก
- สำหรับอาคารริมน้ำ/คลอง ต้องประเมินการกัดเซาะดินรอบฐานราก โดยอาจต้องขุดหลุมทดสอบ (Test Pit) บริเวณมุมอาคาร
- หากมีข้อสงสัยด้านความแข็งแรง พิจารณาการตรวจสอบและรับรองจากวิศวกรที่มีใบอนุญาต
- ผนังก่ออิฐ: ใช้ระดับน้ำหรือลูกตวัดความโค้งของผนังเพื่อตรวจสอบการแอ่นตัว

### ส่วนที่ 3:

## การฟื้นฟูระบบไฟฟ้าและเครื่องกล (Electrical & Mechanical Restoration)

### เป้าหมาย:

เปลี่ยนอุปกรณ์ที่สำคัญ, จัดความชื้น, และยืนยันความปลอดภัยของระบบไฟฟ้า

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
3.1	<b>เปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้าทันที:</b> เบรกเกอร์ย่อย (Miniature Breakers), แผงวงจรควบคุม (Control Boards, VSD, PLC), เตารับและสวิตช์ไฟที่จุ่มน้ำ	[ ]	
3.2	<b>ทำความสะอาดและอบแห้งตู้ควบคุม:</b> เปิดตู้สวิตช์บอร์ด (MDB) และตู้ควบคุม (Control Panel) เพื่อนำสิ่งสกปรกออก และใช้พัดลม/สเปคโตรไลต์กำจัดความชื้น	[ ]	
3.3	<b>ตรวจสอบสายไฟ (Wicking):</b> หากปลายสายไฟที่จุ่มน้ำมีทองแดงเปลี่ยนเป็นสีดำหรือเขียวคล้ำ ต้องเปลี่ยนสายเส้นนั้นทั้งเส้น เนื่องจากน้ำซึมเข้าไปในฉนวน	[ ]	1
3.4	<b>มอเตอร์ไฟฟ้า:</b> มอเตอร์ขนาดใหญ่ (เช่น ปั๊มน้ำ, ปั๊มดับเพลิง) ต้องส่งไปทำความสะอาด, เคลือบขดลวดใหม่, และ <b>เปลี่ยนลูกปืน (Bearing) ทั้งหมด</b> โดยผู้เชี่ยวชาญ <b>ห้ามเดินเครื่องทันที</b>	[ ]	2
3.5	<b>ทดสอบค่าความเป็นฉนวน (Megger Test):</b> ก่อนจ่ายไฟ ต้องปลดอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกก่อน และใช้แรงดันทดสอบที่เหมาะสม (เช่น 500 VDC สำหรับ 220/380V) เพื่อให้ได้ค่าความต้านทานฉนวนที่ปลอดภัย (> 1 MΩ หรือเป้าหมาย > 50 MΩ) หากค่าต่ำกว่าเกณฑ์ ห้ามจ่ายไฟ และต้องทำการอบแห้งต่อไป	[ ]	
3.6	<b>ปั๊มดับเพลิง (Fire Pump):</b> หากตู้ควบคุมจุ่มน้ำ ควรเปลี่ยนตู้ควบคุมชุดใหม่ เพราะอุปกรณ์ Microprocessor ภายในอาจเสียหาย	[ ]	
3.7	<b>บ่อลิฟต์:</b> ห้ามลงไปบ่อลิฟต์จนกว่าจะมีการระบายอากาศ และตรวจวัดแก๊สพิษ เพราะขยะอันตรายที่นำเข้าไปในบ่อปิดกับ อาจสร้างแก๊สพิษ (Hydrogen Sulfide) หรือมีเทน ซึ่งเป็นอันตรายถึงชีวิต	[ ]	3

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
3.8	<b>อุปกรณ์ความปลอดภัย:</b> อุปกรณ์ในบ่อลิฟต์ เช่น Governor Tension Sheave, Buffers, และ Limit Switches เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัย (Safety Devices) หากจมน้ำแล้ว สนิมอาจทำให้กลไกติดขัด ซึ่งอันตรายมากหากนำกลับมาใช้ ควรพิจารณาเปลี่ยนใหม่ตามคำแนะนำของผู้ผลิต	[ ]	
3.9	<b>สายเคเบิลของลิฟต์ (Traveling Cable):</b> หากจมน้ำต้องเปลี่ยนใหม่ทั้งเส้น เพราะน้ำจะซึมขึ้นไปตามสายไฟ และทำลายสัญญาณควบคุม	[ ]	

**หมายเหตุ:**

1. น้ำสามารถซึมเข้าไปในนวนสายไฟฟ้า (Wicking Action) และทำลายตัวนำทองแดง การเป่าลมในท่อร้อยสายไฟ ไม่เพียงพอ หากปอกสายไฟแล้วพบว่า ทองแดงภายในมีสีดำหรือเขียวคล้ำ (ออกซิเดชั่น) ต้องเปลี่ยนสายเส้นนั้นทั้งเส้น มิฉะนั้นอาจเกิดอาร์คจาก Arcing ภายในสายได้ในอนาคต
2. มอเตอร์ที่ถูกน้ำท่วมควรถูกส่งให้ช่างผู้ชำนาญการทำการทำให้แห้ง ตามกรรมวิธีทางเทคนิค ซึ่งไม่ใช่การนำไปตากแดด
3. ส่วนมากแล้วลิฟต์เป็นระบบที่ได้รับความเสียหายหนักที่สุดและซ่อมแซมแพงที่สุด เนื่องจากบ่อลิฟต์ (Pit) เป็นจุดต่ำสุดของอาคาร

## ส่วนที่ 4:

### การฟื้นฟูระบบปรับอากาศและท่อลม (HVAC & Ductwork)

#### เป้าหมาย:

กำจัดเชื้อราและกลิ่นอับขึ้นนอกจากจากระบบปรับอากาศเพื่อป้องกันปัญหาสุขภาพ

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
4.1	<b>รีดดอนและเปลี่ยนใหม่:</b> ฉนวนใยแก้ว (Fiberglass Insulation) ภายในท่อส่งลมเย็นที่เปียกน้ำ	[ ]	1
4.2	<b>ทำความสะอาดคอยล์:</b> ล้างคอยล์เย็น/ร้อน (Coils) ของ AHU/CDU ด้วยเครื่องฉีดน้ำแรงดันสูงและน้ำยาล้างคอยล์ เพื่อจัดโคลน	[ ]	
4.3	หากมีกลิ่นอับขึ้น (Dirty Sock Syndrome) ให้ทำความสะอาดคอยล์ และ <b>เปลี่ยนไส้กรองอากาศ</b> และอาจพิจารณาใช้เครื่องฟอกอากาศช่วย	[ ]	
4.4	หากกล่องลม (Chamber/ Plenum) ทำจาก <b>ไฟเบอร์บอร์ด</b> (Fiberboard) ที่มีความชื้นหรือเชื้อรา ควรเปลี่ยนใหม่	[ ]	
4.5	<b>ท่อลมโลหะ:</b> หากเป็นท่อสังกะสีที่ไม่มีฉนวนภายใน สามารถล้างทำความสะอาดด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อ และน้ำยาทำความสะอาดที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อนสังกะสี แล้วเป่าให้แห้งได้	[ ]	
4.6	<b>คอมเพรสเซอร์:</b> หากข้อต่อสายไฟของคอมเพรสเซอร์จมน้ำ มีโอกาสสูงที่น้ำจะซึมเข้าไปในตัวคอมเพรสเซอร์ผ่านซิลยางที่เสื่อมสภาพ และนำไปตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนของขั้วคอมเพรสเซอร์เทียบกับกราวด์	[ ]	

#### หมายเหตุ:

ฉนวนใยแก้วหากเปียกน้ำแล้วจะสูญเสียคุณสมบัติการกันความร้อน และกลายเป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อราที่ไม่สามารถทำความสะอาดได้

## ส่วนที่ 5:

### การฟื้นฟูระบบประปาและสุขาภิบาล (Plumbing & Sanitation)

#### เป้าหมาย:

ฆ่าเชื้อโรคในระบบน้ำดื่ม และจัดการระบบบำบัดน้ำเสียอย่างถูกต้อง

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
5.1	<b>ล้างถังเก็บน้ำ:</b> ล้างทำความสะอาดพื้นผิวภายในถังเก็บน้ำใต้ดินที่ปนเปื้อน	[ ]	
5.2	<b>ฆ่าเชื้อ (Shock Chlorination):</b> เติมคลอรีนเข้มข้น 50-100 ppm เข้าระบบก่อนน้ำดื่ม	[ ]	1
5.3	<b>ล้างถังคลอรีน:</b> ล้างถังผสมคลอรีนไว้ล่วงหน้าอย่างน้อย 12-24 ชั่วโมง	[ ]	
5.4	<b>ระบบบำบัดน้ำเสีย/ลิ้น:</b> หากลิ้นเติม/อุดตัน สามารถใช้ส้อมเหล็กชีวภาพ (จุลินทรีย์) เทรดเพื่อช่วยย่อยสลายสารอินทรีย์	[ ]	
5.5	<b>ข้อควรระวังถังบำบัดน้ำเสีย:</b> ห้ามสูบน้ำออกจากถังจนแห้งเกินที่ ในขณะที่ดินรอบข้างยังชุ่มน้ำ (เพื่อป้องกันถังลอย/Tank Popping) ซึ่งจะทำให้ท่อสุขภัณฑ์เสียหาย ต้องรอให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงก่อน หรือสูบน้ำออกเพียงบางส่วน	[ ]	

#### หมายเหตุ:

เชื้อแบคทีเรีย E. coli และ Salmonella สามารถเกาะติดผนังท่อเกิดเป็น Biofilm การล้างด้วยน้ำเปล่าไม่เพียงพอ  
ต้องทำการ "Shock Chlorination" ตามขั้นตอน ดังนี้

- Flushing: เปิดน้ำระบายตะกอนออกจากทุกก๊อกจนกว่าน้ำจะใส
- Chlorination: เติมสารละลายคลอรีน (Sodium Hypochlorite) เข้าระบบให้มีค่าความเข้มข้นของ Free Chlorine อยู่ที่ 50-100 ppm (ส่วนใหญ่ในส่วน) ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำประปาปกติ (0.5-2 ppm) มาก
- Contact Time: ชั่งน้ำหนักผสมคลอรีนไว้ล่วงหน้าอย่างน้อย 12-24 ชั่วโมง เพื่อให้คลอรีนแทรกซึมทำลาย Biofilm
- Final Flush: ระบายน้ำคลอรีนเข้มข้นออกจนหมด แล้วทดสอบน้ำใหม่ให้ค่าคลอรีนคงเหลือไม่เกิน 2-4 ppm ก่อนอนุญาตให้ใช้อุปโภคบริโภค

## ส่วนที่ 6:

# การจัดการวัสดุก่อสร้างและเชื้อรา (Architectural & Mold Remediation)

### เป้าหมาย:

กำจัดวัสดุปนเปื้อนและเร่งการอบแห้งเพื่อหยุดการเจริญเติบโตของเชื้อรา

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
6.1	<b>กึ่งวัสดุที่มีรูพรุน (Porous)</b> ที่เปียกน้ำทันที เช่น พรม, แผ่นยิปซัม, ฝ้าเพดาน, และฉนวนกันความร้อน	[ ]	1, 2
6.2	<b>ตัดผนัง (Flood Cut):</b> ตัดแผ่นผนังบางส่วนที่ถูกน้ำท่วมออกสูงกว่าระดับน้ำสูงสุดประมาณ 30-60 เซนติเมตร เพื่อนำฉนวนเปียกออก เปิดช่องระบายอากาศให้โครงเคร่า และช่องว่างในผนังแห้งสนิท และตรวจสอบสภาพสายไฟ และปลั๊กไฟที่ติดซ่อนในผนัง	[ ]	
6.3	<b>ลอกวอลเปเปอร์</b> ที่เปียกน้ำออกทั้งหมด เพื่อลดการสะสมความชื้น	[ ]	3
6.4	<b>พื้นไม้/เพอร์นิเจอร์ไม้:</b> ทำความสะอาดแล้ว <b>ฝังลมให้แห้งช้าๆ</b> ห้ามนำไปตากแดดจัด เพราะจะทำให้บิดงอ	[ ]	4
6.5	ทำความสะอาดพื้นผิวเรียบ (เช่น กระเบื้อง, โลหะ) ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อหรือน้ำยาฟอกขาวเจือจาง (10%) หรือน้ำยาฆ่าเชื้อที่ใช้ในโรงพยาบาล (Hospital grade)	[ ]	
6.6	<b>การควบคุมความชื้น:</b> ใช้เครื่องลดความชื้น (Dehumidifier) และพัดลมระบายอากาศหมุนเวียนให้ทั่วห้อง เพื่อลดความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศให้ ต่ำกว่า 60% เพื่อหยุดยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา	[ ]	

### หมายเหตุ:

- เชื้อรา (Mold) มักจะเริ่มเจริญเติบโตภายใน 24 – 48 ชั่วโมงหลังวัสดุเปียกชื้น
- วัสดุรูพรุน (Porous) เช่น แผ่นยิปซัม ฝ้าเพดาน พรม ฉนวนกันความร้อน ไม่สามารถล้างเชื้อราออกได้ และมักดูดซับสารพิษจากน้ำเสียไว้
- วัสดุกึ่งรูพรุน (Semi-porous) เช่น ไม้โครงเคร่า คอนกรีต ไม้อัด สามารถนำไปล้างด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อและทำให้แห้งได้ โดยวัดความชื้นให้ได้น้อยกว่า 15% ก่อนนำไปใช้หรือปิดผิว
- วัสดุผิวเรียบ (Non-porous) เช่น กระเบื้อง โลหะ กระเบื้องเซรามิก สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ หลังจากทำความสะอาดและฆ่าเชื้อแล้ว

## ส่วนที่ 7:

### การจัดการซากขยะและเอกสาร (Waste Management & Documentation)

#### เป้าหมาย:

กำจัดขยะอันตรายอย่างปลอดภัย, ขนย้ายขยะมูลฝอย, และรวบรวมหลักฐานเพื่อเคลม

ลำดับ	รายการดำเนินการ	สถานะ	หมายเหตุ
7.1	<b>คัดแยกขยะ:</b> แยกขยะมูลฝอยเป็นประเภทต่างๆ โดยเฉพาะขยะอินทรีย์/เศษอาหาร ต้องนำไปกำจัดเป็นลำดับแรก และแยก ของเสียอันตรายจากชุมชน (เช่น แบตเตอรี่, น้ำมัน, สารเคมี)	[ ]  [ ]	
7.2	<b>ขยะอันตราย:</b> เร่งรวบรวมของเสียอันตราย (เช่น แบตเตอรี่, หลอดไฟ, กระป๋องสเปรย์) และส่งไปกำจัดยังสถานที่รับกำจัดที่ได้รับอนุญาต	[ ]	
7.3	<b>ขยะขนาดใหญ่:</b> ใช้เครื่องจักรกลขนาดใหญ่ เช่น รถดักล้อยางเคลื่อนย้าย ขยะมูลฝอยขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก (เช่น ที่นอนเปียก, เฟอร์นิเจอร์)	[ ]	
7.4	<b>การขนย้าย:</b> องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นควรจัดตั้ง <b>พื้นที่รองรับขยะมูลฝอยชั่วคราว (จุดพักขยะ)</b> ที่น้ำท่วมไม่ถึง	[ ]	
7.5	<b>บันทึกหลักฐาน:</b> ถ่ายภาพความเสียหายทั้งหมด <b>ก่อน</b> การทำความสะอาด และเก็บชิ้นส่วนอุปกรณ์ที่เสียหาย (เช่น มอเตอร์) ไว้ให้เจ้าหน้าที่ประกันภัยตรวจสอบ	[ ]	
7.6	<b>บันทึกค่าใช้จ่าย:</b> จัดบันทึกค่าใช้จ่ายในการฟื้นฟูทั้งหมดอย่างละเอียด	[ ]	

## ภาคผนวก

### ภาคผนวก ก: การจัดการและเปลี่ยนอุปกรณ์ไฟฟ้า

น้ำท่วมที่มีสิ่งสกปรกและตะกอนจะแทรกซึมไปในทุกส่วนของอุปกรณ์และทำให้เกิดการกัดกร่อนอุปกรณ์บางชนิดมีความละเอียดอ่อน และควรเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด

ลำดับ	ประเภทอุปกรณ์	คำแนะนำหลัก	เหตุผลทางวิศวกรรมและการปฏิบัติ
1	เบรกเกอร์ (Circuit Breakers)	เปลี่ยนใหม่ทันที	น้ำโคลนจะเข้าไปในกลไกภายใน ทำให้สปริงเป็นสนิมและหน้าสัมผัสสกปรก ส่งผลให้เบรกเกอร์ไม่ตัดวงจรเมื่อเกิดการลัดวงจร หรือโอเวอร์โหลด
2	อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	เปลี่ยนใหม่ทันที	แผงวงจรควบคุม (Board Control), หม้อแปลง (Transformer), คอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor), Power Supply, VSD, PLC, เต้ารับ, และสวิตช์ไฟ ที่แช่ในน้ำ ควรเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด เนื่องจากมีความไวต่อความชื้นและคราบเกลือมาก
3	ตู้สวิตช์บอร์ด/บัสบาร์	ทำความสะอาด/ฟื้นฟู	โครงตู้ควบคุม (MDBs) และบัสบาร์สามารถล้างทำความสะอาด ชัดสนิม และอบแห้งได้ แต่ต้องตรวจสอบการเสื่อมสภาพของฉนวนรองรับบัสบาร์ เช่น การแตกร้าว/หัก การปนเปื้อนพื้นผิวหรือสิ่งตกค้างที่อาจสร้างเส้นทางการนำไฟฟ้าบนพื้นผิวฉนวน การกัดกร่อน
4	ตู้ควบคุม	เร่งทำความสะอาด	ควรตู้ Starter และตู้ Control Panel อย่างรวดเร็ว เพื่อนำสิ่งสกปรกออกและใช้พัดลมเป่า หรือสเปกโตรไลต์ส่องจากระยะห่างเพื่อไล่ความชื้น ก่อนที่สิ่งสกปรกจะแห้งติดแน่นจนถอดยาก

## ภาคผนวก ข: พื้นที่เสี่ยงสูงและนิคมอุตสาหกรรมหรือโรงงาน

1. นิคมอุตสาหกรรม และพื้นที่เศรษฐกิจกลางเมือง ประสบปัญหาหน้าท่วมขังนาน การฟื้นฟูโรงงานต้องระงับเรื่องสารเคมีรั่วไหล
2. เครื่องจักรที่มีความแม่นยำสูง (Lathe, CNC) ต้องรับฉีดพ่นน้ำมันไล่ความชื้น (Water Displacement Oil) ทันทีที่น้ำลด เพื่อป้องกันสนิมที่ผิวหน้าสัมผัส (Precision Surfaces)
3. สินค้าที่แช่น้ำโคลน โดยเฉพาะอาหารและยา ต้องทำลายทิ้งตามระเบียบสาธารณสุข ห้ามนำมาจำหน่ายหรือบริจาคเด็ดขาด

## ภาคผนวก ค: ข้อแนะนำอื่น ๆ

บทเรียนจากปี 2554 ชี้ว่าความเสียหายรุนแรงมักเกิดจากการขาดการเตรียมการ ในปี 2568 พบว่า อาคารที่มีการย้ายระบบไฟฟ้า (Main Distribution Board) ขึ้นชั้น 2 หรือสร้างกำแพงกั้นน้ำ (Flood Barrier) สามารถฟื้นตัวได้เร็วกว่ามาก ดังนั้น ในกระบวนการฟื้นฟูครั้งนี้ เจ้าของอาคารควรพิจารณามาตรการ

1. ย้ายตำแหน่งอุปกรณ์วิกฤต: ย้ายตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก (MDB), ปั๊มน้ำ, และคอมพิวเตอร์แอร์ ขึ้นสู่ที่สูง เหนือระดับน้ำท่วมสูงสุดที่เคยเกิดขึ้น
2. ปรับตำแหน่งปลั๊กไฟ: ตัดปลั๊กไฟในระดับต่ำของบ้านชั้นล่างออกให้หมด และปรับตำแหน่งปลั๊กไฟไปอยู่ที่ระดับประมาณ 1.10 เมตร ซึ่งสูงกว่าระดับน้ำท่วมทั่วไป
3. แยกวงจรไฟฟ้า: แยกวงจรไฟฟ้าออกเป็น 2-3 วงจร คือ วงจรสำหรับชั้นล่างที่น้ำท่วมถึง, วงจรสำหรับชั้นบนที่น้ำท่วมไม่ถึง, และวงจรสำหรับเครื่องปรับอากาศ ซึ่งทำให้การควบคุมและการซ่อมแซมง่ายและปลอดภัยขึ้น
4. ติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน: ติดตั้งอุปกรณ์ตัดไฟอัตโนมัติ (RCD/ELCB) ในวงจรไฟฟ้าหลัก เพื่อเพิ่มความสามารถในการป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
5. วัสดุทนน้ำ: เปลี่ยนวัสดุพื้นและผนังชั้นล่างเป็นวัสดุที่ทนน้ำ และทำความสะอาดง่าย เช่น พื้นขัดมัน หรือกระเบื้อง แทนพรมหรือลามิเนต

