

บทที่ 6

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้และข้ออภิปราย

ในบทนี้จะกล่าวถึง ข้อมูลที่เก็บจากบริษัททั้ง 6 แห่ง มาวิเคราะห์หาสภาวะสบายในด้านต่างๆ ซึ่งได้แก่ แสงสว่าง เสียง และด้านอุณหภูมิของคนไทย ที่ทำงานในอาคารสำนักงาน ว่าตัวแปรต่างๆ เหล่านี้ควรมีค่าเป็นเท่าไร และมีเงื่อนไขอะไรบ้าง

การวิเคราะห์นี้จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การถดถอยพหุคูณ เพื่อหาสมการที่ใช้สำหรับหาค่าแสงสว่างสำหรับการมองที่สบายของคนไทย
2. การวิเคราะห์ทางสถิติโดยใช้การถดถอยพหุคูณ เพื่อหาสมการที่ใช้สำหรับหาค่าระดับเสียงภายในสำนักงาน
3. การวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่สบาย จากสมการ (คุณประพนธ์)

$$Y = -4.0435 + 0.0127X_1 + 8.5443X_2 + 0.2725X_3$$

เมื่อ

$$Y = \text{ค่าการโหวต}$$

$$X_1 = \text{ระดับกิจกรรม, W/m}^2$$

$$X_2 = \text{ค่าความต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า, m}^2\text{ }^\circ\text{C/W}$$

$$X_3 = \text{อุณหภูมิอากาศ, }^\circ\text{C}$$

6.1 สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของแสงสว่าง

ข้อมูลการคำนวณจากสถานที่ทำการทดสอบ(Calculation Data)

ในภาคผนวก ง.1 จะได้ดังนี้

No.	ILLUMINATION VARIABLE							
	Y	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7
1	3	375	0.75	0.64	0.3	60	31	1
2	3	430	0.75	0.64	0.3	35	26	1
214	3	413	0.8	0.63	0.34	25	32	1
215	4	552	0.8	0.63	0.34	35	23	1

ซึ่งตารางที่ 6.1 เป็นการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์
(Correlation) ของตัวแปรต่างๆ ได้แก่

ตัวแปรอิสระที่ 1(X1) = ระดับความส่องสว่าง(LUX)

ตัวแปรอิสระที่ 2(X2) = สัมประสิทธิ์การสะท้อนของกำแพง(W. REFLECT)

ตัวแปรอิสระที่ 3(X3) = สัมประสิทธิ์การสะท้อนของพื้น(F. REFLECT)

ตัวแปรอิสระที่ 4(X4) = สัมประสิทธิ์การสะท้อนของเพดาน(C. REFLECT)

ตัวแปรอิสระที่ 5(X5) = สมรรถภาพการมองเห็น

ตัวแปรอิสระที่ 6(X6) = อายุ(AGE)

ตัวแปรอิสระที่ 7(X7) = เพศ(SEX)

ตารางที่ 6.1 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระ

	LUX	C.REFLECT	W.REFLECT	F.REFLECT	AGE	SEX	VISUAL	VOTEIWO
LUX	1.000	0.107	0.072	0.155	0.009	-0.285	0.272	0.611 *
	0.999	0.058	0.147	0.011	0.448	0.000	0.000	0.000 **
C.REFLECT	0.107	1.000	0.143	0.071	-0.023	-0.057	-0.041	0.185
	0.058	0.999	0.018	0.149	0.368	0.203	0.288	0.003
W.REFLECT	0.072	0.143	1.000	-0.279	-0.251	-0.180	0.056	0.296
	0.147	0.018	0.999	0.000	0.000	0.004	0.219	0.000
F.REFLECT	0.155	0.071	-0.279	1.000	0.100	0.022	-0.114	0.086
	0.011	0.149	0.000	0.999	0.071	0.374	0.057	0.104
AGE	0.009	-0.023	-0.251	0.100	1.000	0.059	0.422	-0.349
	0.448	0.368	0.000	0.071	0.999	0.195	0.000	0.000
SEX	-0.285	-0.057	-0.180	0.022	0.059	1.000	-0.111	-0.241
	0.000	0.203	0.004	0.374	0.195	0.399	0.063	0.000
VISUAL	0.272	-0.041	0.056	-0.114	0.422	-0.111	1.000	0.197
	0.000	0.288	0.219	0.057	0.000	0.063	0.999	0.003
VOTEIWO	0.611	0.185	0.296	0.036	-0.349	-0.241	0.197	1.000
	0.000	0.003	0.000	0.104	0.000	0.000	0.003	0.999

* CORRELATION

** 1-TAILED SIG.

ส่วนตารางที่ 6.2 เป็นการแสดงค่านัยสำคัญ และค่า beta weight ของตัวแปรอิสระต่างๆ

ตารางที่ 6.2 ค่านัยสำคัญ และ beta weights

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
SEX	-0.0305	0.0625	-0.0242	-0.4880	0.6262
F.REFLECT	0.5783	0.3939	0.0734	1.4680	0.1436
C.REFLECT	0.2403	0.1370	0.0840	1.7540	0.0809
AGE	-0.0328	0.0051	-0.3124	-6.4360	0.0000
LUX	0.0020	1.7158E-04	0.5731	11.4750	0.0000
W.REFLECT	1.2161	0.3496	0.1802	3.4780	0.0006
(CONSTANT)	2.0161	0.3294		6.1210	0.0000

จากตารางที่ 6.1 เมื่อพิจารณาค่าสหสัมพันธ์ (Correlation) ระหว่างตัวแปรอิสระ VISUAL กับ AGE ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.422 พบว่ามีความเป็นสหสัมพันธ์กันพอสมควร ซึ่งกล่าวได้ว่า ตัวแปรอิสระ AGE มีผลต่อการทำนายค่า VISUAL ดังนั้นจึงทำการตัดตัวแปรอิสระ VISUAL ออกจากการวิเคราะห์ เนื่องจากเพื่อให้เป็นไปตามข้อสมมติฐานการวิเคราะห์หาสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ ตัวแปรอิสระต่างๆที่นำมาวิเคราะห์จะต้องเป็นอิสระต่อกันไม่ขึ้นอยู่กับตัวใดตัวหนึ่ง

จากตารางที่ 6.2 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณ
ด้านแสงสว่างที่ประกอบด้วย 6 ตัวแปรอิสระคือ

$$Y' = 2.0161 + 0.001969X_1 + 0.2403X_2 + 1.2161X_3 + 0.5783X_4 \\ - 0.0328X_6 - 0.0305X_7$$

มี $R^2 = 0.5398$ และ R^2 (adjusted) = 0.5266

เพื่อให้สมการที่ได้มีความเหมาะสม และถูกต้องมากขึ้น จะต้องมีการทดสอบการมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระ

เมื่อนำตัวแปรอิสระ 6 ตัวแปรที่เหลือ มาวิเคราะห์หาสมการเชิงเส้นพหุคูณการไหลทางด้านแสงสว่าง โดยการใช้โปรแกรม SPSS+ การคำนวณโดยวิธี stepwise การแสดงผลจะเริ่มจากการนำตัวแปรอิสระ ที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุด จากตารางที่ 6.1 จะเห็นว่าตัวแปรอิสระ LUX มีค่าสูงสุด จึงนำเข้าสู่การวิเคราะห์เป็นอันดับแรก จะแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งหมดให้เห็นว่า ถ้ามีตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวแล้วจะได้ผลอย่างไร ค่า R, R^2 , ค่า F เป็นเท่าไร ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 นี้ จะเห็นว่าค่า Beta ซึ่งแสดงน้ำหนักหรือความสำคัญของตัวแปร LUX จะเท่ากับ 0.6105 ดังนั้น จะได้สมการถดถอยที่ดูเฉพาะตัวแปร LUX ที่มีผลต่อค่าการไหลต ดังนี้

$$Y' = 1.9919 + 0.0021X_1$$

มี $R^2 = 0.3727$

ผลที่ได้จากคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนที่ 1

EQUATION NUMBER 1 DEPENDENT VARIABLE.. VOTETWO
 DESCRIPTIVE STATISTICS ARE PRINTED ON PAGE 4
 BEGINNING BLOCK NUMBER 1. METHOD: STEPWISE

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1. LUX

MULTIPLE R	0.610510	R SQUARE CHANGE	0.372720
R SQUARE	0.372720	F CHANGE	127.154510
ADJUSTED R SQUARE	0.369790	SIGNIF F CHANGE	0.000000
STANDARD ERROR	0.498050		

VARIABLES IN THE EQUATION						
VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T	
LUX	0.002097	1.8599E-04	0.610507	11.276	0.000	
CONSTANT	1.991873	0.065581		30.373	0.000	

ANALYSIS OF VARIANCE			
	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE
REGRESSION	1	31.541230	31.54128
RESIDUAL	214	53.003720	0.248050
F =	127.154510	SIGNIF F =	0.0000

VARIABLES NOT IN THE EQUATION						
VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	MIN TOLER	T	SIG T	
CREFLECT	0.121004	0.151902	0.988519	2.243	0.0259	
WREFLECT	0.253284	0.318975	0.994863	4.912	0.0000	
FREFLECT	-0.008865	-0.011058	0.975961	-0.161	0.8719	
AGE	0.354053	-0.447012	0.999919	-7.293	0.0000	
SEX	-0.073555	-0.089027	0.918929	-1.304	0.1935	

ในขั้นตอนที่ 2 จะเห็นว่าค่า Beta ของ LUX จะเปลี่ยนไปไม่เท่ากับขั้นตอนที่ 1 ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนที่ 2 มีการเพิ่มตัวแปรอิสระอีก 1 ตัว คือ AGE ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์กับการไหลตรงจาก LUX ดังนั้นสมการถดถอยของ 2 ตัวแปรอิสระนี้ คือ

$$Y' = 3.0423 + 0.0021X1 - 0.0371X6$$

มี $R^2 = 0.49806$

ผลที่ได้จากคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนที่ 2

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2. AGE

MULTIPLE R	0.70573		
R SQUARE	0.49806	R SQUARE CHANGE	0.125340
ADJUSTED R SQUARE	0.49335	F CHANGE	53.190070
STANDARD ERROR	0.44657	SIGNIF F CHANGE	0.0000

VARIABLES IN THE EQUATION

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
LUX	0.002108	1.6677E-04	0.613692	12.641	0.000
AGE	-0.037129	0.005091	-0.354053	-7.293	0.000
CONSTANT	3.042286	0.155568		19.556	0.000

ANALYSIS OF VARIANCE

	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE
REGRESSION	2	42.148470	21.07423
RESIDUAL	213	42.476530	0.199420
F =	105.677440	SIGNIF F =	0.0000

VARIABLES NOT IN THE EQUATION

VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	MIN TOLER	T	SIG T
CRELECT	0.112451	0.157762	0.987940	2.326	0.0210
WREFLECT	0.174724	0.237997	0.931295	3.568	0.0004
FREFLECT	0.027351	0.037947	0.966144	0.553	0.5809
SEX	-0.050086	-0.067629	0.915152	-0.987	0.3248

ผลที่ได้จากคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนที่ 3

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 3. WREFLECT

MULTIPLE R	0.72560		
R SQUARE	0.52649	R SQUARE CHANGE	0.028430
ADJUSTED R SQUARE	0.51979	F CHANGE	12.729260
STANDARD ERROR	0.43476	SIGNIF F CHANGE	0.0004

VARIABLES IN THE EQUATION

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
LUX	0.002064	1.6284E-04	0.600772	12.740	0.000
AGE	-0.032509	0.005123	-0.309999	-6.345	0.000
WREFLECT	1.179059	0.330472	0.174724	3.568	0.0004
CONSTANT	2.319921	0.252846		9.175	0.000

ANALYSIS OF VARIANCE

	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE
REGRESSION	3	44.55445	14.85148
RESIDUAL	212	40.07055	0.189010
F =	78.57427	SIGNIF F =	0.0000

VARIABLES NOT IN THE EQUATION

VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	MIN TOLER	T	SIG T
CRELECT	0.091225	0.130565	0.914345	1.913	0.0571
FREFLECT	0.081728	0.112082	0.858433	1.638	0.1028
SEX	-0.023112	-0.031737	0.892815	-0.461	0.6451

ในขั้นตอนที่ 3 เป็นการเพิ่มตัวแปรอิสระตัวที่ 3 เข้าไป ซึ่งก็คือ WREFLECT(X2) เป็นตัวแปรที่มีค่าสหสัมพันธ์กับการโหวตมากเป็นอันดับ 3 ดังนั้น สมการถดถอยของการพิจารณาตัวแปรอิสระทั้ง 3 คือ

$$Y' = 2.3199 + 0.0021X1 - 0.0325X6 + 1.1791X2$$

$$\text{มี } R^2 = 0.52649$$

ตาราง Variable not in the equation ในขั้นตอนที่ 3 จะเป็นตัวที่บอกว่า เมื่อตัวแปรตัวต่อไปที่จะนำเข้าไปในสมการถดถอย แล้วจะทำให้ผลการทำนายถูกต้องแม่นยำขึ้นหรือไม่ ถ้าตัวแปรอิสระนั้นมีค่า Beta in และ Partial Corr สูงๆ เมื่อนำเข้าสมการก็จะทำให้ค่าการทำนายแม่นยำมากขึ้น จากโปรแกรมที่นำมาใช้ จะตัดตัวแปรออกจากสมการ เมื่อค่า Beta in ต่ำกว่า 10% และค่า T-SIG T ต่ำกว่า 2.70 จะเห็นว่า ตัวแปรอิสระ CRELECT, FREFLECT และ SEX มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ดังนั้น สามารถละทิ้งจากสมการได้

ดังนั้นตรวจสอบนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของตัวแปรอิสระที่ละตัวแล้ว สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะลดรูปเหลือ

$$Y' = 2.3199 + 0.0021X1 + 1.1791X3 - 0.0325X6$$

$$\text{มี } R^2 = 0.5265$$

ดังนั้น สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้านแสงสว่างของคนไทย ที่มี
ลักษณะการทำงานแบบสำนักงาน ในสถานที่ทำงานจริง คือ

$$Y = 2.3199 + 0.0021X_1 + 1.1791X_3 - 0.0325X_6 \quad (6.1)$$

เมื่อ

Y = ค่าการโหวต

X_1 = ระดับความส่องสว่าง, ลักซ์

(X_1 อยู่ในช่วง 75 ลักซ์ ถึง 975 ลักซ์)

X_3 = สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของกำแพง

(X_3 อยู่ในช่วง 0.32 ถึง 0.64)

X_6 = อายุ, ปี

(X_6 อยู่ในช่วง 20 ปี ถึง 55 ปี)

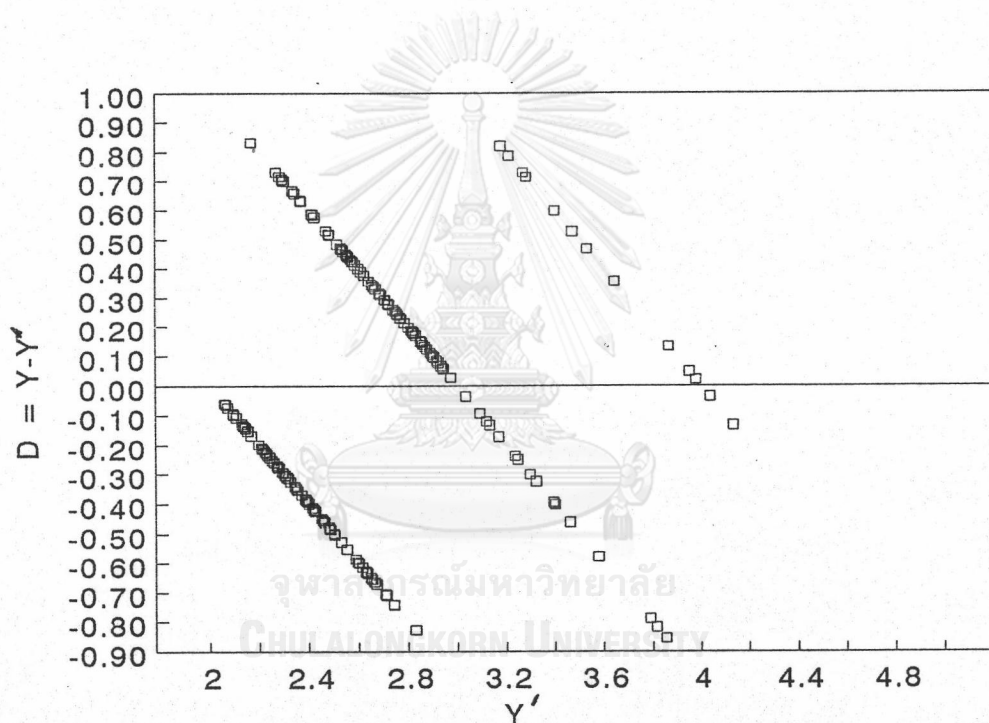
จากสมการที่ 6.1 หมายความว่าเราสามารถเชื่อมั่นผลการทำนาย
การโหวตของคนไทยได้ 52.7% ตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญต่อการทำนายค่าการ
โหวตของคนไทย ได้แก่ ค่าระดับความส่องสว่าง, สัมประสิทธิ์การสะท้อน
แสงของกำแพง, และอายุ ส่วนตัวแปรอิสระอื่นๆที่ไม่มีนัยสำคัญต่อค่าการ
โหวต ซึ่งได้แก่ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของเพดาน และพื้น เพศ

ตัวอย่างการแทนค่าเพื่อที่จะหาระดับความส่องสว่าง

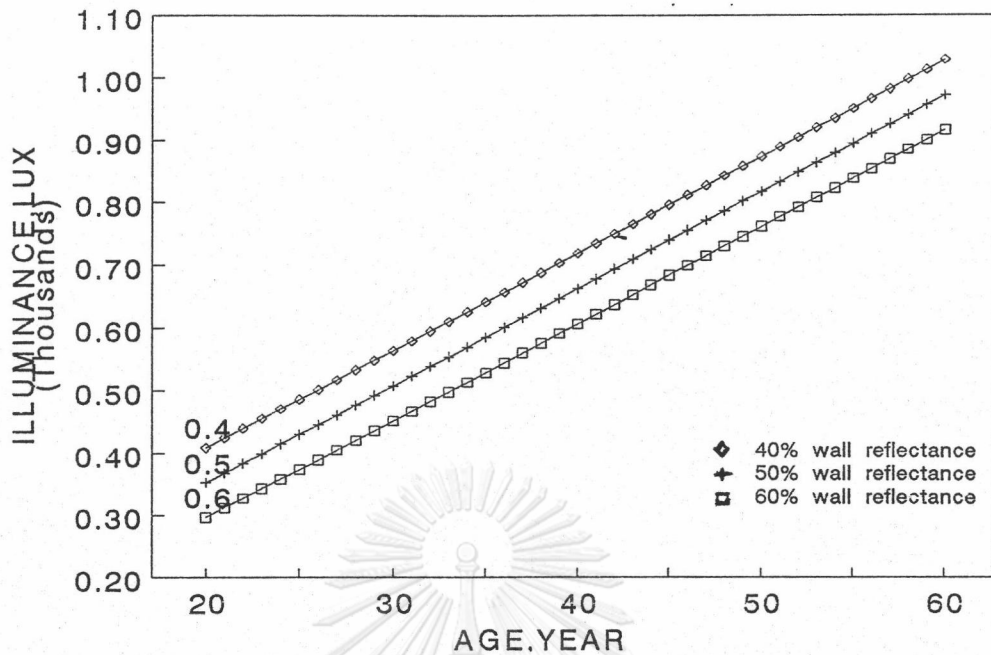
จากสมการ(6.1) เมื่อแทนค่า $Y = 3$, $X_3 = 0.60$, $X_6 = 28$

จะได้ว่า ค่าระดับความส่องสว่างโดยตรง(X_1) เท่ากับ 420 ลักซ์

จากกราฟรูปที่ 6.1 เป็นกราฟที่พล็อตระหว่างค่าผลต่างของค่าการโหวต(Y) กับค่าการทำนายการโหวต(Y') มาพล็อตเทียบกับ Y' พอจะกล่าวได้ว่า Residuals ที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าการโหวตของคนไทยกับค่าทำนายการโหวตที่วิเคราะห์จากการถดถอยพหุคูณ(Y') มีค่ากระจายรอบแกน X ทั้งทางบวกและทางลบ แสดงว่าสมการเส้นตรงที่นำมาใช้นั้นถูกต้องแล้ว ถึงแม้ว่า Residuals ที่เกิดขึ้นจะเป็นกลุ่มในแนวเอียงผ่านค่าการทำนายการโหวต($Y'=2$, $Y'=3$, $Y'=4$) ก็ตาม ทั้งนี้เกิดจากการโหวตเป็นจำนวนเต็ม



รูปที่ 6.1 กราฟ Residuals plot กับ Y'



รูปที่ 6.2 กราฟสัมพันธ์ระหว่างอายุกับระดับความสว่าง
ที่ สปส.ของกำแพงเท่ากับ 40%, 50%, 60% ที่โหวตเท่า 3

พิจารณา รูปที่ 6.2 เป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความ
ส่องสว่างกับอายุ ที่สัมพันธ์การสะท้อนแสงของกำแพงเท่ากับ 40%, 50%
และ 60% ที่ค่าการโหวตเท่ากับ 3 ซึ่งเป็นการโหวตว่าความสว่างพอดี
จากกราฟจะเห็นว่าเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น ความต้องการแสงสว่างก็มากขึ้นส่วนที่
สัมพันธ์การสะท้อนแสงของกำแพงต่างกัน ถ้ามีค่ามากขึ้น ทำให้ระดับ
แสงสว่างลดลงได้ ระดับความส่องสว่างที่พอดีสำหรับการทำงานแบบสำนักงาน
งานอยู่ระหว่าง 300-1000 ลักซ์

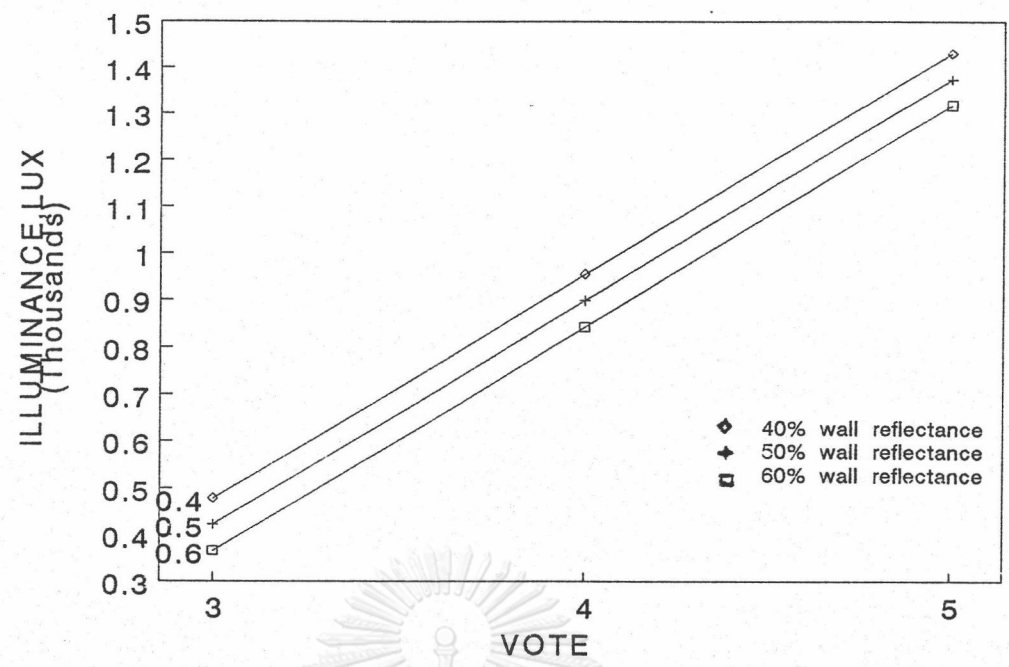
พิจารณารูปที่ 6.3, รูปที่ 6.4, รูปที่ 6.5 และ รูปที่ 6.6 เป็น
กราฟความสัมพันธ์ ระหว่างระดับแสงสว่างกับค่าการโหวตของคนไทย ที่มีการ
ทำงานแบบสำนักงาน ที่สัมพันธ์การสะท้อนแสงเป็น 40%, 50% และ 60%
ในช่วงอายุระหว่าง 20-29 ปี, 30-39 ปี, 40-49 ปี, 50-59 ปี

เมื่อสเกลการวัดของแสงสว่างเป็นดังนี้

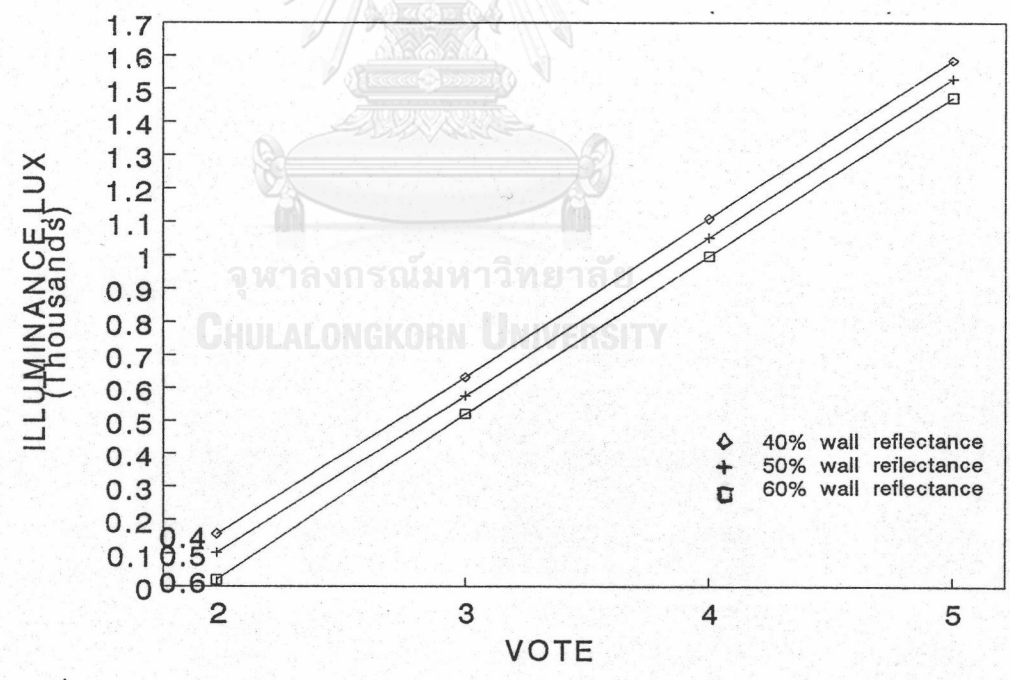
- 1 แทน มืด
- 2 แทน ค่อนข้างมืด
- 3 แทน พอดี
- 4 แทน ค่อนข้างสว่าง
- 5 แทน สว่างมาก

จากกราฟเหล่านี้ ก็จะเป็นแนวทางให้เราทราบว่า ที่ระดับความส่องสว่างค่าๆหนึ่ง คนส่วนใหญ่จะมีแนวโน้ม บอกว่าระดับความส่องสว่างพอดี, สว่างมาก หรือ ค่อนข้างมืด เช่น คนที่อยู่ในช่วงอายุระหว่าง 40-49 ปี อยู่ในห้องที่มีระดับส่องสว่าง 700 ลักซ์ สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของกำแพง 50% จะบอกว่าระดับความส่องสว่างพอดี ส่วนคนที่มีอายุอยู่ในช่วง 20-29 ปี ที่อยู่ในห้องเดียวกันจะบอกว่า ระดับความส่องสว่างค่อนข้างสว่าง และคนที่มีอายุอยู่ในช่วง 50-59 ปี จะบอกว่าระดับความส่องสว่างค่อนข้างมืด เป็นต้น และพอที่จะสรุปได้ว่า ที่สัมประสิทธิ์การสะท้อนแสงของผนัง โดยเฉลี่ยเท่ากับ 60% จะได้ระดับความสว่างที่พอดี ที่ทำให้เกิดความสบายในการมอง เมื่อแบ่งตามช่วงอายุ ได้ดังนี้

อายุ, ปี	ระดับความสว่าง, ลักซ์
20-29	360
30-39	500
40-49	650
50-59	800



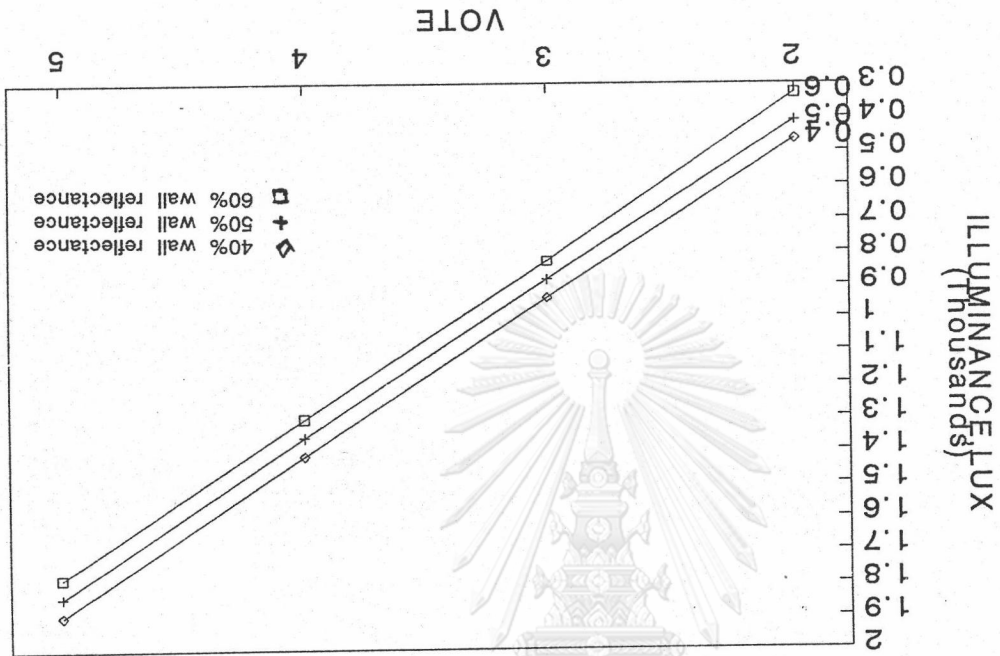
รูปที่ 6.3 กราฟสัมพันธ์ระหว่างค่าการโหวตกับระดับความสว่าง (กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 20-29)



รูปที่ 6.4 กราฟสัมพันธ์ระหว่างค่าการโหวตกับระดับความสว่าง (กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 30-39)

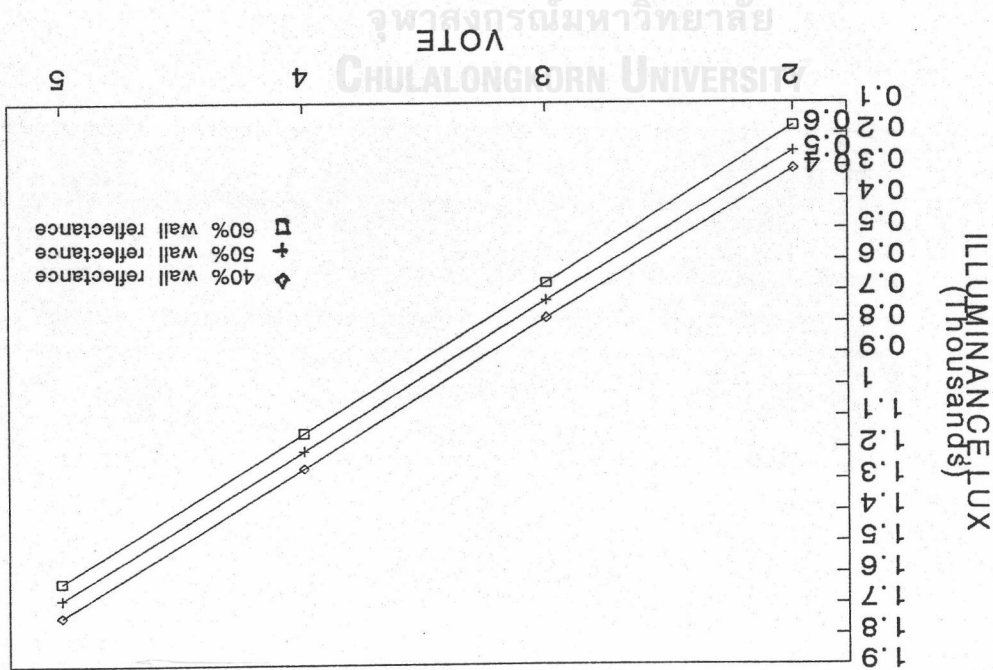
(กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 50-59)

รูปที่ 6.6 กราฟแสดงสัมพันธะระหว่างค่าการวัดทัศนวิสัยระดับความสว่าง



(กลุ่มตัวอย่างอายุระหว่าง 40-49)

รูปที่ 6.5 กราฟแสดงสัมพันธะระหว่างค่าการวัดทัศนวิสัยระดับความสว่าง



อย่างไรก็ตาม จากตารางที่ ง.3 พบว่าความคลาดเคลื่อนในการทำนายค่า(Standard error of prediction)เท่ากับ 0.42 หน่วย จากการที่มีการโหวตระหว่าง 2 ถึง 5 หน่วย หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 8.5 % และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับ 21.1% ซึ่งถือสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ได้ สามารถให้แนวทางอ้างอิงในการประมาณค่าการโหวตได้ดีพอสมควร

6.2 สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณของเสียงภายใน

จาก ข้อมูลการคำนวณจากสถานที่ทำการทดสอบ ในภาคผนวก ง.1 จะได้ดังนี้

No.	ACOUSTIC VARIABLE					
	Y	X1	X2	X3	X4	X5
1	4	60	0	80	31	1
2	3	57	0	97	26	1
.
214	3	51	47	100	32	1
215	3	50	47	70	23	1

ซึ่งตารางที่ 6.3 เป็นการวิเคราะห์หาค่าสหสัมพันธ์

(Correlation) ของตัวแปรต่างๆ ได้แก่

ตัวแปรอิสระที่ 1 (X1) = ระดับเสียงภายใน(BACKGROUND NOISE)

ตัวแปรอิสระที่ 2 (X2) = ระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่ง(INTERMITTENT NOISE)

ตัวแปรอิสระที่ 3 (X3) = สมรรถภาพการฟังของหู(HEAR)

ตัวแปรอิสระที่ 4 (X4) = อายุ(AGE)

ตัวแปรอิสระที่ 5 (X5) = เพศ(SEX)

ตารางที่ 6.3 ค่าสหสัมพันธ์ของตัวแปรอิสระด้านเสียง

	BACKNOIS	INTER	AGE	SEX	HEAR	VOTEONE
BACKNOIS	1.000	0.019	-0.134	-0.159	-0.003	0.587 *
INTER	0.999	1.000	0.025	0.010	0.481	0.000 **
AGE	0.019	0.389	1.000	0.037	0.019	0.038
SEX	0.389	0.999	0.230	1.000	0.390	0.296
HEAR	-0.134	-0.051	0.200	0.059	1.000	-0.045
VOTEONE	0.025	0.230	0.999	0.195	0.007	1.000
(CONSTANT)	-0.159	0.037	0.059	1.000	-0.123	0.012
	0.010	0.292	0.195	0.999	0.036	0.431
	-0.003	0.019	-0.166	-0.123	1.000	-0.045
	0.481	0.390	0.007	0.036	0.999	0.257
	0.587	0.038	0.067	0.012	-0.045	1.000
	0.000	0.296	0.162	0.431	0.257	0.999

* CORRELATION

** 1-TAILED SIG.

ส่วนตารางที่ 6.4 เป็นการแสดงค่านัยสำคัญ และค่า beta weight ของตัวแปรอิสระความสบายด้านเสียง

ตารางที่ 6.4 ค่านัยสำคัญ และ beta weights

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
HEAR	-0.0106	0.0456	-0.1182	-0.2320	0.8171
BACKNOIS	0.1019	0.0085	0.6157	12.0580	0.0000
INTER	0.0088	0.0563	0.0925	1.3250	0.0506
SEX	0.1131	0.0665	0.0869	1.7020	0.0903
AGE	0.0173	0.0056	0.1589	3.1030	0.0022
(CONSTANT)	-3.4092	0.6755		-5.0470	0.0000

พิจารณาค่าสหสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระที่ 3 (สมรรถภาพการฟังเสียงของหู, HEAR) กับตัวแปรอิสระที่ 4 (อายุ, AGE) ในตารางที่ 6.3 พบว่ามีค่าเท่ากับ -0.166 ซึ่งมีค่าต่ำพอที่จะแสดงว่า อายุไม่มีอิทธิพลต่อสมรรถภาพการฟังเสียงของหู อาจสืบเนื่องจากการที่จะทนต่อเสียงได้ขนาดไหนนั้น ขึ้นอยู่กับชนิดของเสียงที่ชอบก็เป็นไปได้ อีกทั้งกลุ่มตัวอย่างอยู่ในวัยทำงาน จึงทำให้สมรรถภาพในการฟังอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน ซึ่งเครื่องมือที่ทำการทดสอบอาจจะไม่ละเอียดเท่าเครื่องมือที่ใช้ในทางการแพทย์

จากตารางที่ 4 จะได้สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้านเสียงภายในที่ประกอบด้วย 5 ตัวแปรอิสระคือ

$$Y' = -3.4092 + 0.1019X_1 + 0.0088X_2 - 0.0106X_3 + 0.0173X_4 + 0.1131X_5$$

$$\text{มี } R^2 = 0.4760 \text{ และ } R^2(\text{adjusted}) = 0.4636$$

เพื่อให้สมการที่ได้มีความเหมาะสม และถูกต้องมากขึ้น จะต้องมีการทดสอบการมีนัยสำคัญของตัวแปรอิสระ

เมื่อนำตัวแปรอิสระ 5 ตัวแปร มาวิเคราะห์หาสมการเชิงเส้นพหุคูณการโหวตด้านเสียง โดยการใช้โปรแกรม SPSS+ การคำนวณโดยวิธี stepwise การแสดงผลจะเริ่มจากการนำตัวแปรอิสระที่มีค่าสหสัมพันธ์กับตัวแปรตามสูงสุด จากตารางที่ 6.3 จะเห็นว่าตัวแปรอิสระ BACKNOIS มีค่าสูงสุด จึงนำเข้าสู่การวิเคราะห์เป็นอันดับแรก จะแสดงผลการวิเคราะห์ทั้งหมดให้เห็นว่า ถ้ามีตัวแปรอิสระเพียงตัวแปรเดียวแล้วจะได้ผลอย่างไร ค่า R, R², ค่า F เป็นเท่าไร ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 นี้ จะเห็นว่าค่า Beta ซึ่งแสดงน้ำหนักหรือความสำคัญของตัวแปร BACKNOIS จะเท่ากับ 0.5868 ดังนั้น จะได้สมการถดถอยที่เฉพาะตัวแปร BACKNOIS ที่มีผลต่อค่าการโหวต ดังนี้

$$Y' = -2.35607 + 0.09715X_1$$

$$\text{มี } R^2 = 0.3443$$

การแสดงผลของคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนที่ 1

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 1. BACKNOIS

MULTIPLE R	0.586780			
R SQUARE	0.344320	R SQUARE CHANGE		0.34432
ADJUSTED R SQUARE	0.341250	F CHANGE		112.37651
STANDARD ERROR	0.527370	SIGNIF F CHANGE		0.00000

VARIABLES IN THE EQUATION

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
BACKNOIS	0.097146	9.1640E-03	0.586784	10.601	0.000
CONSTANT	-2.356070	0.509575		-4.624	0.000

ANALYSIS OF VARIANCE

	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE
REGRESSION	1	31.25461	31.25461
RESIDUAL	214	59.51854	0.278120
F =	112.376510	SIGNIF F =	0.0000

VARIABLES NOT IN THE EQUATION

VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	MIN TOLER	T	SIG T
INTER	0.125483	0.150572	0.978256	2.107	0.0185
AGE	0.148701	0.181984	0.982050	2.701	0.0075
SEX	0.107655	0.131264	0.974814	1.932	0.0546
HEAR	-0.042847	-0.052914	0.999990	-0.773	0.4402

การแสดงผลของคอมพิวเตอร์ในขั้นตอนที่ 2

VARIABLE(S) ENTERED ON STEP NUMBER 2. AGE

MULTIPLE R	0.66470			
R SQUARE	0.44182	R SQUARE CHANGE		0.02646
ADJUSTED R SQUARE	0.43771	F CHANGE		10.55229
STANDARD ERROR	0.47713	SIGNIF F CHANGE		0.0013

VARIABLES IN THE EQUATION

VARIABLE	B	SE B	BETA	T	SIG T
BACKNOIS	0.099765	8.3670E-03	0.602599	11.923	0.0000
AGE	0.017851	5.4950E-03	0.164352	3.248	0.0013
CONSTANT	-3.226289	0.511204		-6.311	0.0000

ANALYSIS OF VARIANCE

	DF	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARE
REGRESSION	2	40.10825	20.05412
RESIDUAL	213	50.66490	0.237860
F =	84.309420	SIGNIF F =	0.0000

VARIABLES NOT IN THE EQUATION

VARIABLE	BETA IN	PARTIAL	MIN TOLER	T	SIG T
INTER	0.094850	0.125244	0.973177	1.838	0.0675
SEX	0.088313	0.119381	0.958876	1.747	0.0822
HEAR	-0.020323	-0.301790	0.952450	-0.439	0.6614

ในขั้นตอนที่ 2 จะเห็นว่าค่า Beta ของ BACKNOIS จะเปลี่ยนไป ไม่เท่ากับขั้นตอนที่ 1 ทั้งนี้เพราะในขั้นตอนที่ 2 มีการเพิ่มตัวแปรอิสระอีก 1 ตัว คือ AGE ซึ่งมีค่าสหสัมพันธ์กับการไหลตรงจาก BACKNOIS ดังนั้น สมการถดถอยของ 2 ตัวแปรอิสระนี้ คือ

$$Y' = -3.2263 + 0.09977X1 + 0.01785X4$$

มี $R^2 = 0.44185$

สำหรับตัวแปรอิสระ INTER เป็นการแทนค่าเฉลี่ย ที่ได้จากการวัดทั่วทั้งห้อง

ตาราง Variable not in the equation ในขั้นตอนที่ 2 จะเป็นตัวที่บอกว่า เมื่อตัวแปรตัวต่อไปที่จะนำเข้าไปในสมการถดถอย แล้วจะทำให้ผลการทำนายถูกต้องแม่นยำขึ้นหรือไม่ ถ้าตัวแปรอิสระนั้นมีค่า Beta in และ Partial Corr สูงๆ เมื่อนำเข้าสมการก็จะทำให้ค่าการทำนายแม่นยำมากขึ้น จากโปรแกรมที่นำมาใช้ จะตัดตัวแปรออกจากสมการ เมื่อค่า Beta in ต่ำกว่า 10% และค่า T-SIG T ต่ำกว่า 2.70 จะเห็นว่า ตัวแปรอิสระ HEAR, INTER และ SEX มีค่าต่ำกว่าที่กำหนด ดังนั้นสามารถละทิ้งจากสมการได้

เมื่อตรวจสอบนัยสำคัญที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ของตัวแปรอิสระที่ละตัวแล้ว
สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณจะลดรูปเหลือ

$$Y' = -3.2263 + 0.0998X_1 + 0.0179X_4$$

$$\text{มี } R^2 = 0.4418$$

ดังนั้น สมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณด้านเสียงของคนไทย ที่มี
ลักษณะการทำงานแบบสำนักงาน ในสถานที่ทำงานจริง คือ

$$Y = -3.2263 + 0.0998X_1 + 0.0179X_4 \quad (6.2)$$

เมื่อ

Y = ค่าการโหวต

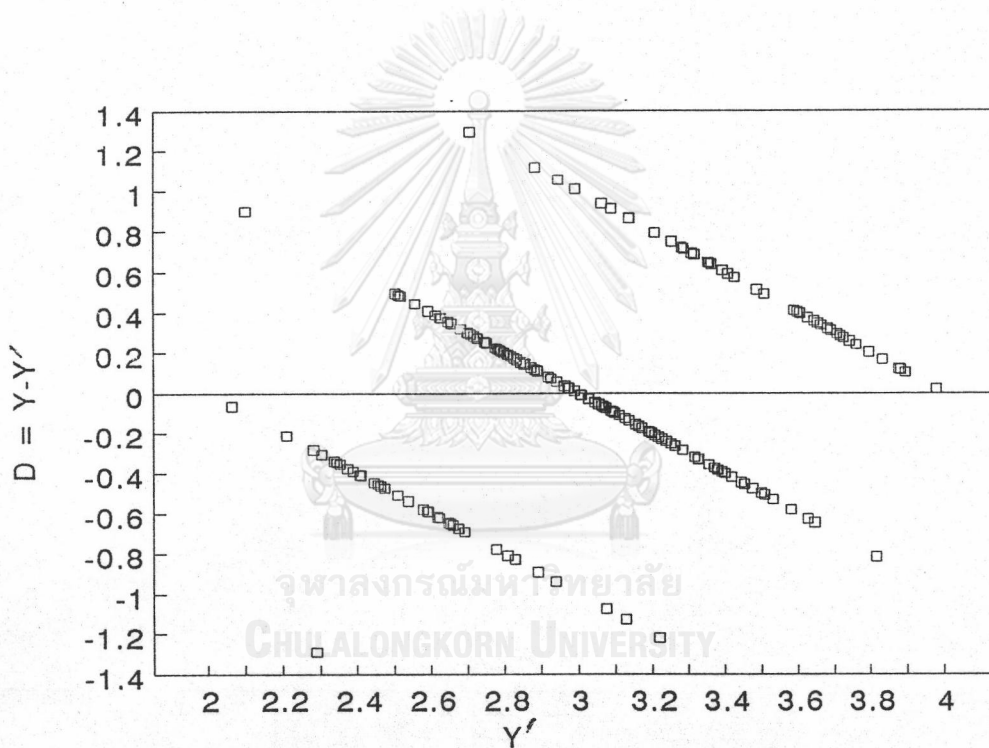
X_1 = ระดับความดังเสียงภายใน, เดซิเบลเอ

(X_1 อยู่ในช่วง 41 เดซิเบลเอ ถึง 70 เดซิเบลเอ)

X_4 = อายุ, ปี

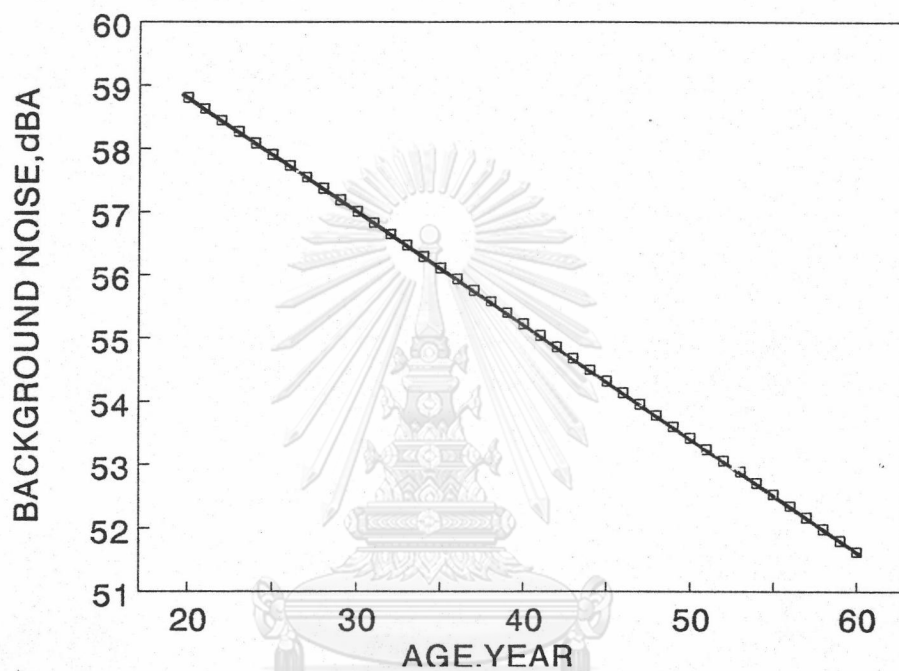
(X_4 อยู่ในช่วง 20 ปี ถึง 55 ปี)

จากกราฟรูปที่ 6.7 เป็นกราฟที่พล็อตระหว่างค่าผลต่างของค่าการโหวต(Y) กับค่าการทำนายการโหวต(Y') มาพล็อตเทียบกับ Y' พอจะกล่าวได้ว่า Residuals ที่เกิดจากผลต่างระหว่างค่าการโหวตของคนไทยกับค่าทำนายการโหวตที่วิเคราะห์จากการถดถอยพหุคูณ(Y') มีค่ากระจายรอบแกน X ทั้งทางบวกและทางลบ แสดงว่าสมการเส้นตรงที่นำมาใช้นั้นถูกต้องแล้ว ถึงแม้ว่า Residuals ที่เกิดขึ้นจะเป็นกลุ่มในแนวเอียงผ่านค่าการทำนายการโหวต(Y') = 2, Y' = 3, Y' = 4 ก็ตาม ทั้งนี้เกิดจากค่าการโหวตเป็นจำนวนเต็ม



รูปที่ 6.7 Residuals plot กับ Y' (ด้านเสียง)

จากสมการที่ 6.2 หมายความว่าเราสามารถเชื่อมั่นผลการทำนาย การโหวตของคนไทยได้ 44.2% ตัวแปรอิสระที่มีนัยสำคัญต่อการทำนายค่าการ โหวตของคนไทย ได้แก่ ค่าระดับเสียงภายใน, ค่าระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่ง และอายุ ส่วนตัวแปรอิสระอื่นๆที่ไม่มีนัยสำคัญต่อค่าการโหวต ซึ่งได้แก่ สมรรถภาพการฟังเสียงของหู และเพศ



รูปที่ 6.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายในกับอายุ

พิจารณารูปที่ 6.8 เป็นกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายใน (Background Noise) กับอายุ ที่ค่าการโหวตของระดับเสียงว่าดังเล็กน้อย จะเห็นว่าเมื่ออายุเพิ่มมากขึ้น แนวโน้มของระดับเสียงภายในจะลดลง และ จากกราฟจะเห็นว่าระดับความดังของเสียงภายใน ที่กลุ่มตัวอย่างโหวตว่า ดังเล็กน้อย มีค่าอยู่ระหว่าง 52-59 dBA

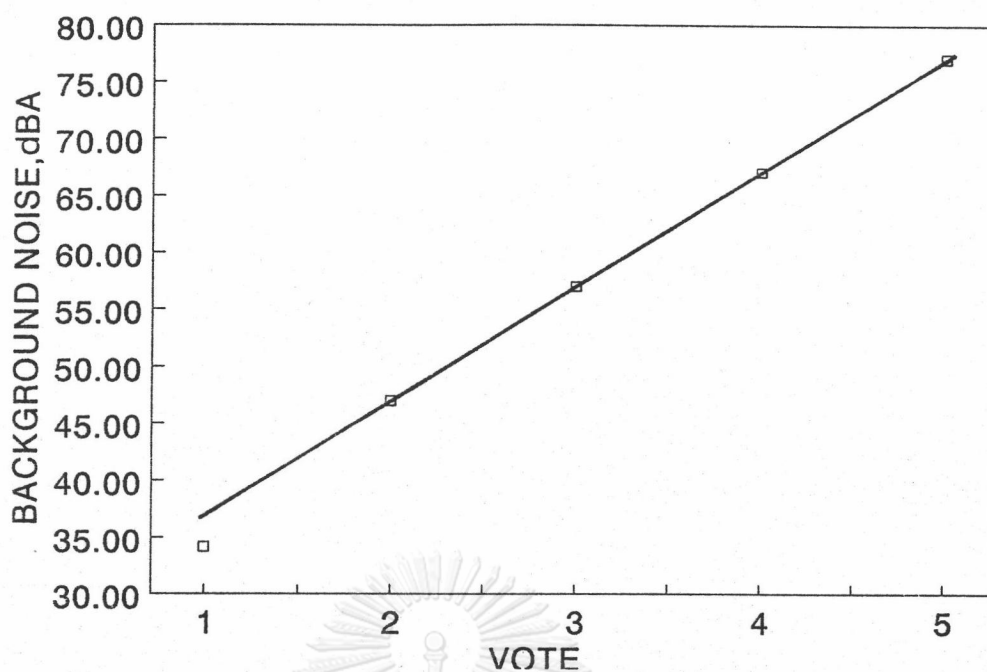
พิจารณารูปที่ 6.9, รูปที่ 6.10, รูปที่ 6.11 และ รูปที่ 6.12 เป็นกราฟสหสัมพันธ์ ระหว่างระดับเสียงภายในกับค่าการโหวตของคนไทย ที่มีการทำงานแบบสำนักงาน ในช่วงอายุระหว่าง 20-29 ปี, 30-39 ปี, 40-49 ปี, 50-59 ปี เมื่อสเกลการโหวตของเสียงเป็นดังนี้

- 1 แทน เจียบมาก
- 2 แทน ค่อนข้างเจียบ
- 3 แทน ดังเล็กน้อย
- 4 แทน เสียงดัง
- 5 แทน ดังมาก

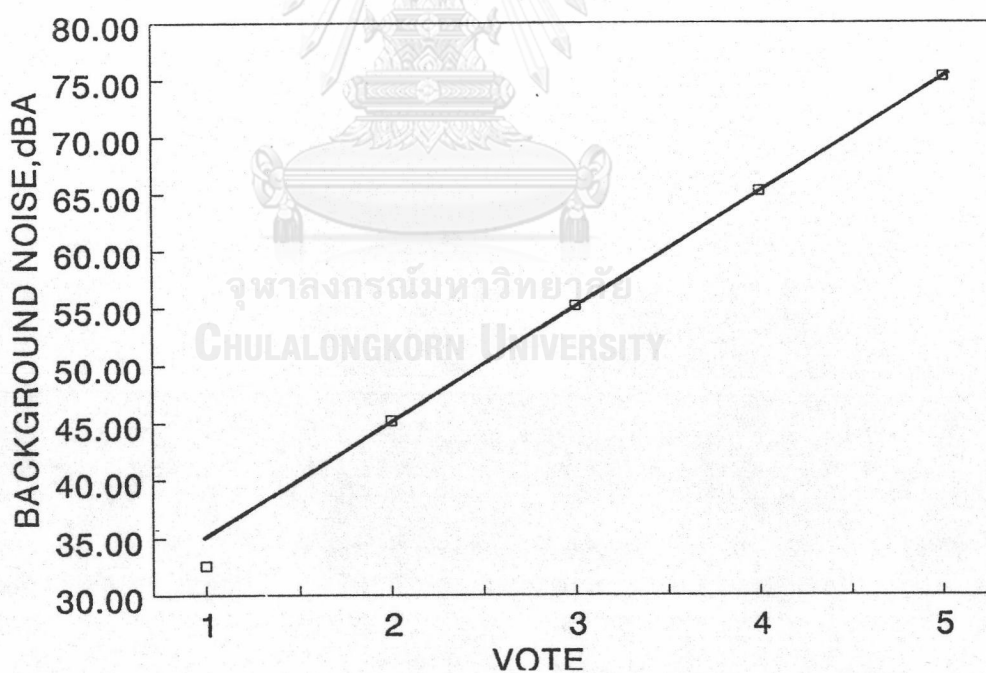
ระดับเสียงภายใน ที่จะทำให้รู้สึกว่าเป็นเสียงเริ่มดังเล็กน้อย ซึ่งจะทำให้เกิดความไม่สบายในการฟัง แบ่งตามช่วงอายุได้ดังนี้

อายุ, ปี	ระดับเสียงภายใน, เดซิเบล
20-29	57
30-39	55
40-49	53
50-59	52

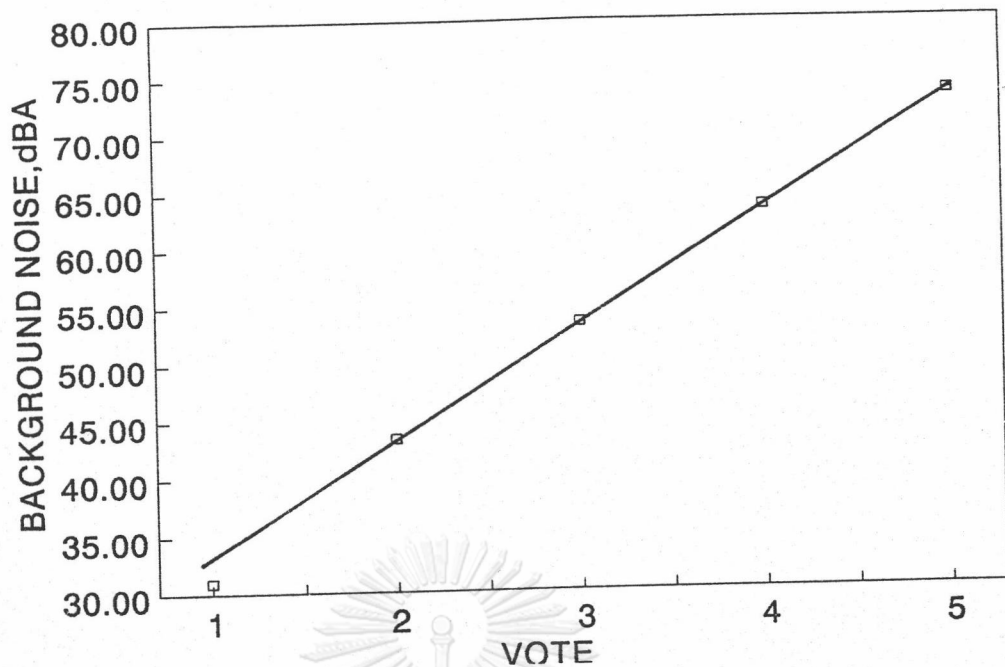
จากผลที่ได้ว่า ระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่ง ไม่มีความสำคัญต่อการโหวตความสบายด้านเสียง เนื่องจาก ค่าระดับเสียงขณะใดขณะหนึ่ง ที่ใช้ในการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ยในแต่ละห้อง ซึ่งอยู่ในช่วง 36 dBA ถึง 60 dBA



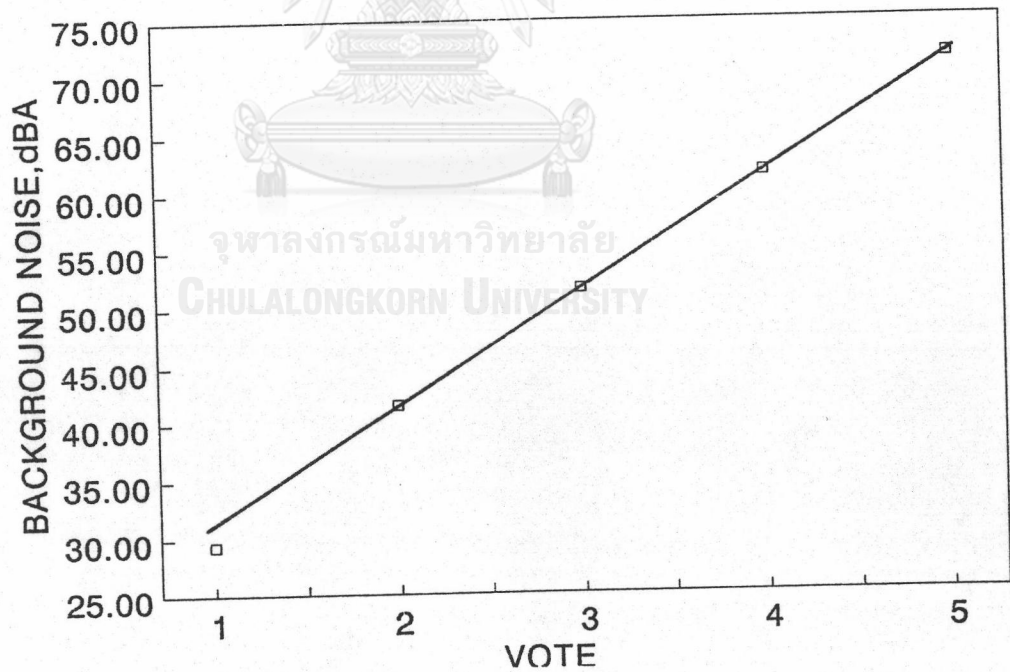
รูปที่ 6.9 กราฟสหสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายในกับค่าการโหวต
(กลุ่มตัวอย่างอายุ 20-29 ปี)



รูปที่ 6.10 กราฟสหสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายในกับค่าการโหวต
(กลุ่มตัวอย่างอายุ 30-39 ปี)



รูปที่ 6.11 กราฟสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายในกับค่าการโหวต
(กลุ่มตัวอย่างอายุ 40-49 ปี)



รูปที่ 6.12 กราฟสัมพันธ์ระหว่างระดับเสียงภายในกับค่าการโหวต
(กลุ่มตัวอย่างอายุ 50-59 ปี)

อย่างไรก็ตาม จากตาราง ง.4 พบว่า ความคลาดเคลื่อนในการทำนายค่า(Standard error of prediction)เท่ากับ 0.46 หน่วย จากการที่มีการโหวตระหว่าง 2 ถึง 4 หน่วย หรือคิดเป็นเปอร์เซ็นต์คลาดเคลื่อนต่ำสุดเท่ากับ 9.2 % และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนสูงสุดเท่ากับ 18.5% ซึ่งถือสมการถดถอยเชิงเส้นพหุคูณที่ได้ สามารถให้แนวทางอ้างอิงในการประมาณค่าการโหวตได้ดีพอสมควร

6.3 การวิเคราะห์หาอุณหภูมิที่สบาย

ในการวิจัยนี้ การหาอุณหภูมิที่สบายสำหรับคนไทย จะใช้สมการของคุนประพนธ์ วงษ์ท่าเรือ คือ

$$Y = -4.0435 + 0.0127X_1 + 8.5443X_2 + 0.2725X_3 \quad (6.3)$$

เมื่อนำเอาข้อมูลจากแบบสอบถาม ที่มีค่าการโหวตเท่ากับ 4 และนำเอาค่าระดับกิจกรรม, ค่าความต้านทานความร้อนของเสื้อผ้า, แทนลงในสมการที่ 3 และหาค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิอากาศ ดังตาราง จ.3 ดังนั้นจะได้

สถานที่	อุณหภูมิสบาย(ประพนธ์)	อุณหภูมิสบาย(Comfort Meter)
บริษัท ก	24.3 °C	23.4 °C
บริษัท ข	23.8 °C	22.6 °C
บริษัท ค	24.5 °C	24.9 °C
บริษัท ง	24.9 °C	25.8 °C
บริษัท จ	23.7 °C	24.1 °C
บริษัท ฉ	22.7 °C	23.7 °C

จากผลที่ได้จะเห็นว่า ค่าอุณหภูมิสบายที่ได้จากสมการประพนธ์ มีค่าต่างจากค่าที่ได้จากอุปกรณ์ Comfort Meter ไม่มากนัก ไม่เกิน 5%