บทที่ 4

การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยเพื่อหาภาวะน่าสบายของคนในเขตภูมิอากาศร้อนชื้นนี้ มีขั้นตอนและวิธีการวิเคราะห์ เพื่อให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบของภาวะน่าสบาย และแนวโน้มของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ก่อให้เกิดภาวะน่าสบาย ดังนี้

4.1 ข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลสภาพแวดล้อม เปรียบเทียบกับความรู้สึกร้อนหนาวของคนในขณะนั้น ได้ข้อมูลที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ทั้งหมด 825 ตัวอย่าง จากสถานที่ไม่ปรับอากาศ (Natural Ventilation) ทั้งที่อยู่ภายในและภายนอกอาคาร จำนวน 581 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นสถานที่ไม่ปรับอากาศภายนอกอาคาร 294 ตัวอย่าง ภายในอาคาร 287 ตัวอย่าง และจากสถานที่ซึ่งมีการปรับอากาศภายในอาคาร (Air-Conditioning) จำนวน 254 ตัวอย่าง พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีอายุตั้งแต่ 20-60 ปี โดยส่วนใหญ่อยู่ในช่วงอายุ 20-30 ปี เป็นเพศหญิงจำนวน 450 ตัวอย่าง และเพศชายจำนวน 375 ตัวอย่าง จากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดที่เก็บมาได้ 848 ตัวอย่าง เนื่องจากข้อมูลบางส่วนมีค่าผิดพลาดไปจากกลุ่มตัวอย่างทั้งหมดมาก เพราะขณะนั้นกลุ่มตัวอย่างอาจกำลังไม่สบาย เพิ่งผ่านการทำกิจกรรมที่ต้องใช้พลังงานมากมาไม่เกิน 15 นาที หรือบางครั้งอาจเกิดจากกลุ่มตัวอย่างไม่ต้องการให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม จึงได้ตัดข้อมูลส่วนนั้นจากการวิเคราะห์

- **สถานที่เก็บข้อมูล**

ไม่ปรับอากาศ ได้ข้อมูลจากอาคารสถานที่ราชการที่มีลักษณะเปิดโล่ง จำนวน 4 แห่ง อาคารพักอาศัยจำนวน 3 แห่ง และสถานที่พักผ่อนชุมชนจำนวน 3 แห่ง

ปรับอากาศ ได้ข้อมูลจากอาคารพักอาศัยจำนวน 1 แห่ง อาคารสำนักงาน จำนวน 2 แห่ง และศูนย์การค้า จำนวน 1 แห่ง

- **วิธีการในการรวบรวมข้อมูล**

ใช้การสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถาม ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วน โดยมีส่วนแรก คือ ส่วนนำ เป็นการบอกวัตถุประสงค์ของแบบสอบถามและแนวทางในการนำข้อมูลไปใช้ เพื่อทำความเข้าใจกับกลุ่มตัวอย่าง ส่วนที่สอง คือ ส่วนที่เก็บข้อมูลสภาพภูมิอากาศและข้อมูลความรู้สึกเนื่องจากสภาพภูมิอากาศของกลุ่มตัวอย่าง ส่วนที่สาม คือ ส่วนที่เก็บข้อมูลส่วนบุคคลของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.1 การแจกแจงข้อมูลที่ได้จากการสำรวจ

	ค่าเฉลี่ยและช่วงของข้อมูล	
	สถานที่ไม่ปรับอากาศ	สถานที่ปรับอากาศ
อุณหภูมิอากาศ (^{o}C)	29.12 (18.5-36)	23.09 (20.7-32.2)
อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (^{o}C)	29.29 (18.9-36.98)	24.68 (21.4-31.8)
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)	58.43 (31-95)	57.58 (40-70)
ความเร็วลม (km./hr.)	0.205 (0.01-1.65)	0.015 (0.01-0.03)
ค่าการต้านทานความร้อน ของเครื่องแต่งกาย (clo)	0.481 (0.19-0.92)	0.549 (0.38-0.79)
อัตราการเผาผลาญพลังงาน เนื่องจาก ลักษณะการทำกิจกรรม (Met)	1 (0.8-1.2)	1.2 (0.8-1.7)

จากข้อมูลเฉลี่ยจะเห็นว่า ในสถานที่ไม่ปรับอากาศตัวแปรสภาพแวดล้อมซึ่งมี อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ความเร็วลม มากกว่าในสถานที่ไม่ปรับอากาศอย่างเห็นได้ชัด

ในด้านข้อมูลเฉลี่ยของค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกายซึ่งเป็นข้อมูลส่วนบุคคล คนซึ่งอยู่ในสภาพปรับอากาศ สวมเสื้อผ้ามีค่าความต้านทานความร้อน 0.5-0.59 clo มากที่สุด และส่วนใหญ่จะสวมเสื้อผ้าซึ่งมีค่าความต้านทานความร้อนมากกว่าคนซึ่งอยู่ในสภาพไม่ปรับอากาศ ซึ่งอยู่ในช่วง 0.4-0.69 clo ทั้งหมดนี้แสดงให้เห็นว่า คนจะเลือกสวมเสื้อผ้าตามสภาพอากาศที่คาดคิดไว้ นั่นคือ เมื่ออยู่ในสภาพอากาศตามธรรมชาติ ในประเทศไทยก็มักเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิสูง ทำให้คนเลือกสวมเสื้อผ้าที่มีค่าการต้านทานความร้อนน้อย แต่การที่จะต้องอยู่ในสถานที่ปรับอากาศ และเป็นการทำงาน ต้องแต่งกายให้สุภาพตามหลักสากลนิยม จึงต้องสวมใส่เสื้อผ้าที่มีค่าความต้านทานความร้อนมาก ไม่สามารถเลือกสวมใส่เสื้อผ้าที่ต้องการได้

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

โดยการใช้การวิเคราะห์ทางสถิติ คือ การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ การวิเคราะห์การถดถอยและการวิเคราะห์ความแปรปรวนของกลุ่มข้อมูลตัวอย่าง เพื่อพิสูจน์สมมติฐานตามที่ตั้งไว้ และนำค่าคาดการณ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ไปเขียนเป็นแผนภูมิหรือสมการ

4.2.1 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระทั้งหมด

เมื่อได้ข้อมูลจากการสัมภาษณ์ และนำมาจัดเรียงในตารางข้อมูล (ภาคผนวก ข.) แล้ว ก่อนที่จะนำมาวิเคราะห์การถดถอยเพื่อให้ได้สมการพยากรณ์นั้น จำเป็นต้องมีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่จะใช้ในสมการเสียก่อน เนื่องจากการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณมีข้อสมมติเบื้องต้นที่ว่า ตัวแปรอิสระแต่ละตัวไม่ควรมีสหสัมพันธ์กันสูงเกิน 0.70 มิฉะนั้นจะเกิดปัญหามัลติโคลิเนียริตี้ (multicolinearity) หรือปัญหาค่าสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐานมีค่าต่ำกว่าจริง โอกาสยอมรับ $H_0 : \beta_i = 0$ มีสูง ซึ่งจะทำให้สรุปว่าตัวแปรบางตัวไม่มีนัยสำคัญ ทั้งๆที่ในความเป็นจริงอาจมิได้เป็นเช่นนั้นก็ได้

การวิเคราะห์ให้ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) อุณหภูมิอากาศ (DB) ความเร็วลม (wind)และอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) เป็นตัวแปรอิสระ โดยมีระดับความรู้สึกร้อนหนาว (sensation)เป็นตัวแปรตาม

ตารางที่ 4.2 การวิเคราะห์สหสัมพันธ์

	clo.	*RH*	*DB.*	*wind*	*MRT*	*sensation*
clo.	1					
Rh	-0.3830495	1				
DB.	-0.3675923	0.1961869	1			
wind	-0.1326332	0.1393521	0.0365140	1		
MRT	-0.3407782	0.1521335	**0.9736864**	0.0500409	1	
sensation	-0.2867196	0.1706089	**0.8475939**	-0.1540996	**0.8332147**	1

จากตารางพบว่า ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระที่มีค่าสูงเกิน 0.70 มีเพียงคู่เดียว คือ อุณหภูมิอากาศกับอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย มีค่า 0.9736864 แต่เมื่อพิจารณาจากความเป็นจริงแล้ว การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอากาศและอุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย ไม่ได้มีทิศทางไปในทางเดียวกันเสมอ หากขึ้นอยู่กับรังสีความร้อนที่ตกกระทบพื้นผิว และลักษณะสภาพแวดล้อมด้วย จึงสรุปได้ว่า สามารถใช้ตัวแปร ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิอากาศ ความเร็วลม และ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย เพื่อพยากรณ์ระดับความสบายที่มีผลจากสภาพอากาศ ได้โดยไม่มีปัญหามัลติโคลิเนียริตี้

4.2.2 การวิเคราะห์ความสามารถของตัวแปรอิสระในการทำให้เกิดความรู้สึกสบาย ต่อสภาพแวดล้อมทั้งที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

เมื่อนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์โดยการใช้สมการถดถอย ซึ่งมี Model คือ

$$Y = \beta_0+\beta_1x_1+\beta_2x_2+\beta_3x_3+\beta_4x_4+\beta_5x_5+ \varepsilon$$

ให้ ตัวแปรตาม Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

ตัวแปรอิสระ x1 คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า

x2 คือ อุณหภูมิอากาศ

x3 คือ ความชื้นสัมพัทธ์

x4 คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

x5 คือ ความเร็วลม

ได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.77777
R Square	0.604926
Adjusted R Square	0.602514
Standard Error	0.602836
Observations	825

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	5	455.7284	91.14569	250.8058	2E-162
Residual	819	297.634	0.363411		
Total	824	753.3624			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-2.68274	0.258377	-10.383	8.24E-24	-3.18989	-2.17558
clo	0.712083	0.191491	3.71863	0.000214	0.336213	1.087953
Rh	0.00992	0.001819	5.453663	6.54E-08	0.006349	0.01349
DB	0.024918	0.023811	1.046474	0.295651	-0.02182	0.071656
wind	-0.97889	0.085689	-11.4238	3.78E-28	-1.14708	-0.81069
MRT	0.156617	0.023187	6.75459	2.72E-11	0.111105	0.20213

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (Regression Statistics) พบว่าระดับความสบายมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดมากพอสมควร (Multiple R = 0.777) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสบายประมาณ 60.4 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.604) ส่วนที่เหลืออีก 39.6 เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจาก ตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความสบายจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.602 ระดับ (Standard error = 0.602)

กำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์ โดยการตั้งสมมติฐานทางสถิติ

$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$

$H_i : \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า 2E-162 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i : \beta_i \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความสบายได้

จึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรจะมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรจะมีค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่

สมมติฐาน คือ $H_0 : \alpha = 0$

$H_i : \alpha \neq 0$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P-Value ที่ได้ คือ 8.24E-24 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i : \alpha \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การทดสอบตัวแปรอิสระใด ๆ

สมมติฐาน คือ $H_0 : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 = 0$

$H_i : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 \neq 0$

พิจารณาค่า P-Value

ตัวแปรอิสระ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) = 0.000214

ตัวแปรอิสระ ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) = 6.54E-08

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ (DB) = 0.295651

ตัวแปรอิสระ ความเร็วลม (wind) = 3.78E-28

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) = 2.72E-11

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P-Value เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด คือ 0.05 แล้วจะพบว่า ค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระ ทุกตัว ยกเว้นอุณหภูมิอากาศมีค่าน้อยกว่าค่า α

ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_1 สำหรับตัวแปรอิสระทุกตัวยกเว้นอุณหภูมิอากาศ

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความสบายได้ คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) ความเร็วลม (wind) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH)

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Y = -2.68 + 0.71*clo + 0.009*Rh - 0.978*wind + 0.1566*MRT$$

เมื่อ Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

clo คือ ค่าการต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

Wind คือ ความเร็วลม

MRT คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

แต่คาดว่าการที่สมการทำนายยังไม่สามารถทำนายได้อย่างแม่นยำนัก เป็นเพราะยังมีตัวแปรที่ไม่ได้นำมาศึกษา ที่มีผลต่อระดับความรู้สึกร้อนหนาว นั่นคือ การอยู่ในสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศน่าจะมีผลต่อความรู้สึกสบาย จึงได้นำมาวิเคราะห์ต่อไป

4.2.3 การวิเคราะห์การถดถอยโดยแยกข้อมูลจากสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

นำข้อมูลที่เก็บจากสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศภายในอาคารมาวิเคราะห์รวมกัน โดยใช้ตัวแปรหุ่น (dummy variable) ให้ dummy vent. คือ ค่าตัวแทนของสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ

ค่า dummy vent = 0 คือ สถานที่ปรับอากาศ

คา dummy vent = 1 คือ สถานที่ไม่ปรับอากาศ

ได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.83828068
R Square	0.70271449
Adjusted R Square	0.70053392
Standard Error	0.52325356
Observations	825

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	6	529.3986955	88.23312	322.2606	1.4064E-211.
Residual	818	223.9637288	0.273794		
Total	824	753.3624242			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-3.0133451	0.225171421	-13.3824	4.46E-37	-3.455326591	-2.5713635
clo	0.41637777	0.16718603	2.490506	0.012954	0.08821384	0.7445417
dummy vent.	-0.8381807	0.051097983	-16.4034	1.71E-52	-0.938479251	-0.7378822
rh	0.00642408	0.001593078	4.032497	6.03E-05	0.003297083	0.00955108
DB	0.14162297	0.02185805	6.479213	1.59E-10	0.098718524	0.18452741
wind	-0.6959045	0.076350974	-9.11455	5.98E-19	-0.84577126	-0.5460377
MRT	0.08455188	0.020599774	4.104505	4.46E-05	0.044117267	0.1249865

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (Regression Statistics) พบว่าระดับความสบายมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง (Multiple R = 0.838) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสบายประมาณ 70.3 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.7028) ส่วนที่เหลืออีก 29.7 เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจาก ตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความสบายจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.523 ระดับ (Standard error = 0.523)

กำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

สมมติฐาน คือ $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$

$H_1: \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า 1.4064E-211 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_i : $\beta_i \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความสบายได้

จึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรจะมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรจะมีค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่

สมมติฐาน คือ $H_0 : \alpha = 0$

$H_i : \alpha \neq 0$

กำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P-Value ที่ได้ คือ 4.46E-37 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_i : $\alpha \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การทดสอบตัวแปรอิสระใด ๆ

สมมติฐาน คือ $H_0 : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 = 0$

$H_i : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 \neq 0$

เมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็น P-Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ dummy vent. = 1.71E-52

ตัวแปรอิสระ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) = 0.012954

ตัวแปรอิสระ ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) = 6.03E-05

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ (DB) = 1.59E-10

ตัวแปรอิสระ ความเร็วลม (wind) = 5.98E-19

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) = 4.46E-05

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P-Value เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด คือ 0.05 แล้วจะพบว่า ค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระ ทุกตัว มีค่าน้อยกว่าค่า α

ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_i

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความสบายได้ คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) อุณหภูมิอากาศ (DB) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) ความเร็วลม (wind) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH)

และสรุปได้ว่าในสถานที่ซึ่งมีการระบายอากาศโดยวิธีการต่างกัน ก็จะมีเส้นการถดถอยต่างกันด้วย (จากค่า P-Value ของตัวแปรอิสระ dummy vent ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ บอกให้รู้ว่ามีความแตกต่างของความชันของสมการความสบายสำหรับพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ)

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Y = -3.013 - 0.838*\text{dummy vent.} + 0.416*\text{clo} + 0.147*\text{DB} + 0.006*\text{Rh} + 0.085*\text{MRT} - 0.695*\text{wind}$$

เมื่อ Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

dummy vent คือ ลักษณะการระบายอากาศ

clo คือ ค่าการต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

DB คือ อุณหภูมิอากาศ

Wind คือ ความเร็วลม

MRT คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

Y มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 คือ จากหนาวถึงร้อน

Dummy vent จะมีค่าเป็น 0 เมื่ออยู่ในระบบปรับอากาศ และมีค่าเป็น 1 เมื่ออยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ได้ปรับอากาศ

การใช้ตัวแปรหุ่น (dummy variable) ในการวิเคราะห์การถดถอยนั้น เพื่อเป็นการแยกกลุ่มของข้อมูล ซึ่งมีความแตกต่างกัน และอาจใช้เป็นตัวบ่งชี้ว่าตัวแปรอิสระตามกลุ่มที่แยกออกมานั้น มีอิทธิพลต่อตัวแปรตามเท่าเทียมกันหรือไม่

การกำหนดตัวแปรหุ่น ใช้สัญลักษณ์แทนกลุ่มข้อมูล คือ ตัวเลข 0 แทนข้อมูลกลุ่มที่กำหนด และตัวเลข 1 แทนข้อมูลที่ไม่ได้อยู่ในกลุ่มที่กำหนด หากข้อมูลมีเพียง 2 กลุ่มจะกำหนดให้กลุ่มหนึ่งเป็นค่า 0 และอีกกลุ่มหนึ่งเป็นค่า 1 เช่น ต้องการศึกษาผลการเรียนรู้ว่ามีผลมาจากเพศหรือไม่ จึงกำหนดให้

ตัวแปรเพศหญิง = 0 และตัวแปรเพศชาย = 1

แต่หากต้องการแยกข้อมูลออกมากกว่า 2 กลุ่ม จะกำหนดตัวแปรหุ่นเป็นจำนวน n-1 กลุ่ม เมื่อ n แทนจำนวนกลุ่มที่ต้องการศึกษา เช่น ต้องการศึกษาผลผลิตข้าวที่ได้ในฤดูร้อน ฤดูฝน และฤดูหนาว ว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่ จึงกำหนดให้มีตัวแปรอิสระ D1 และ D2 แทนกลุ่มข้อมูลฤดูร้อนและฤดูฝน

ดังนั้น ฤดูร้อน D1 = 1 D2 = 0

ฤดูฝน D1 = 0 D2 = 1

และฤดูหนาว D1 = 0 D2 = 0

จากรูปแบบของสมการทำนาย

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \ldots\ldots + b_nx_n$$

Y คือ ตัวแปรตาม

b_0 คือ ค่าคงที่ที่เส้นสมการตัดแกน y

$b_1, b_2, b_3, \ldots\ldots b_n$ คือ ค่าความสัมพันธ์บางส่วนของตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เมื่อสมการทำนายมีตัวแปรอิสระตามที่กำหนด

x คือ ตัวแปรอิสระ

ในการวิเคราะห์ที่ใช้ตัวแปรหุ่น จะเห็นว่า มีตัวแปรอิสระตัวหนึ่ง มีค่าเป็น 0 หรือ 1 เสมอ (x = 0 หรือ 1) ในขณะที่ตัวแปรอิสระอื่นๆมีค่าเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เส้นกราฟที่เกิดจากสมการทำนายอาจแบ่งได้เป็น 2 เส้น คือ เส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากสมการที่ตัวแปรหุ่นเท่ากับ 0 และเส้นกราฟที่เกิดขึ้นจากสมการที่ตัวแปรหุ่นเท่ากับ 1

จากสมการทำนายระดับความรู้สึกร้อนหนาวซึ่งวิเคราะห์โดยการใช้ตัวแปรหุ่นแยกข้อมูลเป็นกลุ่มที่เก็บข้อมูล ในสถานที่ปรับอากาศและกลุ่มข้อมูลที่เก็บข้อมูลจากสถานที่ไม่ปรับอากาศ

$$Y = -3.013 - 0.838*\text{dummy vent.} + 0.416*\text{clo} + 0.147*\text{DB} + 0.006*\text{Rh} + 0.085*\text{MRT} - 0.695*\text{wind}$$

เปรียบเทียบกับรูปแบบของสมการทำนาย

$$Y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + \ldots\ldots + b_nx_n$$

พบว่า $b_0 = -3.013$

$b_1 = -0.838$

$b_2 = +0.416$

$b_3 = +0.147$

$b_4 = +0.006$

$b_5 = +0.085$

$b_6 = -0.695$

เมื่อ Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 คือ จากหนาวถึงร้อน

x_1 = dummy vent คือ ลักษณะการระบายอากาศ

มีค่าเป็น 0 เมื่ออยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ และมีค่าเป็น 1 เมื่ออยู่ในพื้นที่ไม่ได้ปรับอากาศ

x_2 = clo คือ ค่าการต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า

x_3 = Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

x_4 = DB คือ อุณหภูมิอากาศ

x_5 = Wind คือ ความเร็วลม

x_6 = MRT คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

ดังนั้นถ้าแทนที่ตัวแปรหุ่นในสมการ

เมื่อตัวแปร dummy vent มีค่าเท่ากับ 0 จะได้

$$Y = b_0 + b_1(0) + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6$$

หรือ $Y = b_0 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6$

เพราะฉะนั้นสมการทำนายสำหรับพื้นที่ปรับอากาศจึงเป็น

$$Y = -3.013 + 0.416*clo + 0.147*DB + 0.006*Rh + 0.085*MRT - 0.695*wind$$

เมื่อตัวแปร dummy vent มีค่าเท่ากับ 1 จะได้

$$Y = b_0 + b_1(1) + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6$$

หรือ $Y = b_0 + b_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_6x_6$

แทนค่า $b_0 = -3.013$ $b_1 = -0.838$

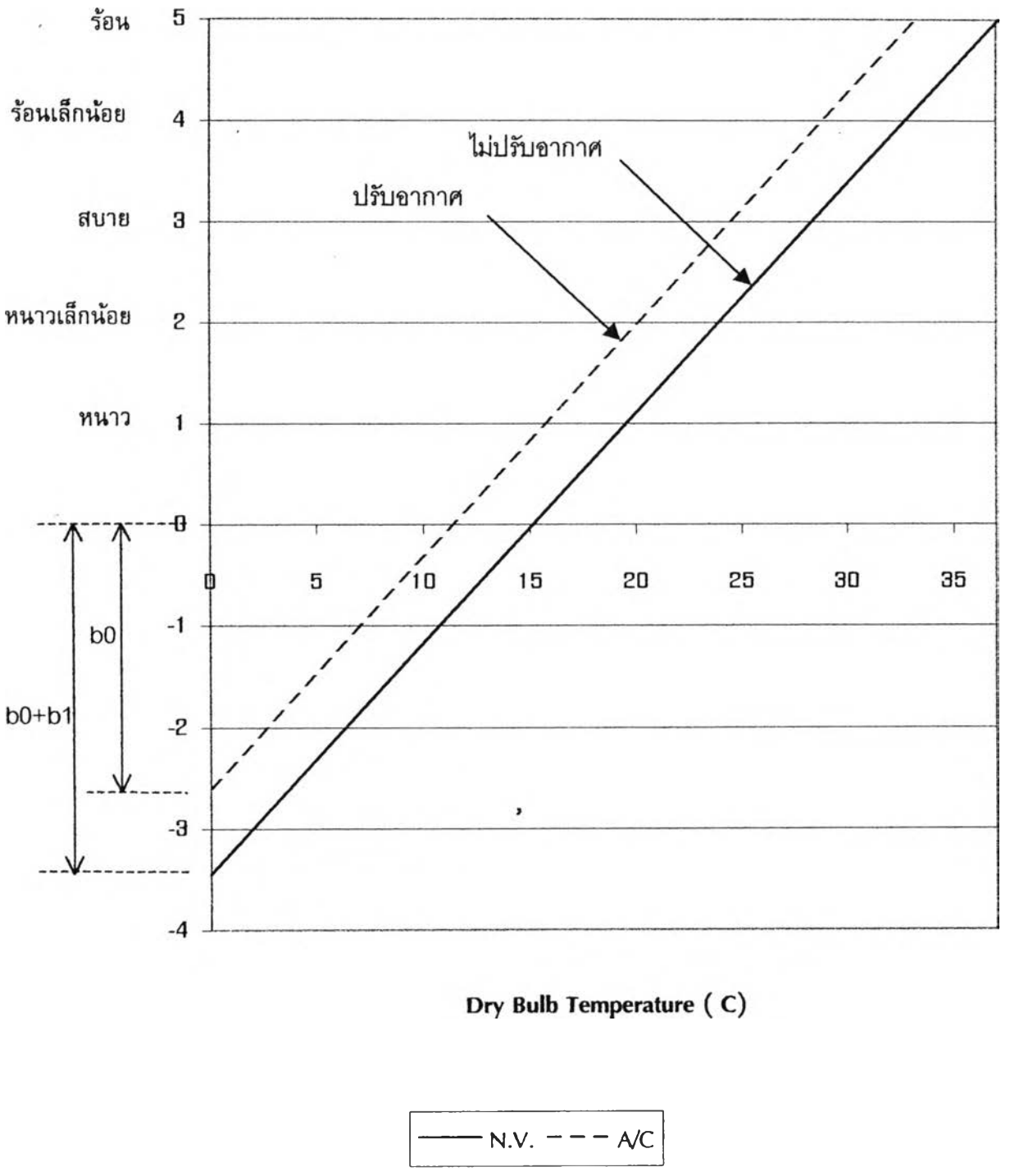
เพราะฉะนั้นสมการทำนายสำหรับพื้นที่ไม่ปรับอากาศจึงเป็น

$$Y = -3.851 + 0.416*clo + 0.147*DB + 0.006*Rh + 0.085*MRT - 0.695*wind$$

โดยที่เส้นกราฟทั้งสองเส้นนี้ขนานกัน เนื่องจากตัวแปรอิสระตัวอื่นมีผลต่อตัวแปรตามเท่ากันทั้งสองสมการ

และสามารถเขียนเป็นเส้นกราฟแสดงการถดถอย ได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 4.1 แสดงการพยากรณ์ความรู้สึกร้อนหนาวของคนที่อยู่ในสภาพปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ



4.2.4 การวิเคราะห์เพื่อหาตัวแปรที่มีผลต่อระดับความสบายของคนที่อยู่ในกิจกรรมพักผ่อนในสภาพแวดล้อมที่ไม่ปรับอากาศ

ข้อมูลจากการสำรวจที่ได้จากสถานที่ปรับอากาศทั้งภายในและภายนอกอาคาร นำมาวิเคราะห์ได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.870387
R Square	0.757573
Adjusted R Square	0.755431
Standard Error	0.509108
Observations	572

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	5	458.4361	91.68723	353.7442	1.6E-171
Residual	566	146.702	0.259191		
Total	571	605.1381			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-3.72553	0.259019	-14.3832	3.32E-40	-4.23429	-3.21678
clo.	0.11027	0.191704	0.575209	0.565379	-0.26627	0.486808
RH	0.003314	0.001717	1.930117	0.054092	-5.8E-05	0.006687
DB.	0.17318	0.026164	6.618951	8.41E-11	0.121789	0.224571
wind	-0.68438	0.074446	-9.19308	7.23E-19	-0.83061	-0.53816
MRT	0.059904	0.023491	2.550042	0.011033	0.013763	0.106045

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (Regression Statistics) พบว่าระดับความสบายมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง (Multiple R = 0.8703) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสบายประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.7575) ส่วนที่เหลืออีก 25 เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจากตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความสบายจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.509 ระดับ (Standard error = 0.509)

กำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

สมมติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$

$H_i : \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า 9.6724E-174 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i : \beta_i \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความสบายได้

จึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรจะมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรจะมีค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่

สมมติฐาน คือ $H_0 : \alpha = 0$

$H_i : \alpha \neq 0$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P-Value ที่ได้ คือ 7.6E-41 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i : \alpha \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การทดสอบตัวแปรอิสระใด ๆ

สมมติฐาน คือ $H_0 : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 = 0$

$H_i : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 \neq 0$

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P-Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) = 0.5647

ตัวแปรอิสระ ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) = 0.0484

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ (DB) = 2.37E-11

ตัวแปรอิสระ ความเร็วลม (wind) = 5.85E-19

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) = 0.0107

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด คือ 0.05 แล้วจะพบว่า ค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระ Rh, DB, MRT และ wind มีค่าน้อยกว่าค่า α

ส่วนค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระ clo มีค่ามากกว่า α

ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 สำหรับตัวแปรอิสระ Rh, DB , MRT และ wind

และยอมรับสมมติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ clo

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความสบายได้ คือ ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) อุณหภูมิอากาศ (DB) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) และความเร็วลม (wind)

- **การวิเคราะห์เพื่อหาค่าคงที่ที่เหมาะสมในการพยากรณ์ระดับความสบาย**

เมื่อได้ตัวแปรอิสระที่มีผลต่อสมการพยากรณ์อย่างแน่นอนแล้ว จึงทดสอบการถดถอยอีกครั้งหนึ่งได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.86971062
R Square	0.75639656
Adjusted R Square	0.75470487
Standard Error	0.50632105
Observations	581

ANOVA

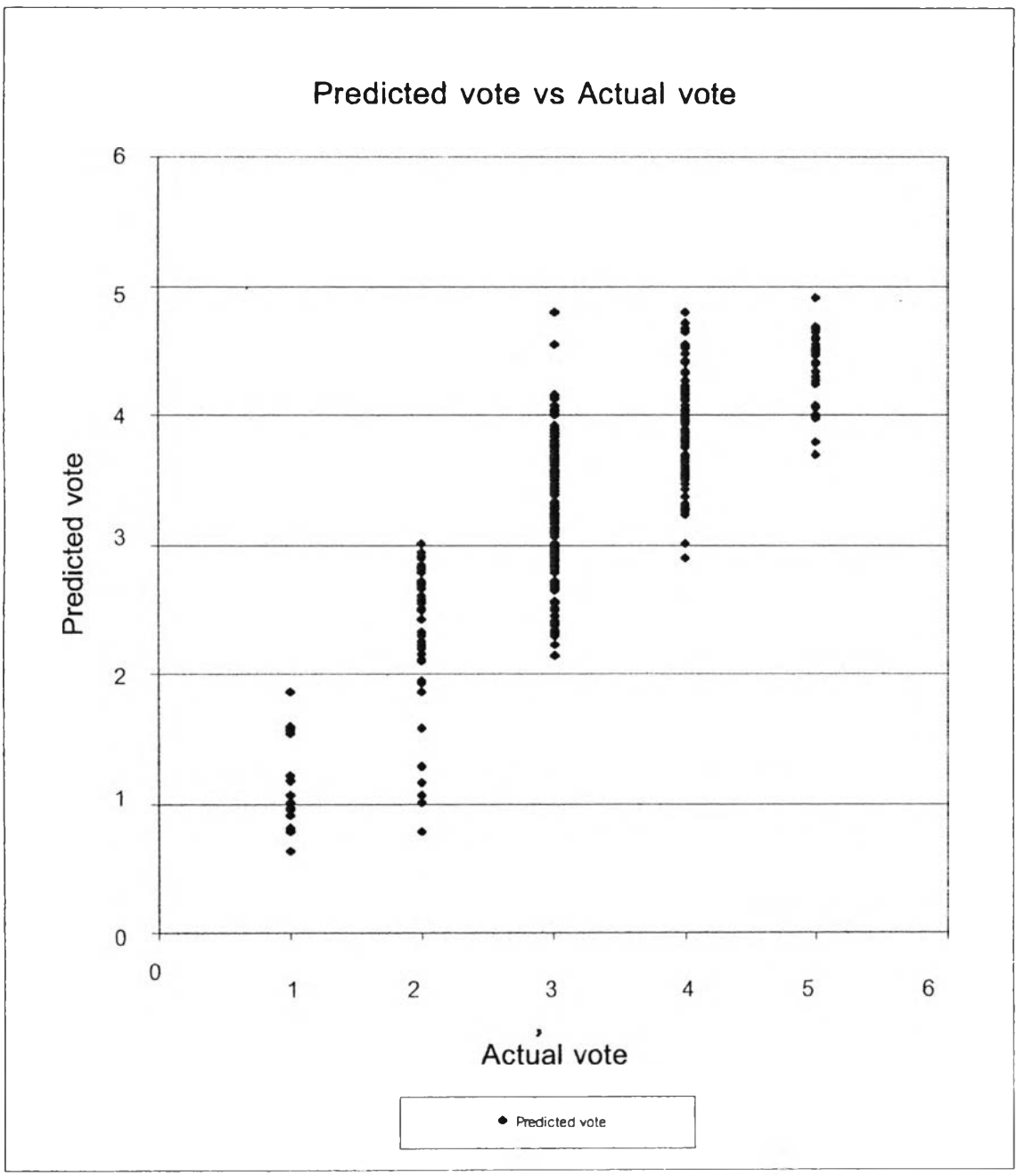
	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	4	458.5012943	114.6253	447.1246	5.0694E-175
Residual	576	147.6639381	0.256361		
Total	580	606.1652324			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-3.6237392	0.182659753	-19.8387	3.82E-67	-3.982499458	-3.264979002
RH	0.00303482	0.001602659	1.893616	0.058777	-0.000112947	0.006182587
DB.	0.17171745	0.025856166	6.641257	7.21E-11	0.120933606	0.222501289
wind	-0.685703	0.073650397	-9.31024	2.66E-19	-0.830359031	-0.541046989
MRT	0.06019924	0.023343406	2.578854	0.01016	0.014350686	0.106047794

เมื่อวิเคราะห์จากสถิติการถดถอยพบว่า ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย และ ความเร็วลมนี้ มีอิทธิพลต่อระดับความสบาย 75.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 24.4 เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจากตัวแปรอื่นที่มิได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้จะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.506 ระดับความสบาย

และเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า Vote กับ ค่า Predicted vote ได้ดังนี้

แผนภูมิที่ 4.2 แสดงค่าความรู้สึกร้อนหนาวที่ได้จากการสำรวจกับค่าที่ได้จากการพยากรณ์



วิเคราะห์จากแผนภูมิพบว่า การกระจายของกราฟไม่อยู่ในรูปเส้นตรง คือ ควรจะมีตัวแปรใดตัวแปรหนึ่งที่มีค่าเป็น x^2 จึงทดสอบการถดถอยอีกครั้งหนึ่งจากตัวแปรทั้งหมด และได้ค่าที่เหมาะสมกับการพยากรณ์ดังนี้

แต่ความแตกต่างของค่าความเชื่อมั่นในการพยากรณ์ ระหว่างสมการที่มีตัวแปรอิสระความชื้นสัมพัทธ์ยกกำลังสอง กับสมการที่ไม่มีการยกกำลังสองพบว่า มีค่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สามารถเลือกใช้สมการใดสมการหนึ่งในการพยากรณ์ได้อย่างไม่แตกต่างกันมากนัก จึงเลือกใช้สมการที่ไม่ยกกำลังสองเพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดย

Regression Statistics	
Multiple R	0.872286499
R Square	0.760883736
Adjusted R Square	0.758763911
Standard Error	0.506024439
Observations	570

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	5	459.5484136	91.90968	358.937	1.3967E-172
Residual	564	144.4182531	0.256061		
Total	569	603.9666667			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-4.06632215	0.316664968	-12.8411	2.73E-33	-4.688309508	-3.4443348
RH	0.021757418	0.011011588	1.975866	0.048657	0.000128665	0.04338617
Rh^2	-0.00015808	9.02098E-05	-1.75234	0.08026	-0.000335266	1.9111E-05
DB.	0.173455962	0.025867124	6.705653	4.88E-11	0.122648245	0.22426368
wind	-0.69786568	0.073769336	-9.46011	8.24E-20	-0.842762016	-0.5529693
MRT	0.055670241	0.023459502	2.373036	0.017977	0.00959153	0.10174895

เมื่อวิเคราะห์จากสถิติการถดถอยพบว่า ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย และ ความเร็วลมนี้ มีอิทธิพลต่อระดับความสบาย 76.08 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลืออีก 23.92เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจากตัวแปรอื่นที่มิได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้จะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.506 ระดับความสบาย

กำหนดสมมติฐานเพื่อทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระทุกตัวกับตัวแปรตาม โดยให้

$H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$

$H_1: \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนด $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่าค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า 5.0694E-175 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้

ดังนั้นจึงตัดสินใจปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_1: \beta \neq 0$ บางตัว และสรุปผลได้ว่ามีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปพยากรณ์ระดับความสบายได้

จึงต้องทดสอบค่าคงที่และตัวแปรอิสระที่เหมาะสมกับสมการ เพื่อการตัดสินใจนำไปใช้

การทดสอบค่าคงที่

$H_0: \alpha = 0$

$H_1: \alpha \neq 0$

กำหนดค่า $\alpha = 0.05$ พบว่าค่าความน่าจะเป็น P-Value ที่ได้ คือ 3.82E-67 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด คือ 0.05 ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ยอมรับสมมติฐาน $H_0: \alpha = 0$

และสรุปผลได้ว่าที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์

การทดสอบตัวแปรอิสระใด ๆ

$H_0: \beta_1 / \beta_1 .... \beta_4 = 0$

$H_1: \beta_1 / \beta_1 ..... \beta_4 \neq 0$

พบว่าตัวแปรอิสระแต่ละตัวมีค่าความน่าจะเป็น P-Value ดังนี้

ตัวแปรอิสระ ความชื้นสัมพัทธ์ = 0.05877

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ = 7.21E-11

ตัวแปรอิสระ ความเร็วลม = 2.66E-19 ,

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย = 0.01016

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด คือ 0.05 จะพบว่า ค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระทุกตัวมีค่าน้อยกว่าค่า α

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 สามารถใช้ตัวแปรอิสระทุกตัวในการพยากรณ์ได้

ดังนั้นสมการพยากรณ์จึงเป็น

$$Y = -3.623 + 0.003*Rh - 0.171*DB - 0.685*wind + 0.06*MRT$$

เมื่อ Y คือ ระดับความสบายที่มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 คือ จากหนาวถึงร้อน

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

DB คือ อุณหภูมิอากาศ

Wind คือ ความเร็วลม

MRT คือ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย

4.2.5 การวิเคราะห์เพื่อหาสมการความสบายของคนซึ่งอยู่ในสภาพที่มีการปรับอากาศ

ในสถานที่เก็บข้อมูลซึ่งเป็นสถานที่ทำงานจริง มีอุณหภูมิอากาศ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วลมซึ่งปรับตั้งไว้เพื่อให้เกิดความสะดวกสบายในการทำงานมากที่สุด และไม่สามารถปรับให้มีความเร็วลมเพิ่มขึ้นได้มากเนื่องจากสถานที่เก็บข้อมูล เป็นที่ซึ่งมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศจากส่วนกลาง และมิได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ปรับความเร็วลมเฉพาะส่วนไว้ ดังนั้นหากปรับเพิ่มความเร็วลมในการทดสอบนี้ ก็จะรบกวนการทำงานของผู้อื่นซึ่งไม่ได้อยู่ในการทดสอบด้วย

Regression Statistics	
Multiple R	0.702731
R Square	0.493831
Adjusted R Square	0.487781
Standard Error	0.540243
Observations	255

ANOVA

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	3	71.47191	23.82397	81.62735	6.93E-37
Residual	251	73.25751	0.291863		
Total	254	144.7294			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-3.6059	0.628478	-5.73751	2.76E-08	-4.84366	-2.36814
clo	0.906847	0.350028	2.590787	0.010136	0.217481	1.596213
DB	0.208639	0.013957	14.94832	1.45E-36	0.18115	0.236127
rh	0.0191	0.006214	3.073779	0.002347	0.006862	0.031338

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (Regression Statistics) พบว่าระดับความสบายมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง (Multiple R = 0.7) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสบายประมาณ 49.5 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.4938) ส่วนที่เหลืออีก 50.62 เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจากตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความสบายจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.5402 ระดับ (Standard error = 0.5402)

กำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

สมมติฐาน คือ $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$

$H_i: \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า 6.92906E-37 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i: \beta_i \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความสบายได้

จึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรจะมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรจะมีค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่

สมมติฐาน คือ $H_0: \alpha = 0$

$H_i: \alpha \neq 0$

กำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P-Value ที่ได้ มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i: \alpha \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การทดสอบตัวแปรอิสระใดๆ

สมมติฐาน คือ $H_0: \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 = 0$

$H_i: \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 \neq 0$

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด คือ 0.05 แล้วจะพบว่า ค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระทุกตัว มีค่าน้อยกว่าค่า α

ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_i

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความสบายได้ คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) อุณหภูมิอากาศ (DB) และความชื้นสัมพัทธ์ (Rh)

ดังนั้นสมการพยากรณ์สำหรับคนซึ่งอยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ จึงเป็น

$$Y = -3.6059 + 0.9068*clo+0.0191*Rh + 0.2086*DB$$

เมื่อ Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว
มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 คือ จากหนาวถึงร้อน
clo คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย
Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์
DB คือ อุณหภูมิอากาศ

4.2.6 การวิเคราะห์การถดถอยเปรียบเทียบข้อมูลจากสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศภายในอาคาร

นำข้อมูลที่เก็บจากสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศภายในอาคารมาวิเคราะห์รวมกัน โดยให้ dummy vent. คือ ค่าตัวแทนของสถานที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ ให้ค่า 0 คือ สถานที่ปรับอากาศ และ 1 คือ สถานที่ไม่ปรับอากาศ ได้ผลดังนี้

Regression Statistics	
Multiple R	0.763488
R Square	0.582914
Adjusted R Square	0.578227
Standard Error	0.556287
Observations	541

	df	*SS*	*MS*	*F*	*Significance F*
Regression	6	230.9503	38.49171	124.3852	4.91E-98
Residual	534	165.2494	0.309456		
Total	540	396.1996			

	Coefficients	*Standard Error*	*t Stat*	*P-value*	*Lower 95%*	*Upper 95%*
Intercept	-3.31579	0.336651	-9.84934	3.84E-21	-3.97712	-2.65447
dummy	-0.37838	0.112122	-3.37469	0.000793	-0.59863	-0.15812
clo	0.932827	0.231956	4.021562	6.61E-05	0.477168	1.388487
DB	0.209945	0.008525	24.62694	4.84E-90	0.193199	0.226692
Rh	0.007074	0.00218	3.244745	0.001249	0.002791	0.011357
MRT	0.015497	0.00404	3.835926	0.00014	0.007561	0.023432
wind	-0.58032	0.265641	-2.18461	0.029352	-1.10215	-0.05849

เมื่อวิเคราะห์สถิติการถดถอย (Regression Statistics) พบว่าระดับความสบายมีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง (Multiple R = 0.763) โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสบายประมาณ 58.2 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.582) ส่วนที่เหลืออีก 41.8 เปอร์เซ็นต์มีสาเหตุจาก ตัวแปรอื่นๆที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความสบายจะมีค่าคลาดเคลื่อนประมาณ 0.556 ระดับ (Standard error = 0.556)

กำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

สมมติฐาน คือ $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = \beta_6 = 0$

$H_i: \beta_i \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า 4.91E-98 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i: \beta_i \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีตัวแปรอิสระบางตัวที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความสบายได้

จึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรจะมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรจะมีค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่

สมมติฐาน คือ $H_0: \alpha = 0$

$H_i: \alpha \neq 0$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P-Value ที่ได้ คือ 3.84E-21 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน $H_i: \alpha \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การทดสอบตัวแปรอิสระใด ๆ

สมมติฐาน คือ $H_0 : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 = 0$

$H_i : \beta_i / \beta_1 \ldots \beta_6 \neq 0$

เมื่อพิจารณาค่าความน่าจะเป็น P-Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ dummy vent. = 0.000793

ตัวแปรอิสระ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) = 6.61E-05

ตัวแปรอิสระ ความชื้นสัมพัทธ์ (Rh) = 0.001249

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิอากาศ (DB) = 4.84E-90

ตัวแปรอิสระ ความเร็วลม (wind) = 0.029352

ตัวแปรอิสระ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) = 0.00014

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P-Value เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนด คือ 0.05 แล้วจะพบว่า ค่า P-Value สำหรับตัวแปรอิสระ ทุกตัว มีค่าน้อยกว่าค่า α

ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมติฐาน H_0 และยอมรับสมมติฐาน H_i

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ความสบายได้ คือ ค่าความต้านทานความร้อนของเครื่องแต่งกาย (clo) อุณหภูมิอากาศ (DB) อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย (MRT) ความเร็วลม (wind) และความชื้นสัมพัทธ์ (RH)

และสรุปได้ว่าในสถานที่ซึ่งมีการระบายอากาศโดยวิธีการต่างกัน ก็จะมีเส้นการถดถอยต่างกันด้วย (จากค่า P-Value ของตัวแปรอิสระ dummy vent ที่มีนัยสำคัญทางสถิติ บอกให้รู้ว่ามีความแตกต่างของความชันของสมการความสบายสำหรับพื้นที่ปรับอากาศและไม่ปรับอากาศ)

สมการพยากรณ์ คือ

$$Y = -3.315 - 0.378*\text{dummy vent.} + 0.937*\text{clo} + 0.209*\text{DB} + 0.007*\text{Rh} - 0.015*\text{MRT} - 0.580*\text{wind}$$

เมื่อ Y คือ ระดับความรู้สึกร้อนหนาว

มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 5 คือ จากหนาวถึงร้อน

dummy vent คือ ลักษณะการระบายอากาศ

มีค่าเป็น 0 เมื่ออยู่ในพื้นที่ปรับอากาศ และมีค่าเป็น 1 เมื่ออยู่ในพื้นที่ไม่ปรับอากาศ

clo คือ ค่าการต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า

Rh คือ ความชื้นสัมพัทธ์

DB	คือ	อุณหภูมิอากาศ
Wind	คือ	ความเร็วลม
MRT	คือ	อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อนเฉลี่ย