การปรับอากาศแบบแผ่รังสี (Radiant cooling system) เพื่อการจัดการพลังงานในอาคาร

รองศาสตราจารย์ ดร.อัญชสา ประมวลเจริญกิจ
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกลและการผลิต คณะวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตเฉลิมพระเกียรติ จังหวัดสกลนคร
anchasa.p@ku.th

ตามมติที่ประชุมคณะรัฐมนตรีที่เห็นชอบร่างกฎกระทรวงกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารและมาตรฐานหลักเกณฑ์และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งร่างกฎกระทรวงดังกล่าวเป็นการปรับปรุงกฎกระทรวงเดิม ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ช่วยลดภาระการลงทุนจัดหาไฟฟ้า และค่าใช้จ่ายด้านพลังงานของประเทศ ให้สอดคล้องตามแผนการปฏิรูปประเทศด้านพลังงาน สาระสำคัญของร่างดังกล่าว ประกอบด้วยการกำหนดประเภทหรือขนาดของอาคารที่ต้องได้รับการออกแบบเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน นั่นคืออาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2000 ตารางเมตรขึ้นไป ของอาคาร 9 ประเภท ได้แก่ 1) สถานศึกษา 2) สำนักงานหรือที่ทำการ 3) อาคารชุมนุมคน 4) โรงมหรสพ 5) สถานบริการ 6) โรงแรม 7) สถานพยาบาล 8) ห้างสรรพสินค้าหรือศูนย์การค้า และ 9) อาคารชุด จากเดิมที่บังคับใช้กฎกระทรวงดังกล่าวกับอาคารตั้งแต่ 10,000 ตารางเมตรขึ้นไป และ 5000 ตารางเมตรขึ้นไปตามลำดับ ร่างดังกล่าวได้กำหนดมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคาร อาทิเช่น ค่าการถ่ายเทความร้อนจากระบบกรอบอาคาร ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ อุปกรณ์ผลิตน้ำร้อน และการใช้พลังงานหมุนเวียนของอาคารเหล่านั้น โดยผู้ออกแบบต้องแสดงรายการคำนวนเป็นไปตามวิธีการที่รัฐมนตรีว่าการกระทรวงพลังงานประกาศกำหนด หรือวิธีการตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย หรือสมาคมสถาปนิกสยาม หรือสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย หรือมาตรฐานที่คณะกรรมการควบคุมอาคารให้การรับรอง นอกจากนี้ร่างกฎกระทรวงดังกล่าว ยังครอบคลุมไปถึงการออกแบบอาคารในส่วนดัดแปลง ที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2000 ตารางเมตรขึ้นไป ให้เป็นไปตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน ร่างกฎกระทรวงดังกล่าวจะส่งผลให้การออกแบบอาคารทั้ง 9 ประเภท ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในกฎกระทรวง หากเจ้าของอาคารใดไม่ปฏิบัติตามหรือฝ่าฝืน จะมีบทลงโทษตามกฎหมายควบคุมอาคาร รวมถึงอาคารที่ไม่ได้ออกแบบตามมาตรฐาน หลักเกณฑ์ และวิธีการในการออกแบบอาคารที่การอนุรักษ์พลังงานนี้ จะไม่ได้รับอนุญาตให้ก่อสร้าง หรืออาคารดังกล่าวจะไม่ได้

รับอนุญาตให้เปิดใช้งาน หากไม่แก้ไขปรับปรุงให้ผ่านตามเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด ทั้งนี้ร่างกฎกระทรวงดังกล่าวจะมีผลบังคับใช้เมื่อพ้น 120 วัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษา เป็นต้นไป ผู้ออกแบบอาคารควบคุมกลุ่มเดิมและอาคาร 9 ประเภทในกลุ่มใหม่ จึงควรนำข้อมูลจากมติที่ประชุมคณะรัฐมนตรีดังกล่าวมาพิจารณาประกอบการออกแบบอาคาร จากข้อมูลในร่างกฎกระทรวงดังกล่าว ระบบปรับอากาศถือว่าเป็นเป็นหนึ่งในระบบที่ทุกอาคารต้องมีและเป็นระบบที่ใช้พลังงานในแต่ละอาคารค่อนข้างสูง ทำให้สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นสมาคมที่ให้ความรู้และความสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบระบบปรับอากาศที่คำนึงถึงการประหยัดพลังงานเป็นเรื่องสำคัญตามวิสัยทัศน์และวัตถุประสงค์ของสมาคม ได้ให้ความรู้และกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับงานด้านระบบปรับอากาศอย่างต่อเนื่อง

ภาพที่ 1 ตัวอย่างอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร

ภาพที่ 2 ตัวอย่างอาคารที่มีพื้นที่รวมกันทุกชั้นในหลังเดียวกันตั้งแต่ 2000 ตารางเมตรขึ้นไป

การปรับอากาศคือกระบวนการปรับสภาวะของอากาศภายในบริเวณที่ต้องการใช้งาน หรือบริเวณที่มีผู้อยู่อาศัยให้อยู่ในสภาวะที่ต้องการ และรักษาสภาวะดังกล่าวไว้ให้มีระดับอุณหภูมิ ความชื้น ความสะอาด และความเร็วของอากาศที่เหมาะสม หรือเป็นการทำความเย็นที่สนใจความสบายของผู้อยู่อาศัยเป็นหลัก สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยได้ให้ความรู้และนำเสนอเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับระบบปรับอากาศที่ทันสมัยและประหยัดพลังงานมาเป็นเวลานานกว่า 30 ปี เนื่องจากประเทศไทยนิยมใช้เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (a split-type system) และระบบกลาง (a central system) เพื่อจ่ายลมเย็นเข้าห้องปรับอากาศให้มีสภาวะตามต้องการ นอกจากความรู้เกี่ยวกับเครื่องปรับอากาศที่สมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยได้ให้แก่สมาชิกและผู้สนใจทั่วไปแล้ว ทางสมาคมฯ ยังให้ข้อมูลเกี่ยวกับการปรับอากาศแบบแผ่รังสี (Radiant Cooling) ที่กำลังเข้ามามีบทบาทต่อผู้ออกแบบ และต่ออาคารที่อยู่ในกลุ่มอาคารควบคุม เนื่องจากเป็นระบบที่ทำให้พื้นหรือผนังของอาคารทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนรับความร้อนจากอากาศในบริเวณที่ต้องการปรับอากาศ ส่งผลให้เครื่องปรับอากาศที่ทำหน้าที่ส่งลมเย็นเพียงอย่างเดียวใช้พลังงานลดลงได้

ภาพที่ 3 เครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (a split-type system)

ภาพที่ 4 เครื่องปรับอากาศแบบระบบกลาง (a central system)

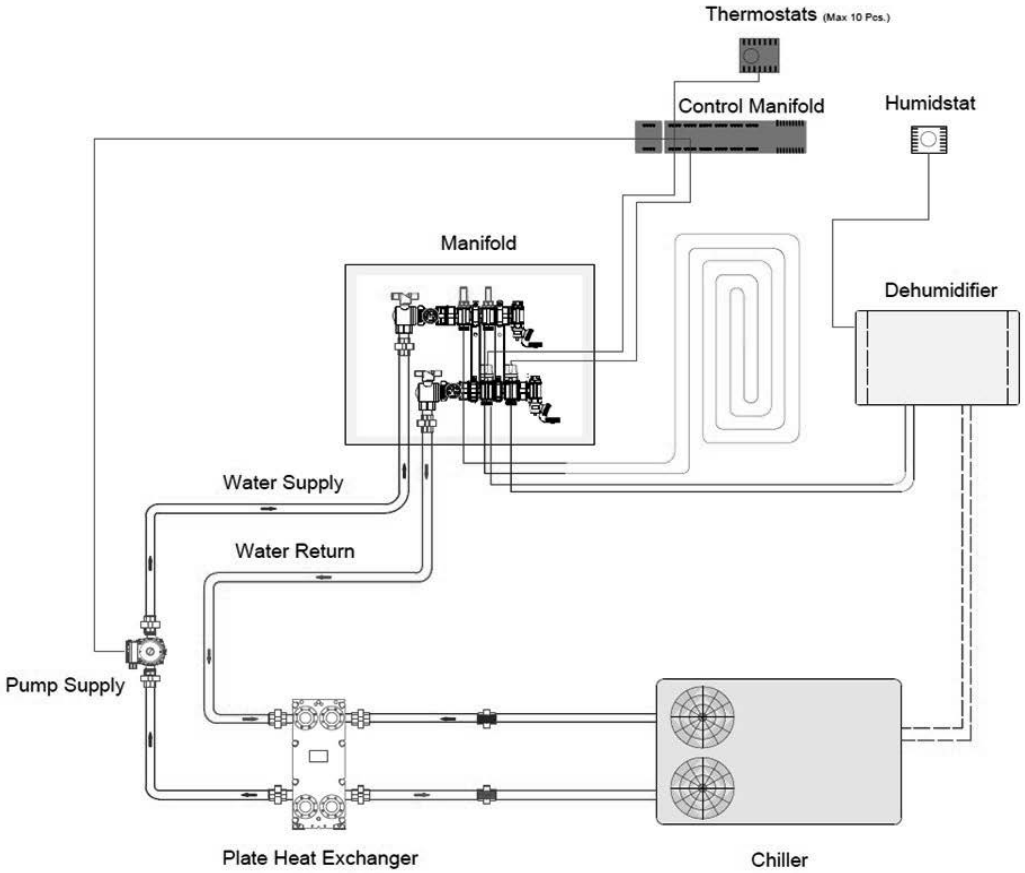
การออกแบบระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี (Radiant cooling system) ได้รับความนิยมใช้ในการปรับอากาศที่พักอาศัยและอาคารพาณิชย์ เนื่องจากเป็นระบบที่มีระดับเสียงรบกวนต่ำ และเป็นระบบที่สามารถปรับให้เข้ากับการออกแบบทางสถาปัตยกรรมได้หลายรูปแบบ เมื่อเทียบกับระบบทำความร้อน ระบายอากาศ และปรับอากาศ (Heating, Ventilations, and Air Conditioning systems; HVAC systems) แบบอื่นๆ ระบบนี้ยังได้รับความสนใจเนื่องจากสามารถใช้ในการทำความร้อนและทำความเย็นได้โดยการเปลี่ยนสารทำงานหรือตัวกลางในการให้และรับความร้อน นอกจากนั้นระบบนี้ยังสามารถทำความร้อนด้วยน้ำร้อนที่มีอุณหภูมิไม่สูงมาก และสามารถทำความเย็นด้วยน้ำเย็นที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำมากเช่นกัน คณะกรรมการด้านมาตรฐานของสหภาพยุโรป (European Committee for Standardization; CEN) ได้ทำการพัฒนามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความร้อนและทำความเย็นด้วยการแผ่รังสี (Radiant heating and cooling systems) ทำให้เกิดมาตรฐาน EN 15377 หลังจากนั้นองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน (International Organization for Standardization; ISO) ได้ทำการกำหนดความสามารถในการทำความร้อนและเย็น โครงสร้างของระบบทำความร้อนและทำความเย็น การติดตั้งและการใช้งานระบบ ทำให้เกิดมาตรฐาน ISO 11855 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ครอบคลุมระบบทำความเย็นในอาคารใหม่และอาคารที่ใช้งานแล้วที่ต้องการติดตั้งระบบนี้ หรือทำการรีโทรฟิตติ้ง (Retrofitting) ระบบนี้เข้าไปในอาคาร

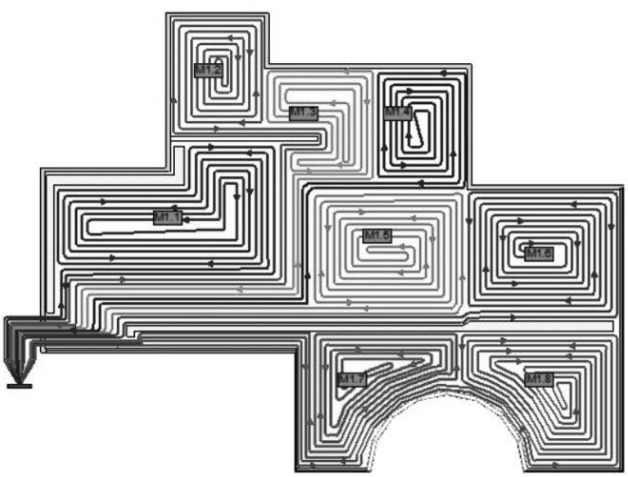
มาตรฐาน ISO ที่เกี่ยวข้องกับระบบทำความร้อนและทำความเย็นด้วยการแผ่รังสี ฉบับแรกประกอบด้วย 8 ส่วนหลักได้แก่ส่วนที่ 1 นิยามและสัญลักษณ์/เงื่อนไขความสบาย (Definition and symbols/Comfort criteria) ส่วนที่ 2 ความสามารถในการทำความร้อนและทำความเย็น (Heating and cooling capacity) ส่วนที่ 3 การออกแบบและกำหนดขนาด (Design and dimensioning) ส่วนที่ 4 การทดสอบระบบ (Testing) ส่วนที่ 5 การวิเคราะห์จลศาสตร์ (Dynamic analysis) ส่วนที่ 6 การติดตั้งและการจ้างงาน (Installation and commissioning) ส่วนที่ 7 การใช้งานและการบำรุงรักษา (Operation and maintenance) ส่วนที่ 8 ระบบทำความร้อนด้วยไฟฟ้า (Electric heating system) หลังจากนั้นองค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานได้พัฒนามาตรฐานนี้เป็น ISO 11855 และมีการตีพิมพ์เผยแพร่ในปี ค.ศ. 2012 โดยลดส่วนประกอบหลักลงเหลือเพียง 6 ส่วนหลัก ได้แก่ ส่วนที่ 1 นิยามและสัญลักษณ์/เงื่อนไขความสบาย (Definition and symbols/Comfort criteria) ส่วนที่ 2 การหาความสามารถในการทำความร้อนและทำความเย็นที่ต้องการออกแบบ (Determination of

the design heating and cooling capacity) ส่วนที่ 3 การออกแบบและกำหนดขนาด (Design and dimensioning) ส่วนที่ 4 การกำหนดขนาดและคำนวณความสามารถในการทำความร้อนและทำความเย็นที่เปลี่ยนแปลงของระบบอาคาร ที่ส่งผลต่อการทำความร้อนและทำความเย็นภายในอาคาร (Dimensioning and calculation of the dynamic heating and cooling capacity of Thermo Active Building Systems) ส่วนที่ 5 การติดตั้ง (Installation) และส่วนที่ 6 การควบคุม (Control)

มาตรฐาน ISO 11855 เกี่ยวข้องเฉพาะระบบทำความร้อนและทำความเย็นที่ฝังตัวอยู่ใต้ผิวพื้น (The embedded surface heating and cooling system) ที่แลกเปลี่ยนความร้อนโดยตรงกับอากาศภายในบริเวณนั้นเท่านั้น จึงไม่ครอบคลุมถึงระบบผนังที่มีช่องว่างอากาศแบบเปิด (The panel system with open air gap) หรืออาจกล่าวได้ว่ามาตรฐาน ISO 11855 เกี่ยวข้องเฉพาะกับระบบที่ฝังตัวอยู่ในโครงสร้างของอาคารเท่านั้น จากข้อมูลข้างต้นพบว่ามาตรฐานนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับระบบอาคารที่ส่งผลต่อการทำความร้อนและทำความเย็นภายในอาคาร (Thermo Active Building Systems; TABS) ซึ่งเกี่ยวข้องโดยตรงกับการอนุรักษ์พลังงานภายในอาคาร เนื่องจากระบบทำความร้อนและทำความเย็นด้วยกันแผ่รังสีนี้ สามารถลดปริมาณการใช้พลังงานและลดขนาดแหล่งให้ความร้อนในอาคารได้ โดยการนำแหล่งพลังงานหมุนเวียนมาใช้ทดแทน ระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีสามารถใช้เป็นระบบหลักและระบบร่วมกับระบบทำความเย็นอื่น เพื่อทำความเย็นบริเวณที่ต้องการให้อยู่ในสภาวะสบายสำหรับผู้อยู่อาศัย หากนำระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีไปใช้ในการปรับอุณหภูมิภายในบริเวณที่ต้องการ ให้อยู่ในระดับสูงกว่าระดับอุณหภูมิที่ระบบทำความเย็นด้วยการพาความร้อนแบบดั้งเดิมหรือระบบปรับอากาศทำได้ ระบบนี้สามารถลดพลังงานสูญเสียเนื่องจากการระบายอากาศและอากาศรั่วซึมของระบบปรับอากาศดั้งเดิมลงได้ สภาวะสบายทางความร้อน (Thermal comfort) อาจนิยามได้ว่าเป็นเงื่อนไขทางจิตวิทยา (Psychological condition) ที่แสดงให้เห็นถึงความพึงพอใจ ในสภาวะแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับความร้อนของมนุษย์แต่ละคนหรือกลุ่มคน ที่มีความรู้สึกพึงพอใจในสภาวะแวดล้อมแตกต่างกันหรือใกล้เคียงกันได้ ดังนั้นผู้ออกแบบระบบปรับอากาศควรมีข้อมูลความต้องการสภาวะสบาย อาทิเช่น ค่าดัชนีค่าเฉลี่ยความรู้สึกร้อน (Predicted Mean Vote; PMV) อุณหภูมิในการทำงาน (Operative temperature; OT) และความสบายตามพื้นที่ (Local thermal comfort) ซึ่งประกอบด้วยค่าอุณหภูมิผิวพื้น ค่าผลต่างระหว่างอุณหภูมิผิวพื้นและอุณหภูมิอากาศด้านบนพื้น ความไม่สมมาตรของอุณหภูมิที่เกิดจากการแผ่รังสี และการดึงอากาศเข้ามาในบริเวณที่ต้องการทำความเย็น เป็นต้น ในระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีสามารถใช้โครงสร้างอาคาร อาทิเช่น พื้น ผนัง และเพดานของห้อง เป็นพื้นผิวในการทำความเย็นได้ทั้งหมด ทั้งนี้ผู้ออกแบบระบบนี้ควรให้ความสำคัญ ในการออกแบบอุณหภูมิพื้นผิวของโครงสร้างที่มีการสัมผัสโดยตรงกับผู้อยู่อาศัย ยกตัวอย่างเช่นอุณหภูมิผิวพื้นและผนังห้อง จากข้อมูลในมาตรฐาน ISO 7730 อุณหภูมิผิวพื้นในบริเวณที่มีผู้อยู่อาศัยสวมรองเท้าแล้วนั่งนิ่งหรือยืนนิ่ง ควรมีค่าอยู่ในช่วง 19 ถึง 29 องศาเซลเซียส ดังนั้นหากใช้ข้อมูลมาตรฐาน ISO 7730 ในการออกแบบระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี อุณหภูมิผิวพื้นต่ำที่สุดในการทำความเย็นควรมีค่าอยู่ที่ 19 องศาเซลเซียส อย่างไรก็ตามค่าอุณหภูมิผิวพื้นนี้สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามลักษณะรองเท้าที่ผู้อยู่อาศัยสวมใส่ และกิจกรรมที่ผู้อยู่อาศัยทำในบริเวณปรับอากาศนั้น ข้อพึงระวังที่สำคัญมากใน

การกำหนดอุณหภูมิผิวพื้นที่ใช้ในระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี คืออุณหภูมิผิวพื้นนั้น ต้องมีค่าสูงกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้าง (Dew point) ของอากาศในบริเวณที่ต้องการทำความเย็น หากอุณหภูมิผิวพื้นมีค่าต่ำกว่าอุณหภูมิจุดน้ำค้างของอากาศ จะส่งผลให้ไอน้ำหรือความชื้นในอากาศเกิดการควบแน่นเป็นหยดน้ำและเกาะบนผิวพื้น อาจทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัยจากการลื่นล้มได้





Manifolds						
Name	ManifoldType	# Circuits	Tubing Size	TotalFlow (L/min)	Head Loss (kPa)	TotalLoad (W)
Manifold 1	Brass	8	16mm	12.41	19.4	4,308

Circuit Information							
Name	Manifold	Length (m)	Head Loss (kPa)	Area (m^2)	Total Load (W)	Flow (L/min)	Reynolds #	Tube Type
Circuit M1.1	Manifold 1	107.5	12.0	13.3	609	1.75	3815	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.2	Manifold 1	83.3	5.7	10.1	462	1.33	2891	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.3	Manifold 1	70.8	3.5	8.4	384	1.11	2406	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.4	Manifold 1	78.1	4.8	9.4	431	1.24	2701	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.5	Manifold 1	100.8	10.2	12.6	576	1.66	3609	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.6	Manifold 1	116.1	15.5	14.7	675	1.94	4228	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.7	Manifold 1	85.4	6.4	10.6	485	1.40	3038	Barrier PEX 16mm
Circuit M1.8	Manifold 1	119.8	16.4	15.0	685	1.97	4290	Barrier PEX 16mm

ภาพที่ 5 การออกแบบระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี

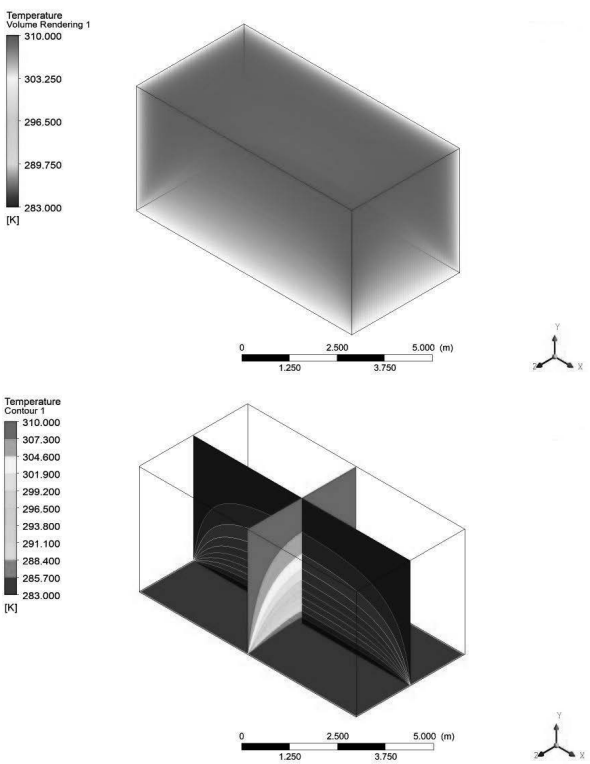
ภาพที่ 6 การติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี

มาตรฐาน ISO 11855-4 หรือ หรือ ISO 11855 ส่วนที่ 4 แสดงการคำนวณหาความสามารถสูงสุดของระบบอาคารที่ส่งผลต่อการทำความร้อนและทำความเย็นภายในอาคาร (TABS) เพื่อสร้างสภาวะแวดล้อมที่มีคุณภาพทางความร้อนสูง (High quality thermal environments) ทำให้อาคารใช้พลังงานลดลง ความร้อนที่ส่งผลต่ออาคารประกอบด้วยความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอาคาร และความร้อนจากการระบายอากาศ (Ventilations) รวมถึงการหาภาระในการทำความเย็น (Cooling load) ของน้ำเย็นที่ใช้รับความร้อนจากห้อง ขนาดของระบบทำความเย็นหรือเครื่องทำน้ำเย็น (Chiller) และอัตราการไหลของน้ำเย็น ขั้นตอนการคำนวณหาความสามารถในการทำความเย็นจากมาตรฐาน ISO 11855-4 เป็นขั้นตอนที่ใช้หาความสามารถของระบบในสภาวะไม่คงที่ (Non-steady state) ผิวของท่อน้ำเย็นที่ฝังอยู่ในพื้นคอนกรีตหรือปูน ถือว่าเป็นพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน (Thermally Active Surface; TAS) เป็นท่อที่ติดตั้งในแนวระดับ ทำให้พื้นและเพดานที่มีท่อน้ำฝังอยู่กลายเป็นพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อนด้วยเช่นกัน การทำให้พื้นและเพดานกลายเป็นพื้นผิวแลกเปลี่ยนความร้อน สามารถช่วยลดความร้อนสะสมภายใน

แผ่นคอนกรีตหรือปูน ทำให้ค่าภาระความร้อนสูงสุดลดลง หรือเป็นการลดค่าภาระความร้อนสูงสุด (Peak-shaving) โดยเฉพาะในเวลาที่ไม่มีผู้อยู่อาศัยในอาคาร อาทิเช่นในช่วงเวลากลางคืนของอาคารสำนักงาน ดังนั้นการใช้พลังงานรวมของอาคารจึงลดลงและทำให้ขนาดเครื่องทำความเย็นแบบดั้งเดิม (Traditional systems) มีขนาดลดลงได้อีกด้วย

ภาพที่ 7 ตัวอย่างสถานที่ที่ใช้งานระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี

ระบบระบายอากาศที่ใช้ในระบบ TABS อาจเป็นระบบระบายอากาศตามธรรมชาติ และระบบระบายอากาศที่ใช้อุปกรณ์ทางกลเป็นตัวขับเคลื่อนอากาศ อุปกรณ์ขับเคลื่อนอากาศนิยมใช้งานเป็นระบบลดความชื้นในอากาศ (Dehumidifying system) ด้วยโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อสภาวะอากาศภายนอกและภายในอาคารมีความชื้นสูง ความสามารถในการทำความเย็นสูงที่สุด (Peak cooling power) ต้องเพียงพอในการลดความชื้นของอากาศในช่วงเวลากลางวันและทำให้พื้นคอนกรีตหรือปูนเย็นในช่วงเวลากลางคืน ผู้ออกแบบระบบ TABS ต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความสามารถในการรับความร้อนของน้ำ ซึ่งทำหน้าที่รับความร้อนจากอากาศ เพื่อทำให้ห้องและอากาศภายในห้องมีอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่ผู้อยู่อาศัยรู้สึกสบายได้ นอกจากนั้นผู้ออกแบบควรมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของความร้อนผ่านน้ำเพื่อออกแบบรูปแบบการกระจายตัวของอุณหภูมิ (Temperature distribution) รวมถึงออกแบบขนาดและการติดตั้งเครื่องทำน้ำเย็นได้



ภาพที่ 8 แบบจำลองแสดงรูปแบบการกระจายตัวของอุณหภูมิ (Temperature distribution) ในกรณีใช้เฉพาะพื้นทำความเย็นแบบแผ่รังสี (Radiant floor cooling)

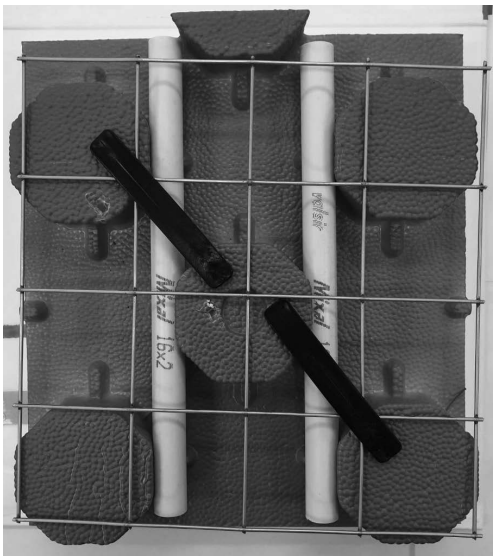
ภาพที่ 9 ภาพถ่ายอุณหภูมิผิวภายในสถานที่ที่ใช้งานระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี

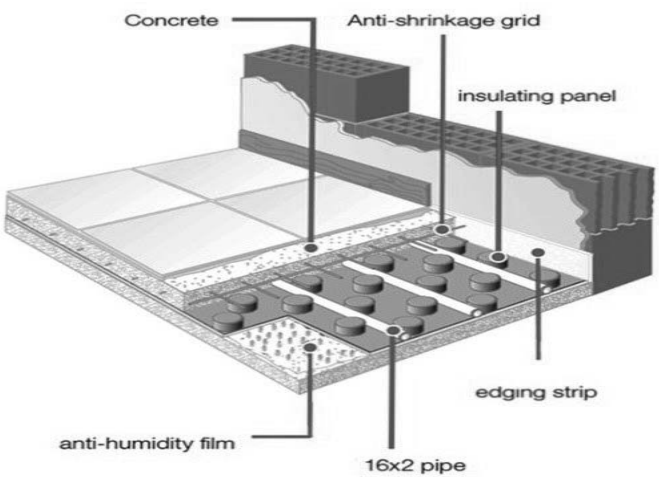
เมื่ออาคารนำระบบ TABS ไปใช้ อุณหภูมิภายในอาคารในช่วงกลางวันจะเปลี่ยนแปลงไม่มาก เนื่องจากระบบนี้ถูกออกแบบให้รักษาอุณหภูมิภายในอาคารให้อยู่ภายในช่วงสบาย ยกตัวอย่างเช่น ค่าดัชนีค่าเฉลี่ยความรู้สึกร้อน (PMV) ของคนในช่วงกลางวันอยู่ในช่วง -0.5 ถึง 0.5 ตามมาตรฐาน ISO 7730 ในการใช้ระบบ TABS ผู้ออกแบบควรคำนวณระบบที่เกี่ยวข้องกับอาคารเพื่อหาปริมาณความร้อนที่เกิดการแลกเปลี่ยนภายใต้เงื่อนไขการถ่ายเทความร้อนไม่คงที่ในแต่ละห้อง สมการสมดุลความชื้นและความร้อนของอากาศภายในห้อง การหาเงื่อนไขความสบาย การตรวจสอบสภาวะที่อาจทำให้ไอน้ำในอากาศควบแน่นบริเวณผิวของพื้น การออกแบบระบบควบคุมที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและการคำนวณหาปริมาณความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์

การเลือกวัสดุอุปกรณ์เพื่อติดตั้งระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี ที่ฝังอยู่ในโครงสร้างอาคารและใช้น้ำเป็นสารทำงาน ในอาคารที่พักอาศัย อาคารพาณิชย์ และอาคารอุตสาหกรรม สามารถอ้างอิงได้จากมาตรฐาน ISO 11855-5 หรือ ISO 11855 ส่วนที่ 5 ที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและอุปกรณ์ตามมาตรฐาน ISO ที่เกี่ยวข้องได้แก่ มาตรฐาน ISO 10508:2006 มาตรฐาน ISO 11855-1 มาตรฐาน ISO 15874 มาตรฐาน ISO 15875 มาตรฐาน ISO 15876 มาตรฐาน ISO 15877 มาตรฐาน ISO 21003-1 มาตรฐาน ISO 22391 EN 1057 EN 1254 และ DIN 4724 ท่อลำเลียงน้ำเย็นที่สามารถใช้ในระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีเป็นท่อหลายชั้นที่ประกอบด้วยชั้น Crosslinked polyethylene (PE-X) เช่น PE-Xb / Al / PE-Xb วัสดุแต่ละชั้นเชื่อมต่อกันด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมชน TIG butt-welding ตลอดความยาวของท่อ และต้องผ่านการรับรองกระบวนการเชื่อม ท่อหลายชั้นที่ประกอบด้วยชั้น High density polyethylene (HDPE) เช่น HDPE / Al /

PE-Xb วัสดุแต่ละชั้นเชื่อมต่อกันด้วยเทคโนโลยีการเชื่อมชน และผ่านการรับรองกระบวนการเชื่อมเช่นเดียวกับท่อหลายชั้นที่ประกอบด้วยชั้น PE-X และท่อหลายชั้นที่ประกอบด้วยชั้น HDPE / PE-Xa แผ่นฉนวนที่ใช้ในระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีอาจเป็นแผ่นฉนวนแบบเรียบปิดผิวด้วยแผ่นโพลีสไตรีน (Polystyrene) ที่มีส่วนโค้งนูนหรือปุ่ม เพื่อเพิ่มความสะดวกในการวางท่อโดยใช้คลิปยึด โดยแผ่นฉนวนสามารถรับแรงอัดตามมาตรฐานสากล เช่นมาตรฐาน UIN EN 13163 หรือเทียบเท่า แผ่นกันความชื้นจากผนังและพื้นมีลักษณะเป็นแถบกาวหรือฟิล์มป้องกันความชื้น สามารถแบ่งฟิล์มดังกล่าวออกเป็น 2 ส่วน เป็นแถบกาวฟิล์มโพลีอิทิลีน (Polyethylene) คู่สีใส ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันความชื้นจากซีเมนต์ แผ่นกันความชื้นจากผนังจะติดตั้งอยู่ระหว่างแถบกั้นขอบผนังและแผ่นฉนวน น้ำยาผสมคอนกรีตเป็นสารผสมเพิ่มที่ถูกเติมลงในส่วนผสมคอนกรีต เพื่อลดปริมาณน้ำ 10-15% ที่จะต้องใช้ผสมกับคอนกรีต ระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีต้องประกอบด้วยชุดวาล์วปรับอัตราการไหลน้ำเข้า-ออก ชุดวาล์วปรับไล่อากาศในท่อน้ำเข้า-ออก ชุดวาล์วระบายน้ำเข้า-ออก ชุดควบคุมอุณหภูมิสำหรับการปรับอากาศแบบพื้นที่เดียว (Single Zone) หรือแบบหลายพื้นที่ (Multi Zone) เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำที่ใช้ในการรับความร้อนออกจากบริเวณนั้นๆ และชุดหัวจ่ายน้ำซึ่งประกอบด้วย ชุดต่อน้ำเข้า-ออกจากเครื่องทำน้ำเย็น (ทำจากวัสดุประเภทพลาสติก ทองเหลือง หรือ สแตนเลส) และอุปกรณ์ล็อคชุดหัวจ่ายน้ำ (ทำหน้าที่ป้องกันปัญหาการเปิดวาล์ว หรือปรับอัตราการไหลน้ำที่ผิดปกติ)

โดยทั่วไปแล้วระบบทำความร้อน ระบายอากาศและปรับอากาศ หรือระบบ HVAC เป็นระบบที่ได้รับการออกแบบให้เป็นระบบอากาศล้วน (All-air HVAC systems) ส่วนระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีสามารถออกแบบให้ทำงานร่วมกับระบบ HVAC ทั่วไป โดยออกแบบให้ระบบ HVAC ทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศ รับภาระความร้อนแฝง (Latent heat load) รับภาระความร้อนจากคนที่เปลี่ยนแปลงตามจำนวนผู้อยู่อาศัยในบริเวณนั้น และรับภาระความร้อนจากคนที่เปลี่ยนแปลงตามลักษณะกิจกรรมที่ผู้อยู่อาศัยทำในบริเวณนั้น





ภาพที่ 10 ตัวอย่างวัสดุอุปกรณ์ในระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี

ภาพที่ 11 พื้นที่ภายในสนามบินสุวรรณภูมิที่ใช้ระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสีร่วมกับการส่งลมเย็น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยที่ให้โอกาสนำเสนอข้อมูลเกี่ยวกับระบบปรับอากาศแบบแผ่รังสี และภาพประกอบบทความจาก บริษัท คาซ่าเทค จำกัด

เอกสารอ้างอิง

- International Organization for Standardization (2012) International Standard ISO 11855 Building environment design - Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems. ISO copyright office, Switzerland.
- J.H. Lim, K.W. Kim (2016) ISO 11855 - The international standard on the design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems. REHVA Journal, January 2016, 46 - 53.
- Valsir S.p.A. (2013) Radiant Systems. Vestone, Italy.
- บริษัท คาซ่าเทค จำกัด (2562) ข้อมูลผลิตภัณฑ์ บริษัท คาซ่าเทค จำกัด. กรุงเทพมหานคร, ประเทศไทย.