บทที่ 3

การดำเนินงานวิจัย

ในการศึกษาระดับเอนทัลปีเพื่อหาแนวทางในการออกแบบอาคารที่ใช้ระบบปรับอากาศสำหรับแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย เป็นการศึกษาข้อมูลสภาพภูมิอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยนำข้อมูลสภาพอากาศทั้งหมดมาศึกษาและวิเคราะห์เอนทัลปีเพื่อให้ได้มาซึ่งแนวทางในการออกแบบสำหรับอาคารปรับอากาศในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย โดยในการวิจัยนี้มีขั้นตอนในการดำเนินงานวิจัยตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังต่อไปนี้

3.1 ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่เกี่ยวข้องที่ทำให้เอนทัลปีแตกต่าง

3.1.1 การเตรียมข้อมูลดิบสำหรับการวิเคราะห์

3.1.1.1 การศึกษาข้อมูลดิบ

การเก็บข้อมูลภูมิอากาศในประเทศไทยมีการจัดเก็บอย่างต่อเนื่อง และเป็นแหล่งการจัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศที่น่าเชื่อถือ 2 แห่ง คือ

1. ข้อมูลของสถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย มีการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 6 ชนิด ได้แก่
   1) รังสีรวมจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวในแนวระดับ (0° Global Radiation)
   2) รังสีรวมจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวที่ทำมุม 15 องศากับแนวระดับ (0° Global Radiation)
   3) รังสีกระจายจากดวงอาทิตย์ (Diffuse Radiation)
   4) รังสีตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct normal Radiation)
   5) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
   6) ความเร็วลม (Wind Velocity)
2. ข้อมูลของกรมอุตุนิยมวิทยา มีการจัดเก็บข้อมูลทั้งหมด 11 ชนิด ได้แก่
   1) รังสีรวมจากดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นผิวในแนวระดับ (0° Global Radiation)
   2) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
   3) อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-Bulb Temperature)
   4) อุณหภูมิหยาดน้ำค้าง (Dew point Temperature)
   5) ความเร็วลม (Wind Velocity)
   6) ทิศทางลม (Wind Direction)

7) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

8) ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure)

9) ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า (Cloud Cover)

10) ช่วงเวลาส่องแสงของดวงอาทิตย์ (Sunshine Duration)

11) ค่าทัศนวิสัย (Visibility)

กรมอุตุนิยมวิทยาจะทำการเก็บข้อมูลจากเครื่องเก็บข้อมูล (Data Logger) ทุก 5 นาที (ข้อมูลบางส่วนจะทำการจัดเก็บทุก 1 ชั่วโมง หรือทุก 3 ชั่วโมง) ตั้งแต่ 0.00–23.55 น. โดยทำการจัดเก็บในรูปแบบแฟ้มโปรแกรม Lotus (*.wk) แต่เพื่อความสะดวกในการนำไปใช้ในงานอื่นๆ และง่ายต่อการประมวลผลจึงจัดทำไฟล์ใหม่เป็นไฟล์ (*.txt)

การวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ข้อมูลดิบจาก*กรมอุตุนิยมวิทยา* เนื่องจากมีการจัดเก็บข้อมูลที่เหมาะสม มีความละเอียดของข้อมูลเพียงพอและมีการจัดเก็บชนิดของข้อมูลที่สามารถนำมาทำการวิเคราะห์เพื่อให้ได้มาถึงระดับเอนทัลปีในแต่ละภูมิภาคได้

ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลต้องทราบถึงการจัดเรียงข้อมูลเพื่อความเข้าใจในการเลือกใช้และการนำข้อมูลมาใช้ได้อย่างไม่ผิดพลาด เรื่องต่างๆ ที่จำเป็นต้องทราบมีดังนี้

ก. ชื่อย่อชนิดของข้อมูล

ข้อมูลที่เปิดจาก ไฟล์ (*.txt) จะมีลักษณะ ดังนี้

STTN	YY	MM	DD	TT	PRESS	DRY	WET	DEW	RH	RAIN	CLD	VIS	DIR	SPD
455201	1995	1	1	1	1013.31	22.9	20.8	19.7	82	0	5	8	0	0
455201	1995	1	1	4	1013.18	21.5	20.1	19.3	87	0	4	8	0	0
455201	1995	1	1	7	1013.86	21.2	20.2	19.6	91	0	6	3	0	0
455201	1995	1	1	10	1015.32	27.4	22.1	19.3	61	0	4	4	0	0
455201	1995	1	1	13	1013.3	31	22.4	17.7	45	0	5	10	20	4
455201	1995	1	1	16	1011.02	31.4	22.5	17.6	44	0	5	10	10	3
455201	1995	1	1	19	1011.85	28	22.3	19.3	59	0	5	10	0	0
455201	1995	1	1	22	1013.89	25.9	23.2	21.9	79	0	4	10	0	0
455201	1995	1	2	1	1013.48	23.2	21.8	21.1	88	0	4	10	0	0
455201	1995	1	2	4	1011.72	22	21	20.5	91	0	4	10	0	0
455201	1995	1	2	7	1013.14	22	21.2	20.8	93	0	4	1.5	0	0
455201	1995	1	2	10	1015.32	27.4	22.1	19.3	61	0	4	4	0	0
455201	1995	1	2	13	1013.3	31	22.4	17.7	45	0	5	10	20	4

ชื่อย่อชนิดของข้อมูลได้ถูกจัดเก็บไว้ มีความหมายดังนี้

STTN	หมายเลขสถานีวัด (Station NO.)
YY	ปี ค.ศ. (Year)
MM	เดือน (Month)
DD	วันที่ (Date)
TT	เวลา (Time)
PRESS	ความดันบรรยากาศ (Pressure)
DRY	อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
WET	อุณหภูมิกระเปาะเปียก (Wet-Bulb Temperature)
DEW	อุณหภูมิหยดน้ำค้าง (Dew-Point Temperature)
RH	ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
RAIN	ปริมาณน้ำฝน (Rainfall)
CLD	ปริมาณเมฆ (Cloud)
VIS	ความสามารถในการมองเห็น (Visibility)
DIR	ทิศทางลม (Direction)
SPD	ความเร็วลม (Wind Speed)

ข. ทำความเข้าใจในการจัดเก็บข้อมูลของสถานีอากาศ

1) อุณหภูมิอากาศ

อุณหภูมิ คือ ระดับความร้อน-หนาว ซึ่งมนุษย์มีความรู้สึก การเก็บข้อมูลอุณหภูมินี้กรมอุตุนิยมวิทยาใช้หน่วยในการวัดเป็น *องศาเซลเซียส* การวัดค่าเก็บเฉพาะข้อมูลภูมิอากาศเท่านั้น

2) ค่าความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วน (Ratio) ของจำนวนไอน้ำที่มีในอากาศในขณะนั้น ต่อจำนวนไอน้ำที่อาจมีได้จนเต็มที่อิ่มตัวในอากาศเดียวกันนั้น ความชื้นสัมพัทธ์จึงกำหนดเป็น*เรือนร้อย* โดยให้จำนวนความชื้นที่อิ่มตัวเต็มที่เป็น 100 ส่วน

3) ความเร็วลม

"ลม" ในทางอุตุนิยมวิทยา หมายถึง การเคลื่อนไหวของอากาศเฉพาะในทางนอน (Horizontal Component) แต่อย่างเดียว การวัดความเร็วลมในหน่วยในการวัดเป็น *กิโลเมตร/ชั่วโมง* ค่าของความเร็วลมนั้นไม่คงที่ ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอตามระยะเวลาต่อเนื่องกันไป การตรวจลมผิวพื้นให้ใช้ค่าเฉลี่ยผลการตรวจในช่วงระยะเวลาประมาณ 10 นาที สำหรับสถานีที่

ไม่มีเครื่องวัดลมชนิดกราฟจะมีการตรวจก่อนเวลา 5 นาทีครั้งหนึ่งและหลังเวลา 5 นาทีอีกครั้งหนึ่ง แล้วนำผลมาเฉลี่ยเป็นค่าของลมสำหรับการตรวจครั้งนั้นๆ

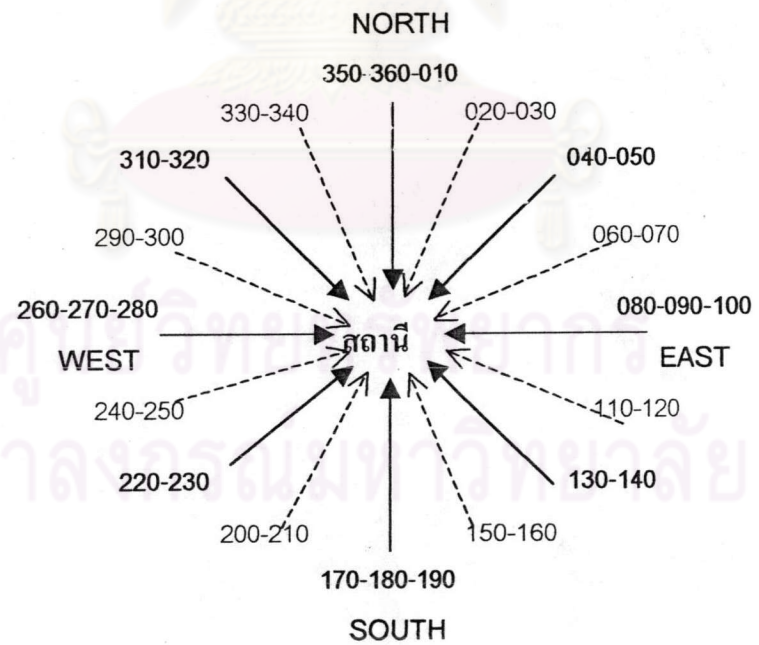
4) ทิศทางลม

ทิศทางของลมใช้ทิศเหนือจริงของสถานีเป็นหลัก โดยถือเอาทิศที่ลมพัดเข้าหาสถานี ที่ใช้กันแพร่หลายทั่วไปเป็น "องศา" จาก 0-360 องศา การหาทิศทางของลมหาได้จากศรลม ซึ่งตั้งอยู่บนแกนตั้ง หมุนได้คล่องรอบทิศ และเที่ยงไม่แกว่งไปมา การเก็บข้อมูลทิศทางลมที่ใช้ในการตรวจอากาศผิวพื้นจะทำการเก็บข้อมูลทุก 10 องศาโดยมีสถานีเป็นจุดศูนย์กลาง

การเก็บข้อมูลทิศทางลมตั้งแต่ 0-360 องศา มีข้อสังเกตในการให้ความหมายทิศทางของกระแสลม เนื่องจากเมื่อนำข้อมูลมาพิจารณาจะเห็นว่าทิศเหนือสามารถเป็นได้ทั้ง 0 องศา และ 360 องศา ดังนั้นจึงนำข้อมูลดิบมาศึกษาพบว่าการเก็บข้อมูลของช่วงเวลาใดหากมีการบันทึกทิศทาง 0 องศา จะเห็นว่ามีความเร็วลมเป็น 0 km/hr เสมอ และเมื่อมีการบันทึกทิศทาง 360 องศา จะมีความเร็วของลมในระดับต่างๆ นั่นหมายความว่า

ทิศที่ 0 องศา จะเป็นการแสดงถึง ช่วงเวลานั้นไม่มีความเร็วลม

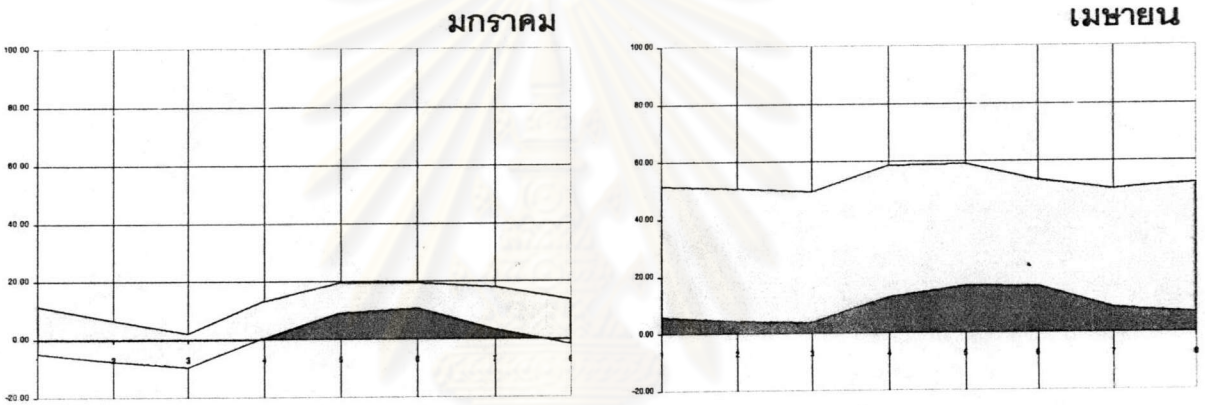
ทิศที่ 360 องศา จะเป็นการแสดงถึง ทิศเหนือ



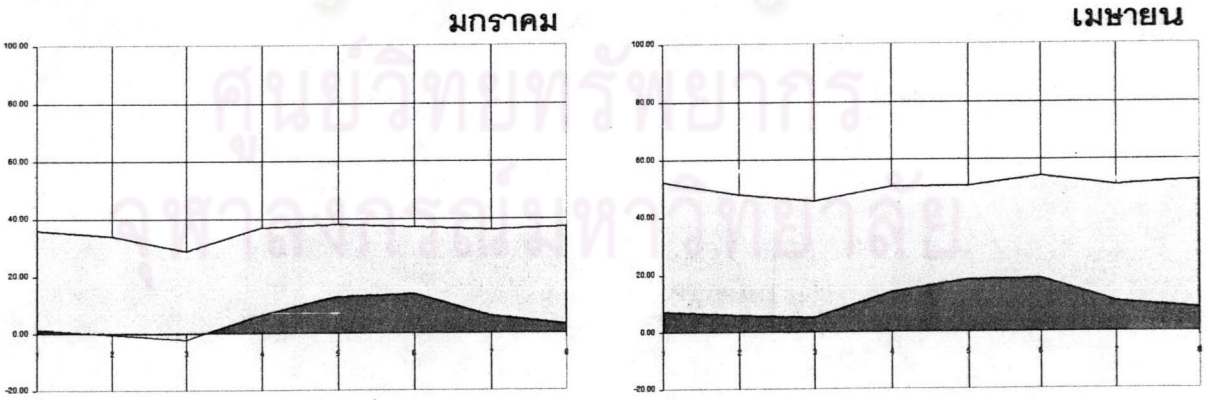
รูปภาพ 3.1 แสดงการเก็บข้อมูลของทิศลมที่ใช้ในการตรวจอากาศผิวพื้นทุก 10 องศา

3.1.1.2 การคัดเลือกปีของข้อมูล

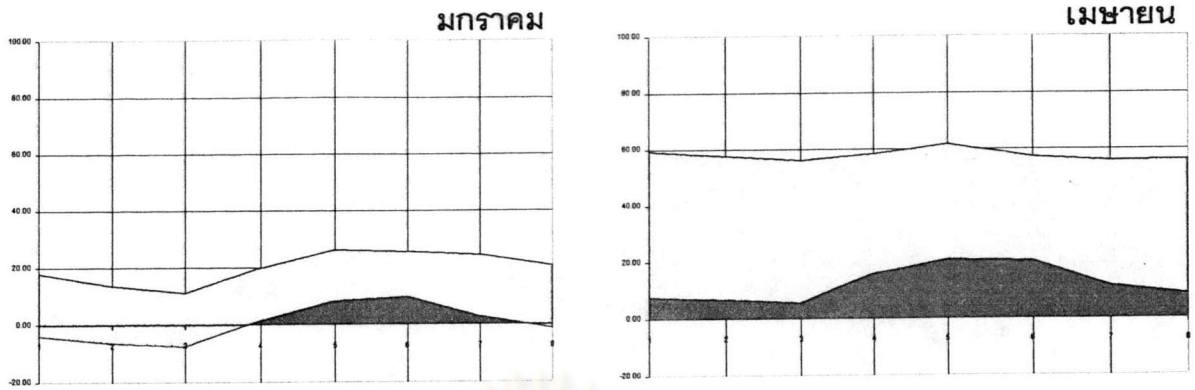
การคัดเลือกปีของข้อมูลที่จัดเก็บโดยกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อเป็นตัวแทนในการวิจัย ทำการเลือกปี ค.ศ.1995 หรือ พ.ศ. 2538 เนื่องจากสามารถเป็นตัวแทนของข้อมูลปีอื่นๆ ได้จากการวิเคราะห์เปรียบเทียบความผันแปร (Variation) ของข้อมูลปีอื่นๆ จะเห็นว่าไม่มีรูปแบบของแนวโน้มสภาพอากาศว่าจะไปในทางใด คือ ข้อมูลสภาพอากาศในแต่ละปีไม่มีแนวโน้มไปในทางใดทางหนึ่ง อย่างเช่น ข้อมูลอุณหภูมิอากาศ, ความชื้นสัมพัทธ์ หรือความเร็วลมจะไม่มีลักษณะลดต่ำลงเรื่อยๆ หรือสูงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ในแต่ละปี แต่ข้อมูลจะมีแนวโน้มภายในปีเดียวกันในลักษณะเดียวกัน



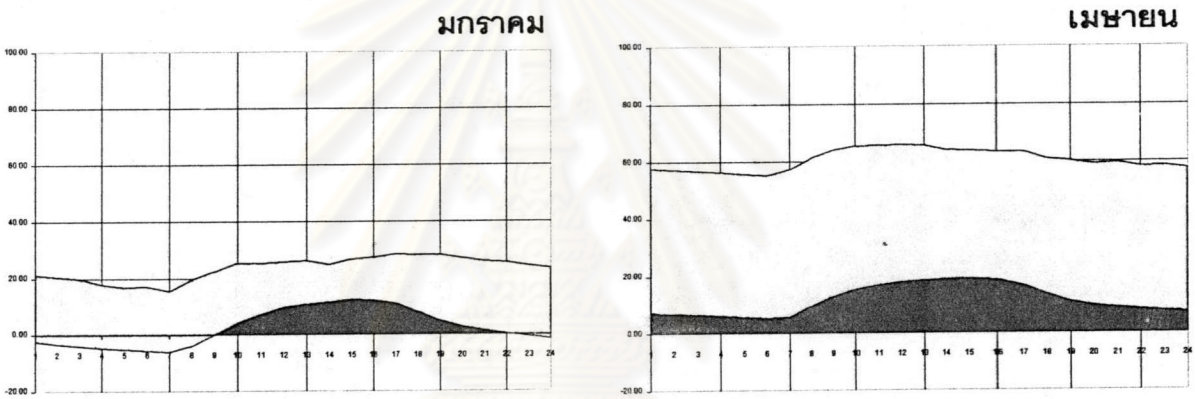
แผนภูมิ 3.1 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2529



แผนภูมิ 3.2 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2533



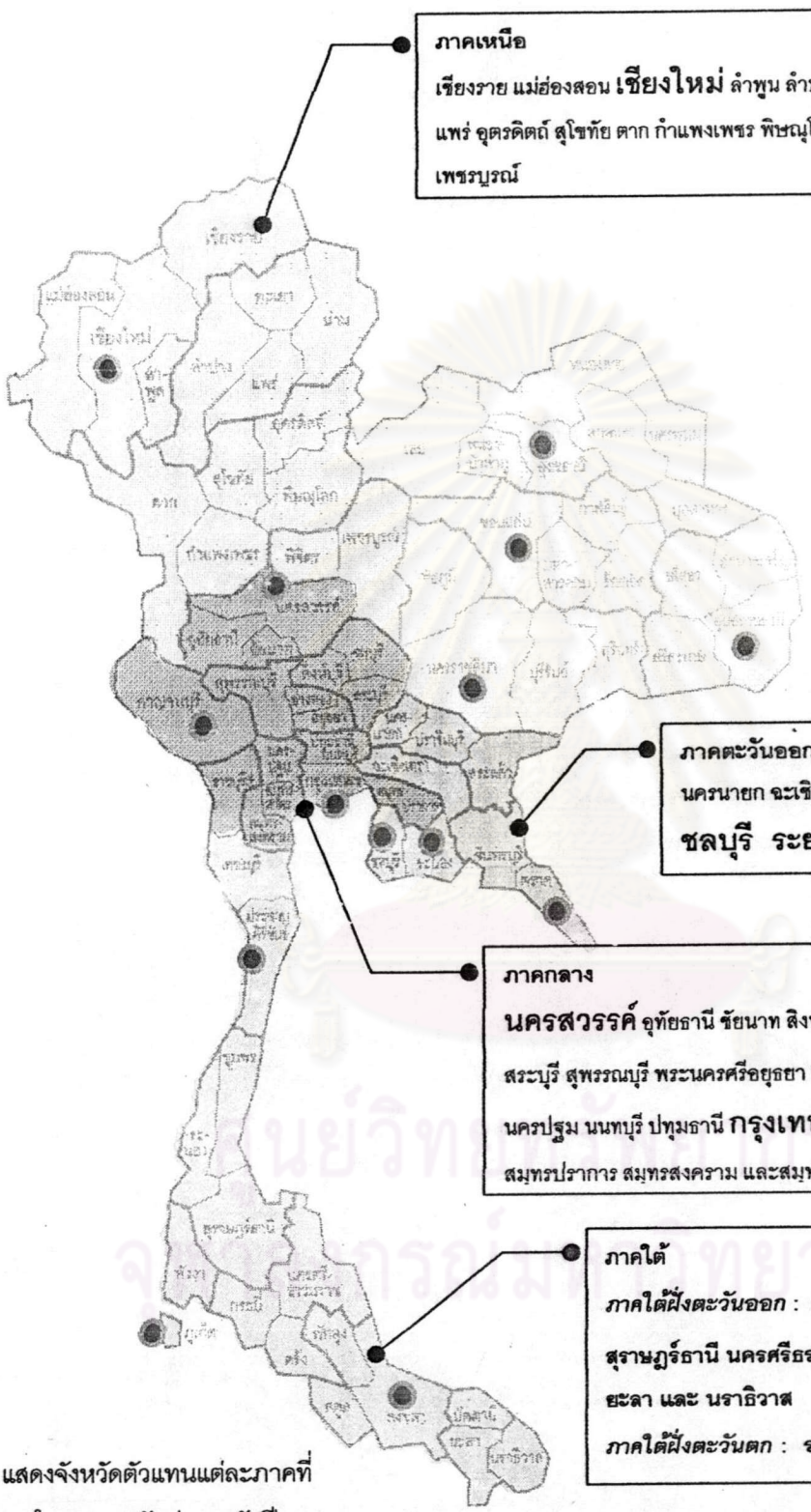
แผนภูมิ 3.3 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2535



แผนภูมิ 3.4 แสดงปริมาณพลังงานเฉลี่ยใน 1 วัน ของแต่ละเดือนที่ต้องใช้ในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นให้กับอากาศ ของกรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ.2538

จากการเปรียบเทียบความผันแปรของปริมาณพลังงานในการลดอุณหภูมิและความชื้นให้กับอากาศของปีต่างๆ (พ.ศ.2529, พ.ศ.2533, พ.ศ.2535 และ พ.ศ.2538) จะเห็นว่าไม่มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของข้อมูลในแต่ละปี ดูได้จากการขึ้น-ลงของปริมาณพลังงานในแต่ละปีซึ่งไม่มีความสม่ำเสมอ และไม่มีแนวโน้ม แต่จะเห็นว่าเมื่อเปรียบเทียบแต่ละเดือนของปีเดียวกัน เดือนมกราคมจะมีปริมาณพลังงานในการลดอุณหภูมิและลดความชื้นต่ำกว่าเดือนเมษายนในทุกปีที่ทำการเปรียบเทียบ และแนวโน้มของปริมาณพลังงานในเดือนเดียวกันก็มีแนวโน้มเหมือนกัน คือจะมีปริมาณพลังงานต่ำช่วงประมาณ 07.00 น. และจะมีปริมาณพลังงานสูงในช่วง 10.00-16.00 น. ของทุกเดือนและของทุกปี การศึกษาข้อมูลจากปี ค.ศ.1995 หรือ พ.ศ.2538 จึงเป็นปีของข้อมูลที่สามารถนำมาศึกษาแนวโน้มของปริมาณพลังงานเพื่อหาแนวทางการออกแบบได้

3.1.1.3 การคัดเลือกจังหวัดตัวแทนในการวิจัย



รูปภาพ 3.2 แสดงการแบ่งเขตภูมิภาคของกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อพิจารณารูปแบบสภาพภูมิอากาศ

การตรวจสอบและคัดเลือกจังหวัดตัวแทนนี้จะทำการเลือกจังหวัด โดยคำนึงถึง

1) การจัดเก็บข้อมูลอย่างสม่ำเสมอข้อมูลดิบมีความสมบูรณ์ มีความผิดพลาดน้อยที่สุด
2) เป็นจังหวัดใหญ่ที่กระจายอยู่ทั่วประเทศไทย และเนื้อที่ของจังหวัดตัวแทนแต่ละภาคต้องครอบคลุมพื้นที่ของภาคนั้นๆ

จังหวัดที่เป็นจังหวัดตัวแทนแต่ละภาค ได้แก่

ภาคกลาง : กรุงเทพมหานคร นครสวรรค์ กาญจนบุรี

ภาคตะวันออก : ชลบุรี ระยอง ตราด(คลองใหญ่)

ภาคเหนือ : เชียงใหม่

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ : อุดรธานี ขอนแก่น นครราชสีมา อุบลราชธานี

ภาคใต้ : ประจวบคีรีขันธ์ ภูเก็ต สงขลา

3.1.1.4 การแก้ไขข้อมูลดิบ

ข้อมูลดิบของจังหวัดตัวแทนที่จะทำการศึกษานั้นมีบางส่วนที่ยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นก่อนทำการวิเคราะห์ต้องทำการแก้ไขข้อมูลให้พร้อมเพื่อลดความผิดพลาดในการวิเคราะห์ข้อมูลนั่นเอง

1) แก้ไขข้อมูลที่มีความผิดพลาด

ในบางขั้นตอนจะต้องทำการเฉลี่ยข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลดิบ กรณีที่ข้อมูลดิบของจังหวัดตัวแทนยังคงมีบางส่วนที่มีความผิดพลาดจากการเก็บ การเฉลี่ยข้อมูลทุกประเภทจะไม่นำข้อมูลที่ใช้ไม่ได้มาทำการเฉลี่ย เช่น ค่า 888, - เพราะค่าที่ผิดพลาดเหล่านั้นเป็นค่าที่แตกต่างจากข้อมูลที่มีอยู่ (ในช่วงเวลาที่ใกล้เคียงกันทั้งก่อนและหลังช่วงเวลานั้น) เป็นอย่างมาก หากนำข้อมูลดังกล่าวมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าต่างๆ ที่ต้องการ จะทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนไปได้มาก

2) การทำข้อมูลให้สมบูรณ์ด้วยการพยากรณ์

ข้อมูลภูมิอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา จะเป็นข้อมูลที่มีการเก็บข้อมูลสภาพอากาศทุก 1 ชั่วโมงสำหรับสถานีกรุงเทพฯ ส่วนสถานีต่างจังหวัดจะมีการเก็บข้อมูลภูมิอากาศทุก 3 ชั่วโมง ซึ่งเป็นข้อมูลที่มีความละเอียดน้อย ด้วยเหตุนี้การทำข้อมูลส่วนที่ต้องการนำมาทำการวิเคราะห์ให้มีความละเอียดเพียงพอ จึงต้องอาศัยการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Interpolate) เข้ามาช่วยคาดการณ์ หรือพยากรณ์ข้อมูลให้ได้ข้อมูลสภาพอากาศที่มีความละเอียดขึ้นในระดับรายชั่วโมง และมีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะนำมาหาระดับเอนทัลปีเป็นรายชั่วโมงได้ เพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์หาแนวทางในการออกแบบอาคารเพื่อการประหยัดพลังงานในขั้นตอนต่อไป

ตาราง 2.1 ตัวอย่างข้อมูลเดิมที่มีการเก็บข้อมูลทุก 3 ชั่วโมง

STTN	YY	MM	TT	F	RH	SPD	DIR
455201	1995	01	01	73.20	82.00	00	000
455201	1995	01	04	70.70	87.00	00	000
455201	1995	01	07	70.20	91.00	00	000
455201	1995	01	10	81.30	61.00	00	000
455201	1995	01	13	87.80	42.00	04	020
455201	1995	01	16	88.50	41.00	03	010
455201	1995	01	19	82.40	59.00	00	000
455201	1995	01	22	78.60	79.00	00	000
455201	1995	02	01	73.80	88.00	00	000
455201	1995	02	04	71.60	91.00	00	000
455201	1995	02	07	71.60	93.00	00	000
455201	1995	02	10	82.40	65.00	00	000
455201	1995	02	13	87.60	47.00	07	080

ตาราง 2.2 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้มีการคำนวณทางคณิตศาสตร์ (Interpolate) เข้ามาช่วยพยากรณ์ข้อมูลให้เป็นรายชั่วโมง

STTN	YY	MM	TT	F	RH	SPD	DIR
455201	1995	01	01	73.20	82.00	00	000
455201	1995	01	02	72.30	83.00	00	000
455201	1995	01	03	71.60	88.00	00	000
455201	1995	01	04	70.70	87.00	00	000
455201	1995	01	05	69.80	88.00	00	000
455201	1995	01	06	69.80	91.00	00	000
455201	1995	01	07	70.20	91.00	00	000
455201	1995	01	08	73.40	85.00	00	000
455201	1995	01	09	78.80	68.00	00	000
455201	1995	01	10	81.30	61.00	00	000
455201	1995	01	11	86.00	50.00	00	000
455201	1995	01	12	87.80	45.00	05	010
455201	1995	01	13	87.80	42.00	04	020

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1.2 ศึกษาอิทธิพลของตัวแปรที่ทำให้เอนทัลปีแตกต่างกัน

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้มาซึ่งระดับเอนทัลปี ในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย จะเลือกใช้ข้อมูลดิบจากกรมอุตุนิยมวิทยาเพื่อนำมาศึกษาเป็นตัวแปรแต่ละชนิด ในส่วนนี้จะทำการศึกษาถึงอิทธิพลของแต่ละตัวแปรที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปี โดยจะทำการพิจารณาแต่ละช่วงเวลา ของแต่ละภูมิภาค

3.1.2.1 การคัดเลือกข้อมูลดิบมาเป็นตัวแปร

ข้อมูลดิบที่นำมาศึกษา ได้แก่

1) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)
2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)
3) ความเร็วลม (Wind Velocity) ข้อมูลความเร็วลม มีหน่วยเป็น km/hr
4) ทิศทางลม (Wind Direction) ข้อมูลทิศทางลม จะทำการเก็บข้อมูลทุกๆ 10 องศา

ข้อมูลที่ใช้เป็นตัวแปรในการวิเคราะห์หาระดับเอนทัลปีของ

STTN	YY	MM	DD	TT	PRESS	DRY	WET	DEW	RH	RAIN	CLD	VIS	DIR	SPD
455201	1995	1	1	1	1013.31	22.9	20.8	19.7	82	0	5	8	0	0
455201	1995	1	1	4	1013.18	21.5	20.1	19.3	87	0	4	8	0	0
455201	1995	1	1	7	1013.86	21.2	20.2	19.6	91	0	6	3	0	0
455201	1995	1	1	10	1015.32	27.4	22.1	19.3	61	0	4	4	0	0
455201	1995	1	1	13	1013.3	31	22.4	17.7	45	0	5	10	20	4
455201	1995	1	1	16	1011.02	31.4	22.5	17.6	44	0	5	10	10	3
455201	1995	1	1	19	1011.85	28	22.3	19.3	59	0	5	10	0	0
455201	1995	1	1	22	1013.86	21.2	20.2	19.6	91	0	6	3	0	0
455201	1995	1	2	1	1015.32	27.4	22.1	19.3	61	0	4	4	0	0

ตัวแปรที่จะทำการศึกษาถึงอิทธิพล ได้แก่

1. ความร้อนในอากาศ
2. ความชื้นในอากาศ
3. ความเร็วลม
4. ทิศทางลม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในการศึกษาแต่ละตัวแปรจะนำข้อมูลดิบมาทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ความร้อนในอากาศ

การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรนี้จะนำข้อมูล*อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)* มาทำการศึกษาโดยการคำนวณในสมการ ซึ่งจะได้เป็น *ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat)*

2. ความชื้นในอากาศ

การศึกษาอิทธิพลของตัวแปรนี้จะนำข้อมูล*อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)* และ ข้อมูล*ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)* มาทำการศึกษาโดยการคำนวณในสมการ โดยในการคำนวณต้องนำข้อมูลทั้งสองมาหาเป็น*ความชื้นในอากาศ (Humidity Ratio)* ซึ่งจะได้เป็น *ความร้อนแฝง (Latent Heat)*

3. ความเร็วลม

ส่วนนี้จะการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรเพิ่มโดยนำข้อมูล*ความเร็วลม (Wind velocity)* มาทำการคำนวณเพิ่ม เป็นการพิจารณาตัวแบ่รเพิ่มในการคำนวณโดยใช้ข้อมูล*อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)* และ ข้อมูล*ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)* มาทำการศึกษาโดยการคำนวณในสมการ

4. ทิศทางลม

ส่วนนี้จะการศึกษาอิทธิพลของตัวแปรเพิ่มโดยนำข้อมูล *ทิศทางลม (Wind Direction)* มาทำการศึกษาประกอบกับเอนทัลปีที่ได้ผ่านการคำนวณระดับเอนทัลปีซึ่งใช้ข้อมูล*อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)*, ข้อมูล*ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)* และ*ความเร็วลม(Wind Velocity)* การศึกษาส่วนนี้จะทำให้ทราบถึงทิศทางที่มีเอนทัลปีสูง

3.1.2.2 การคำนวณข้อมูลตามทฤษฎี

จัดเตรียมข้อมูลให้พร้อมต่อการวิเคราะห์ข้อมูลในแต่ละชนิด โดยทำการแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปแบบที่สามารถทำการวิเคราะห์ได้อย่างสะดวก เช่น แปลงหน่วยของอุณหภูมิกระเปาะแห้ง จาก "องศาเซลเซียส" ให้เป็น "องศาฟาเรนไฮต์" ก่อนทำการคำนวณ

1) ศึกษาอิทธิพลตัวแบ่ร *"ความร้อน"* และ *"ความชื้น"* ในอากาศภายนอกที่มีผลต่อระดับเอนทัลปี (สูตรคำนวณ Load (Enthalpy))

เอนทัลปี เป็นคุณสมบัติทางเทอร์โมไดนามิกส์ คือค่าพลังงานความร้อนที่ผสมผสานระหว่าง ความร้อนสัมผัส (Sensible Heat) ความร้อนแฝง (Latent Heat) และงานไหล ดังนั้นจะทำการคำนวณจากสูตรที่เกี่ยวข้อง ได้แก่

<u>ความร้อนสัมผัส</u> (Sensible Heat)

$$Q = 1.08 * cfm * \Delta T \quad \text{..... (1)}$$

กำหนดให้ cfm = 1

อุณหภูมิภายในอาคาร = 77.00 องศาฟาเรนไฮต์

<u>ความร้อนแฝง</u> (Latent Heat)

$$Q = 4840 * cfm * \Delta W \quad \text{..... (2)}$$

กำหนดให้ cfm = 1

ความชื้นในอากาศภายในอาคาร = 0.0099 ปอนด์ต่ออากาศแห้ง

(ค่าความชื้นในอากาศนี้ได้จาก 77 องศาฟาเรนไฮต์, ความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์)

<u>ขั้นตอนการดำเนินงาน</u>

1. นำข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยามาคำนวณ *Sensible Heat* และ *Latent Heat* โดยใช้ข้อมูล ดังนี้

   1) อุณหภูมิกระเปาะแห้ง (Dry-Bulb Temperature)

   2) ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

2. นำข้อมูลอุณหภูมิอากาศ และความชื้นสัมพัทธ์ มาบันทึกเข้าในโปรแกรม TRH2HR.EXE เพื่อหาค่าความชื้นในอากาศ ซึ่งจะต้องทำในไฟล์ WTHR.TXT ก่อน โดยในไฟล์มี 2 แถว (Column) แต่ละแถวมี 5 ตัวอักษร

   Column แรก เป็น อุณหภูมิของอากาศ ใช้หน่วยองศาฟาเรนไฮต์

   Column 2 เป็น ความชื้นสัมพัทธ์

และใช้โปรแกรม "TRH2HR.EXE" ซึ่งโปรแกรมจะอ่านข้อมูล WTHR.TXT มาสร้างไฟล์ชื่อ OUTPUT.TXT

ซึ่งจะมี **Column ที่ 3** เกิดขึ้น กว้าง 10 ตัวอักษร เป็น***ค่าความชื้นในอากาศ*** (***Humidity Ratio)***

3. ทำการคำนวณโดยใช้สูตร *Sensible Heat* และ *Latent Heat* ซึ่งจะทำการคิดเฉพาะค่าที่มากกว่า 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากต้องการเปรียบเทียบกับสภาวะภายในห้องที่มีการปรับอากาศ ในการคำนวณขั้นนี้จะกำหนดให้ค่าความเร็วลมต่อพื้นที่ (cfm) คิดเป็น 1 ก่อนเพื่อทำการศึกษาทีละตัวแปร ซึ่งค่าความเร็วลมต่อพื้นที่นี้จะทำการคิดอีกครั้งในตัวแปร "ความเร็วลม" ซึ่งจะทำการพิจารณาประกอบกับ "ทิศทางกระแสลม" ด้วย

4. ทำการรวมผลบวกของความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง จะได้ค่าเป็นค่าความร้อนรวม (Total Q) ซึ่งมีหน่วยเป็น *บีทียูต่อชั่วโมง* ซึ่งค่าที่ได้จากผลรวม

ข้อสังเกตในการวิเคราะห์

- ผลรวมมีค่าเท่ากับ 0 หมายถึง มีระดับเอนทัลปี***เท่ากัน***กับภายในห้องที่มีการปรับอากาศ ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ คือ ไม่มีการเสียพลังงานเพิ่มจากการรีดความชื้น หรือลดความร้อนจากอากาศภายนอกอาคาร

- ผลรวมมีค่าเป็นบวก หรือมีผลรวมมากกว่า 0 หมายถึง มีระดับเอนทัลปี***สูงกว่า***ภายในห้องที่มีการปรับอากาศ ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ คือ ต้องมีการทำงานของระบบปรับอากาศเพิ่มจากการรีดความชื้น หรือลดความร้อนจากอากาศภายนอกอาคาร

- ผลรวมมีค่าติดลบ หรือมีผลรวมน้อยกว่า 0 หมายถึง มีระดับเอนทัลปี***ต่ำกว่า***ภายในห้องที่มีการปรับอากาศ ณ อุณหภูมิอากาศ 25 องศาเซลเซียส (77 องศาฟาเรนไฮต์) และความชื้นสัมพัทธ์ 50 เปอร์เซ็นต์ คือ ภายนอกอาคารอยู่ในสภาวะน่าสบายซึ่งสามารถนำอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารได้ ค่าที่ติดลบนี้เป็นค่าที่มีผลดีต่อระบบปรับอากาศอย่างยิ่ง เนื่องจากไม่มีเพิ่มภาระในการปรับอากาศ ทั้งยังลดการทำงานของเครื่องปรับอากาศด้วย

5. ทำการจัดเรียงข้อมูลที่คำนวณได้ เพื่อสะดวกในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่

1) ทำการเรียงข้อมูลค่าเฉลี่ยของแต่ละชั่วโมง ในแต่ละเดือน ซึ่งในที่นี้ 1 เดือนจะมีข้อมูลที่คำนวณได้ประมาณ 30 ข้อมูลในแต่ละชั่วโมง แต่เพื่อความสะดวกในการวิเคราะห์ต้องทำให้มีค่าเป็น 1 ข้อมูล ดังนั้น จึงต้องทำการหาค่าเฉลี่ยเป็นรายชั่วโมงในแต่ละเดือนก่อน

2) ข้อมูลที่ได้จากการคำนวณจะทำการแยกออกเป็น ***ความร้อนสัมผัส*** , ***ความร้อนแฝง*** และ ***ความร้อนรวม*** เพื่อสามารถพิจารณาได้ว่ามีความร้อนสัมผัส และความร้อนแฝงมาก หรือต่ำในชั่วใดของเดือน และเปรียบเทียบกับค่าที่เป็น***ความร้อนรวม***

Bangkok	TIME	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
มกราคม	SENSIBLE	-2.45	-3.35	-4.01	-4.62	-5.34	-5.76	-6.08	-4.06	-0.14	4.17	7.03	9.53	10.72	11.51	12.42
	LATENT	23.75	23.97	23.86	22.76	22.20	22.79	21.59	23.64	22.56	21.34	18.44	16.25	15.49	13.46	14.27
	TOTAL Q	21.30	20.61	19.84	17.95	16.86	17.03	15.52	19.57	22.42	25.51	25.47	25.78	26.21	24.97	26.69
กุมภาพันธ์	SENSIBLE	-0.21	-1.10	-1.72	-2.33	-2.77	-3.29	-3.59	-1.67	2.76	5.98	8.51	10.53	12.03	12.73	13.30
	LATENT	30.44	30.27	29.30	28.94	28.16	27.76	27.85	29.82	30.46	29.70	28.87	26.57	24.96	23.99	22.83
	TOTAL Q	30.23	29.16	27.58	26.60	25.39	24.47	24.26	28.15	33.22	35.68	37.37	37.10	36.99	36.72	36.14
มีนาคม	SENSIBLE	4.95	4.43	3.94	3.46	3.04	2.67	2.23	4.90	8.60	11.16	13.18	15.09	16.57	17.41	17.53
	LATENT	45.48	45.34	45.11	44.14	44.50	44.51	43.51	45.45	43.97	41.73	38.88	36.32	35.43	33.88	33.29
	TOTAL Q	50.43	49.77	49.04	47.60	47.53	47.18	45.75	50.35	52.56	52.90	52.06	51.40	51.99	51.29	50.81

ข้อสังเกตในการวิเคราะห์

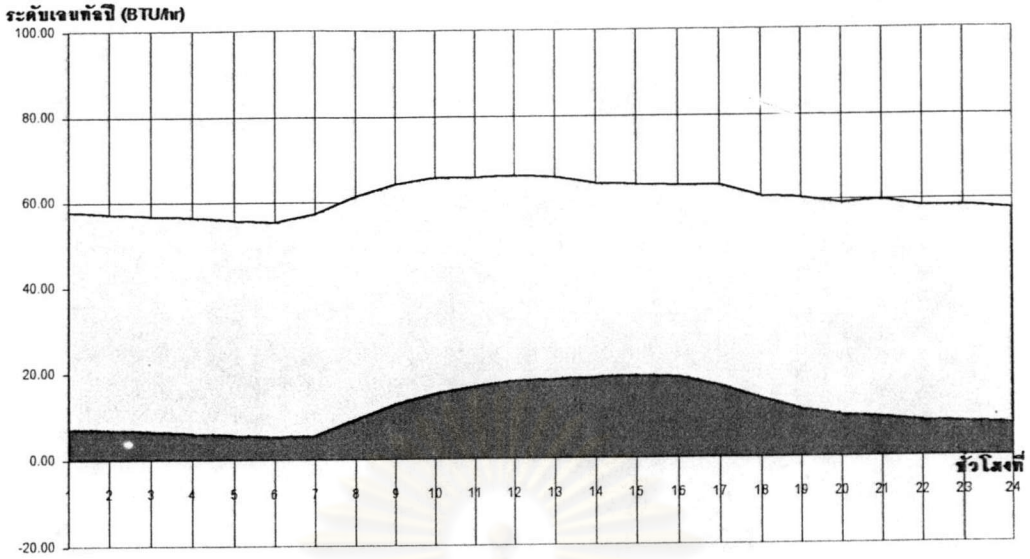
- ในการคำนวณค่าความร้อนสัมผัสและความร้อนแฝง บางครั้งจะมีค่า*ติดลบ* ทั้งนี้เนื่องมาจากอุณหภูมิภายนอกต่ำกว่าภายในส่วนที่มีการปรับอากาศ *(Sensible)* คือ ต่ำกว่า 77 องศาฟาเรนไฮต์ และความชื้นภายนอก (Humidity Ratio) ต่ำกว่าภายในส่วนที่มีการปรับอากาศ (*Latent*) คือ ต่ำกว่า 0.0099 ปอนด์ของน้ำต่อปอนด์ของอากาศแห้ง หรือความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในการพิจารณาค่าภาระของการทำความเย็นในการวิจัยนี้ค่าที่ต่ำกว่า 0 จะถือว่าเป็นเกณฑ์ดี สภาพอากาศภายนอกอาคารไม่เป็นภาวะที่เพิ่มภาระในการปรับอากาศ

- มีข้อมูลบางตัวของอุณหภูมิอากาศ ที่สูงมากจนทำให้การคำนวณค่าความชื้นในอากาศ (Humidity Ratio) จากโปรแกรม TRH2HR.EXE มีความผิดพลาด (Error) คือจะทำให้ปริมาณความชื้นในอากาศ (Humidity Ratio) ติดลบ ซึ่งในความเป็นจริงแล้วจะต้องมีค่าความชื้นในอากาศสูงมาก มีผลต่อค่าความร้อนแฝงจะสูงตามไปด้วย ข้อมูลที่ผิดพลาดดังกล่าวจะอยู่ในชั่วโมงที่ 13-16 ของวันในช่วงเดือนที่มีอุณหภูมิอากาศสูงของบางจังหวัดตัวแทนที่ทำการศึกษา ซึ่งจะนำค่าที่มีความผิดพลาดนี้มาคำนวณด้วยวิธีอื่นอีกครั้งเพื่อความถูกต้องและสมบูรณ์ของข้อมูล

- ค่าในการคำนวณ ความเร็วลมต่อพื้นที่ (cfm) = 1 นี้เป็นค่าตั้งต้น เนื่องจากต้องการพิจารณาตัวแปรด้านความร้อนและความชื้นในอากาศก่อน ซึ่งในการพิจารณาต่อไปจะต้องนำตัวแปรเรื่องความเร็วลมจริงจากข้อมูลภูมิอากาศมาคิดเป็นขั้นตอนต่อไป

6. จัดทำการแสดงผลด้วยแผนภูมิแสดงค่าในแต่ละช่วงเวลาของแต่ละเดือน แต่ละจังหวัดตัวแทนเพื่อเปรียบเทียบค่าเป็นรายชั่วโมง

ทำกราฟแยกสีระดับ ***ความร้อนสัมผัส*** , ***ความร้อนแฝง*** แต่ให้อยู่ในกราฟเดียวกันเพื่อดูผลรวม ***ความร้อนรวม*** ด้วย จากกราฟจะเห็นว่ามีเดือนใด ช่วงเวลาใดบ้างที่ต่ำกว่าหรือสูงกว่าสภาวะน่าสบาย ซึ่งจะทำให้ทราบว่าสามารถเปิดประตู-หน้าต่างรับเอาอากาศภายนอกอาคารเข้ามาได้ในช่วงเวลาหรือช่วงเดือนใดเข้ามาได้บ้างโดยไม่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานเพิ่มขึ้น

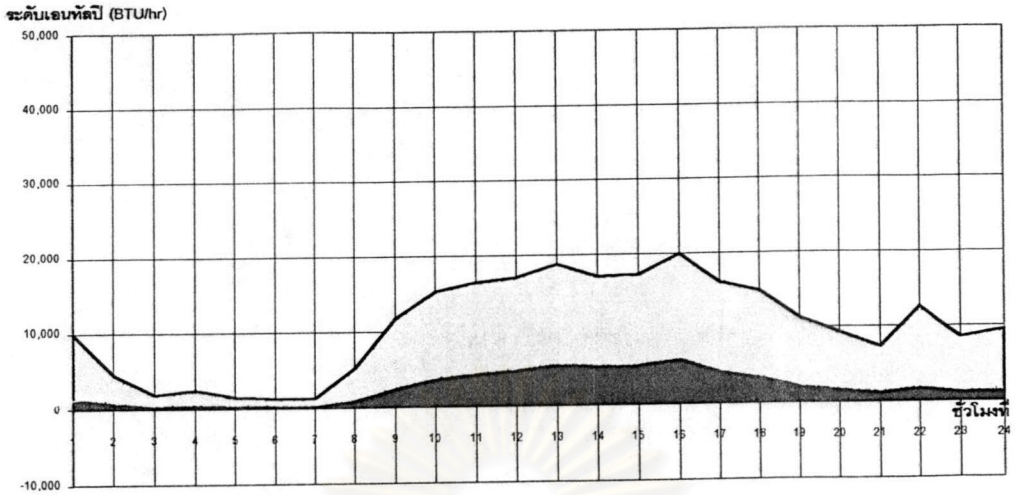


แผนภูมิ 3.5 ตัวอย่างแผนภูมิแสดงระดับเอนทัลปีเฉลี่ยใน 1 วันของเดือนหนึ่ง ซึ่งได้คำนวณความร้อนและความชื้นในอากาศเพื่อทราบถึงระดับเอนทัลปีภายนอก

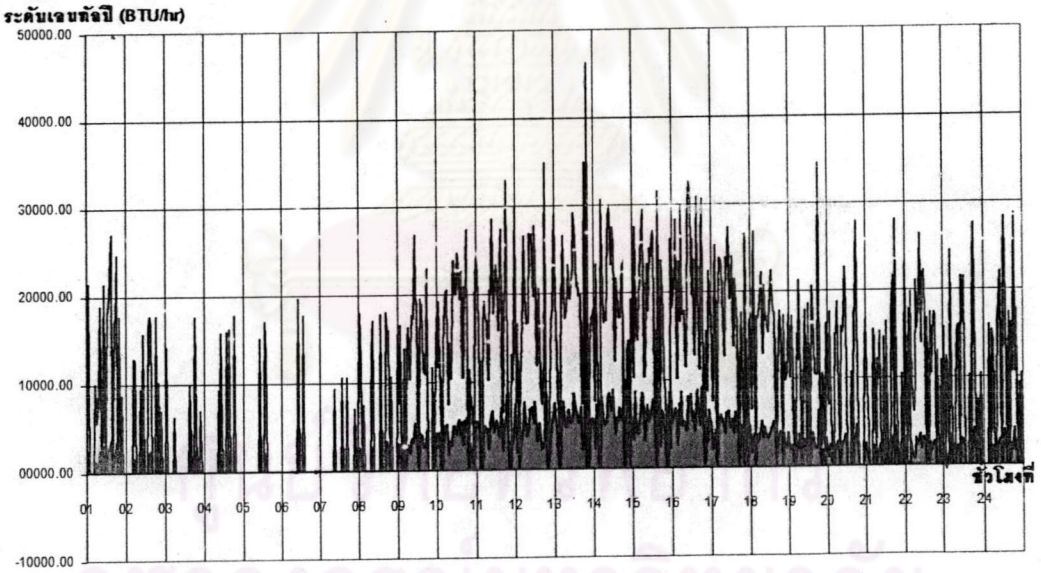
2) การศึกษาอิทธิพลตัวแปรเรื่อง *"ความเร็วลม"* ที่มีผลต่อระดับเอนทัลปี (สูตรคำนวณเอนทัลปี)

ตัวแปรที่จะนำมาคำนวณเพิ่ม คือ *ความเร็วลม* ส่วนนี้จะทำให้ทราบถึงความเปลี่ยนแปลงของระดับเอนทัลปีเมื่อความเร็วลมมีการเปลี่ยนแปลงในแต่ละช่วงเวลา ของแต่ละจังหวัดตัวแทน ทำให้เกิดแรงดันอากาศภายนอกเข้าสู่อาคารซึ่งส่งผลต่อการสูญเสียพลังงานในการปรับอากาศเพิ่มขึ้น

เมื่อคำนวณ *"ความร้อน"* *"ความชื้น"* และ *"ความเร็วลม"* จะทำกราฟแยกสีระดับ ***ความร้อนสัมผัส*** , ***ความร้อนแฝง*** แต่ให้อยู่ในกราฟเดียวกันเพื่อดูผลรวม ***ความร้อนรวม*** ในแต่ละช่วงเวลา จากกราฟจะเห็นว่าเมื่อระดับเอนทัลปีรวมเข้ากับความเร็วลมแล้วจะเห็นแนวโน้มของระดับเอนทัลปีที่เพิ่มขึ้น โดยพิจารณาได้ในแต่ละช่วงเวลาของทุกเดือน แต่ละจังหวัดตัวแทน



แผนภูมิ 3.6 ตัวอย่างแผนภูมิ แสดงระดับเอนทัลปีเฉลี่ยใน 1 วันของเดือนหนึ่ง ซึ่งได้คำนวณความเร็วลมเพิ่มของเดือนหนึ่ง



แผนภูมิ 3.7 ตัวอย่างแผนภูมิ แสดงระดับเอนทัลปีโดยแสดงเอนทัลปีทุกชั่วโมงของเดือนซึ่งได้คำนวณความเร็วลมเพิ่มของเดือนหนึ่ง

3) ศึกษาอิทธิพลตัวแปรเรื่อง *"ทิศทางลม"* ที่มีผลต่อระดับเอนทัลปี (สูตรคำนวณเอนทัลปี)

ตัวแปรที่จะนำมาศึกษาต่อไป คือ *ทิศทางลม* ประกอบกับเอนทัลปีที่ได้คำนวณระหว่างตัวแปรทั้งสาม (ความร้อน, ความชื้น และความเร็วลม) จะทำให้ทราบถึงปริมาณเอนทัลปีในแต่ละทิศทางแต่ละชั่วโมง ของแต่ละเดือนในจังหวัดตัวแทน โดยจะทำกราฟแยกในแต่ละทิศทาง โดยแสดงเป็นผลรวม ***ความร้อนรวม*** ในแต่ละชั่วโมงแยกตามทิศทาง ซึ่งจะทำให้ทราบถึงทิศทางที่มีการสูญเสียพลังงานของทุกเดือน ในแต่ละจังหวัดตัวแทน

3.2 การศึกษาเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทนแต่ละภูมิภาค

เป็นการศึกษาระดับเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทนแต่ละภูมิภาค ซึ่งจะมีความแตกต่างกันมากจากตัวแปรทั้ง 4 คือ ความร้อนในอากาศ, ความชื้นในอากาศ, ความเร็วลม และทิศทางลม ซึ่งความเร็วลมในแต่ละทิศทางจะทำให้เกิดแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารได้ในทิศทางต่างๆ ที่มีการพัดของกระแสลม

3.2.1 ศึกษาเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทนแต่ละภูมิภาค

การศึกษาส่วนนี้เป็นการหาระดับเอนทัลปีของจังหวัดตัวแทน โดยแยกเอนทัลปีออกเป็นทิศทาง และจะทำการวิเคราะห์แบ่งเป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคาร ดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00-07.00 น.

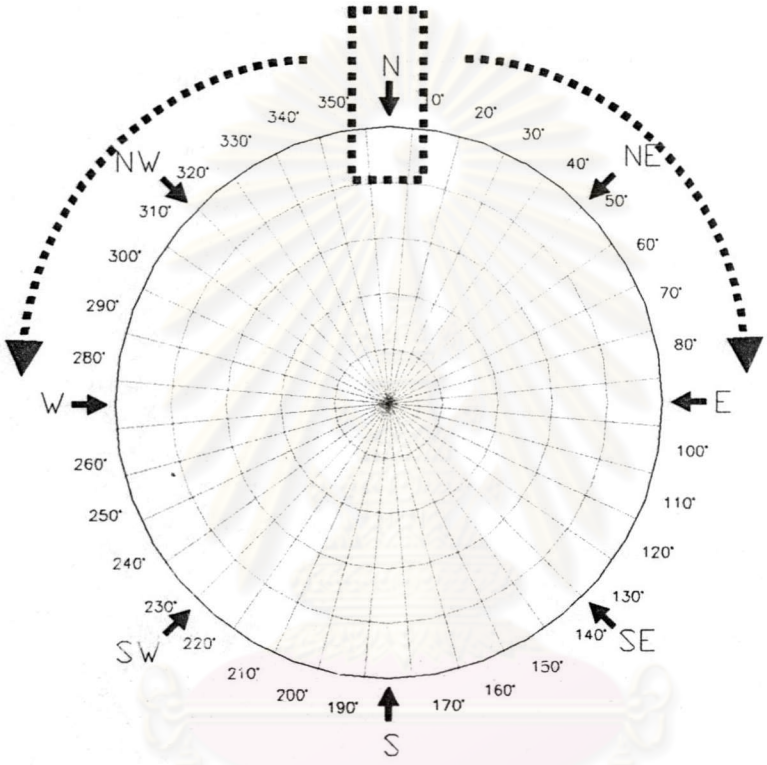
ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00-16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00-23.00 น.

โดยผลที่ได้จากการศึกษาส่วนนี้จะสามารถทราบถึงเอนทัลปีในแต่ละทิศทาง แต่ละช่วงเวลาที่ทำการวิเคราะห์ของแต่ละจังหวัดตัวแทน ซึ่งสามารถนำมาวิเคราะห์หาทิศทางที่เหมาะสมในการทำช่องเปิดอาคาร ปรับอากาศได้ในขั้นต่อไป เพื่อความเหมาะสมในการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ

3.2.2 คำนวณแรงในทิศทางข้างเคียง

การวิเคราะห์ระดับเอนทัลปีในแต่ละทิศทางต้องพิจารณาในทุกทิศที่คาดว่าจะมีได้รับอิทธิพลด้วย โดยทำการพิจารณาจากค่าการคำนวณแรงแต่ละทิศทางที่กระทำ(Cosine) เพื่อความถูกต้องของปริมาณพลังงานที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุดในการพิจารณาระดับเอนทัลปีในทิศทางหนึ่งๆ



รูปภาพ 3.3 แสดงการพิจารณาปริมาณพลังงานในแต่ละทิศทาง โดยพิจารณาทิศทางข้างเคียงประกอบด้วย

จากภาพจะทำการพิจารณาปริมาณพลังงานในทิศทางอื่นๆ ที่อยู่ข้างเคียงซึ่งคาดว่าจะมีผลต่อปริมาณในทิศทางหนึ่งๆ เช่น ต้องการพิจารณาระดับเอนทัลปีที่จะเข้ามาในอาคาร เมื่อมีการเปิดช่องเปิดใน***ทิศเหนือ*** ต้องทำการคิดคำนวณแรงในแต่ละทิศทางเคียงซึ่งทำมุมกับทิศทางที่ต้องการพิจารณา ดังนี้

270° ค่า Cosine 90 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 0 เปอร์เซ็นต์
280° ค่า Cosine 80 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 17 เปอร์เซ็นต์
290° ค่า Cosine 70 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 34 เปอร์เซ็นต์
300° ค่า Cosine 60 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 50 เปอร์เซ็นต์
310° ค่า Cosine 50 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 64 เปอร์เซ็นต์

320° ค่า Cosine 40 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 76 เปอร์เซ็นต์

330° ค่า Cosine 30 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 87 เปอร์เซ็นต์

340° ค่า Cosine 20 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 94 เปอร์เซ็นต์

350° ค่า Cosine 10 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 98 เปอร์เซ็นต์

ณ ทิศเหนือ (360°) = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 100 เปอร์เซ็นต์

10° ค่า Cosine 10 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 98 เปอร์เซ็นต์

20° ค่า Cosine 20 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 94 เปอร์เซ็นต์

30° ค่า Cosine 30 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 87 เปอร์เซ็นต์

40° ค่า Cosine 40 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 76 เปอร์เซ็นต์

50° ค่า Cosine 50 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 64 เปอร์เซ็นต์

60° ค่า Cosine 60 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 50 เปอร์เซ็นต์

70° ค่า Cosine 70 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 34 เปอร์เซ็นต์

80° ค่า Cosine 80 = ปริมาณพลังงานจะเข้ามา 17 เปอร์เซ็นต์

3.3 ข้อสรุปและเสนอแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศ

ส่วนนี้เป็นการวิเคราะห์เอนทัลปี (บีทียูต่อตารางฟุต) ที่ได้ในแต่ละทิศทาง แต่ละช่วงเวลาการใช้งานอาคารให้เป็นค่าพลังงาน (ตันต่อชั่วโมงต่อตารางเมตร) เพื่อง่ายต่อความเข้าใจและสามารถนำข้อมูลไปประยุกต์ใช้ต่อไปได้

3.3.1 การวิเคราะห์เป็นพลังงานในแต่ละทิศทาง

ศึกษาเอนทัลปีเปรียบเทียบเป็นปริมาณพลังงานที่เข้ามาภายในอาคารตามความเร็วลมนั้นมาจากในทิศทางใด โดยทำการแยกวิเคราะห์เป็นช่วงเวลาการใช้งานอาคาร ดังนี้

ช่วงที่ 1 ระหว่างเวลา 24.00-07.00 น.

ช่วงที่ 2 ระหว่างเวลา 08.00-16.00 น.

ช่วงที่ 3 ระหว่างเวลา 17.00-23.00 น.

โดยผลที่ได้จากการศึกษาส่วนนี้จะสามารถนำมาวิเคราะห์หาทิศทางที่เหมาะสมในการเจาะช่องเปิดอาคาร และสามารถบอกได้ถึงความเหมาะสมในการเจาะช่องเปิดของอาคารในแต่ละตัวแทนจังหวัดเพื่อความเหมาะสมในการประหยัดพลังงานของอาคารปรับอากาศ

3.3.2 การแบ่งเขตภูมิภาคด้วยระดับเอนทัลปีและทิศทาง

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้ทำการคำนวณมาทั้งหมดนำมาทำการแบ่งเขตภูมิภาคใหม่ด้วยการใช้ระดับเอนทัลปีและทิศทางที่มีความเร็วลมเป็นแรงอัดเอนทัลปีภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารเป็นเกณฑ์ หรือใช้การพิจารณาจากการแปลงเอนทัลปีเป็นปริมาณพลังงานที่ต้องใช้ในแต่ละทิศทางของแต่ละจังหวัดตัวแทนมาทำการแบ่งเขตภูมิภาค

3.3.3 เสนอแนวทางการออกแบบอาคารปรับอากาศ

เมื่อแบ่งเขตตามระดับเอนทัลปีและทิศทางได้แล้ว จะนำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์มาเสนอเป็นแนวทางในการออกแบบอาคารปรับอากาศ ดังนี้

1. ทิศทางที่เหมาะสมในการเจาะช่องเปิดของอาคารในแต่ละภูมิภาค
2. เสนอแนะช่วงเวลาที่สามารถเปิด-ปิดช่องเปิดได้โดยสูญเสียพลังงานน้อย
3. เสนอแนะการวางแนวอาคารที่เหมาะสม
4. เสนอแนะวัสดุที่เหมาะสมในการทำเปลือกอาคาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย