รายการอ้างอิง

เปรมใจ ตรีสรานุวัฒนา. *การวิเคราะห์การถดถอย*. กรุงเทพมหานคร: ภาควิชาสถิติ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. เครื่องวัดและบันทึกดัชนีอุณหภูมิแบบ WBGT. *นิทรรศการวิชาการทางวิศวกรรม ครั้งที่ 9 จุฬาวิชาการ'33* (พฤศจิกายน 2533): 47-49.

สมจิต วัฒนาชยากูล,รศ. *สถิติวิเคราะห์เบื้องต้น*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ประกายพรึก, 2532.

Ashrae. *Foundmental handbook*. Physiological principles for comfort and health. (n.p.), 1985.

Bruel and Kjær. *Instruction manual of thermal comfort meter type 1212*. (n.p.), 1986.

Bjarne W.Olesen. *Evaluation of moderate thermal comfort evironments*. (n.p.,n.d.)

________. Heat stress. *Technical review No 2* (n.p.), 1985: 17-35.

________. *The use of a thermal comfort meter*. (n.p.), 1989. 285-293.

Moderate thermal environments. *ISO.Draft proposal DP 7730*. (n.p.), 1982.

Fanger,P.O. *Thermal comfort analysis and application in environmental engineering*. New york: McGraw-Hill book company, 1970.

Frank P.Incropera and David P.Dewitt. *Introduction to heat transfer*. New york: John Wiley & sons, 1985.

Fred N.Kerlinger and Elazar J. Pedhazur. *Multiple regression in behavioral research*. New york: Holt,Rinehart and winston, 1973.

Jones,W.P. *Air conditioning engineering*. Newyork: Edward Arnold, 1973.

Tanabe, S. and Kimura, K. *Thermal comfort requirements under hot and humid conditions*. (n.p.,n.d.): 3-9.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

การทดลองของ Fanger เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างการโหวตเฉลี่ยกับอุณหภูมิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.1 <u>เงื่อนไขการทดลอง</u>

สมการความสบายหาได้จากการทดลองของชาวอเมริกันวัยเรียน จึงมีคำถามว่าสามารถนำมาใช้กับชนชาติอื่นได้หรือไม่ Fanger ได้ทำการทดลองกับชาวเดนมาร์กจำนวน 256 คน เป็นคนวัยเรียนชาย 64 คน หญิง 64 คน อายุเฉลี่ย 23 ปี คนสูงอายุชาย 64 คน หญิง 64 คนอายุเฉลี่ย 68 ปี ใส่เสื้อผ้ามาตราฐาน 0.6 clo เป็นผ้าฝ้ายสวมเสื้อเชิ้ตและกางเกงขายาวปล่อยชายเสื้อ ผู้ชายใส่กางเกงในผ้าฝ้าย ไม่ใส่เสื้อคอกลม หรือ ที-เชิ้ต ผู้หญิงใส่ยกทรงและกางเกงในใส่ถุงเท้าสั้นแต่ไม่สวมรองเท้าทุกคน อยู่ในห้องทดสอบ กว้าง 2.8 เมตร ยาว 5.6 เมตร เพดานสูง 2.8 เมตร มีการควบคุมอุณหภูมิอากาศ , ความชื้นอากาศ , t_{mrt} ความเร็วอากาศอย่างดี เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อมคงที่ตลอดเวลาทดลอง 3 ชั่วโมง อุณหภูมิอากาศทั้งหมดมี 4 ระดับคือ 21.1˚c , 23.3˚c , 25.6˚c , 27.8˚c ค่า t_{mrt} = อุณหภูมิอากาศ , ความเร็วอากาศประมาณ 0.1 m/s ความชื้นสัมพัทธ์แต่ละอุณหภูมิ = 30% , 70% ดังนั้นจะมี 8 เงื่อนไข แต่ละเงื่อนไขจะทดสอบกับคน 8 คน ต่อ 1 กลุ่ม คือ ชายวัยเรียน 8 คน หญิงวัยเรียน 8 คน ผู้สูงอายุชาย 8 คน และผู้สูงอายุหญิง 8 คน เวลาในการทดสอบแต่ละวันคือ 14.00-17.00 น. และ 19.00-22.00 น. ซึ่งเหมือนกับการทดลองของ Nevins ในฤดูใบไม้ร่วงปี 1968

ก.2 <u>ขั้นตอนการทดลอง</u>

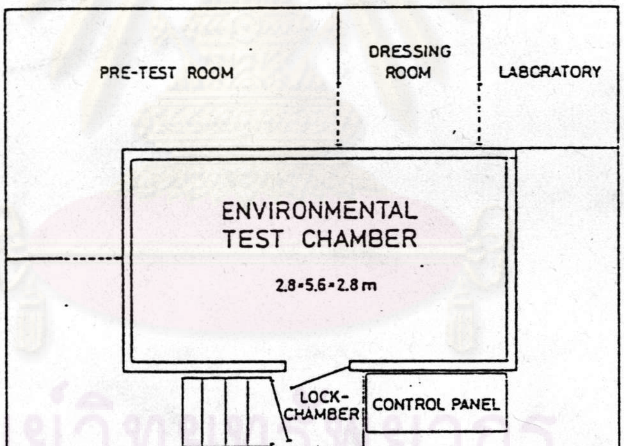
คนทดสอบมีการนอน , การกินปกติ ก่อนการทดสอบ หลังจากเข้าห้องก่อนสอบ (Pretestroom) 30 นาที อุณหภูมิร่างกายของคนทดสอบไม่เกิน 37.2˚c ทุกคนได้รับการแนะนำเกี่ยวกับจุดประสงค์การทดสอบและวิธีการโหวตเป็นอย่างดี เมื่อเข้าห้องทดสอบทุกคนจะอยู่ในท่านั่งและศึกษางานอยู่บนโต๊ะทำงาน อนุญาตให้สนทนาเบาๆ ได้ แต่ต้องไม่มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมที่กำลังทดสอบอยู่ อนุญาตให้สูบบุหรี่ได้เพียงเล็กน้อย หลังจากนั้น 1/2 ชม. คนทดสอบจะตอบคำถามในแบบสอบถามความรู้สึกความร้อน

1 หรือ -3 = หนาวมาก , 2 หรือ -2 = หนาว , 3 หรือ -1 = หนาวเล็กน้อย , 4 หรือ 0 = พอดี , 5 หรือ +1 = ร้อนเล็กน้อย , 6 หรือ +2 = ร้อน , 7 หรือ +3 = ร้อนมาก

ซึ่งเป็นแบบฟอร์มที่นิยมใช้กันมากในการศึกษาความสบายของ Ashrae

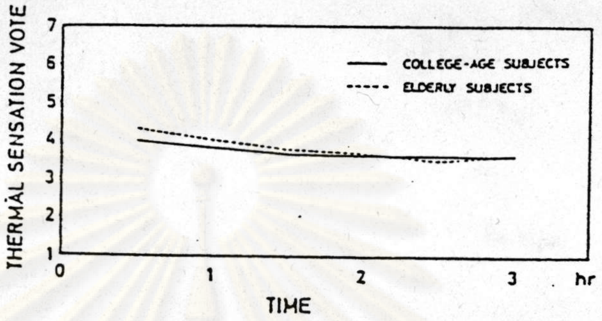
แบบฟอร์มนี้จะถูกนำมานับคะแนน และจะทำลักษณะเดียวกันทุก 1/2 ชม. จนครบ 3 ชม. คนทดสอบสามารถดื่มน้ำได้เท่าที่ต้องการ โดยจะจดบันทึกค่าไว้ แต่ไม่อนุญาตให้กินอาหาร

หลักจากครบ 6 ครั้งแล้ว การโหวตที่บันทึกไว้จะไม่นำมาใช้อีก และจะแจกแบบฟอร์มอีกชุด เพื่อหาข้อมูลเกี่ยวกับ ความสามารถในการตอบคำถามของคนทดสอบ ซึ่ง Rohles ได้เคยนำมาใช้ประกอบด้วย 24 ช่วงอุณหภูมิจาก 10 ˚c - 33 ˚c ช่วงละ 1 ˚c นอกจากคนทดสอบจะตอบคำถามเกี่ยวกับอุณหภูมิที่เขารู้สึกแล้ว คนทดสอบจะใส่ตัว C ลงข้างๆอุณหภูมิที่ตนรู้สึกสบายด้วย ถ้าอุณหภูมิเย็นกว่าอุณหภูมิสบาย จะใส่เครื่องหมายลบ ถ้าสูงกว่าจะใส่เครื่องหมายบวก และก่อนออกจากห้องทดสอบ ทุกคนจะตอบคำถามเกี่ยวกับ อาหาร,การนอนหลับ, ประจำเดือน ฯลฯ ก่อนมีการทดสอบ



รูปที่ ก.1 Floor plan ของห้องทดสอบที่ Techn. Univ. of denmark

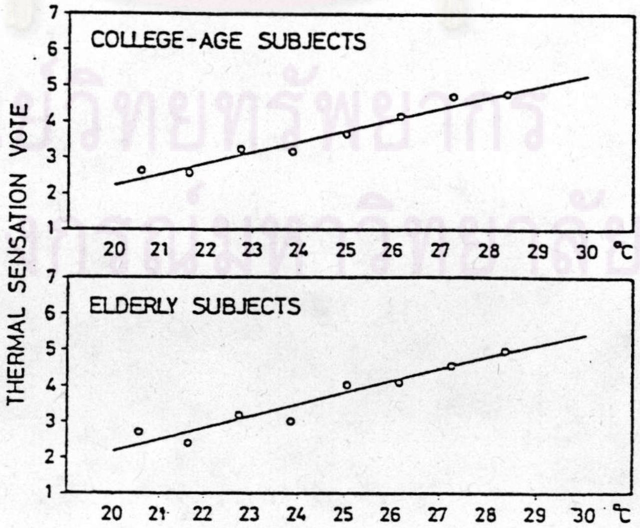
ก.3 ผลลัพธ์ที่ได้



รูปที่ ก.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างการโหวตเฉลี่ยกับเวลา

จะเห็นได้ว่า ค่าเฉลี่ยการโหวตเป็นฟังก์ชั่นของเวลา ช่วงเวลาแรกจะมีการโหวตที่ร้อนกว่า อาจเกิดจาก Activity ของคนทดสอบก่อนทดสอบยังมีค่าสูงอยู่ ช่วงเวลาหลังๆจึงเข้าสู่เงื่อนไข Steady state

เมื่อนำผลการโหวตของกลุ่มคนทดสอบมาพล็อตเทียบกับ Ambient temp.จะได้ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 การโหวตเฉลี่ย(3 ครั้งสุดท้ายของแต่ละกลุ่ม)กับอุณหภูมิของชาวเดนมาร์ก

ผลการทดลองของ Fanger และ Nevins จะเป็นดังตารางที่ ก.1 และ ก.2

ตารางที่ ก.1 สมการเส้นถดถอย

Group	Number	Regression Equation[1]	Correlation Coefficient of Determination R^2	Estimated Residual Standard Deviation of Mean Votes $S_{Y\|T}$
College-age Danish:				
Females + Males	128	$Y = -3.836 + 0.3048T$	0.716	0.768
Females	64	$Y = -5.963 + 0.3907T$	0.803	0.751
Males	64	$Y = -1.709 + 0.2190T$	0.615	0.731
Elderly Danish:				
Females + Males	128	$Y = -4.241 + 0.3206T$	0.667	0.925
Females	64	$Y = -6.090 + 0.4001T$	0.757	0.901
Males	64	$Y = -2.391 + 0.2412T$	0.569	0.906
College-age American:				
Females + Males	720	$Y = -4.625 + 0.3376T$	0.796	0.756
Females	360	$Y = -5.678 + 0.3735T$	0.834	0.727
Males	360	$Y = -3.574 + 0.3019T$	0.783	0.709

Y = Estimated Population Mean Vote.
T = Ambient Temperature (rh = 50%).

[1] The statistical analysis shows that the linear description of Y by T is not quite complete, and the model is therefore only an approximative description. By the comparison made in the following between the different groups, the magnitude of the test statistics will nevertheless serve as a good indicator for possible differences.

(Y=4 คือ โหวตที่รู้สึกสบาย)

ตารางที่ ก.2 อุณหภูมิกลาง(Neutral temp.) ของคนทดสอบต่าง ๆ (°c)

Group	Females + Males	Females	Males
College-age Danish Subjects	25.71	25.50	26.07
Elderly Danish Subjects	25.71	25.22	26.50
College-age American Subjects	25.55	25.91	25.09
Comfort Equation	25.6		

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณและตาราง F-distribution

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.1 ตัวอย่างการวิเคราะห์การถดถอยพหุคูณ

จากตาราง ข.1 มีตัวแปรตาม;Y เป็นทัศนคติต่อการแสดงออก ตัวแปรอิสระ X_1 คือ การชอบมีอำนาจ X_2 คือ ความมั่นใจ X_3 คือ ความมีวินัย

ในที่นี้ต้องการทราบว่าตัวแปรอิสระทั้งสามตัว สามารถทำนายค่าตัวแปรตามได้ดีแค่ไหน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE ข.1 FICTITIOUS EXAMPLE: ATTITUDES TOWARD OUTGROUPS (Y), AUTHORITARIANISM (X_1), DOGMATISM (X_2), AND RELIGIOSITY (X_3) MEASURES; MULTIPLE REGRESSION

Y	X_1	X_2	X_3	Y'	$Y-Y'=d$
2	2	5	1	2.5396	−.5396
1	2	4	2	2.1029	−1.1029
1	1	5	4	2.4831	−1.4831
1	1	3	4	1.2351	−.2351
5	3	6	5	4.5312	.4688
4	4	4	6	4.0889	−.0889
7	5	6	3	5.3934	1.6066
6	5	4	3	4.1454	1.8546
7	7	3	7	5.5074	1.4926
8	6	3	7	4.8890	3.1110
3	4	3	8	3.8395	−.8395
3	3	6	9	5.2804	−2.2804
6	6	9	5	8.2584	−2.2584
6	6	8	4	7.4471	−1.4471
10	8	9	5	9.4952	.5048
9	9	6	5	8.2416	.7584
6	10	4	7	7.9866	−1.9866
6	9	5	8	8.1795	−2.1795
9	4	8	8	6.9595	2.0405
10	4	9	7	7.3962	2.6038
Σ: 110	99	110	108	110	$\Sigma d = 0$
M: 5.50	4.95	5.50	5.40		$\Sigma d^2 = 55.4866$
Σ^2: 770	625	690	676	714.5168 $\Sigma y'^2 = 109.5168$	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE ข.2 DEVIATION SUMS OF SQUARES AND CROSS PRODUCTS, CORRELATION COEFFICIENTS, AND STANDARD DEVIATIONS OF DATA OF TABLE 4.1[a]

	y	x_1	x_2	x_3
y	165.00	100.50	63.00	43.00
x_1	*.6735*	134.95	15.50	39.40
x_2	*.5320*	*.1447*	85.00	2.00
x_3	*.3475*	*.3521*	*.0225*	92.80
s	2.9469	2.6651	2.1151	2.2100

[a]The table entries are as follows. The first line gives, successively, Σy^2, the deviation sum of squares of Y, the cross products of the deviations of X_1 and Y, $\Sigma x_1 y$, X_2 and Y, $\Sigma x_2 y$, and X_3 and Y, $\Sigma x_3 y$. The entries in the second, third, and fourth lines, on the diagonal and above, are: Σx_1^2, $\Sigma x_1 x_2$, and $\Sigma x_1 x_3$; Σx_2^2, $\Sigma x_2 x_3$; and Σx_3^2. The italicized entries *below* the diagonal are the correlation coefficients. The standard deviations are given in the last line.

ตัวอย่างการคำนวณค่าในตาราง ข.2

165.00 หาจากสูตร $\Sigma y^2 = \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2 / N$

100.50 หาจากสูตร $\Sigma x_1 y = \Sigma X_1 Y - (\Sigma X_1)(\Sigma Y) / N$

0.6735 หาสูตรจาก $r_{x1y} = \Sigma x_1 y / (\Sigma x_1^2 \Sigma y^2)^{0.5}$

2.9469 หาจากสูตร $s_y = (\Sigma y^2 / N-1)^{0.5}$

<u>หมายเหตุ</u> ค่าในตารางที่มีตำแหน่งต่ำกว่าเส้น diagonals เป็น สปส. สหสัมพันธ์

เมื่อแทนค่า สปส. สหสัมพันธ์ใน สมการ(4.10) จะได้ดังนี้

$$\beta 1 + 0.1447\,\beta 2 + 0.3521\,\beta 3 = 0.6735$$
$$0.1447\,\beta 1 + \beta 2 + 0.0225\,\beta 3 = 0.5320$$
$$0.3521\,\beta 1 + 0.0225\,\beta 2 + \beta 3 = 0.3475$$

เขียนอยู่ในรูป matrix จะได้

$$\begin{bmatrix} 1.0000 & 0.1447 & 0.3521 \\ 0.1447 & 1.0000 & 1.0225 \\ 0.3521 & 0.0225 & 1.0000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \beta_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.6735 \\ 0.5320 \\ 0.3475 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \beta 1 \\ \beta 2 \\ \beta 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.0000 & 0.1447 & 0.3521 \\ 0.1447 & 1.0000 & 0.0225 \\ 0.3521 & 0.0225 & 1.0000 \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} 0.6735 \\ 0.5320 \\ 0.3475 \end{bmatrix}$$

$$[\beta_j] = [R_{ij}]^{-1} [R_{yi}]$$

$[R_{ij}]^{-1}$ หาจาก $[R_{ij}]\,[R_{ij}]^{-1} = [I]$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I คือ Identity matrix

$$\begin{bmatrix} \beta 1 \\ \beta 2 \\ \beta 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.1665 & -0.1595 & -0.4071 \\ -0.1595 & 1.0223 & 0.0331 \\ -0.4071 & 0.0331 & 1.1426 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0.6735 \\ 0.5320 \\ 0.3475 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.5593 \\ 0.4479 \\ 0.1405 \end{bmatrix}$$

หรือ $\beta_1 = 0.5593$ $\beta_2 = 0.4479$ $\beta_3 = 0.1405$

เมื่อทราบค่า · จะหาค่า b ได้จากสูตร

$$b_j = \beta_j (s_y/s_j)$$

เมื่อ b_j คือ regression weight ที่ j = 1 , 2 , 3

s_y คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของตัวแปรตาม Y

s_j คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานของตัวแปรอิสระ

แทนค่าจะได้ $b_1 = (0.5593)(2.9469/2.6651) = 0.6184$

$b_2 = (0.4479)\ (2.9469/2.1151) = 0.6240$

$b_3 = (0.1405)(2.9469/2.2100) = 0.1873$

$$\therefore a = \bar{Y} - b_1\bar{X}_1 - b_2\bar{X}_2 - b_3\bar{X}_3$$

$$= 5.50 - (0.6184)(4.95) - (0.6240)(5.50) - (0.1873)(5.40)$$

$$= -2.0045$$

ดังนั้นสมการถดถอยคือ

$$Y' = -2.0045 + 0.6184\ x_1 + 0.6240\ X_2 + 0.1873\ X_3$$

เมื่อนำสมการถดถอยนี้ไปใช้จะได้คอลัมน์ Y' และ d ในตารางที่ ข.1 และผลรวม Y' , d = 110 และ 0 ตามลำดับ

$$SS_{reg} = \Sigma y'^{\,2}$$

$$= 109.5168$$

$$SS_{res} = \Sigma d^2$$

$$= 55.4866$$

จากสูตร $R = \Sigma yy' / (\Sigma y^2\ \Sigma y'^2)^{0.5}$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$= \frac{109.5151}{(165*109.5168)^{0.5}}$$

$$= 0.8147$$

หรือหาจากสูตร $R^2 = SS_{reg}/SS_t$

เมื่อ R^2 คือ สปส.การตัดสินใจเชิงพหุคูณที่บอกถึงสัดส่วนของความแปรปรวนในตัวแปรตาม Y ที่อธิบายได้ด้วยตัวแปรอิสระต่าง ๆ ในเส้นถดถอย

ในที่นี้ $R^2 = \frac{109.5168}{165} = 0.6637$

และ $R = 0.8147$

การทดสอบนัยสำคัญด้วย F-ratio เพื่อทดสอบสมมุติฐานว่าตัวแปรอิสระ $X_1 \ldots X_K$ มีความสัมพันธ์กับ Y ตามรูปแบบหรือไม่ ดังนี้

$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \ldots \beta_K = 0$

$H_1 = \beta_j \neq 0$ อย่างน้อย 1 ตัว

$$F = \frac{R^2/K}{(1-R^2)/(N-K-1)}$$

$$= \frac{0.6637/3}{(1-0.6637)/(20-3-1)}$$

$$= 10.526$$

เมื่อ K = จำนวนตัวแปรอิสระ

จากตาราง F-distribution จะได้ว่า ที่ 3 และ 16 องศาอิสระ มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 (10.526 > 5.290)

ผลการทดลองสรุปได้ว่า ความแตกต่างที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญ นั่นคือ β มีค่าแตกต่างจากศูนย์อย่างมีนัยสำคัญ แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่ารูปแบบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรดังกล่าวนี้เหมาะสม ดังนั้น จึงต้องทำการทดสอบสัมประสิทธิ์การถดถอยที่ละตัวต่อไป

ขณะนี้เรายังไม่ทราบว่า X ตัวไหนมีอิทธิพลต่อ Y มากหรือน้อย

สมมุติว่า ข้อมูลในตาราง ข.1 มีตัวแปรอิสระเพียง X_1 และ X_2 เท่านั้น เมื่อวิเคราะห์การถดถอยจะได้ข้อมูลดังนี้

$b_1 = 0.6737 \qquad b_2 = 0.6183$

$Y' = -1.2356 + 0.6737\, X_1 + 0.6183\, X_2$

$ss_{reg} = 106.6614 \qquad ss_{res} = 58.3386$

$R^2_{y.12} = 0.6464 \qquad F = 15.541$

$R^2_{y.12}$ คือ สปส. การตัดสินใจของ Y ที่มีตัวแปรอิสระเป็น X_1 และ X_2 จาก F-distribution ที่องศาอิสระเป็น 2 และ 17 จะได้ว่าสมการการถดถอย มีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 และจากการวิเคราะห์ที่ผ่านมา

$R_y{}^2{}_{.123} = 0.6637$

$F = 10.526$

จึงเกิดคำถามขึ้นว่า การเพิ่ม x_3 เข้ามาเป็นการเพิ่มนัยสำคัญแก่สมการถดถอยหรือไม่ เพื่อตอบคำถามนี้จึงต้องมีการวิเคราะห์ทาง F-ratio ต่อไป

$H_o \; : \; \beta_3 = 0$

$H_1 \; : \; \beta_3 \neq 0$

$$F = \frac{(R^2_{y.123} - R^2_{y.12})/(K_1 - K_2)}{(1 - R^2_{y.123}) \;/\; (N - K_1 - 1)}$$

เมื่อ K_1 คือ จำนวนตัวแปรอิสระของ R^2 ที่ใหญ่กว่า กรณีนี้คือ 3

K_2 คือ จำนวนตัวแปรอิสระของ R^2 ที่เล็กกว่า กรณีนี้คือ 2

แทนค่าจะได้ว่า $$F = \frac{(0.6637 - 0.6464)/(3-2)}{(1 - 0.6637)/(20-3-1)}$$

$= 0.824$ (ไม่มีนัยสำคัญ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การไม่ปฏิเสธ แสดงว่าตัวแปรอิสระนั้นไม่สำคัญ สามารถตัดออกจากรูปแบบได้หรือการเพิ่ม X_3 เข้าในการวิเคราะห์ฯไม่ช่วยให้ค่าทำนาย Y ดีขึ้น และสูตรการหาค่า F สามารถเขียนอยู่ในรูปทั่วไปได้ดังนี้

$$F = \frac{(R^2_{y.12..k1} - R^2_{y.12,,k2})/(K_1 - K_2)}{(1 - R^2_{y.12..k1})/(N - K_1 - 1)}$$

เมื่อ $R^2_{y.12..k1}$ คือ สปส.การตัดสินใจเชิงพหุคูณของ Y ที่มีตัวแปรอิสระ K_1 ตัว (สปส.ที่มีค่ามากกว่า)

$R^2_{y.12..k2}$ คือ สปส.การตัดสินใจเชิงพหุคูณของ Y ที่มีตัวแปรอิสระ K_2 ตัว (สปส.ที่มีค่าน้อยกว่า)

เมื่อทดสอบต่อไปว่า การเพิ่ม X_2 เข้าไปในการวิเคราะห์ฯ จะทำให้ได้ค่าทำนายที่ดีขึ้นหรือไม่ จะได้ว่า

H_o: $\beta_2 = 0$

H_1: $\beta_2 \neq 0$

$$F = \frac{(R^2_{y.12} - R^2_{y.1})/(K_1 - K_2)}{(1 - R^2_{y.12})/(N - K_1 - 1)}$$

$R^2_{y.1} = 0.4536$

$R^2_{y.12} = 0.6464$

แทนค่า

$$F = \frac{(0.6464 - 0.4536)/(2-1)}{(1 - 0.6464)/(20 - 2 - 1)}$$

$$= 9.269$$

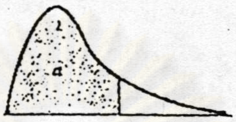
ที่องศาอิสระ 1 และ 17 จะมีระดับนัยสำคัญที่ 0.01 ความแตกต่างที่เกิดขึ้นมีนัยสำคัญดังนั้นการเพิ่ม X_2 เข้าในการวิเคราะห์ฯ เป็นการเพิ่มความแม่นยำในการทำนายค่า Y

สรุปได้ว่า X_1 เป็นตัวทำนายค่า Y ที่ดี การเพิ่ม X_2 เข้ามาจะทำให้ความแม่นยำในการทำนายค่าดีขึ้น แต่ X_3 ให้ สปส. การตัดสินในเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย จนถือว่าจะไม่มีความสำคัญต่อการวิเคราะห์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE ข.3 Percentiles of the *F* distribution

Entry is $F(a; \nu_1, \nu_2)$ where $P\{F(\nu_1, \nu_2) \leq F(a; \nu_1, \nu_2)\} = a$.



$F(a; \nu_1, \nu_2)$

$a = .95$

denominator *df*	numerator *df* 1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE ข.3 Percentiles of the F distribution (continued)

$a = .95$

numerator df										
10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	denominator df
241.9	243.9	245.9	248.0	249.1	250.1	251.1	252.2	253.3	254.3	1
19.40	19.41	19.43	19.45	19.45	19.46	19.47	19.48	19.49	19.50	2
8.79	8.74	8.70	8.66	8.64	8.62	8.59	8.57	8.55	8.53	3
5.96	5.91	5.86	5.80	5.77	5.75	5.72	5.69	5.66	5.63	4
4.74	4.68	4.62	4.56	4.53	4.50	4.46	4.43	4.40	4.36	5
4.06	4.00	3.94	3.87	3.84	3.81	3.77	3.74	3.70	3.67	6
3.64	3.57	3.51	3.44	3.41	3.38	3.34	3.30	3.27	3.23	7
3.35	3.28	3.22	3.15	3.12	3.08	3.04	3.01	2.97	2.93	8
3.14	3.07	3.01	2.94	2.90	2.86	2.83	2.79	2.75	2.71	9
2.98	2.91	2.85	2.77	2.74	2.70	2.66	2.62	2.58	2.54	10
2.85	2.79	2.72	2.65	2.61	2.57	2.53	2.49	2.45	2.40	11
2.75	2.69	2.62	2.54	2.51	2.47	2.43	2.38	2.34	2.30	12
2.67	2.60	2.53	2.46	2.42	2.38	2.34	2.30	2.25	2.21	13
2.60	2.53	2.46	2.39	2.35	2.31	2.27	2.22	2.18	2.13	14
2.54	2.48	2.40	2.33	2.29	2.25	2.20	2.16	2.11	2.07	15
2.49	2.42	2.35	2.28	2.24	2.19	2.15	2.11	2.06	2.01	16
2.45	2.38	2.31	2.23	2.19	2.15	2.10	2.06	2.01	1.96	17
2.41	2.34	2.27	2.19	2.15	2.11	2.06	2.02	1.97	1.92	18
2.38	2.31	2.23	2.16	2.11	2.07	2.03	1.98	1.93	1.88	19
2.35	2.28	2.20	2.12	2.08	2.04	1.99	1.95	1.90	1.84	20
2.32	2.25	2.18	2.10	2.05	2.01	1.96	1.92	1.87	1.81	21
2.30	2.23	2.15	2.07	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.78	22
2.27	2.20	2.13	2.05	2.01	1.96	1.91	1.86	1.81	1.76	23
2.25	2.18	2.11	2.03	1.98	1.94	1.89	1.84	1.79	1.73	24
2.24	2.16	2.09	2.01	1.96	1.92	1.87	1.82	1.77	1.71	25
2.22	2.15	2.07	1.99	1.95	1.90	1.85	1.80	1.75	1.69	26
2.20	2.13	2.06	1.97	1.93	1.88	1.84	1.79	1.73	1.67	27
2.19	2.12	2.04	1.96	1.91	1.87	1.82	1.77	1.71	1.65	28
2.18	2.10	2.03	1.94	1.90	1.85	1.81	1.75	1.70	1.64	29
2.16	2.09	2.01	1.93	1.89	1.84	1.79	1.74	1.68	1.62	30
2.08	2.00	1.92	1.84	1.79	1.74	1.69	1.64	1.58	1.51	40
1.99	1.92	1.84	1.75	1.70	1.65	1.59	1.53	1.47	1.39	60
1.91	1.83	1.75	1.66	1.61	1.55	1.50	1.43	1.35	1.25	120
1.83	1.75	1.67	1.57	1.52	1.46	1.39	1.32	1.22	1.00	∞

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE ข.3 **Percentiles of the F distribution (continued)**

$\alpha = .99$

denominator df	numerator df 1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4052	4999.5	5403	5625	5764	5859	5928	5981	6022
2	98.50	99.00	99.17	99.25	99.30	99.33	99.36	99.37	99.39
3	34.12	30.82	29.46	28.71	28.24	27.91	27.67	27.49	27.35
4	21.20	18.00	16.69	15.98	15.52	15.21	14.98	14.80	14.66
5	16.26	13.27	12.06	11.39	10.97	10.67	10.46	10.29	10.16
6	13.75	10.92	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98
7	12.25	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72
8	11.26	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91
9	10.56	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35
10	10.04	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94
11	9.65	7.21	6.22	5.67	5.32	5.07	4.89	4.74	4.63
12	9.33	6.93	5.95	5.41	5.06	4.82	4.64	4.50	4.39
13	9.07	6.70	5.74	5.21	4.86	4.62	4.44	4.30	4.19
14	8.86	6.51	5.56	5.04	4.69	4.46	4.28	4.14	4.03
15	8.68	6.36	5.42	4.89	4.56	4.32	4.14	4.00	3.89
16	8.53	6.23	5.29	4.77	4.44	4.20	4.03	3.89	3.78
17	8.40	6.11	5.18	4.67	4.34	4.10	3.93	3.79	3.68
18	8.29	6.01	5.09	4.58	4.25	4.01	3.84	3.71	3.60
19	8.18	5.93	5.01	4.50	4.17	3.94	3.77	3.63	3.52
20	8.10	5.85	4.94	4.43	4.10	3.87	3.70	3.56	3.46
21	8.02	5.78	4.87	4.37	4.04	3.81	3.64	3.51	3.40
22	7.95	5.72	4.82	4.31	3.99	3.76	3.59	3.45	3.35
23	7.88	5.66	4.76	4.26	3.94	3.71	3.54	3.41	3.30
24	7.82	5.61	4.72	4.22	3.90	3.67	3.50	3.36	3.26
25	7.77	5.57	4.68	4.18	3.85	3.63	3.46	3.32	3.22
26	7.72	5.53	4.64	4.14	3.82	3.59	3.42	3.29	3.18
27	7.68	5.49	4.60	4.11	3.78	3.56	3.39	3.26	3.15
28	7.64	5.45	4.57	4.07	3.75	3.53	3.36	3.23	3.12
29	7.60	5.42	4.54	4.04	3.73	3.50	3.33	3.20	3.09
30	7.56	5.39	4.51	4.02	3.70	3.47	3.30	3.17	3.07
40	7.31	5.18	4.31	3.83	3.51	3.29	3.12	2.99	2.89
60	7.08	4.98	4.13	3.65	3.34	3.12	2.95	2.82	2.72
120	6.85	4.79	3.95	3.48	3.17	2.96	2.79	2.66	2.56
∞	6.63	4.61	3.78	3.32	3.02	2.80	2.64	2.51	2.41

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE ข.3 Percentiles of the F distribution (concluded)

$a = .99$

numerator df										
10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞	denominator df
6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	6313	6339	6366	1
99.40	99.42	99.43	99.45	99.46	99.47	99.47	99.48	99.49	99.50	2
27.23	27.05	26.87	26.69	26.60	26.50	26.41	26.32	26.22	26.13	3
14.55	14.37	14.20	14.02	13.93	13.84	13.75	13.65	13.56	13.46	4
10.05	9.89	9.72	9.55	9.47	9.38	9.29	9.20	9.11	9.02	5
7.87	7.72	7.56	7.40	7.31	7.23	7.14	7.06	6.97	6.88	6
6.62	6.47	6.31	6.16	6.07	5.99	5.91	5.82	5.74	5.65	7
5.81	5.67	5.52	5.36	5.28	5.20	5.12	5.03	4.95	4.86	8
5.26	5.11	4.96	4.81	4.73	4.65	4.57	4.48	4.40	4.31	9
4.85	4.71	4.56	4.41	4.33	4.25	4.17	4.08	4.00	3.91	10
4.54	4.40	4.25	4.10	4.02	3.94	3.86	3.78	3.69	3.60	11
4.30	4.16	4.01	3.86	3.78	3.70	3.62	3.54	3.45	3.36	12
4.10	3.96	3.82	3.66	3.59	3.51	3.43	3.34	3.25	3.17	13
3.94	3.80	3.66	3.51	3.43	3.35	3.27	3.18	3.09	3.00	14
3.80	3.67	3.52	3.37	3.29	3.21	3.13	3.05	2.96	2.87	15
3.69	3.55	3.41	3.26	3.18	3.10	3.02	2.93	2.84	2.75	16
3.59	3.46	3.31	3.16	3.08	3.00	2.92	2.83	2.75	2.65	17
3.51	3.37	3.23	3.08	3.00	2.92	2.84	2.75	2.66	2.57	18
3.43	3.30	3.15	3.00	2.92	2.84	2.76	2.67	2.58	2.49	19
3.37	3.23	3.09	2.94	2.86	2.78	2.69	2.61	2.52	2.42	20
3.31	3.17	3.03	2.88	2.80	2.72	2.64	2.55	2.46	2.36	21
3.26	3.12	2.98	2.83	2.75	2.67	2.58	2.50	2.40	2.31	22
3.21	3.07	2.93	2.78	2.70	2.62	2.54	2.45	2.35	2.26	23
3.17	3.03	2.89	2.74	2.66	2.58	2.49	2.40	2.31	2.21	24
3.13	2.99	2.85	2.70	2.62	2.54	2.45	2.36	2.27	2.17	25
3.09	2.96	2.81	2.66	2.58	2.50	2.42	2.33	2.23	2.13	26
3.06	2.93	2.78	2.63	2.55	2.47	2.38	2.29	2.20	2.10	27
3.03	2.90	2.75	2.60	2.52	2.44	2.35	2.26	2.17	2.06	28
3.00	2.87	2.73	2.57	2.49	2.41	2.33	2.23	2.14	2.03	29
2.98	2.84	2.70	2.55	2.47	2.39	2.30	2.21	2.11	2.01	30
2.80	2.66	2.52	2.37	2.29	2.20	2.11	2.02	1.92	1.80	40
2.63	2.50	2.35	2.20	2.12	2.03	1.94	1.84	1.73	1.60	60
2.47	2.34	2.19	2.03	1.95	1.86	1.76	1.66	1.53	1.38	120
2.32	2.18	2.04	1.88	1.79	1.70	1.59	1.47	1.32	1.00	∞

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค.

การใช้เครื่องมือในการเก็บข้อมูลและรูปการทดสอบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.1 <u>วิธีการหาค่า</u> t_o

ใช้ 1212 และ MM0023 หาค่า t_o เนื่องจาก MM0023 (หรือเรียกว่า probe) จะมี sensor อยู่ที่ผิว สามารถหาค่า t_a , t_{mrt} , v_a ของสิ่งแวดล้อมรอบๆ ได้ t_a และ t_{mrt} ใน probe จะมีค่าเท่ากัน และการสูญเสียความร้อนระหว่างคนกับสถานที่เก็บข้อมูลเท่ากับการสูญเสียความร้อนที่เกิดขึ้นใน probe ดังนั้น t_o คือ อุณหภูมิผิวเฉลี่ยของ probe นั่นเอง และการวัด t_o จึงไม่ขึ้นกับค่าที่จะตั้งบนหน้าปัทม์ด้านหน้า (Front panel) ของเครื่อง

หรือหาจากสมการ

$$t_o = ((h_c.t_a)+h_r.t_{mrt})/(h_c+h_r)$$

เมื่อ

t_a = อุณหภูมิอากาศ (˚c)

t_{mrt} = อุณหภูมิการแผ่ความร้อนเฉลี่ย (˚c)

h_c = สัมประสิทธิ์การพาความร้อน($W/m^2\cdot c$)

h_r = สัมประสิทธิ์การแผ่รังสีความร้อน($W/m^2\cdot c$)

หรือตามมาตราฐาน ISO 7730 สามารถหา t_o จากสมการง่ายๆ (Simplified equation) ดังนี้

$$t_o = A.t_a + (1- A) . t_{mrt}$$

เมื่อ A ขึ้นอยู่กับ ความเร็วอากาศ ; v (m/s)

v	น้อยกว่า 0.2	0.2 - 0.6	0.6 - 1.0
A	0.5	0.6	0.7

ค.2 <u>วิธีการหาค่า</u> t_e

ใช้ 1212 และ MM0023 หาค่า t_e เพราะว่า probe มีองค์ประกอบและการทำงานดังนี้

5.1.2.1 ขนาดและรูปร่างของ probe ได้รับการออกแบบให้มี ratio การพาความร้อนและการแผ่ความร้อนใกล้เคียงกับร่างกายคน

5.1.2.2 ผิวของ probe จะถูก heat ถึงอุณหภูมิผิวนอกโดยเฉลี่ยของเสื้อผ้าที่คนใส่อยู่จากการ select ค่า I_{cl} , Activity ,kP_a ที่ front panel ของ 1212

5.1.2.3 ภายใน probe จะมีลวดความร้อน (Temperature indepedent resistance wire) เป็น heating element พันรอบ probe และมีลวดความต้านทานขนาดเดียวกันอีกเส้นพันทับลวดความร้อนไว้

5.1.2.4 กระแสไฟฟ้าที่ผ่านลวดความร้อน คือปริมาณการสูญเสียความร้อนของ probe

5.1.2.5 ลวดความต้านทานจะวัดค่าอุณหภูมิผิวเฉลี่ยของ probe

5.1.2.6 จากข้อ 5.1.2.4 และ 5.1.2.5 เครื่อง 1212 จะคำนวณค่า t_e ออกมา

หรือสามารถหา t_e ได้จากสมการประมาณค่า ของ Madsen ได้ดังนี้

เมื่อ ความเร็วอากาศน้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.1 m/s

$$t_e = 0.55\ t_a + 0.45\ t_{mrt}$$

แต่ถ้าความเร็วอากาศมากกว่า 0.1 m/s

$$t_e = 0.55\ t_a + 0.45\ t_{mrt} + (0.24-0.75\ v^{0.5})(36.5-t_a)/(1+I_{cl})$$

ค.3 <u>แผงด้านหน้าของ 1212</u>

รูปที่ ค.1 Front panel ของ Comfort meter 1212

จากซ้ายมือ

ปุ่มแรกคือ clothing มีตำแหน่งค่า I_{cl} ให้เลือก 12 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 0 ถึง 2.0 clo

(1 clo = 0.155 $^{\circ}$c m^2/W)

ปุ่มที่สองคือ Activity มีชนิดลักษณะงานให้เลือก 12 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 0.8 ถึง 4.0 met

(1 met = 50 kcal/m^2.hr= 58.2 W/m^2)

ปุ่มที่สามคือ Vapour pressure มีค่าความดันไอให้เลือก 12 ตำแหน่ง ตั้งแต่ 0.3 ถึง 3.6 kPa

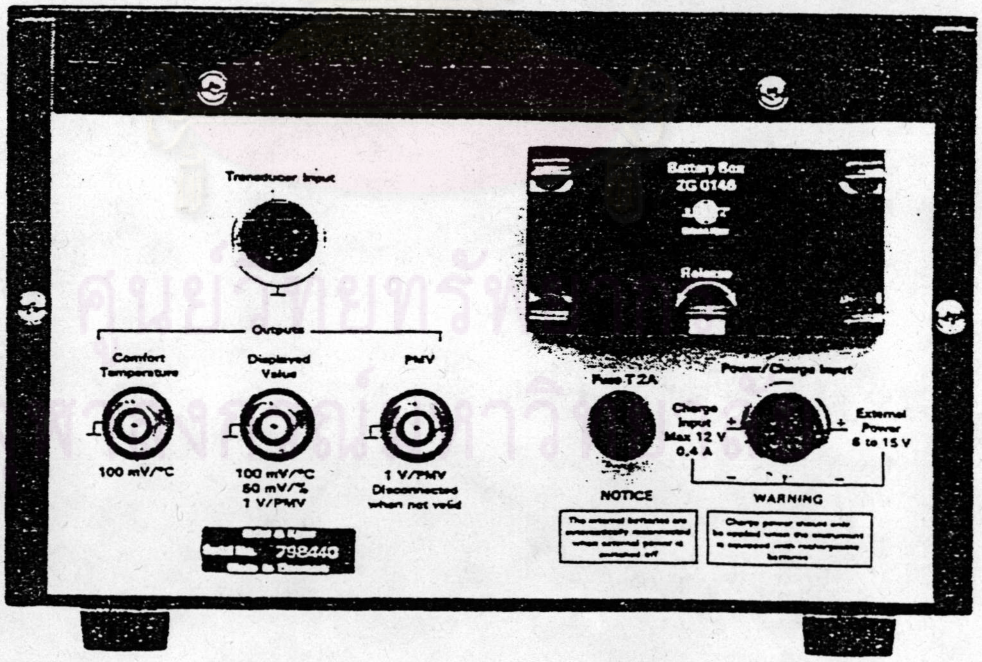
ปุ่มที่สี่คือ Function สามารถเลือกการวัดค่าได้ 6 ชนิด ค่าที่วัดจะปรากฏบนจอด้วย ทศนิยม 1 ตำแหน่ง ตำแหน่งต่าง ๆ มีดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Power off : ปิดเครื่อง
Oper.Temp. : อุณหภูมิทำงาน (˚c)
Comf. Temp. : อุณหภูมิสบาย (˚c)
Equiv. Temp. : อุณหภูมิเทียบเท่า (˚c)
Dif. Temp. : อุณหภูมิแตกต่าง (K)
PMV : ดัชนีทำนายการโหวตเฉลี่ย
PPD : เปอร์เซ็นต์ทำนายความรู้สึกไม่สบาย (%)

การหมุนปุ่มฟังก์ชั่นมาที่ Comf. Temp., Equiv. Temp., Dif. Temp., PMV , PPD จะมีกระแสป้อนเข้า MM0023 เพื่อ HEAT ให้ร้อน

Transducer MM0023 จะต่อเข้าด้านหลังของ 1212 ที่ Transducer input



รูปที่ ค.2 Rear panel Comfort 1212

ค.4 แบบฟอร์มการโหวตเกี่ยวกับภาวะสบายเชิงความร้อน

ชื่อสถานที่เก็บข้อมูล ....

วัน, เวลาเก็บข้อมูล ....

ค.4.1 คำตอบเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้ตอบ

โปรดทำเครื่องหมาย " / " ในวงเล็บที่สอดคล้องกับความรู้สึกของท่าน

ค.4.1.1 ความรู้สึกของท่านเกี่ยวกับสภาพอากาศในขณะนี้

( )	( )	( )	( )	( )	( )	( )
-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
หนาวมาก	หนาว	หนาวเล็กน้อย	พอดี	ร้อนเล็กน้อย	ร้อน	ร้อนมาก

ค.4.1.2 ช่วงทดสอบท่านกำลังทำอะไรอยู่ โปรดใส่เปอร์เซนต์เวลาของกิจกรรมนั้นด้วย

	รายการ	เปอร์เซนต์เวลา
	( ) ยืนเก็บข้อมูลใส่แฟ้ม	
	( ) นั่งอ่านหนังสือ	
	( ) นั่งเขียนหนังสือ	
	( ) นั่งพิมพ์เอกสาร	
	( ) นั่งเก็บข้อมูลใส่แฟ้ม	
	( ) นั่งคุย	
	( ) ยืนคุย	
	( ) เดิน	
	( ) ยกของหรือห่อของ	
อื่น ๆ	( )	
	รวม	100 %

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.4.1.3 ท่านเป็นคนที่มีความรู้สึกต่อสภาพอากาศในห้องนี้อย่างไร

( ) ไวต่อสภาพอากาศ ( ) ปกติ ( ) ช้าต่อสภาพอากาศ

ค.4.1.4 ขณะนี้สภาพร่างกายของท่าน

( ) ปกติดี ( ) ไม่ปกติเป็นไข้ ( ) ไม่ปกติเมื่อคืนนอนพักผ่อนไม่เพียงพอ

( ) ไม่ปกติเนื่องจาก ....

....

ค.4.2 คำตอบเกี่ยวกับเสื้อผ้าที่ใช้

โปรดทำเครื่องหมาย " / " หน้ารายการที่แสดงไว้ข้างล่างซึ่งท่านกำลังสวมใส่อยู่ขณะนี้ และโปรดกรุณาดูทั้งหมดก่อนตอบ

สุภาพสตรี

เสื้อบางครึ่งท่อน
เสื้อหนาครึ่งท่อน
เสื้อยืดคอกลมหรือทีเชิ๊ต
เสื้อเสว็ตเตอร์หนา
เสื้อเสว็ตเตอร์บาง
เสื้อแจ็คเก็ตหนา
เสื้อแจ็คเก็ตบาง
เสื้อสูตรอ่อน
เสื้อสูตรหนา
เสื้อวอร์ม
เสื้อผ้าร่ม
กระโปรงบาง
กระโปรงบางมีซับใน
กระโปรงหนา

สุภาพบุรุษ

เสื้อเชิ๊ตแขนสั้นบาง
เสื้อเชิ๊ตแขนสั้นหนา
เสื้อเชิ๊ตแขนยาวบาง
เสื้อเชิ๊ตแขนยาวหนา
เสื้อเชิ๊ตแขนยาวบางพับแขน
เสื้อเชิ๊ตแขนยาวหนาพับแขน
ผูกเน็คไทหรือหูกระต่าย
เสื้อกั๊กบาง
เสื้อกั๊กหนา
เสื้อเสว็ตเตอร์บาง
เสื้อเสว็ตเตอร์หนา
เสื้อสูตรอ่อน
เสื้อวอร์ม
เสื้อผ้าร่ม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

<u>สุภาพสตรี</u>

กางเกง slacks หนา
กางเกง slacks บาง
เสื้อกระโปรงหนา
เสื้อกระโปรงบาง
สลิปสั้น
สลิปยาว
รองเท้าแตะ
รองเท้าหนังหรือผ้าใบหุ้มส้น
รองเท้าบู๊ต
ถุงเท้าสั้น
ถุงเท้ายาว
ถุงน่อง
อื่น ๆ โปรดระบุ
....
....
....
....

<u>สุภาพบุรุษ</u>

เสื้อแจ็คเก็ตบาง
เสื้อแจ็คเก็ตหนา
กางเกงขายาวหนา
กางเกงขายาวบาง
ถุงเท้าสั้น
ถุงเท้ายาว
รองเท้าแตะ
รองเท้าหนังหรือผ้าใบหุ้มส้น
รองเท้าบู๊ต
เสื้อกล้าม
เสื้อยืดคอกลมหรือทีเชิ๊ต
อื่น ๆ โปรดระบุ
....
....
....
....
....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.4.3 ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านผู้ตอบคำถาม

โปรดให้ข้อมูลเกี่ยวกับตัวท่านโดยตอบคำถามเหล่านี้

อายุ ปี

เพศ ( ) ชาย ( ) หญิง

น้ำหนัก ก.ก.

ส่วนสูง ซ.ม.

การศึกษาสูงสุด

( ) ต่ำกว่าปริญญาตรี ( ) ปริญญาตรี ( ) สูงกว่าปริญญาตรี

ท่านใช้เครื่องปรับอากาศในบ้านของท่านหรือไม่

( ) ไม่ได้ใช้ ( ) ใช้เพียงบางเวลา ( ) ใช้ตลอดเวลา

ท่านคิดว่าท่านมีความรู้สึกที่ไวต่ออุณหภูมิมากน้อยเท่าใด เมื่อเปรียบเทียบกับคนโดยเฉลี่ย

( ) น้อยกว่า ( ) พอ ๆ กัน ( ) มากกว่า

ท่านคิดว่าท่านมีความรู้สึกไวต่อความชื้นมากน้อยเพียงใด เมื่อเปรียบเทียบกับ คนโดยเฉลี่ย

( ) น้อยกว่า ( ) พอ ๆ กัน ( ) มากกว่า

ยังมีข้อมูลที่ท่านอยากจะแจ้งให้ทราบเกี่ยวกับสภาพอากาศที่คนจะรู้สึกสบายในสถานที่ทำงานของท่าน (โปรดให้รายละเอียดย่อ ๆ)

....

....

....

ขออภัย หากคำถามในแบบสอบถามเป็นการล่วงเกินสิทธิส่วนตัว แต่เพื่อประโยชน์ทางวิชาการ โปรดกรอกข้อมูลตามความเป็นจริงด้วย และขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้.

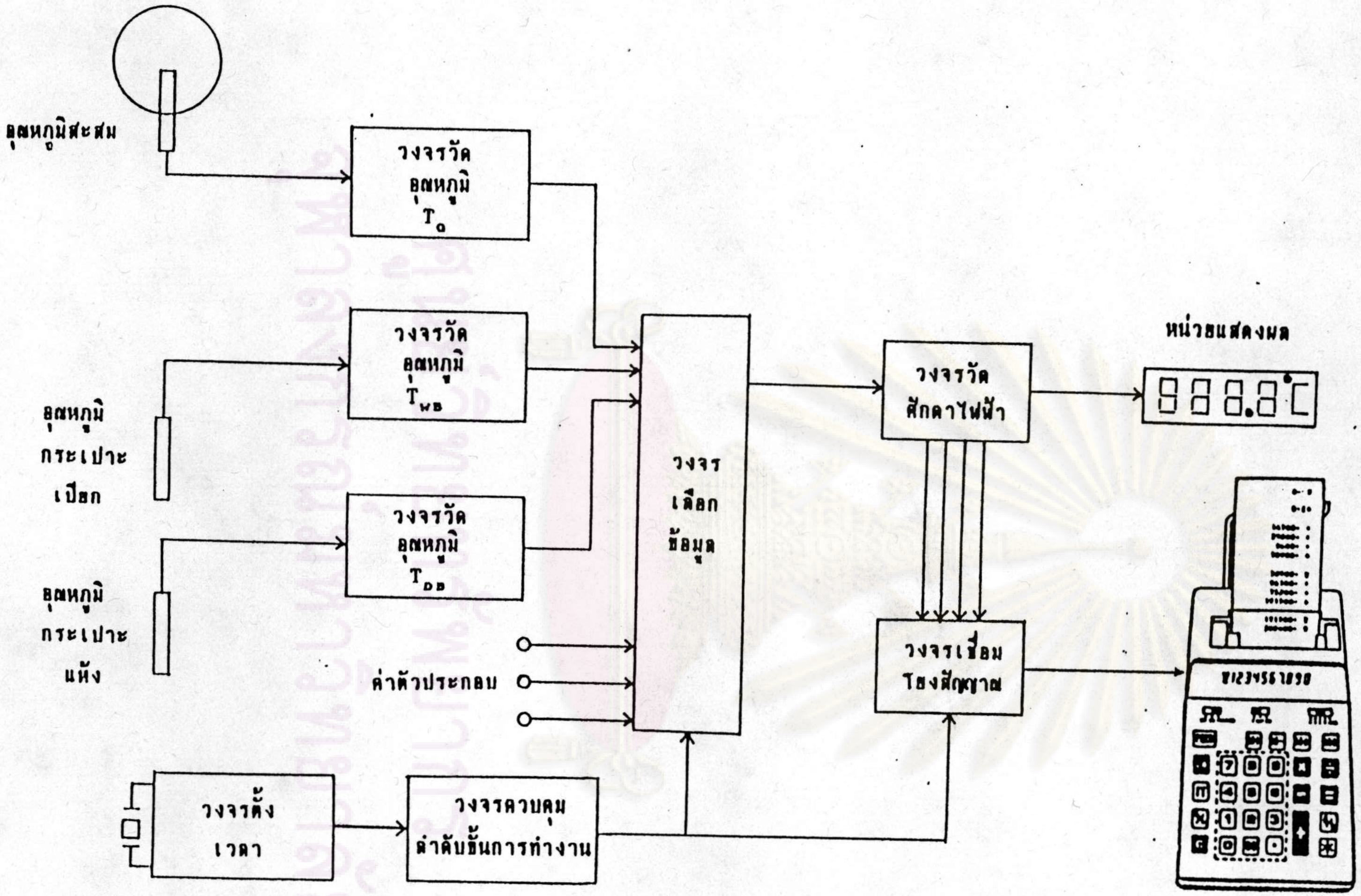
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.5 คุณลักษณะ วิธีการใช้และการปรับเทียบเครื่อง WBGT

ค.5.1 คุณลักษณะและวิธีการใช้

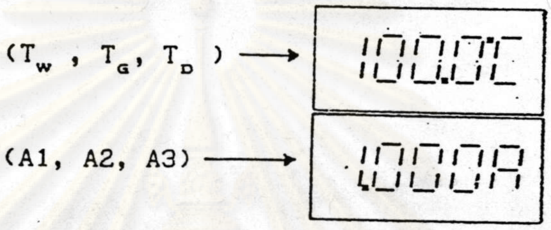
ลักษณะและวิธีการใช้เครื่อง WBGT(Wet bulb globe temperature index recorder) สร้างโดยอาจารย์ภาควิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีจุดประสงค์ใช้หาผลกระทบต่อสุขภาพต่อสุขภาพของคนงานอันเกิดจากความร้อนภายในโรงงานอุตสาหกรรม เครื่อง WBGT ประกอบด้วยวงจรวัดอุณหภูมิ 3 ชุด สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง 0 - 100 ˚c มีความละเอียด 0.1 ˚c มีความผิดพลาดในการวัดน้อยกว่า -0.5 ˚c แสดงผลเชิงเลขด้วยไดโอดเปล่งแสงขนาด 3 1/2 หลัก สำหรับอ่านค่าอุณหภูมิกระเปาะเปียกเชิงธรรมชาติ(Neutral wet bulb temperature) อุณหภูมิกระเปาะแห้งและอุณหภูมิสะสมภายใน globe ส่งข้อมูลเข้าบันทึกบนเครื่องพิมพ์ขนาดเล็ก และมีวงจรการตั้งเวลาการพิมพ์ค่า สามารถเลือกตั้งเวลาได้จาก 0.1 นาที ถึง 50 นาที เป็นขั้น ๆ โดยเลือกตัวตั้ง 1,2,5 และตัวประกอบ *0.1,*1.0,*10 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



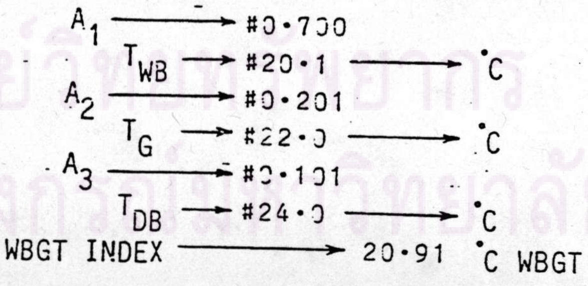
รูปที่ ค3 แผนภาพการทำงานของเครื่องวัดและบันทึกดรรชนีอุณหภูมิแบบ WBGT

เมื่อเริ่มเปิดสวิทช์ วงจรรีเซ็ทของเครื่องจะล้างข้อมูลในเครื่องคำนวณและวงจรตั้งเวลา หน้าปัทม์จะแสดงผลของ t_w,t_d,t_g,A_1,A_2 หรือ A_3 ตามตำแหน่งของสวิทช์เลือกข้อมูล โดยจะแสดงผลดังนี้



รูปที่ ค.4 หน้าปัทม์แสดงผลของ WBGT

เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลาที่ตั้งไว้ เครื่อง WBGT จะรายงานผลการวัดโดยการสั่งพิมพ์ข้อมูลตามลำดับดังนี้



รูปที่ ค.5 รูปแบบข้อมูลบนเครื่องพิมพ์

การใช้เครื่อง WBGT ในงานวิจัย WBGT จะถูกนำมาใช้วัดอุณหภูมิกระเปาะแห้ง (t_dหรือ t_a)และอุณหภูมิสะสมภายใน globe(t_g)เท่านั้น จะไม่วัด t_w เนื่องจากเป็นคนละตัวกับอุณหภูมิกระเปาะเปียกใน Psychrometric เพราะ t_w ตัวนี้จะรับอิทธิพลจากอุณหภูมิ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อากาศ ความเร็วอากาศ อุณหภูมิการแผ่รังสีความร้อน และความชื้นของสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะที่เร็วอากาศต่ำ ๆ และมีอัตราการแผ่รังสีความร้อนสูง แต่อุณหภูมิกระเปาะเปียกใน Psychro.จะรับอิทธิพลจากความชื้น และอุณหภูมิอากาศของสิ่งแวดล้อมเพื่อหาค่าความชื้นสัมพัทธ์หรือความดันไอน้ำ โดยมีความเร็วอากาศผ่าน sensor มากกว่า 2 เมตรต่อวินาที

ดังนั้นในการวัดอุณหภูมิอากาศในห้องทดสอบ จึงใช้ sensor ทั้ง 2 ตัว (t_d,t_w) มาเฉลี่ยเป็นอุณหภูมิกระเปาะแห้ง ส่วนดัชนี A_1,A_2,A_3 ก็ไม่มีความจำเป็นในงานวิจัยครั้งนี้

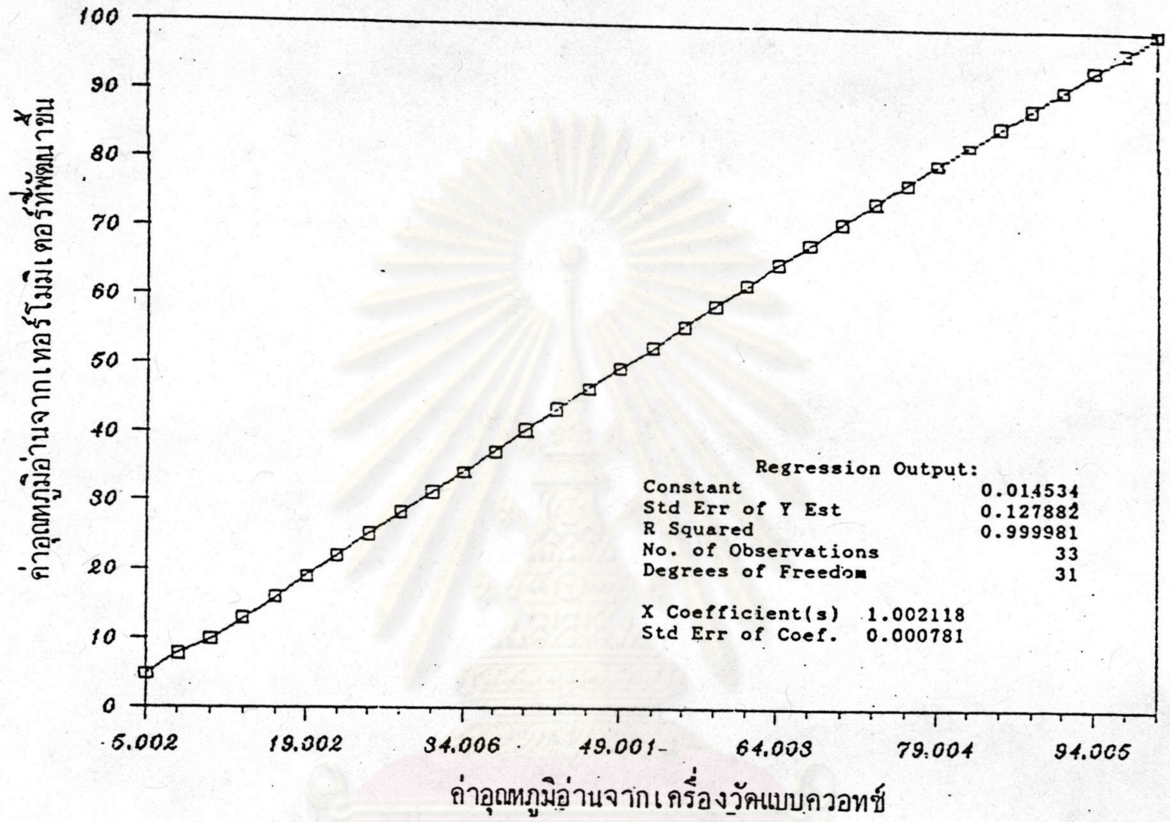
ค.5.2 การปรับเทียบ(กล่าวถึงเฉพาะวงจรวัดอุณหภูมิ) โดยการแช่ sensor วัดอุณหภูมิลงในอ่างควบคุมอุณหภูมิ(ปรับอุณหภูมิได้ตั้งแต่-5 ถึง 100 °c ของ Haake รุ่น G/D3) โดยเริ่มปรับอุณหภูมิต่ำสุดที่ 0°c และสูงสุดที่ 100°c จนค่าที่อ่านบนมิเตอร์ถูกต้องมากที่สุด ต่อมานำมาทดสอบการอ่านค่าอุณหภูมิที่จุดเยือกแข็ง และจุดเดือดเทียบกับเครื่องอ่านอุณหภูมิแบบควอทซ์ จะได้ผลการวัดอุณหภูมิและกราฟดังนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ค.1 ผลการวัดอุณหภูมิเปรียบเทียบระหว่างเทอร์โมมิเตอร์ของ WBGT กับเครื่องวัดอุณหภูมิแบบควอทซ์

ค่าอุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิแบบควอทซ์ °C	ค่าอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์ที่พัฒนาขึ้น °C	ความคลาดเคลื่อน °C
5.002	4.9	-0.1
8.005	7.9	-0.1
10.001	9.9	-0.1
13.002	12.9	-0.1
16.005	15.9	-0.1
19.002	19.0	0.0
22.001	22.1	0.1
25.003	25.1	0.1
28.001	28.2	0.2
31.002	31.2	0.2
34.006	34.1	0.1
37.001	37.1	0.1
40.003	40.2	0.2
43.004	43.2	0.2
46.002	46.2	0.2
49.001	49.2	0.2
52.003	52.1	0.1
55.001	55.2	0.2
58.001	58.2	0.2
61.002	61.2	0.2
64.003	64.3	0.3
67.007	67.2	0.2
70.000	70.3	0.3
73.001	73.2	0.2
76.002	76.3	0.3
79.004	79.3	0.3
82.005	82.3	0.3
85.001	85.3	0.3
88.000	88.2	0.2
91.001	91.1	0.1
94.005	94.1	0.1
97.001	96.9	-0.1
100.003	99.9	-0.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ค.6 เส้นกราฟแสดงผลทดสอบความสัมพันธ์ของอุณหภูมิที่วัดด้วยเทอร์โมมิเตอร์ระบบเชิงเลขและวัดด้วยเครื่องวัดอุณหภูมิแบบควอทซ์

ต่อจากนั้นได้มีการทดสอบขั้นสุดท้ายด้วยการเปิดให้เครื่องทำงานติดต่อกัน 7วัน ในบรรยากาศปกติ เพื่อหาข้อบกพร่องในการบันทึกผลและความคลาดเคลื่อนของค่าตัวประกอบและการอ่านอุณหภูมิของเทอร์โมมิเตอร์ทั้ง 3 ชุด การวัดผลพิจารณาจากรายงานการบันทึกผลจากเครื่องพิมพ์ทุก ๆ 20 นาที ค่า A_1, A_2, A_3 ที่ตั้งเวลาจะคลาดเคลื่อนไม่เกิน 0.005 ค่า t_w, t_d, t_g ซึ่งวาง sensor ไว้ในตำแหน่งเดียวกันจะให้ค่าแตกต่างกันไม่เกิน 0.4°c

ค.6 <u>ตัวอย่างการแต่งกายของคนทดสอบ</u>

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชาย : เชิ้ตแขนสั้น, กางเกงขายาว light weight, ถุงเท้า, รองเท้าพื้นหนา, กางเกงใน

0.15 + 0.2 + 0.02 + 0.04 + 0.03

= <u>0.44</u> clo

หญิง : เสื้อกระโปรงบางแขนสั้น, slip 1/2 ท่อน, ถุงน่อง, รองเท้าพื้นบาง, ยกทรง+กางเกงใน

0.2 + 0.1 + 0.03 + 0.02 + 0.03

= <u>0.38</u> clo

ชาย : เชิ้ตแขนยาว light weight, กางเกงขายาว light weight, ถุงเท้า,รองเท้าพื้นหนา กางเกงใน, เสื้อกล้าม

0.2 + 0.2 + 0.02 + 0.04 + 0.03 + 0.04 = <u>0.53</u> clo

หญิง : เสื้อ 1/2 ท่อนแขนยาว light weight, กระโปรงบาง 1/2 ท่อน, slip 1/2 ท่อน, ถุงน่อง, รองเท้าพื้นบาง, ยกทรง+กางเกงใน

0.15 + 0.15 + 0.1 + 0.03 + 0.02 + 0.03 = <u>0.48</u> clo

ชาย : เสื้อแขนยาว light weight, เสื้อยืดคอกลม, กางเกงขายาว normal, ถุงเท้า, รองเท้าพื้นหนา, กางเกงใน

0.2 + 0.09 + 0.25 + 0.02 + 0.04 + 0.03 = <u>0.63</u> clo

หญิง : เสื้อ 1/2 แขนยาวหนา, กระโปรงหนา, ถุงน่อง, รองเท้าพื้นบาง, ยกทรง+กางเกงใน

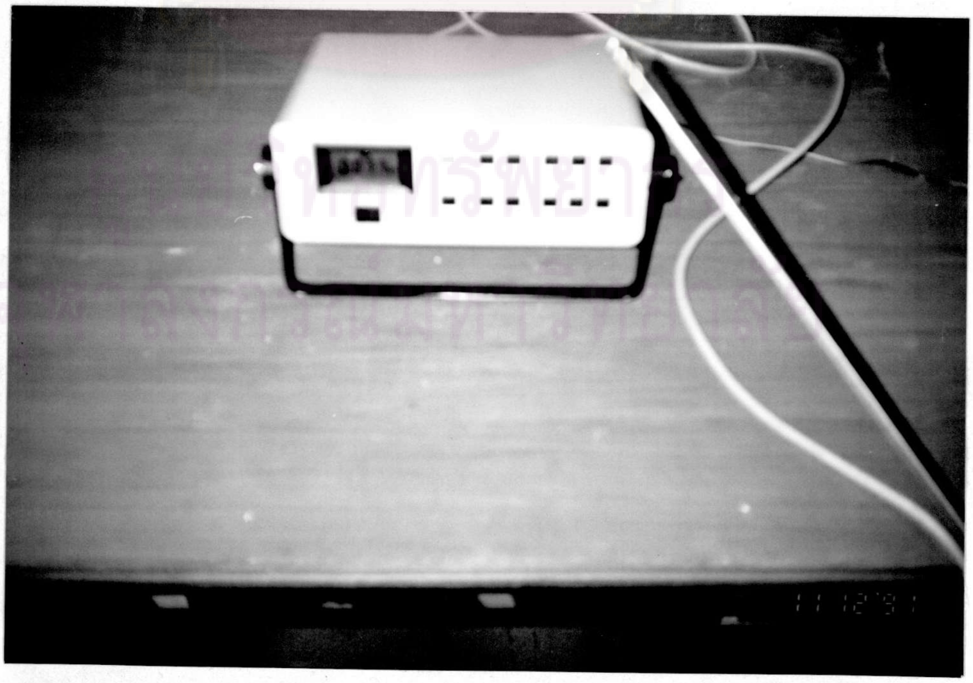
0.25 + 0.25 + 0.03 + 0.02 + 0.03 = <u>0.58</u> clo

ค.7 <u>รูปเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล</u>

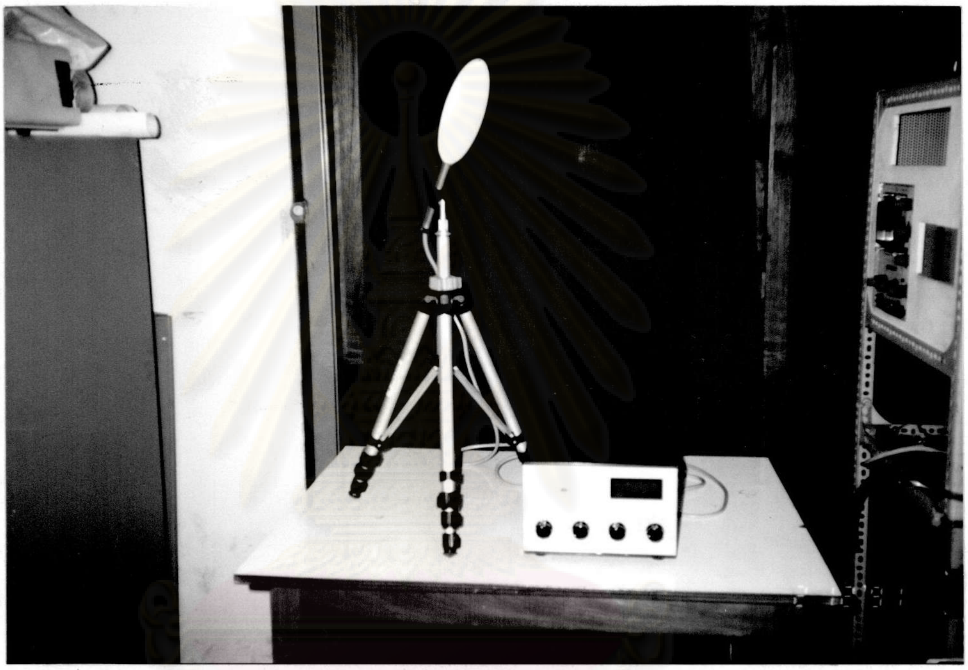
เครื่องวัดและบันทึกดัชนีอุณหภูมิแบบWBGT

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เครื่องวัดความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศแบบเชิงเลข



เครื่องวัดความเร็วอากาศแบบ HOT WIRE

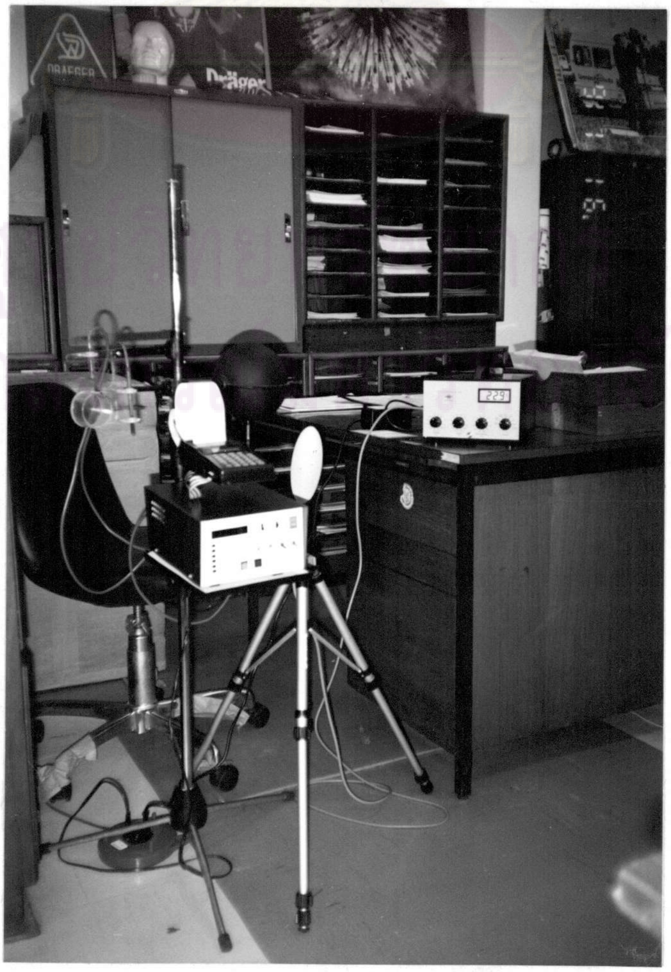


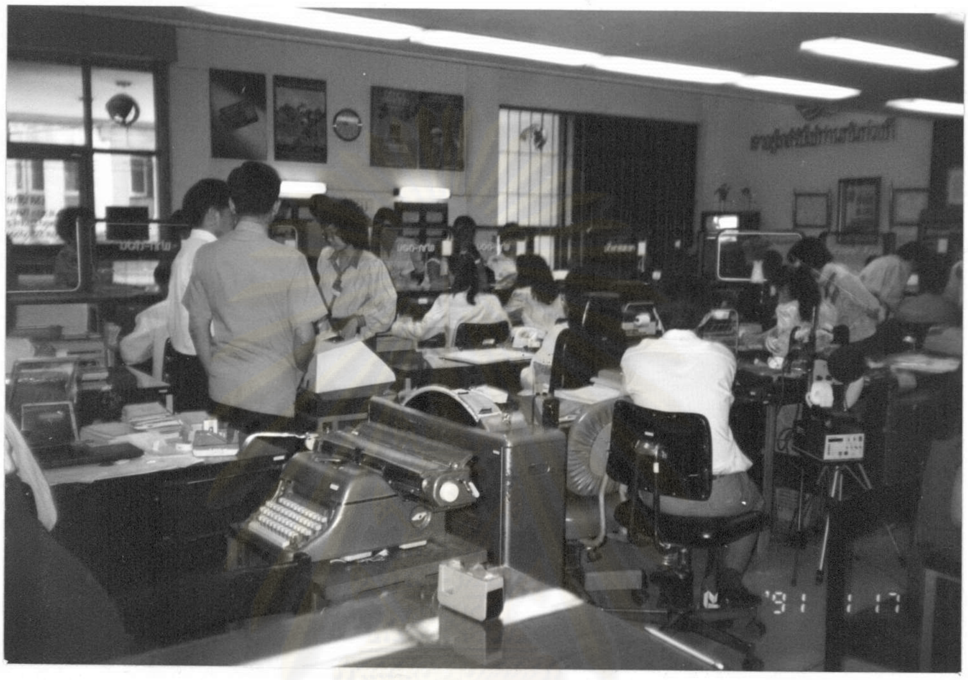
COMFORT METER 1212 และ TRANSDUCER MM0023

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

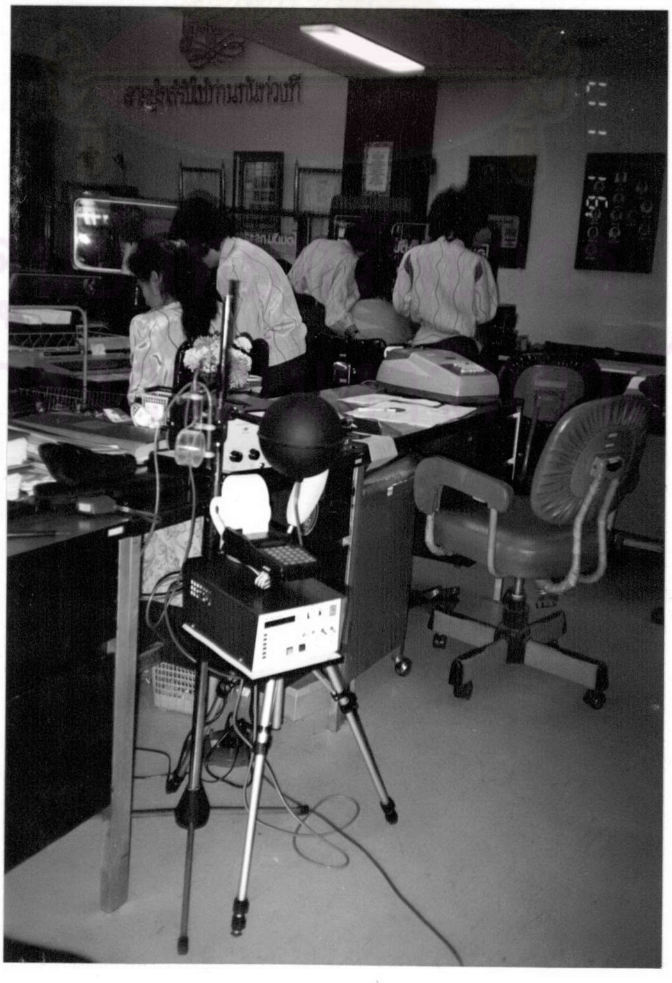
ค.8 รูปลักษณะการทำงาน และเครื่องมือทดสอบ

สถานที่ทำงานแห่งที่ 1





สถานที่ทำงานแห่งที่ 2



สถานที่ทำงานแห่งที่ 3

สถานที่ทำงานแห่งที่ 4

ภาคผนวก ง.

Field test data ของงานวิจัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 3.1 FIELD TEST DATA

Va = 0.05 m/s

No	SEX	M(X1) (W/m2)	Icl(X2) (m2C/W)	Ta(X3) (C)	Tmrt(X4) (C)	rh(X5) (%)	VOTE(Y)
1	W	60.50	0.079	20.7	21.4	63	3
2	W	65.00	0.093	20.7	21.4	63	4
3	W	64.60	0.081	20.7	21.4	63	3
4	W	61.50	0.100	20.7	21.4	63	3
5	W	57.50	0.074	20.7	21.4	63	2
6	W	65.00	0.091	20.7	21.4	63	3
7	W	75.50	0.074	20.7	21.4	63	3
8	M	68.00	0.106	20.7	21.4	63	4
9	W	63.50	0.089	20.7	21.4	63	3
10	M	72.50	0.093	20.7	21.4	63	3
11	W	75.00	0.045	20.7	21.4	63	2
12	W	70.50	0.074	20.7	21.4	63	3
13	M	84.00	0.081	20.7	21.4	63	3
14	W	70.00	0.093	20.7	21.4	63	4
15	W	68.50	0.093	20.7	21.4	63	3
16	W	60.00	0.079	20.7	21.4	63	3
17	W	65.00	0.076	20.7	21.4	63	3
18	W	72.00	0.102	20.7	21.4	63	3
19	W	71.00	0.113	20.7	21.4	63	4
20	M	68.00	0.106	20.7	21.4	63	4
21	M	71.20	0.117	20.7	21.4	63	4
22	M	65.00	0.095	20.7	21.4	63	4
23	M	66.75	0.091	21.6	22.5	58	3
24	M	66.00	0.091	21.6	22.5	58	4
25	W	68.00	0.076	21.6	22.5	58	4
26	W	68.25	0.081	21.6	22.5	58	4
27	W	64.00	0.095	21.6	22.5	58	3
28	W	66.00	0.081	21.6	22.5	58	4
29	W	69.00	0.078	21.6	22.5	58	3
30	W	56.00	0.076	21.6	22.5	58	2
31	M	61.00	0.106	21.6	22.5	58	4
32	W	60.00	0.081	21.6	22.5	58	3
33	W	65.00	0.078	21.6	22.5	58	4
34	W	85.00	0.095	21.6	22.5	58	3
35	W	65.00	0.095	21.6	22.5	58	3
36	M	65.00	0.117	21.6	22.5	58	4
37	M	65.00	0.129	21.6	22.5	58	4
38	W	65.00	0.113	24.1	24.4	70	5
39	W	60.00	0.081	24.1	24.4	70	4
40	M	61.00	0.108	24.1	24.4	70	5
41	W	60.00	0.074	24.1	24.4	70	4
42	M	65.00	0.117	24.1	24.4	70	4
43	M	70.00	0.106	24.1	24.4	70	5
44	M	83.50	0.095	24.1	24.4	70	4
45	W	68.50	0.089	24.1	24.4	70	5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.1 FIELD TEST DATA

Va = 0.05 m/s

No	SEX	M(X1) (W/m2)	Icl(X2) (m2C/W)	Ta(X3) (C)	Tmrt(X4) (C)	rh(X5) (%)	VOTE(Y)
46	M	87.50	0.076	24.1	24.4	70	5
47	W	75.00	0.076	24.1	24.4	70	4
48	W	61.00	0.081	24.1	24.4	70	4
49	W	66.00	0.081	24.1	24.4	70	4
50	W	62.25	0.081	24.1	24.4	70	4
51	W	59.00	0.081	24.1	24.4	70	4
52	M	57.50	0.100	24.8	25.2	70	4
53	M	75.00	0.091	24.8	25.2	70	4
54	M	71.00	0.089	24.8	25.2	70	5
55	W	72.00	0.074	24.8	25.2	70	5
56	W	85.00	0.087	24.8	25.2	70	5
57	W	65.00	0.079	24.8	25.2	70	5
58	W	60.00	0.108	24.8	25.2	70	4
59	W	82.50	0.078	24.8	25.2	70	4
60	W	82.50	0.060	24.8	25.2	70	5
61	W	64.75	0.102	24.8	25.2	70	5
62	M	57.50	0.115	24.8	25.2	70	5
63	W	69.00	0.081	24.8	25.2	70	4
64	W	55.00	0.089	24.8	25.2	70	4
65	W	61.00	0.081	24.8	25.2	70	4
66	W	65.00	0.104	24.8	25.2	70	5
67	W	67.50	0.078	24.8	25.2	70	4
68	W	60.00	0.108	21.7	22.6	55	4
69	M	65.00	0.123	21.7	22.6	55	3
70	W	60.00	0.081	21.7	22.6	55	3
71	W	60.00	0.081	21.7	22.6	55	2
72	W	70.00	0.108	21.7	22.6	55	3
73	W	60.00	0.078	21.7	22.6	55	3
74	M	100.00	0.115	21.7	22.6	55	4
75	M	73.00	0.110	21.7	22.6	55	3
76	M	82.00	0.081	21.7	22.6	55	3
77	M	60.00	0.096	23.6	24.3	63	4
78	M	61.50	0.096	23.6	24.3	63	4
79	M	71.50	0.081	23.6	24.3	63	3
80	M	55.00	0.096	23.6	24.3	63	4
81	W	65.00	0.079	23.6	24.3	63	3
82	W	70.00	0.108	23.6	24.3	63	4
83	M	65.00	0.119	23.6	24.3	63	5
84	M	100.00	0.104	23.6	24.3	63	4
85	W	68.50	0.100	23.6	24.3	63	5
86	M	60.00	0.095	23.6	24.3	63	4
87	W	55.00	0.102	23.6	24.3	63	4
88	M	69.00	0.125	25.7	25.8	65	5
89	M	52.00	0.104	25.7	25.8	65	4
90	M	65.00	0.104	25.7	25.8	65	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ง.1 FIELD TEST DATA

Va = 0.05 m/s

No	SEX	M(X1) (W/m2)	Icl(X2) (m2C/W)	Ta(X3) (C)	Tmrt(X4) (C)	rh(X5) (%)	VOTE(Y)
91	M	60.00	0.096	25.7	25.8	65	5
92	W	65.00	0.093	25.7	25.8	65	4
93	W	65.00	0.121	25.7	25.8	65	5
94	M	66.50	0.108	25.7	25.8	65	5
95	W	70.00	0.108	25.7	25.8	65	5
96	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
97	W	65.00	0.115	22.0	23.0	56	3
98	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
99	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
100	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
101	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
102	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
103	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
104	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
105	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
106	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
107	W	65.00	0.129	22.0	23.0	56	4
108	W	76.70	0.066	22.0	23.0	56	4
109	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	3
110	W	65.00	0.066	22.0	23.0	56	3
111	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	3
112	W	65.00	0.066	22.0	23.0	56	3
113	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
114	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	4
115	W	65.00	0.095	22.0	23.0	56	4
116	W	61.70	0.081	22.0	23.0	56	4
117	W	67.50	0.081	22.0	23.0	56	3
118	W	65.00	0.081	22.0	23.0	56	3
119	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
120	W	65.00	0.095	23.5	24.5	59	4
121	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
122	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
123	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
124	W	65.00	0.095	23.5	24.5	59	4
125	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
126	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	3
127	W	64.20	0.081	23.5	24.5	59	4
128	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	3
129	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
130	W	76.70	0.081	23.5	24.5	59	4
131	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	3
132	W	65.00	0.066	23.5	24.5	59	4
133	W	74.20	0.081	23.5	24.5	59	4
134	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
135	W	68.70	0.108	23.5	24.5	59	4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table 3.1 FIELD TEST DATA

Va = 0.05 m/s

No	SEX	M(X1) (W/m2)	Icl(X2) (m2C/W)	Ta(X3) (C)	Tmrt(X4) (C)	rh(X5) (%)	VOTE(Y)
136	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
137	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	3
138	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
139	W	65.00	0.115	23.5	24.5	59	4
140	W	65.00	0.081	23.5	24.5	59	4
141	W	90.80	0.081	23.5	24.5	59	4
142	W	89.20	0.081	23.5	24.5	59	5
143	W	70.80	0.081	23.5	24.5	59	4
144	W	76.70	0.081	23.5	24.5	59	4
145	W	70.80	0.081	23.5	24.5	59	4
146	W	70.80	0.081	25.8	26.9	55	5
147	W	62.50	0.095	25.8	26.9	55	5
148	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
149	W	70.80	0.081	25.8	26.9	55	4
150	W	70.80	0.081	25.8	26.9	55	5
151	W	98.30	0.081	25.8	26.9	55	5
152	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
153	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
154	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
155	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
156	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
157	W	70.80	0.081	25.8	26.9	55	5
158	W	83.30	0.081	25.8	26.9	55	5
159	W	105.30	0.081	25.8	26.9	55	5
160	W	65.80	0.081	25.8	26.9	55	5
161	W	65.00	0.066	25.8	26.9	55	5
162	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
163	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
164	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	4
165	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
166	W	65.00	0.066	25.8	26.9	55	4
167	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
168	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
169	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
170	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
171	W	65.00	0.115	25.8	26.9	55	4
172	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
173	W	65.00	0.081	25.8	26.9	55	5
174	M	60.00	0.090	21.2	22.5	64	3
175	W	72.00	0.119	21.2	22.5	64	3
176	M	61.00	0.095	21.2	22.5	64	4
177	M	60.00	0.108	21.2	22.5	64	3
178	M	60.00	0.104	21.2	22.5	64	4
179	M	59.00	0.108	21.2	22.5	64	4
180	M	60.00	0.104	21.2	22.5	64	4

Table 3.1 FIELD TEST DATA

Va = 0.05 m/s

No	SEX	M(X1) (W/m2)	Icl(X2) (m2C/W)	Ta(X3) (C)	Tmrt(X4) (C)	rh(X5) (%)	VOTE(Y)
181	M	65.00	0.089	21.2	22.5	64	3
182	M	73.50	0.091	21.2	22.5	64	4
183	W	69.00	0.108	21.2	22.5	64	4
184	M	59.60	0.115	21.2	22.5	64	3
185	M	72.00	0.091	21.2	22.5	64	4
186	M	64.25	0.091	21.2	22.5	64	4
187	W	60.00	0.091	21.2	22.5	64	2
188	M	60.00	0.098	21.2	22.5	64	4
189	M	62.00	0.081	21.9	23.4	65	3
190	M	62.50	0.095	21.9	23.4	65	4
191	M	80.00	0.081	21.9	23.4	65	3
192	W	57.50	0.081	21.9	23.4	65	3
193	W	65.00	0.076	21.9	23.4	65	4
194	M	62.00	0.125	21.9	23.4	65	4
195	W	68.00	0.093	21.9	23.4	65	3
196	M	70.00	0.095	21.9	23.4	65	3
197	M	81.00	0.087	21.9	23.4	65	3
198	M	62.00	0.115	21.9	23.4	65	4
199	M	61.00	0.091	21.9	23.4	65	4
200	M	62.00	0.113	21.9	23.4	65	3
201	M	62.50	0.083	25.0	25.2	61	4
202	M	65.00	0.095	25.0	25.2	61	4
203	M	77.75	0.089	25.0	25.2	61	5
204	M	61.80	0.108	25.0	25.2	61	5
205	W	70.00	0.136	25.0	25.2	61	4
206	W	59.50	0.089	25.0	25.2	61	4
207	W	67.00	0.142	25.0	25.2	61	4
208	W	70.00	0.091	25.0	25.2	61	4
209	M	60.00	0.098	25.0	25.2	61	5
210	M	62.00	0.083	25.0	25.2	61	4
211	M	65.00	0.104	25.0	25.2	61	5
212	M	55.00	0.083	25.0	25.2	61	3
213	W	65.00	0.093	25.0	25.2	61	4
214	M	75.50	0.087	25.0	25.2	61	4
215	M	64.00	0.091	25.0	25.2	61	4
216	M	60.00	0.098	25.0	25.2	61	4
217	M	62.00	0.083	25.0	25.2	61	3
218	M	60.00	0.095	25.0	25.2	61	5
219	M	64.00	0.127	25.0	25.2	61	4

Remarks :

No 1 - 67	from	company : A	Jan 15-16'1991
No 68 - 95	from	company : B	Jan 17'1991
No 96 - 173	from	company : C	Feb 7'1991
No 174 - 219	from	company : D	Feb 8'1991

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

การคัดข้อมูลผิดปกติออกจากกลุ่มและตารางY123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.1 การคัดข้อมูลผิดปกติออกจากกลุ่มทางสถิติ

ข้อมูลที่เก็บจากสถานที่ทำงาน ต้องได้รับการตรวจสอบว่ามีค่าที่แตกต่างไปจากกลุ่มข้อมูลส่วนใหญ่หรือไม่ โดยใช้หลักเกณฑ์การคัดออก เมื่อ Vote - PMV (ค่าโหวตของคนทดสอบลบด้วยค่าทำนายการโหวตเฉลี่ยที่ได้จากสมการของ Fanger) มีค่ามากกว่า 2 เท่าของ S.D. ของกลุ่มข้อมูลดัง ตารางที่ จ.1

ด้วยวิธีการดังกล่าวจึงทำให้ได้ข้อมูลที่นำมาใช้ในงานวิจัย 219 ข้อมูล จากที่เก็บมา 310 ข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ๗.1 VOTE,PMV and Outlier checkings

No	VOTE (Y)	PMV (FANGER)	VOTE -PMV
1	3.0	2.4	0.6
2	4.0	3.0	1.0
3	3.0	2.7	0.3
4	3.0	2.9	0.1
5	2.0	2.0	0.0
6	3.0	2.9	0.1
7	3.0	3.2	-0.2
8	4.0	3.3	0.7
9	3.0	2.8	0.2
10	3.0	3.3	-0.3
11	2.0	2.6	-0.6
12	3.0	2.9	0.1
13	3.0	3.6	-0.6
14	4.0	3.2	0.8
15	3.0	3.2	-0.2
16	3.0	2.4	0.6
17	3.0	2.6	0.4
18	3.0	3.5	-0.5
19	4.0	3.6	0.4
20	4.0	3.3	0.7
21	4.0	3.6	0.4
22	4.0	3.0	1.0
23	3.0	3.3	-0.3
24	4.0	3.3	0.7
25	4.0	3.1	0.9
26	4.0	3.2	0.8
27	3.0	3.2	-0.2
28	4.0	3.1	0.9
29	3.0	3.2	-0.2
30	2.0	2.3	-0.3
31	4.0	3.2	0.8
32	3.0	2.7	0.3
33	4.0	3.0	1.0
34	3.0	4.0	-1.0
35	3.0	3.3	-0.3
36	4.0	3.6	0.4
37	4.0	3.7	0.3
38	5.0	4.3	0.7
39	4.0	3.7	0.3
40	5.0	4.1	0.9
41	4.0	3.5	0.5
42	4.0	4.3	-0.3
43	5.0	4.4	0.6
44	4.0	4.6	-0.6
45	5.0	4.1	0.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.1 VOTE,PMV and Outlier checkings

No	VOTE (Y)	PMV (FANGER)	VOTE -PMV
46	5.0	4.5	0.5
47	4.0	4.2	-0.2
48	4.0	3.7	0.3
49	4.0	3.9	0.1
50	4.0	3.8	0.2
51	4.0	3.6	0.4
52	4.0	4.1	-0.1
53	4.0	4.5	-0.5
54	5.0	4.4	0.6
55	5.0	4.3	0.7
56	5.0	4.7	0.3
57	5.0	4.1	0.9
58	4.0	4.3	-0.3
59	4.0	4.6	-0.6
60	5.0	4.4	0.6
61	5.0	4.4	0.6
62	5.0	4.3	0.7
63	4.0	4.3	-0.3
64	4.0	3.7	0.3
65	4.0	4.0	0.0
66	5.0	4.4	0.6
67	4.0	4.2	-0.2
68	4.0	3.2	0.8
69	3.0	3.7	-0.7
70	3.0	2.8	0.2
71	2.0	2.8	-0.8
72	3.0	3.7	-0.7
73	3.0	2.7	0.3
74	4.0	4.5	-0.5
75	3.0	3.8	-0.8
76	3.0	3.8	-0.8
77	4.0	3.7	0.3
78	4.0	3.8	0.2
79	3.0	4.0	-1.0
80	4.0	3.4	0.6
81	3.0	3.7	-0.7
82	4.0	4.2	-0.2
83	5.0	4.2	0.8
84	4.0	4.9	-0.9
85	5.0	4.1	0.9
86	4.0	3.7	0.3
87	4.0	3.5	0.5
88	5.0	4.9	0.1
89	4.0	4.0	0.0
90	4.0	4.6	-0.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.1 . VOTE,PMV and Outlier checkings

No	VOTE (Y)	PMV (FANGER)	VOTE -PMV
91	5.0	4.4	0.6
92	4.0	4.5	-0.5
93	5.0	4.8	0.2
94	5.0	4.7	0.3
95	5.0	4.8	0.2
96	4.0	3.2	0.8
97	3.0	3.7	-0.7
98	4.0	3.2	0.8
99	4.0	3.2	0.8
100	4.0	3.2	0.8
101	4.0	3.2	0.8
102	4.0	3.2	0.8
103	4.0	3.2	0.8
104	4.0	3.2	0.8
105	4.0	3.2	0.8
106	4.0	3.2	0.8
107	4.0	3.8	0.2
108	4.0	3.5	0.5
109	3.0	3.2	-0.2
110	3.0	2.9	0.1
111	3.0	3.2	-0.2
112	3.0	2.9	0.1
113	4.0	3.2	0.8
114	4.0	3.2	0.8
115	4.0	3.4	0.6
116	4.0	3.0	1.0
117	3.0	3.3	-0.3
118	3.0	3.2	-0.2
119	4.0	3.7	0.3
120	4.0	3.9	0.1
121	4.0	3.7	0.3
122	4.0	3.7	0.3
123	4.0	3.7	0.3
124	4.0	3.9	0.1
125	4.0	3.7	0.3
126	3.0	3.7	-0.7
127	4.0	3.7	0.3
128	3.0	3.7	-0.7
129	4.0	3.7	0.3
130	4.0	4.1	-0.1
131	3.0	3.7	-0.7
132	4.0	3.5	0.5
133	4.0	4.1	-0.1
134	4.0	3.7	0.3
135	4.0	4.2	-0.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.1 VOTE,PMV and Outlier checkings

No	VOTE (Y)	PMV (FANGER)	VOTE -PMV
136	4.0	3.7	0.3
137	3.0	3.7	-0.7
138	4.0	3.7	0.3
139	4.0	4.2	-0.2
140	4.0	3.7	0.3
141	4.0	4.5	-0.5
142	5.0	4.5	0.5
143	4.0	4.0	0.0
144	4.0	4.1	-0.1
145	4.0	4.0	0.0
146	5.0	4.6	0.4
147	5.0	4.5	0.5
148	5.0	4.5	0.5
149	4.0	4.6	-0.6
150	5.0	4.6	0.4
151	5.0	5.1	-0.1
152	5.0	4.5	0.5
153	4.0	4.5	-0.5
154	4.0	4.5	-0.5
155	4.0	4.5	-0.5
156	4.0	4.5	-0.5
157	5.0	4.6	0.4
158	5.0	4.9	0.1
159	5.0	5.2	-0.2
160	5.0	4.5	0.5
161	5.0	4.3	0.7
162	4.0	4.5	-0.5
163	4.0	4.5	-0.5
164	4.0	4.5	-0.5
165	5.0	4.5	0.5
166	4.0	4.3	-0.3
167	5.0	4.5	0.5
168	5.0	4.5	0.5
169	5.0	4.5	0.5
170	5.0	4.5	0.5
171	4.0	4.8	-0.8
172	5.0	4.5	0.5
173	5.0	4.5	0.5
174	3.0	2.9	0.1
175	3.0	3.9	-0.9
176	4.0	3.0	1.0
177	3.0	3.2	-0.2
178	4.0	3.1	0.9
179	4.0	3.1	0.9
180	4.0	3.1	0.9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ๗.๑ VOTE,PMV and Outlier checkings

No	VOTE (Y)	PMV (FANGER)	VOTE -PMV
181	3.0	3.1	-0.1
182	4.0	3.6	0.4
183	4.0	3.6	0.4
184	3.0	3.3	-0.3
185	4.0	3.5	0.5
186	4.0	3.1	0.9
187	2.0	2.9	-0.9
188	4.0	3.0	1.0
189	3.0	3.1	-0.1
190	4.0	3.4	0.6
191	3.0	3.9	-0.9
192	3.0	2.8	0.2
193	4.0	3.2	0.8
194	4.0	3.8	0.2
195	3.0	3.6	-0.6
196	3.0	3.7	-0.7
197	3.0	4.0	-1.0
198	4.0	3.6	0.4
199	4.0	3.2	0.8
200	3.0	3.6	-0.6
201	4.0	4.0	0.0
202	4.0	4.3	-0.3
203	5.0	4.6	0.4
204	5.0	4.3	0.7
205	4.0	4.8	-0.8
206	4.0	4.0	0.0
207	4.0	4.8	-0.8
208	4.0	4.4	-0.4
209	5.0	4.1	0.9
210	4.0	4.0	0.0
211	5.0	4.4	0.6
212	3.0	3.6	-0.6
213	4.0	4.3	-0.3
214	4.0	4.5	-0.5
215	4.0	4.2	-0.2
216	4.0	4.1	-0.1
217	3.0	4.0	-1.0
218	5.0	4.1	0.9
219	4.0	4.6	-0.6
		S.D.	0.5464
		200% S.D.	1.0928

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ๙.2 VOTE and Y123

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	VOTE-Y123
1	3.0	3.0	-0.04
2	4.0	3.2	0.78
3	3.0	3.1	-0.11
4	3.0	3.2	-0.23
5	2.0	3.0	-0.96
6	3.0	3.2	-0.20
7	3.0	3.2	-0.19
8	4.0	3.4	0.63
9	3.0	3.2	-0.16
10	3.0	3.3	-0.31
11	2.0	2.9	-0.93
12	3.0	3.1	-0.12
13	3.0	3.4	-0.36
14	4.0	3.3	0.72
15	3.0	3.3	-0.26
16	3.0	3.0	-0.03
17	3.0	3.1	-0.07
18	3.0	3.4	-0.38
19	4.0	3.5	0.54
20	4.0	3.4	0.63
21	4.0	3.5	0.50
22	4.0	3.2	0.77
23	3.0	3.5	-0.47
24	4.0	3.5	0.54
25	4.0	3.4	0.64
26	4.0	3.4	0.60
27	3.0	3.5	-0.47
28	4.0	3.4	0.63
29	3.0	3.4	-0.39
30	2.0	3.2	-1.20
31	4.0	3.5	0.48
32	3.0	3.3	-0.30
33	4.0	3.3	0.67
34	3.0	3.7	-0.73
35	3.0	3.5	-0.48
36	4.0	3.7	0.33
37	4.0	3.8	0.23
38	5.0	4.3	0.69
39	4.0	4.0	0.02
40	5.0	4.2	0.78
41	4.0	3.9	0.08
42	4.0	4.3	-0.35
43	5.0	4.3	0.68
44	4.0	4.4	-0.40
45	5.0	4.2	0.85

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ข.2 VOTE and Y123

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	VOTE-Y123
46	5.0	4.3	0.72
47	4.0	4.1	-0.13
48	4.0	4.0	0.01
49	4.0	4.1	-0.05
50	4.0	4.0	-0.01
51	4.0	4.0	0.03
52	4.0	4.3	-0.30
53	4.0	4.4	-0.44
54	5.0	4.4	0.62
55	5.0	4.3	0.74
56	5.0	4.5	0.46
57	5.0	4.2	0.79
58	4.0	4.4	-0.40
59	4.0	4.4	-0.43
60	5.0	4.3	0.73
61	5.0	4.4	0.59
62	5.0	4.4	0.57
63	4.0	4.3	-0.28
64	4.0	4.2	-0.17
65	4.0	4.2	-0.18
66	5.0	4.4	0.57
67	4.0	4.2	-0.24
68	4.0	3.6	0.45
69	3.0	3.7	-0.75
70	3.0	3.3	-0.32
71	2.0	3.3	-1.32
72	3.0	3.7	-0.68
73	3.0	3.3	-0.30
74	4.0	4.1	-0.12
75	3.0	3.7	-0.74
76	3.0	3.6	-0.60
77	4.0	4.0	0.03
78	4.0	4.0	0.01
79	3.0	4.0	-0.99
80	4.0	3.9	0.09
81	3.0	3.9	-0.89
82	4.0	4.2	-0.20
83	5.0	4.2	0.77
84	4.0	4.5	-0.55
85	5.0	4.1	0.89
86	4.0	4.0	0.04
87	4.0	4.0	0.04
88	5.0	4.9	0.10
89	4.0	4.5	-0.51
90	4.0	4.7	-0.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.2 VOTE and Y123

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	VOTE-Y123
91	5.0	4.5	0.46
92	4.0	4.6	-0.58
93	5.0	4.8	0.18
94	5.0	4.7	0.27
95	5.0	4.8	0.23
96	4.0	3.5	0.53
97	3.0	3.8	-0.76
98	4.0	3.5	0.53
99	4.0	3.5	0.53
100	4.0	3.5	0.53
101	4.0	3.5	0.53
102	4.0	3.5	0.53
103	4.0	3.5	0.53
104	4.0	3.5	0.53
105	4.0	3.5	0.53
106	4.0	3.5	0.53
107	4.0	3.9	0.12
108	4.0	3.5	0.51
109	3.0	3.5	-0.47
110	3.0	3.3	-0.34
111	3.0	3.5	-0.47
112	3.0	3.3	-0.34
113	4.0	3.5	0.53
114	4.0	3.5	0.53
115	4.0	3.6	0.41
116	4.0	3.4	0.57
117	3.0	3.5	-0.50
118	3.0	3.5	-0.47
119	4.0	3.9	0.12
120	4.0	4.0	0.00
121	4.0	3.9	0.12
122	4.0	3.9	0.12
123	4.0	3.9	0.12
124	4.0	4.0	0.00
125	4.0	3.9	0.12
126	3.0	3.9	-0.88
127	4.0	3.9	0.13
128	3.0	3.9	-0.88
129	4.0	3.9	0.12
130	4.0	4.0	-0.03
131	3.0	3.9	-0.88
132	4.0	3.7	0.25
133	4.0	4.0	0.01
134	4.0	3.9	0.12
135	4.0	4.2	-0.16

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.2 VOTE and Y123

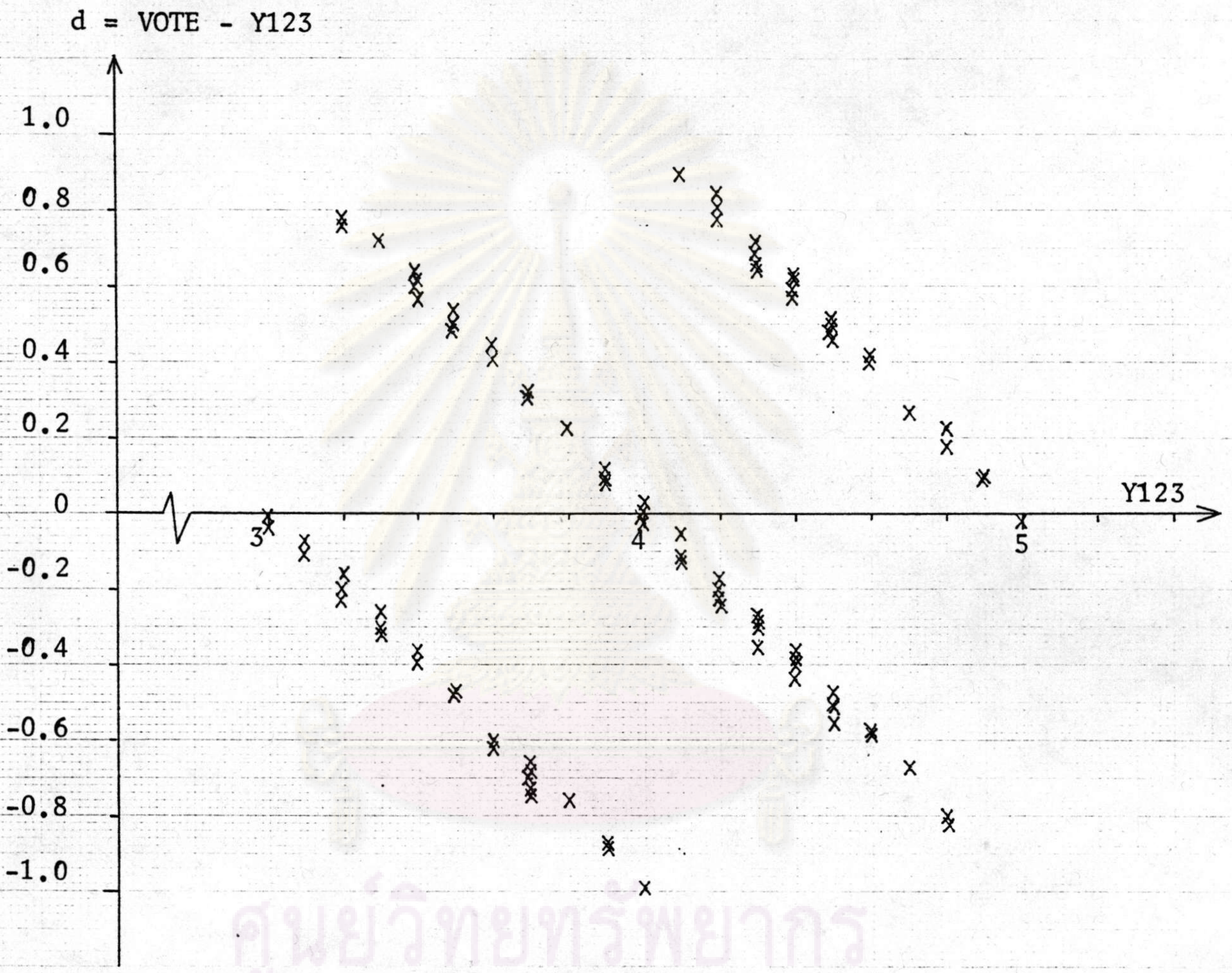
No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	VOTE-Y123
136	4.0	3.9	0.12
137	3.0	3.9	-0.88
138	4.0	3.9	0.12
139	4.0	4.2	-0.17
140	4.0	3.9	0.12
141	4.0	4.2	-0.21
142	5.0	4.2	0.81
143	4.0	4.0	0.05
144	4.0	4.0	-0.03
145	4.0	4.0	0.05
146	5.0	4.6	0.42
147	5.0	4.6	0.41
148	5.0	4.5	0.50
149	4.0	4.6	-0.58
150	5.0	4.6	0.42
151	5.0	4.9	0.07
152	5.0	4.5	0.50
153	4.0	4.5	-0.50
154	4.0	4.5	-0.50
155	4.0	4.5	-0.50
156	4.0	4.5	-0.50
157	5.0	4.6	0.42
158	5.0	4.7	0.26
159	5.0	5.0	-0.02
160	5.0	4.5	0.49
161	5.0	4.4	0.62
162	4.0	4.5	-0.50
163	4.0	4.5	-0.50
164	4.0	4.5	-0.50
165	5.0	4.5	0.50
166	4.0	4.4	-0.38
167	5.0	4.5	0.50
168	5.0	4.5	0.50
169	5.0	4.5	0.50
170	5.0	4.5	0.50
171	4.0	4.8	-0.80
172	5.0	4.5	0.50
173	5.0	4.5	0.50
174	3.0	3.3	-0.26
175	3.0	3.7	-0.66
176	4.0	3.3	0.68
177	3.0	3.4	-0.42
178	4.0	3.4	0.62
179	4.0	3.4	0.59
180	4.0	3.4	0.62

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.2 VOTE and Y123

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	VOTE-Y123
181	3.0	3.3	-0.32
182	4.0	3.4	0.56
183	4.0	3.5	0.47
184	3.0	3.5	-0.47
185	4.0	3.4	0.57
186	4.0	3.3	0.67
187	2.0	3.3	-1.27
188	4.0	3.3	0.67
189	3.0	3.4	-0.40
190	4.0	3.5	0.47
191	3.0	3.6	-0.63
192	3.0	3.3	-0.35
193	4.0	3.4	0.60
194	4.0	3.8	0.22
195	3.0	3.6	-0.58
196	3.0	3.6	-0.62
197	3.0	3.7	-0.70
198	4.0	3.7	0.31
199	4.0	3.5	0.52
200	3.0	3.7	-0.68
201	4.0	4.3	-0.27
202	4.0	4.4	-0.41
203	5.0	4.5	0.48
204	5.0	4.5	0.52
205	4.0	4.8	-0.82
206	4.0	4.3	-0.29
207	4.0	4.8	-0.83
208	4.0	4.4	-0.44
209	5.0	4.4	0.63
210	4.0	4.3	-0.27
211	5.0	4.5	0.52
212	3.0	4.2	-1.18
213	4.0	4.4	-0.39
214	4.0	4.5	-0.47
215	4.0	4.4	-0.36
216	4.0	4.4	-0.37
217	3.0	4.3	-1.27
218	5.0	4.3	0.66
219	4.0	4.7	-0.67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ จ.1 Residuals plot กับ Y123

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ๗.๓ Standard error of prediction (Y123)

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	D = Y-Y123	D^2
1	3	3.0406	-0.0406	0.0016
2	4	3.2174	0.7826	0.6125
3	3	3.1098	-0.1098	0.0120
4	3	3.2327	-0.2327	0.0542
5	2	2.9598	-0.9598	0.9212
6	3	3.2003	-0.2003	0.0401
7	3	3.1884	-0.1884	0.0355
8	4	3.3665	0.6335	0.4013
9	3	3.1641	-0.1641	0.0269
10	3	3.3126	-0.3126	0.0977
11	2	2.9342	-0.9342	0.8728
12	3	3.1249	-0.1249	0.0156
13	3	3.3561	-0.3561	0.1268
14	4	3.2809	0.7191	0.5171
15	3	3.2618	-0.2618	0.0685
16	3	3.0342	-0.0342	0.0012
17	3	3.0721	-0.0721	0.0052
18	3	3.3832	-0.3832	0.1468
19	4	3.4645	0.5355	0.2868
20	4	3.3665	0.6335	0.4013
21	4	3.5012	0.4988	0.2488
22	4	3.2345	0.7655	0.5861
23	3	3.4678	-0.4678	0.2188
24	4	3.4582	0.5418	0.2935
25	4	3.3555	0.6445	0.4154
26	4	3.4014	0.5986	0.3584
27	3	3.4670	-0.4670	0.2181
28	4	3.3728	0.6272	0.3934
29	3	3.3853	-0.3853	0.1484
30	2	3.2031	-1.2031	1.4474
31	4	3.5229	0.4771	0.2276
32	3	3.2966	-0.2966	0.0880
33	4	3.3345	0.6655	0.4429
34	3	3.7337	-0.7337	0.5383
35	3	3.4797	-0.4797	0.2301
36	4	3.6677	0.3323	0.1104
37	4	3.7702	0.2298	0.0528
38	5	4.3148	0.6852	0.4696
39	4	3.9778	0.0222	0.0005
40	5	4.2212	0.7788	0.6065
41	4	3.9180	0.0820	0.0067
42	4	4.3489	-0.3489	0.1218
43	5	4.3184	0.6816	0.4645
44	4	4.3959	-0.3959	0.1567
45	5	4.1541	0.8459	0.7155

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.3 Standard error of prediction (Y123)

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	D = Y-Y123	D^2
46	5	4.2844	0.7156	0.5121
47	4	4.1256	-0.1256	0.0158
48	4	3.9905	0.0095	0.0001
49	4	4.0540	-0.0540	0.0029
50	4	4.0064	-0.0064	0.0000
51	4	3.9651	0.0349	0.0012
52	4	4.2992	-0.2992	0.0895
53	4	4.4445	-0.4445	0.1976
54	5	4.3766	0.6234	0.3886
55	5	4.2612	0.7388	0.5459
56	5	4.5374	0.4626	0.2140
57	5	4.2150	0.7850	0.6162
58	4	4.3993	-0.3993	0.1594
59	4	4.4287	-0.4287	0.1838
60	5	4.2749	0.7251	0.5258
61	5	4.4083	0.5917	0.3501
62	5	4.4273	0.5727	0.3279
63	4	4.2829	-0.2829	0.0800
64	4	4.1734	-0.1734	0.0301
65	4	4.1813	-0.1813	0.0329
66	5	4.4286	0.5714	0.3265
67	4	4.2382	-0.2382	0.0567
68	4	3.5545	0.4455	0.1984
69	3	3.7462	-0.7462	0.5568
70	3	3.3238	-0.3238	0.1049
71	2	3.3238	-1.3238	1.7525
72	3	3.6815	-0.6815	0.4645
73	3	3.2982	-0.2982	0.0889
74	4	4.1223	-0.1223	0.0150
75	3	3.7367	-0.7367	0.5428
76	3	3.6032	-0.6032	0.3639
77	4	3.9698	0.0302	0.0009
78	4	3.9888	0.0112	0.0001
79	3	3.9876	-0.9876	0.9754
80	4	3.9063	0.0937	0.0088
81	3	3.8880	-0.8880	0.7885
82	4	4.1993	-0.1993	0.0397
83	5	4.2298	0.7702	0.5933
84	4	4.5461	-0.5461	0.2982
85	5	4.1119	0.8881	0.7888
86	4	3.9612	0.0388	0.0015
87	4	3.9575	0.0425	0.0018
88	5	4.9041	0.0959	0.0092
89	4	4.5088	-0.5088	0.2588
90	4	4.6739	-0.6739	0.4541

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.3 Standard error of prediction (Y123)

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	D = Y-Y123	D^2
91	5	4.5420	0.4580	0.2098
92	4	4.5799	-0.5799	0.3362
93	5	4.8191	0.1809	0.0327
94	5	4.7271	0.2729	0.0745
95	5	4.7715	0.2285	0.0522
96	4	3.4691	0.5309	0.2819
97	3	3.7596	-0.7596	0.5770
98	4	3.4691	0.5309	0.2819
99	4	3.4691	0.5309	0.2819
100	4	3.4691	0.5309	0.2819
101	4	3.4691	0.5309	0.2819
102	4	3.4691	0.5309	0.2819
103	4	3.4691	0.5309	0.2819
104	4	3.4691	0.5309	0.2819
105	4	3.4691	0.5309	0.2819
106	4	3.4691	0.5309	0.2819
107	4	3.8792	0.1208	0.0146
108	4	3.4895	0.5105	0.2606
109	3	3.4691	-0.4691	0.2200
110	3	3.3409	-0.3409	0.1162
111	3	3.4691	-0.4691	0.2200
112	3	3.3409	-0.3409	0.1162
113	4	3.4691	0.5309	0.2819
114	4	3.4691	0.5309	0.2819
115	4	3.5887	0.4113	0.1692
116	4	3.4272	0.5728	0.3281
117	3	3.5008	-0.5008	0.2508
118	3	3.4691	-0.4691	0.2200
119	4	3.8778	0.1222	0.0149
120	4	3.9975	0.0025	0.0000
121	4	3.8778	0.1222	0.0149
122	4	3.8778	0.1222	0.0149
123	4	3.8778	0.1222	0.0149
124	4	3.9975	0.0025	0.0000
125	4	3.8778	0.1222	0.0149
126	3	3.8778	-0.8778	0.7706
127	4	3.8677	0.1323	0.0175
128	3	3.8778	-0.8778	0.7706
129	4	3.8778	0.1222	0.0149
130	4	4.0264	-0.0264	0.0007
131	3	3.8778	-0.8778	0.7706
132	4	3.7497	0.2503	0.0627
133	4	3.9947	0.0053	0.0000
134	4	3.8778	0.1222	0.0149
135	4	4.1555	-0.1555	0.0242

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table จ.3 Standard error of prediction (Y123)

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	D = Y-Y123	D^2
136	4	3.8778	0.1222	0.0149
137	3	3.8778	-0.8778	0.7706
138	4	3.8778	0.1222	0.0149
139	4	4.1683	-0.1683	0.0283
140	4	3.8778	0.1222	0.0149
141	4	4.2055	-0.2055	0.0422
142	5	4.1852	0.8148	0.6639
143	4	3.9515	0.0485	0.0024
144	4	4.0264	-0.0264	0.0007
145	4	3.9515	0.0485	0.0024
146	5	4.5782	0.4218	0.1779
147	5	4.5925	0.4075	0.1661
148	5	4.5046	0.4954	0.2454
149	4	4.5782	-0.5782	0.3344
150	5	4.5782	0.4218	0.1779
151	5	4.9275	0.0725	0.0053
152	5	4.5046	0.4954	0.2454
153	4	4.5046	-0.5046	0.2546
154	4	4.5046	-0.5046	0.2546
155	4	4.5046	-0.5046	0.2546
156	4	4.5046	-0.5046	0.2546
157	5	4.5782	0.4218	0.1779
158	5	4.7370	0.2630	0.0692
159	5	5.0164	-0.0164	0.0003
160	5	4.5147	0.4853	0.2355
161	5	4.3764	0.6236	0.3888
162	4	4.5046	-0.5046	0.2546
163	4	4.5046	-0.5046	0.2546
164	4	4.5046	-0.5046	0.2546
165	5	4.5046	0.4954	0.2454
166	4	4.3764	-0.3764	0.1417
167	5	4.5046	0.4954	0.2454
168	5	4.5046	0.4954	0.2454
169	5	4.5046	0.4954	0.2454
170	5	4.5046	0.4954	0.2454
171	4	4.7951	-0.7951	0.6322
172	5	4.5046	0.4954	0.2454
173	5	4.5046	0.4954	0.2454
174	3	3.2645	-0.2645	0.0700
175	3	3.6647	-0.6647	0.4418
176	4	3.3199	0.6801	0.4625
177	3	3.4183	-0.4183	0.1750
178	4	3.3841	0.6159	0.3793
179	4	3.4056	0.5944	0.3533
180	4	3.3841	0.6159	0.3793

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table Standard error of prediction (Y123)

No	VOTE (Y)	Predicted (Y123)	D=Y-Y123	D^2
181	3	3.3194	-0.3194	0.1020
182	4	3.4445	0.5555	0.3086
183	4	3.5326	0.4674	0.2185
184	3	3.4730	-0.4730	0.2237
185	4	3.4254	0.5746	0.3301
186	4	3.3270	0.6730	0.4529
187	2	3.2730	-1.2730	1.6206
188	4	3.3328	0.6672	0.4451
189	3	3.4037	-0.4037	0.1630
190	4	3.5297	0.4703	0.2212
191	3	3.6323	-0.6323	0.3999
192	3	3.3466	-0.3466	0.1201
193	4	3.3991	0.6009	0.3611
194	4	3.7797	0.2203	0.0485
195	3	3.5825	-0.5825	0.3393
196	3	3.6250	-0.6250	0.3906
197	3	3.6963	-0.6963	0.4848
198	4	3.6942	0.3058	0.0935
199	4	3.4765	0.5235	0.2741
200	3	3.6772	-0.6772	0.4585
201	4	4.2719	-0.2719	0.0739
202	4	4.4062	-0.4062	0.1650
203	5	4.5169	0.4831	0.2334
204	5	4.4766	0.5234	0.2739
205	4	4.8200	-0.8200	0.6724
206	4	4.2851	-0.2851	0.0813
207	4	4.8332	-0.8332	0.6942
208	4	4.4355	-0.4355	0.1897
209	5	4.3683	0.6317	0.3990
210	4	4.2656	-0.2656	0.0705
211	5	4.4831	0.5169	0.2672
212	3	4.1767	-1.1767	1.3846
213	4	4.3891	-0.3891	0.1514
214	4	4.4712	-0.4712	0.2220
215	4	4.3593	-0.3593	0.1291
216	4	4.3683	-0.3683	0.1357
217	3	4.2656	-1.2656	1.6017
218	5	4.3427	0.6573	0.4320
219	4	4.6669	-0.6669	0.4448
			Sum. of D^2	60.2643
			Standard err	0.5294

Standard err = (sum of D^2 / N-K-1)^0.5
when N = No of data
K = No of ind.variables.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ฉ.

โปรแกรมการคำนวณ PMV และการหาสมการเส้นถดถอย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ.1 โปรแกรมการคำนวณ PMV และ PPD

```
Program CAL_PMV_PPD;
Uses Crt,Dos,Screen,Win,Keybrd1,Keybrd2,EditMenu,PdGlobal;
Var
  M,W,ICL,TA,TR,VARR,PA:Real;
  F:FileType;
  ExitEditMenu,StatusOpenEditMenu,Exit:Boolean;
  Pa_,Na_:String;
  EPS,MW,FCL,FCIC,P2,P3,TRA,TAA:Real;
  P4,P1,TCLA,XN,XF,HCF,NOI,HCN,HC,POW1,POW2,POW3,POW4,POW5:Real;
  PMV,PMV1,PPD,TCL,PM1,PM2,PM3,PM4,IM,IW,IPA:Real;
  Cha:Char;

Procedure WriteHead;
Begin
  writeln('------------------------------------------------------------');
  writeln('                 CALCULATION OF THE PMV AND PPD INDICES');
  writeln('------------------------------------------------------------');
  writeln(' M     W    ICL      TA     TR   VAR    PA   PMV   PMV     PPD');
  writeln;
  writeln(' W/M2  W/M2 M2C/W    C      C    M/S    PA -3..+3  1..7     %' );
  writeln;
End;

Procedure TranSfer(Var M,W,ICL,TA,TR,VARR,PA:Real);
Begin
  M:=ActivePtr^.M;
  W:=ActivePtr^.W;
  ICL:=ActivePtr^.Icl;
  TA:=ActivePtr^.TA;
  TR:=ActivePtr^.TR;
  VARR:=ActivePtr^.VARR;
  PA:=ActivePtr^.PA;
End;

  Begin {Main}
  ExitEditMenu:=False;
  Na_:='CAL.DAT';      {File store data}
{  *  Read input data    * }
  EditMenuProcess(F,ExitEditMenu,StatusOpenEditMenu,Pa_,Na_);
  ActivePtr:=Start;
  While (ActivePtr <> Nil) or (Exit) do
  Begin
    Transfer(M,W,ICL,TA,TR,VARR,PA);
    EPS:=0.00015;
    MW:=M-W;
{  * COMPUTE THE CORRESPONDING FCL VALUE    *}
    FCL:=1.015 + 0.645*ICL;
    If ICL < 0.078 Then FCL:=FCL -0.05 + 0.645 * ICL;
    FCIC:=ICL*FCL;
    P2:= FCIC*3.96;
    P3:= FCIC*100;
    TRA:=TR+273;
    TAA:=TA+273;
    P1:=FCIC*TAA;
    POW1:=Exp(4*(ln(TRA/100));
    P4:=308.7-0.028*MW+P2*POW1;
```

```
{  * FIRST GUESS FOR SURFACE TEMPERATURE  *  }
     TCLA:=TAA+(35.5-TA)/(3.5*(6.45*ICL+0.1));
     XN:=TCLA/100;
     XF:=XN;
     HCF:=12.1*Sqrt(VARR);
     NOI:=0;
{  * COMPUTE SURFACE TEMPERATURE OF CLOTHING BY INTERATIONS   *}
     Repeat
       XF:=(XF+XN)/2;
       POW2:=Exp(0.25*ln(ABS(100*XF-TAA)));
       HCN:=2.38*POW2;
       POW3:=Exp(4*ln(XF));
       XN:=(P4+P1*HC-P2*POW3)/(100+P3*HC);
       NOI:=NOI+1;
     Until (NOI>150) or (ABS(XN-XF) <= EPS);
     If (NOI > 150) Then
     Begin
       PMV:=9999999.999;
       PPD:=100.0;
     End
     Else
     Begin
       TCL:=100*XN-273;
{  * COMPUTE PREDICTED MEAN VOTE  * }
     POW4:=Exp(4*ln(XN));
     PM1:=3.96*FCL*(POW4-POW1);
     PM2:=FCL*HC*(TCL-TA);
     PM3:=0.303*EXP(-0.036*M)+0.028;
     PM4:=0.0;
     If (MW > 58.15) Then PM4:=0.42*(MW-58.15);
     PMV:=PM3*(MW-3.05*0.001*(5733-6.99*MW-PA)-PM4
          -1.7*0.00001*M*(5867-PA) - 0.0014*M*(34-TA) - PM1 - PM2);
     If (ABS(PMV) > 3.0) Then
     Begin
       PMV:=9999999.999;
       PPD:=100.0;
     End
     Else
     PMV1:=PMV+4;
     POW5:=Exp(4*ln(PMV));
     PPD:=100 - 95*EXP(-0.03353*POW5 - 0.2179*Sqr(PMV));
     IM:=M;
     IW:=W;
     IPA:=PA;
     WriteHead;
     writeln(IM:1:5,IW:1:5,ICL:1:5,TA:1:5,TR:1:5,VARR:1:5,IPA:1:5,
     PMV:1:5,PMV1:1:5,PPD:1:5);
     writeln;
     write('Do you continue (Y/N?)');
     cha:=ReadKey;
     If cha='Y' Then Exit:=True;
     End;
End;
End.
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ข.1 PMV and PPD results from Fanger equation

CALCULATION OF THE PMV AND PPD INDICES

M	W	ICL	TA	TR	VAR	PA	PMV	PMV	PPD
W/M2	W/M2	M2C/W	C	C	M/S	PA	-3..+3	1..7	%
60.50	0.00	0.079	20.7	21.4	0.05	1540	-1.6	2.4	56.5
65.00	0.00	0.093	20.7	21.4	0.05	1540	-1.0	3.0	25.7
64.60	0.00	0.081	20.7	21.4	0.05	1540	-1.3	2.7	39.5
61.50	0.00	0.100	20.7	21.4	0.05	1540	-1.1	2.9	31.1
57.50	0.00	0.074	20.7	21.4	0.05	1540	-2.0	2.0	75.6
65.00	0.00	0.091	20.7	21.4	0.05	1540	-1.1	2.9	29.1
75.50	0.00	0.074	20.7	21.4	0.05	1540	-0.8	3.2	19.8
68.00	0.00	0.106	20.7	21.4	0.05	1540	-0.7	3.3	14.4
63.50	0.00	0.089	20.7	21.4	0.05	1540	-1.2	2.8	34.9
72.50	0.00	0.093	20.7	21.4	0.05	1540	-0.7	3.3	14.2
75.00	0.00	0.045	20.7	21.4	0.05	1540	-1.4	2.6	47.5
70.50	0.00	0.074	20.7	21.4	0.05	1540	-1.1	2.9	29.6
84.00	0.00	0.081	20.7	21.4	0.05	1540	-0.4	3.6	8.3
70.00	0.00	0.093	20.7	21.4	0.05	1540	-0.8	3.2	17.6
68.50	0.00	0.093	20.7	21.4	0.05	1540	-0.8	3.2	20.1
60.00	0.00	0.079	20.7	21.4	0.05	1540	-1.6	2.4	58.5
65.00	0.00	0.076	20.7	21.4	0.05	1540	-1.4	2.6	43.4
72.00	0.00	0.102	20.7	21.4	0.05	1540	-0.5	3.5	11.3
71.00	0.00	0.113	20.7	21.4	0.05	1540	-0.4	3.6	9.1
68.00	0.00	0.106	20.7	21.4	0.05	1540	-0.7	3.3	14.4
71.20	0.00	0.117	20.7	21.4	0.05	1540	-0.4	3.6	8.1
65.00	0.00	0.095	20.7	21.4	0.05	1540	-1.0	3.0	26.0
66.75	0.00	0.091	21.6	22.5	0.05	1480	-0.7	3.3	15.3
66.00	0.00	0.091	21.6	22.5	0.05	1480	-0.7	3.3	16.4
68.00	0.00	0.076	21.6	22.5	0.05	1480	-0.9	3.1	21.8
68.25	0.00	0.081	21.6	22.5	0.05	1480	-0.8	3.2	18.2
64.00	0.00	0.095	21.6	22.5	0.05	1480	-0.8	3.2	17.6
66.00	0.00	0.081	21.6	22.5	0.05	1480	-0.9	3.1	22.4
69.00	0.00	0.078	21.6	22.5	0.05	1480	-0.8	3.2	18.7
56.00	0.00	0.076	21.6	22.5	0.05	1480	-1.7	2.3	63.6
61.00	0.00	0.106	21.6	22.5	0.05	1480	-0.8	3.2	17.1
60.00	0.00	0.081	21.6	22.5	0.05	1480	-1.3	2.7	38.7
65.00	0.00	0.078	21.6	22.5	0.05	1480	-1.0	3.0	26.9
85.00	0.00	0.095	21.6	22.5	0.05	1480	0.0	4.0	5.0
65.00	0.00	0.095	21.6	22.5	0.05	1480	-0.7	3.3	16.0
65.00	0.00	0.117	21.6	22.5	0.05	1480	-0.4	3.6	8.4
65.00	0.00	0.129	21.6	22.5	0.05	1480	-0.3	3.7	6.4
65.00	0.00	0.113	24.1	24.4	0.05	2090	0.3	4.3	6.6
60.00	0.00	0.081	24.1	24.4	0.05	2090	-0.3	3.7	7.5
61.00	0.00	0.108	24.1	24.4	0.05	2090	0.1	4.1	5.1
60.00	0.00	0.074	24.1	24.4	0.05	2090	-0.5	3.5	9.4
65.00	0.00	0.117	24.1	24.4	0.05	2090	0.3	4.3	7.2
70.00	0.00	0.106	24.1	24.4	0.05	2090	0.4	4.4	7.7
83.50	0.00	0.095	24.1	24.4	0.05	2090	0.6	4.6	12.1
68.50	0.00	0.089	24.1	24.4	0.05	2090	0.1	4.1	5.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ฉ.1 PMV and PPD results from Fanger equation

CALCULATION OF THE PMV AND PPD INDICES

M	W	ICL	TA	TR	VAR	PA	PMV	PMV	PPD
W/M2	W/M2	M2C/W	C	C	M/S	PA	-3..+3	1..7	%
87.50	0.00	0.076	24.1	24.4	0.05	2090	0.5	4.5	10.0
75.00	0.00	0.076	24.1	24.4	0.05	2090	0.2	4.2	5.6
61.00	0.00	0.081	24.1	24.4	0.05	2090	-0.3	3.7	6.8
66.00	0.00	0.081	24.1	24.4	0.05	2090	-0.1	3.9	5.1
62.25	0.00	0.081	24.1	24.4	0.05	2090	-0.2	3.8	6.2
59.00	0.00	0.081	24.1	24.4	0.05	2090	-0.4	3.6	8.2
57.50	0.00	0.100	24.8	25.2	0.05	2180	0.1	4.1	5.1
75.00	0.00	0.091	24.8	25.2	0.05	2180	0.5	4.5	11.3
71.00	0.00	0.089	24.8	25.2	0.05	2180	0.4	4.4	8.7
72.00	0.00	0.074	24.8	25.2	0.05	2180	0.3	4.3	6.6
85.00	0.00	0.087	24.8	25.2	0.05	2180	0.7	4.7	16.1
65.00	0.00	0.079	24.8	25.2	0.05	2180	0.1	4.1	5.2
60.00	0.00	0.108	24.8	25.2	0.05	2180	0.3	4.3	6.7
82.50	0.00	0.078	24.8	25.2	0.05	2180	0.6	4.6	12.3
82.50	0.00	0.060	24.8	25.2	0.05	2180	0.4	4.4	8.5
64.75	0.00	0.102	24.8	25.2	0.05	2180	0.4	4.4	8.0
57.50	0.00	0.115	24.8	25.2	0.05	2180	0.3	4.3	6.4
69.00	0.00	0.081	24.8	25.2	0.05	2180	0.3	4.3	6.5
55.00	0.00	0.089	24.8	25.2	0.05	2180	-0.3	3.7	6.5
61.00	0.00	0.081	24.8	25.2	0.05	2180	0.0	4.0	5.0
65.00	0.00	0.104	24.8	25.2	0.05	2180	0.4	4.4	8.5
67.50	0.00	0.078	24.8	25.2	0.05	2180	0.2	4.2	5.7
60.00	0.00	0.108	21.7	22.6	0.05	1440	-0.8	3.2	17.3
65.00	0.00	0.123	21.7	22.6	0.05	1440	-0.3	3.7	7.1
60.00	0.00	0.081	21.7	22.6	0.05	1440	-1.2	2.8	37.4
60.00	0.00	0.081	21.7	22.6	0.05	1440	-1.2	2.8	37.4
70.00	0.00	0.108	21.7	22.6	0.05	1440	-0.3	3.7	6.8
60.00	0.00	0.078	21.7	22.6	0.05	1440	-1.3	2.7	40.6
100.00	0.00	0.115	21.7	22.6	0.05	1440	0.5	4.5	11.3
73.00	0.00	0.110	21.7	22.6	0.05	1440	-0.2	3.8	5.6
82.00	0.00	0.081	21.7	22.6	0.05	1440	-0.2	3.8	6.0
60.00	0.00	0.096	23.6	24.3	0.05	1840	-0.3	3.7	6.6
61.50	0.00	0.096	23.6	24.3	0.05	1840	-0.2	3.8	5.9
71.50	0.00	0.081	23.6	24.3	0.05	1840	0.0	4.0	5.0
55.00	0.00	0.096	23.6	24.3	0.05	1840	-0.6	3.4	13.4
65.00	0.00	0.079	23.6	24.3	0.05	1840	-0.3	3.7	7.0
70.00	0.00	0.108	23.6	24.3	0.05	1840	0.2	4.2	6.3
65.00	0.00	0.119	23.6	24.3	0.05	1840	0.2	4.2	5.9
100.00	0.00	0.104	23.6	24.3	0.05	1840	0.9	4.9	20.4
68.50	0.00	0.100	23.6	24.3	0.05	1840	0.1	4.1	5.3
60.00	0.00	0.095	23.6	24.3	0.05	1840	-0.3	3.7	6.8
55.00	0.00	0.102	23.6	24.3	0.05	1840	-0.5	3.5	11.1
69.00	0.00	0.125	25.7	25.8	0.05	2140	0.9	4.9	21.2
52.00	0.00	0.104	25.7	25.8	0.05	2140	0.0	4.0	5.0
65.00	0.00	0.104	25.7	25.8	0.05	2140	0.6	4.6	12.8

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ค.1 PMV and PPD results from Fanger equation

CALCULATION OF THE PMV AND PPD INDICES

M	W	ICL	TA	TR	VAR	PA	PMV	PMV	PPD
W/M2	W/M2	M2C/W	C	C	M/S	PA	-3..+3	1..7	%
60.00	0.00	0.096	25.7	25.8	0.05	2140	0.4	4.4	7.9
65.00	0.00	0.093	25.7	25.8	0.05	2140	0.5	4.5	10.2
65.00	0.00	0.121	25.7	25.8	0.05	2140	0.8	4.8	17.2
66.50	0.00	0.108	25.7	25.8	0.05	2140	0.7	4.7	14.9
70.00	0.00	0.108	25.7	25.8	0.05	2140	0.8	4.8	17.3
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.115	22.0	23.0	0.05	1400	-0.3	3.7	7.3
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.129	22.0	23.0	0.05	1400	-0.2	3.8	5.6
76.50	0.00	0.066	22.0	23.0	0.05	1400	-0.5	3.5	11.2
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.066	22.0	23.0	0.05	1400	-1.1	2.9	31.2
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.066	22.0	23.0	0.05	1400	-1.1	2.9	31.2
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.095	22.0	23.0	0.05	1400	-0.6	3.4	12.8
61.70	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-1.0	3.0	27.3
67.50	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.7	3.3	15.7
65.00	0.00	0.081	22.0	23.0	0.05	1400	-0.8	3.2	19.9
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.095	23.5	24.5	0.05	1800	-0.1	3.9	5.1
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.095	23.5	24.5	0.05	1800	-0.1	3.9	5.1
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
64.20	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	7.0
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
76.70	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.1	4.1	5.4
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.066	23.5	24.5	0.05	1800	-0.5	3.5	10.4
74.20	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.1	4.1	5.1
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
68.70	0.00	0.108	23.5	24.5	0.05	1800	0.2	4.2	5.9

Table ข.1 PMV and PPD results from Fanger equation

CALCULATION OF THE PMV AND PPD INDICES

M	W	ICL	TA	TR	VAR	PA	PMV	PMV	PPD
W/M2	W/M2	M2C/W	C	C	M/S	PA	-3..+3	1..7	%
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	7.5
65.00	0.00	0.115	23.5	24.5	0.05	1800	0.2	4.2	5.5
65.00	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	-0.3	3.7	6.6
90.80	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.5	4.5	10.2
89.20	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.5	4.5	9.5
70.80	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.0	4.0	5.0
76.70	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.1	4.1	5.4
70.80	0.00	0.081	23.5	24.5	0.05	1800	0.0	4.0	5.0
70.80	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.6	4.6	13.0
62.50	0.00	0.095	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	11.0
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
70.80	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.6	4.6	13.0
70.80	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.6	4.6	13.0
98.30	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	1.1	5.1	31.5
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
70.80	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.6	4.6	13.0
83.30	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.9	4.9	21.3
105.30	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	1.2	5.2	36.6
65.80	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.9
65.00	0.00	0.066	25.8	26.9	0.05	1800	0.3	4.3	6.7
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.066	25.8	26.9	0.05	1800	0.3	4.3	6.7
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.115	25.8	26.9	0.05	1800	0.8	4.8	18.0
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
65.00	0.00	0.081	25.8	26.9	0.05	1800	0.5	4.5	9.4
60.00	0.00	0.090	21.2	22.5	0.05	1620	-1.1	2.9	31.8
72.00	0.00	0.119	21.2	22.5	0.05	1620	-0.1	3.9	5.4
61.00	0.00	0.095	21.2	22.5	0.05	1620	-1.0	3.0	25.0
60.00	0.00	0.108	21.2	22.5	0.05	1620	-0.8	3.2	19.0
60.00	0.00	0.104	21.2	22.5	0.05	1620	-0.9	3.1	21.3
59.00	0.00	0.108	21.2	22.5	0.05	1620	-0.9	3.1	21.0
60.00	0.00	0.104	21.2	22.5	0.05	1620	-0.9	3.1	21.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Table ข.1 PMV and PPD results from Fanger equation

CALCULATION OF THE PMV AND PPD INDICES

M	W	ICL	TA	TR	VAR	PA	PMV	PMV	PPD
W/M2	W/M2	M2C/W	C	C	M/S	PA	-3..+3	1..7	%
65.00	0.00	0.089	21.2	22.5	0.05	1620	-0.9	3.1	20.4
73.50	0.00	0.091	21.2	22.5	0.05	1620	-0.4	3.6	8.9
69.00	0.00	0.108	21.2	22.5	0.05	1620	-0.4	3.6	8.0
59.60	0.00	0.115	21.2	22.5	0.05	1620	-0.7	3.3	16.1
72.00	0.00	0.091	21.2	22.5	0.05	1620	-0.5	3.5	10.1
64.25	0.00	0.091	21.2	22.5	0.05	1620	-0.9	3.1	20.6
60.00	0.00	0.091	21.2	22.5	0.05	1620	-1.1	2.9	30.9
60.00	0.00	0.098	21.2	22.5	0.05	1620	-1.0	3.0	25.3
62.00	0.00	0.081	21.9	23.4	0.05	1720	-0.9	3.1	21.7
62.50	0.00	0.095	21.9	23.4	0.05	1720	-0.6	3.4	13.0
80.00	0.00	0.081	21.9	23.4	0.05	1720	-0.1	3.9	5.3
57.50	0.00	0.081	21.9	23.4	0.05	1720	-1.2	2.8	34.8
65.00	0.00	0.076	21.9	23.4	0.05	1720	-0.8	3.2	19.0
62.00	0.00	0.125	21.9	23.4	0.05	1720	-0.2	3.8	6.0
68.00	0.00	0.093	21.9	23.4	0.05	1720	-0.4	3.6	8.2
70.00	0.00	0.095	21.9	23.4	0.05	1720	-0.3	3.7	6.7
81.00	0.00	0.087	21.9	23.4	0.05	1720	0.0	4.0	5.0
62.00	0.00	0.115	21.9	23.4	0.05	1720	-0.4	3.6	7.6
61.00	0.00	0.091	21.9	23.4	0.05	1720	-0.8	3.2	17.4
62.00	0.00	0.113	21.9	23.4	0.05	1720	-0.4	3.6	8.0
62.50	0.00	0.083	25.0	25.2	0.05	1900	0.0	4.0	5.0
65.00	0.00	0.095	25.0	25.2	0.05	1900	0.3	4.3	6.6
77.75	0.00	0.089	25.0	25.2	0.05	1900	0.6	4.6	11.6
61.80	0.00	0.108	25.0	25.2	0.05	1900	0.3	4.3	7.0
70.00	0.00	0.136	25.0	25.2	0.05	1900	0.8	4.8	17.7
59.50	0.00	0.089	25.0	25.2	0.05	1900	0.0	4.0	5.0
67.00	0.00	0.142	25.0	25.2	0.05	1900	0.8	4.8	17.0
70.00	0.00	0.091	25.0	25.2	0.05	1900	0.4	4.4	8.0
60.00	0.00	0.098	25.0	25.2	0.05	1900	0.1	4.1	5.4
62.00	0.00	0.083	25.0	25.2	0.05	1900	0.0	4.0	5.0
65.00	0.00	0.104	25.0	25.2	0.05	1900	0.4	4.4	7.9
55.00	0.00	0.083	25.0	25.2	0.05	1900	-0.4	3.6	8.4
65.00	0.00	0.093	25.0	25.2	0.05	1900	0.3	4.3	6.3
75.50	0.00	0.087	25.0	25.2	0.05	1900	0.5	4.5	10.0
64.00	0.00	0.091	25.0	25.2	0.05	1900	0.2	4.2	5.8
60.00	0.00	0.098	25.0	25.2	0.05	1900	0.1	4.1	5.4
62.00	0.00	0.083	25.0	25.2	0.05	1900	0.0	4.0	5.0
60.00	0.00	0.095	25.0	25.2	0.05	1900	0.1	4.1	5.2
64.00	0.00	0.127	25.0	25.2	0.05	1900	0.6	4.6	11.6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฉ.3 การหาสมการถดถอยด้วยโปรแกรม Eureka

```
*************************************************************
Eureka: The Solver, Version 1.0

Name of input file: A:\123MW (vote)
*************************************************************


; Eureka's ability to find
; values for constants in a function that make the
; function best fit empirical data.  Because the equation
; file includes a $ substlevel = 0 directive, Eureka will
; perform a Least Squares Fit to find the function (of
; the required form) that best matches the points
; x, f(x) given.

f(x) := m*x+c

f(21.25)=2.68
f(22.47)=3.58
f(23.08)=3.58
f(23.23)=3.70
f(24.10)=3.62
f(24.66)=3.50
f(24.83)=3.88
f(25.55)=3.65
f(26.10)=4.42
f(26.72)=4.42
f(27.27)=4.65
f(27.44)=4.55
f(28.30)=4.60
$ substlevel = 0

*************************************************************

Solution:

 Variables    Values

 c          =    -2.3380121

 m          =     .24992048


Maximum error is     .39745627

*************************************************************
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
*****************************************************************
Eureka: The Solver, Version 1.0

Name of input file: A:\123M(vote)
*****************************************************************


; Eureka's ability to find
; values for constants in a function that make the
; function best fit empirical data.  Because the equation
; file includes a $ substlevel = 0 directive, Eureka will
; perform a Least Squares Fit to find the function (of
; the required form) that best matches the points
; x, f(x) given.

f(x) := m*x+c

f(22.80)=3.65
f(24.00)=3.65
f(25.20)=3.45
f(26.30)=4.50
f(27.60)=4.50
$ substlevel = 0

*****************************************************************

Solution:

 Variables    Values

 c          =    -1.3906197

 m          =     .21209768

Maximum error is     .50424195

*****************************************************************
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

```
*************************************************************
Eureka: The Solver, Version 1.0

Name of input file: A:\123W(vote)
*************************************************************


; Eureka's ability to find
; values for constants in a function that make the
; function best fit empirical data.  Because the equation
; file includes a $ substlevel = 0 directive, Eureka will
; perform a Least Squares Fit to find the function (of
; the required form) that best matches the points
; x, f(x) given.

f(x) := m*x+c

f(20.87)=2.67
f(22.63)=3.52
f(23.15)=3.60
f(23.85)=3.73
f(24.75)=3.60
f(25.23)=3.85
f(26.24)=4.28
f(27.05)=4.53
f(27.35)=4.60
f(28.28)=4.63
$ substlevel = 0

*************************************************************

Solution:

 Variables    Values

 c          =    -2.4434919

 m          =     .25439021


Maximum error is      .25266576


*************************************************************
```

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นายประพนธ์ วงษ์ท่าเรือ เกิดวันที่ 3 มกราคม 2504 ที่อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2525 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ.2531 ปัจจุบันรับราชการที่สำนักงานพลังงานแห่งชาติ ปทุมวัน กรุงเทพฯ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย