บทที่ 5
การวิเคราะห์สมการถดถอย

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นวิธีการทางสถิติอีกวิธีหนึ่งที่จะศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร 2 ประเภท โดยสามารถนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์นั้นไปใช้ในการพยากรณ์ค่าตัวแปรตัวหนึ่ง เมื่อค่าตัวแปรอีกตัวหนึ่งเปลี่ยนไป ซึ่งจะกำหนดให้ตัวแปรที่มีการเปลี่ยนไปมีค่ากระทบต่อค่าของตัวแปรอีกตัวหนึ่งว่า ตัวแปรอิสระ Independent Variable : X) ส่วนตัวแปรที่มีการเปลี่ยนแปลงตามค่าของตัวแปรอิสระนั้นจะเรียกว่า ตัวแปรตาม (Dependent Variable : Y) (N.R. DRAPER and H. SMITH,1996)

การวิเคราะห์การถดถอยเป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร โดยมุ่งเน้นพยากรณ์ตัวแปรตาม ซึ่งต้องอาศัยการประมาณค่าความสัมพันธ์ระหว่างทั้งสองตัวแปร โดยจะเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า ค่าสัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) ในการประมาณค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยนั้นจะทำได้หลังจากที่ได้สร้างรูปแบบความสัมพันธ์ (Model) ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตามแล้ว ซึ่งรูปแบบความสัมพันธ์อาจจะมีลักษณะเป็นเส้นแบบตรง แบบเส้นโค้ง ฯลฯ ได้ (N.R. DRAPER and H. SMITH,1996)

5.1 การวิเคราะห์สมการถดถอย

สำหรับค่าความส่องสว่างภายนอก ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้อาศัยข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนระนาบนอน และค่าความส่องสว่างของท้องฟ้าภายนอกที่ตกกระทบบนระนาบนอนระนาบตั้งทั้ง 8 ทิศ รวมทั้งตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงของความสว่างภายนอก โดยเก็บข้อมูลตามหัวข้อระเบียบวิธีวิจัยที่ 2.2.1-2.2.6

5.1.1 การพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปร

ในการพิจารณาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมดใช้การวิเคราะห์และการถดถอยเชิงเส้น (Multiple Regression and Condition) โดยอาศัยฟังก์ชั่นของโปรแกรม EXCELL 7.0 หมวด DATA ANALYSIS เป็นตัววิเคราะห์ ดูตารางที่ 5.1 ประกอบ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การวิเคราะห์การถดถอย : การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

ข้อมูล : แสงกระจาย

สถานที่ :

กรุงเทพมหานคร

1999-2000

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.96
R Square	0.92
Adjusted R Square	0.92
Standard Error	1940.2
Observations	2927

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	10	1.52E+11	15188756296	4036	0.00
Residual	2916	10969512127	3761835		
Total	2926	1.63E+11			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-125371.38	151107.68	-0.83	4.06E-30	-421660.24	170917.49	-421660.24	170917.49
Global Radiation	17.25	0.52	33.04	1.25E-203	16.26	18.28	16.26	18.28
Solar Altitude Angle	575.50	37.98	15.15	5.63E-50	501.03	649.98	501.03	649.98
Sky Ratio	-2445.09	1003.47	-2.44	1.48E-02	-4412.68	-477.49	-4412.68	-477.49
Solar Azimuth Angle	-7.55	3.21	-2.35	0.02	-13.84	-1.26	-13.84	-1.26
Hour Angle	-8962.75	12530.43	-0.72	0.47	-33532.17	15606.67	-33532.17	15606.67
Global Radiation-V_{ashrae}	41.25	3.70	11.14	3.10E-28	33.98	48.51	33.98	48.51
Diffuse Radiation	-21193	2768.7	-7.65	2.58E-14	-26623.1	-15762.9	-26623.1	-15762.9

ตารางที่ 5.1 แสดงการวิเคราะห์การถดถอยเพื่อแสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม

หมายเหตุ ข้อมูลของแสงกระจาย เดือนตุลาคม 2542 - มีนาคม 2543

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) พบว่าระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R = 0.96 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อค่าความส่องสว่างที่ 92 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.92) ส่วนที่เหลืออีก 8 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดประมาณค่าระดับความส่องสว่างจะมีค่าคลาดเคลื่อนที่ 1940 ลักซ์ (Standard error = 1940)

โดยกำหนดให้มีการทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินความสามารถในการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ แล้วพบว่า ค่าความน่าจะเป็น Significant F ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 มีตัวแปรอิสระที่สามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง จึงต้องทดสอบว่าในสมการพยากรณ์ควรมีตัวแปรอิสระตัวใดบ้าง และควรมีค่าคงที่หรือไม่

การทดสอบค่าคงที่

สมมุติฐาน คือ HO : $\alpha = 0$

Hi : $\alpha \neq 0$

กำหนดระดับนัยสำคัญ $\alpha = 0.05$ พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ -4.067E-30 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$ บางตัว

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ควรจะมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การทดสอบตัวแปรอิสระใด ๆ

สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 / \beta_1 \ldots\ldots \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 / \beta_1 \ldots\ldots \beta_3 \neq 0$

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ	Global Radiation	=	(1.25E-203)
ตัวแปรอิสระ	Solar Altitute Angle	=	(5.63E-50)
ตัวแปรอิสระ	Sky Ratio	=	(3.61E-12)
ตัวแปรอิสระ	Solar Azimuth Angle	=	(0.02)
ตัวแปรอิสระ	Hour Angle	=	0.46
ตัวแปรอิสระ	Solar Time	=	0.47
ตัวแปรอิสระ	Global Radiation ashrea	=	(2.76E-07)
ตัวแปรอิสระ	Global Radiation ashrea	=	(3.10E-28)
ตัวแปรอิสระ	Diffuse Radiation ashrea	=	(2.58E-)

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร Global Radiation, Solar Altitute Angle, Sky Ratio, Solar Azimuth Angle, , Global Radiation $_{ashrea}$, Global Radiation $_{ashrea}$, Diffuse Radiation $_{ashrea}$ มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ส่วนค่า P – Value สำหรับตัวแปรอิสระ Hour Angle,Solar Time มีค่ามากกว่า α ดังนั้นจึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o สำหรับตัวแปรอิสระ Global Radiation, Solar Altitute Angle, Sky Ratio, Solar Azimuth Angle, , Global Radiation $_{\text{eshres}}$, Global Radiation $_{\text{eshres}}$, Diffuse Radiation $_{\text{eshres}}$

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ Hour Angle,Solar Time

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระที่สามารถนำมาสร้างสมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างได้ คือ Global Radiation, Solar Altitute Angle, Sky Ratio, Solar Azimuth Angle, , Global Radiation $_{\text{eshres}}$, Global Radiation $_{\text{eshres}}$, Diffuse Radiation $_{\text{eshres}}$

จากการทดสอบด้วยวิธีการทางสถิติในเบื้องต้น จะพบว่าตัวแปรอิสระในการใช้พยากรณ์ ความส่องสว่างภายนอกมีมากกว่า 2 ตัวแปร ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ต้องการหาสมการพยากรณ์อย่างง่ายและสะดวกในการนำไปใช้งาน ซึ่งจะพิจารณาตัดตัวแปรอิสระบางตัวออกไป ถึงแม้ว่าตัวแปรดังกล่าวจะผ่านการทดสอบสมมุติฐาน (ยอมรับสมมุติฐาน H_i) ก็ตาม โดยอาศัยการพิจารณาจากการศึกษาและวิจัยที่ผ่านมาเป็นองค์ประกอบหลัก

Hopkinson (1966) ได้กล่าวไว้ว่า "การคำนวนปริมาณแสงสว่างจากดวงอาทิตย์ สามารถทำได้โดยการนำเอาข้อมูล ค่ารังสีรวมที่ตกกระทบในแนวระนาบที่มีการศึกษามากว่า 60 ปี และข้อมูลที่ได้จากการศึกษามาพยากรณ์ สร้างเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ ก็จะสามารถอธิบายความส่องสว่างจากแสงธรรมชาติได้"

Hopkinson (1966) ได้กล่าวไว้ว่า "ค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์ ที่ได้จากการตรวจวัด เป็นค่าที่มีผลต่อการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอกมากที่สุด ถึงแม้ว่าจะมีตัวแปรที่ไม่ทราบค่าจำนวนมากมาเกี่ยวข้อง เช่น ค่ารังสีตรงจากดวงอาทิตย์ ที่มีการเปลี่ยนแปลงตลอดตามวงโคจรรอบโลกของดวงอาทิตย์ ปริมาณเมฆบนท้องฟ้า ปริมาณไอน้ำและฝุ่นละอองในชั้นบรรยากาศ และลมประจำท้องถิ่น เป็นต้น เนื่องจากเหตุผลดังกล่าวทำให้การทำนายโดยใช้ข้อมูลทางสถิติ หรือการคำนวนโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์อาจมีความแม่นยำไม่พอ เพราะสมการเหล่านั้นไม่สามารถทำนายตัวแปรที่เกี่ยวข้องเหล่านี้ได้อย่างชัดเจน"

Kittler (1968) ได้กล่าวไว้ว่า "ความสว่างของท้องฟ้าประกอบไปด้วยองค์ประกอบหลัก 2 ส่วนคือ ความสว่างจากแสงตรงของดวงอาทิตย์ (Direct Illumination) และความสว่างของแสงกระจายจากดวงอาทิตย์(diffuse Illumination) ของท้องฟ้าโดยองค์ประกอบทั้ง 2 จะแปรผันตาม ตำแหน่งอัลติจูดของดวงอาทิตย์ (Solar Altitude) เป็นหลัก"

Nakamura and Oki (1980) ได้กล่าวไว้ว่า "การพิจารณาค่าความส่องสว่างของท้องฟ้าทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากปริมาณเมฆในท้องฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา (Dynamic) และจากข้อมูลสถิติที่ได้มีการรวบรวมไว้ปริมาณในท้องฟ้ามีอิทธิพลอย่างมากต่อการเพิ่มและลดลงของแสง (กรณีแสงกระจาย)"

The Gillete Prediction model (1972) ได้ศึกษาโดยอาศัยดัชนีเมฆ (Cloudy Ratio) มาพิจารณาหาความสัมพันธ์ของการส่องสว่างของท้องฟ้า

IESNA ได้แบ่งประเภทของท้องฟ้าโดยพิจารณาจาก รังสีกระจายต่อรังสีรวม ซึ่งสามารถแยกสภาพท้องฟ้า (Sky Condition) ได้ดังนี้

Sky Condition	Cloud Cover	Sky Ratio
Clear Sky	0.0 to 0.3	≤ 0.3
Partly Cloudy Sky	0.4 to 0.7	$0.3 <$ to < 0.8
Cloudy Sky	0.8 to 1.0	≥ 0.8

นอกจากนี้ IESNA ได้สร้างสมการพยากรณ์สภาพความสว่างของท้องฟ้าในระนาบนอน ดังนี้

$$E_{KN} = A + B \ (\text{Sin } \alpha)^{C}$$

เมื่อ A, B, C คือค่าที่แสดงดังตาราง

Sky Condition	A	B	C
Clear Sky	0.8	15.5	0.5
Partly Cloudy	0.3	45.0	1.0
Cloudy Sky	0.3	21.0	1.0

โดยที่ A, B, C = ค่าที่ได้จากการคำนวน

α = Solar Altitude

การศึกษาในครั้งนี้ได้ พิจารณาตัวแปรอิสระเพื่อนำมาใช้ประมาณค่าความส่องสว่างดังนี้

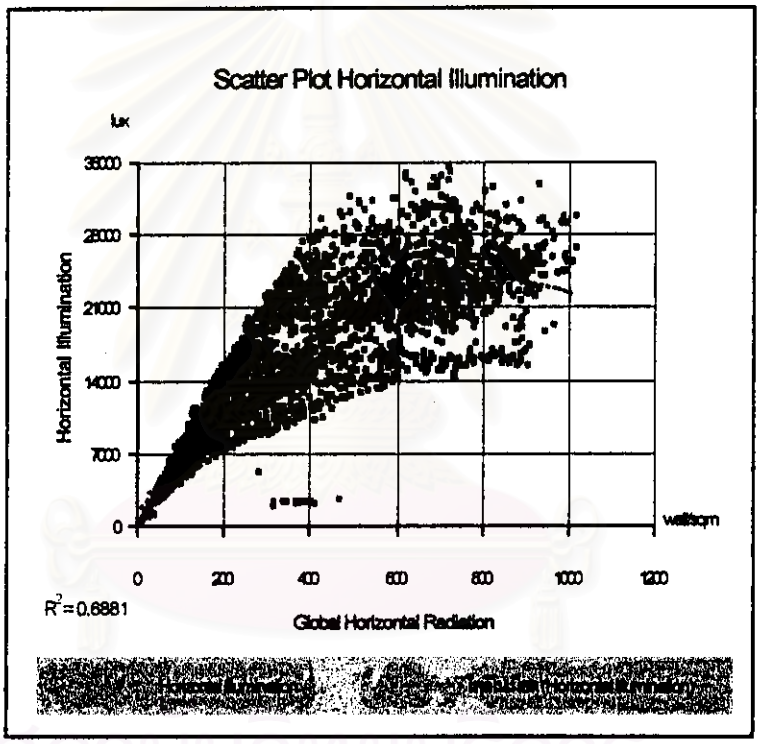
	สัญญลักษณ์	ความหมาย	ค่า Correlation
ตัวแปรตาม	I	ค่าความส่องสว่างภายนอก	-
ตัวแปรอิสระ	G.rad	ค่ารังสีรวมที่ตกกระทบในแนวระนาบ	0.91
ตัวแปรอิสระ	Sky Ratio	ค่ารังสีกระจาย / ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์	-0.81
ตัวแปรอิสระ	Alt	มุมอัลติจูดของดวงอาทิตย์	0.90

โดยค่าความสัมพันธ์ (Correlation) ทั้งหมดมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าความสว่างดังแสดงในตาราง สรุปว่าที่ระดับนัยสำคัญ(Significance) 0.05 ตัวแปรอิสระดังกล่าวข้างต้นสามารถนำมาใช้สร้างสมการในการพยากรณ์สภาพท้องฟ้าภายนอกได้

5.1.2 การพล๊อตเพื่อแสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล

ก่อนทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยสมการถดถอย จะต้องทำการพล๊อตแผนภูมิการกระจาย (Scatter Plot) เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระและตัวแปรตาม ว่ามีลักษณะการกระจายของข้อมูลในลักษณะใด โดยกำหนดให้ค่าความส่องสว่างอยู่บนแกนตั้ง และค่ารังสีรวมอยู่บนแกนนอน โดยเลือกวิธีการ Plot แบบ จุด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

5.1.2.1 กรณีศึกษา แสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Illumination)

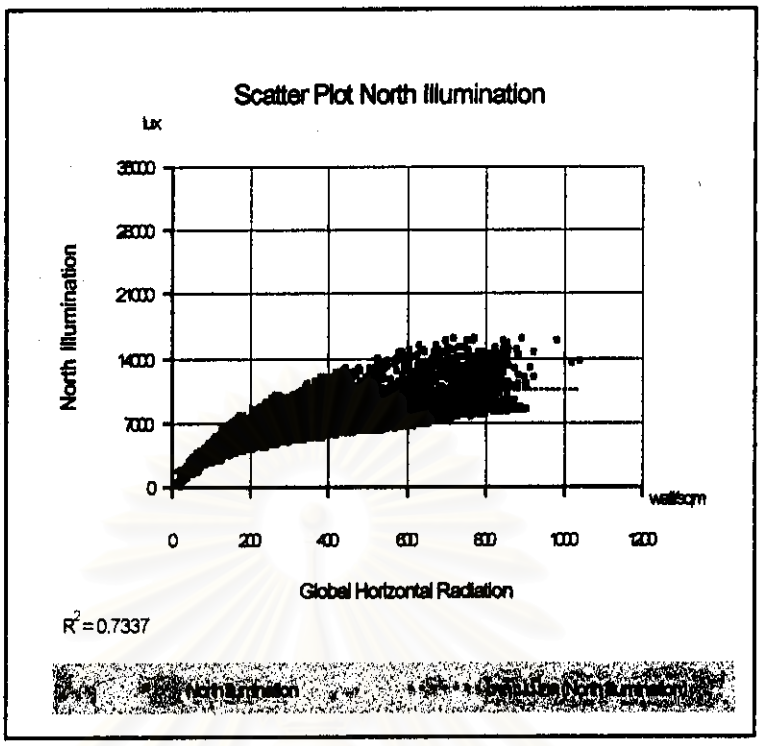


(ก)

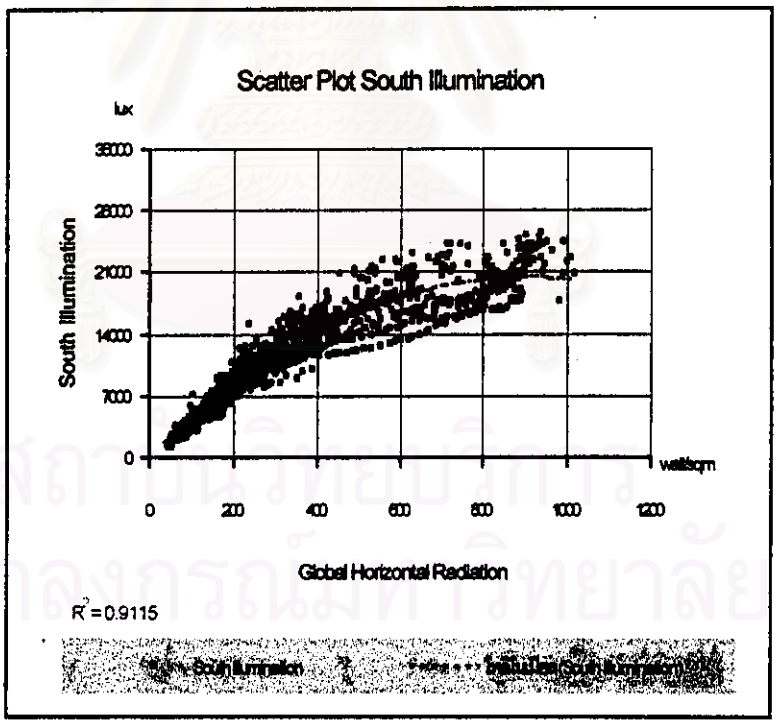
แผนภูมิที่ 5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงกระจายจากท้องฟ้า

(ก) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ในแนวระนาบ

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543



(ข)



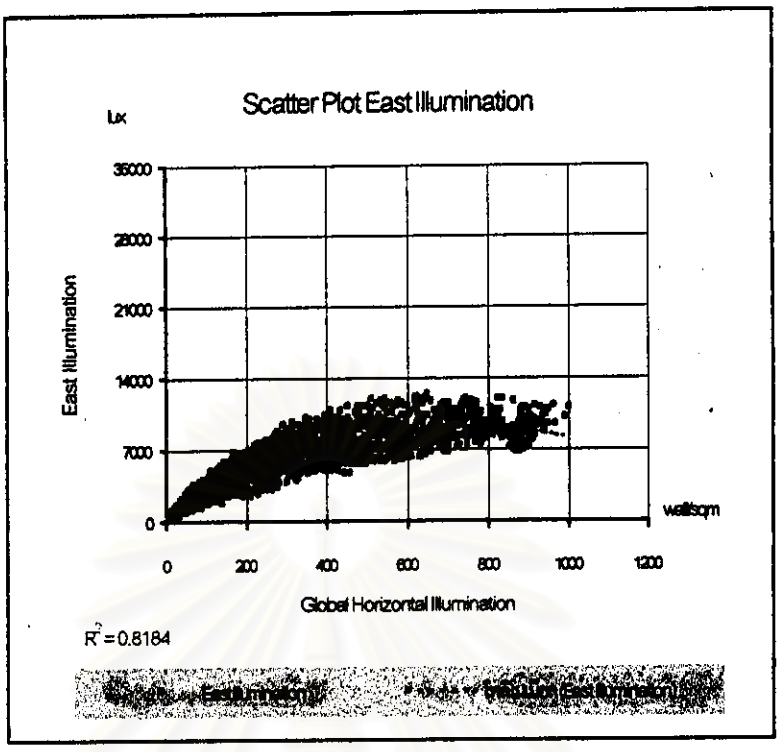
(ค)

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงกระจายจากท้องฟ้า (ต่อ)

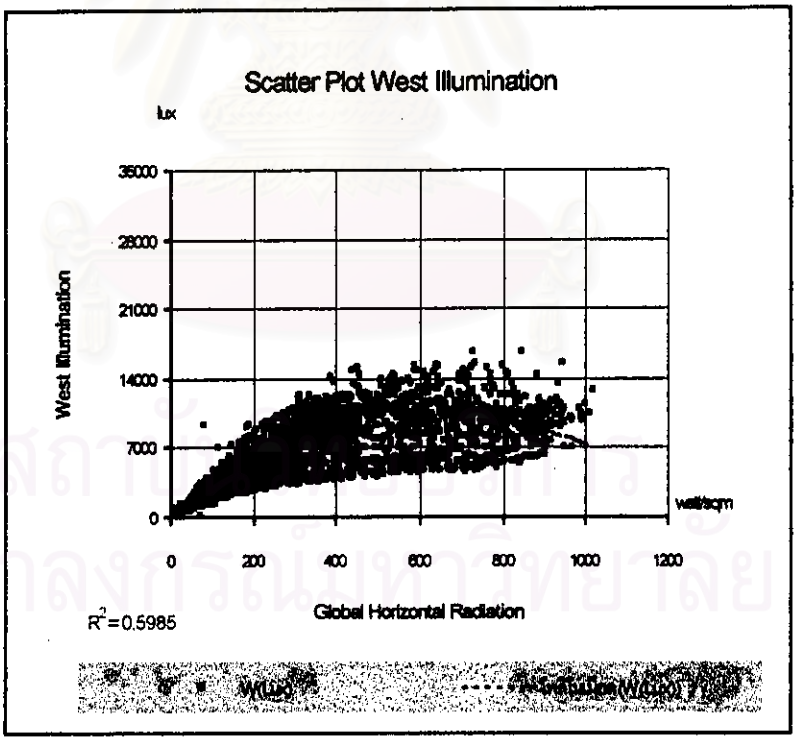
(ข) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศเหนือ

(ค) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศใต้

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543



(ง)



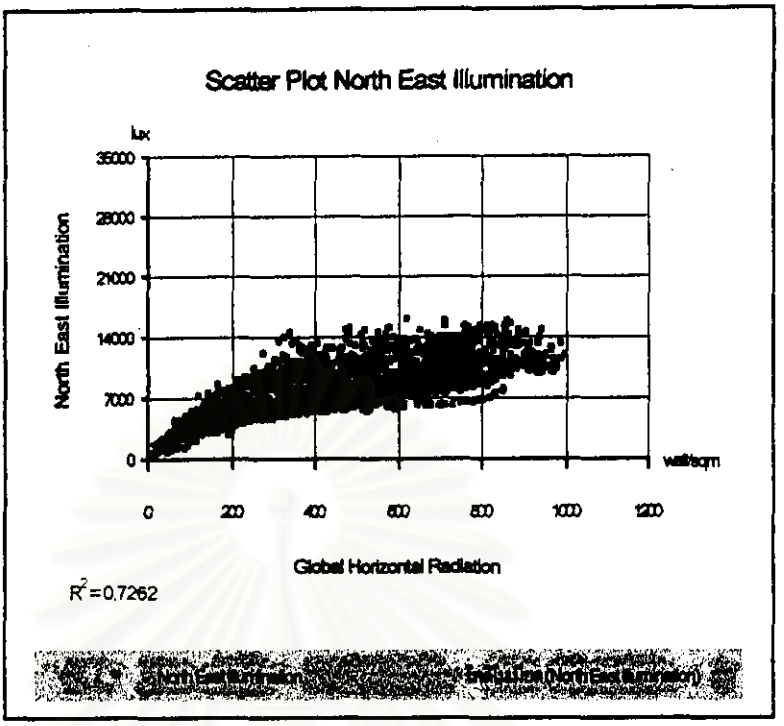
(จ)

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงกระจายจากท้องฟ้า (ต่อ)

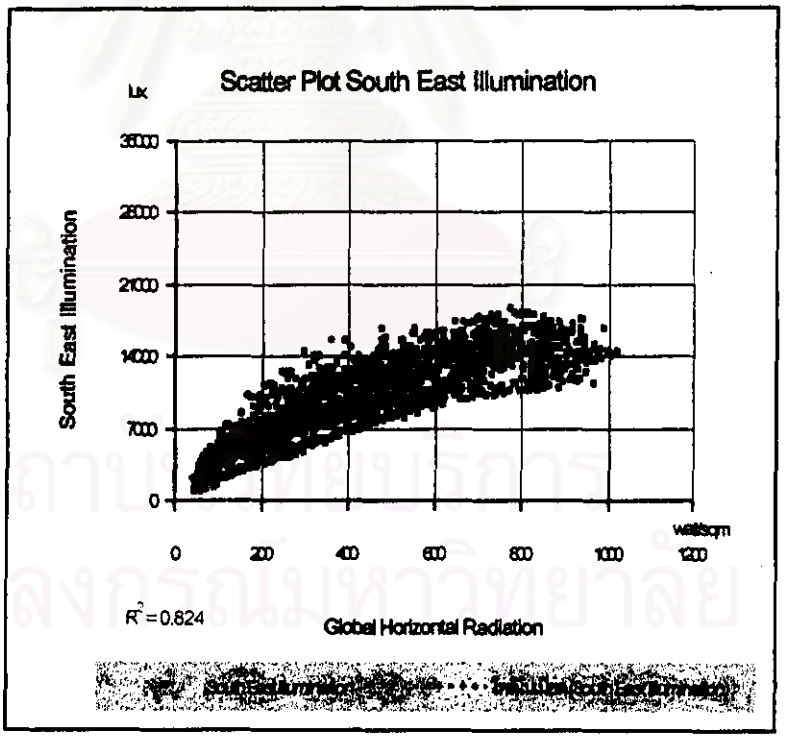
(ง) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันออก

(จ) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันตก

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543



(ฉ)



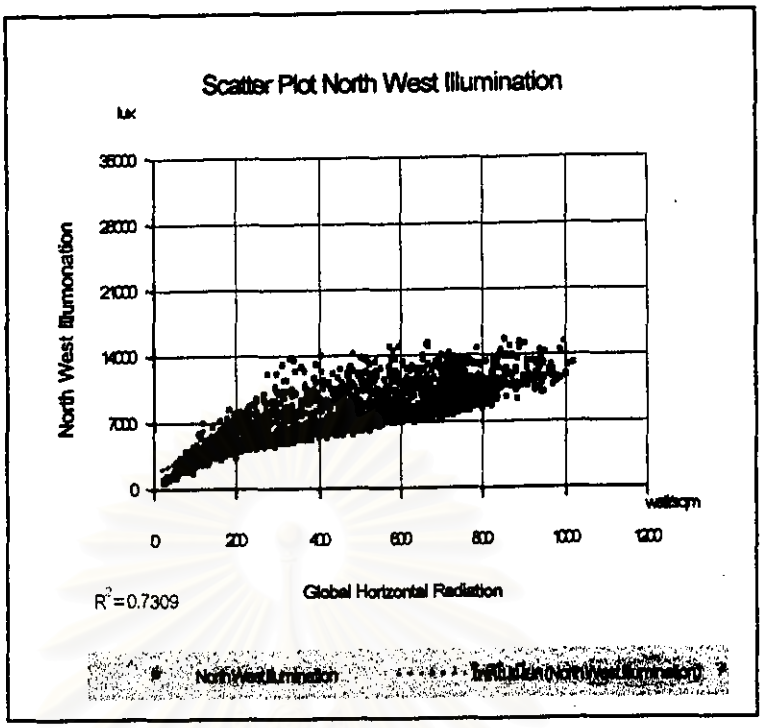
(ช)

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงกระจายจากท้องฟ้า (ต่อ)

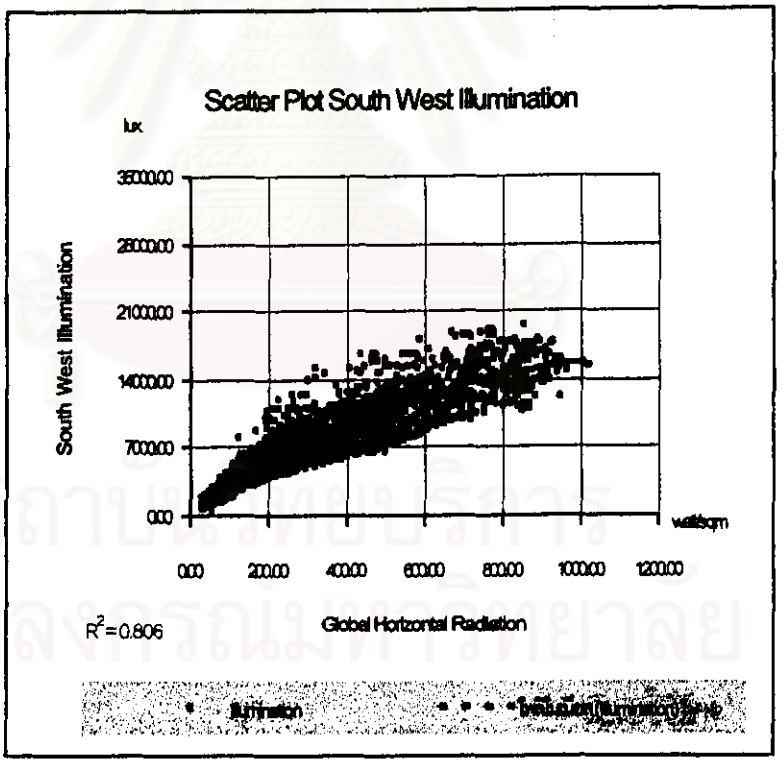
(ฉ) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

(ช) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันออกเฉียงใต้

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543



(ช)



(ฌ)

แผนภูมิที่ 5.1 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงกระจายจากท้องฟ้า (ต่อ)

(ช) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

(ฌ) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543

จากการศึกษาแผนภาพการกระจาย (Scatter Plot) ของแสงกระจายจากท้องฟ้า (Diffuse Illumination) ทั้งหมดพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable) เป็นแบบเส้นโค้ง โดยการเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลจะคัดจากมาตรฐานดังนี้

- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีเส้นโค้งเส้นเดียว เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูล
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีเส้นโค้งเส้นเดียว โดยมีช่วงต้นและปลายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผ่านกลุ่มข้อมูลส่วนใหญ่มากที่สุด
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีเส้นโค้งเส้นเดียว มีค่า R Square สูงที่สุด

รูปแบบของการถดถอยจากการพิจารณาดังกล่าวอยู่ในรูปสมการถดถอย ซึ่งมีรูปแบบของสมการถดถอยดังนี้

โพลิโนเมียลลำดับที่ 2 (Polynomial)

สมการประมาณค่า $$Y_i = \beta_0+\beta_1 x_i+\beta_2 x^2_i+ \ldots\ldots\ldots\ldots \beta_n X_n \quad (5.1)$$

โดยที่

Y_i = ค่าความส่องสว่างภายนอก (Diffuse Illumination) มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux)

β_0 = ค่าคงที่ซึ่งเป็นจุดตัด (Intercept) ของสมการถดถอยเชิงเส้น

β_1 = ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยตัวแปรตัวที่ 1

x_i = ค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์ (Global Horizontal Radiation)มีหน่วยเป็น watt / $_{sqm}$

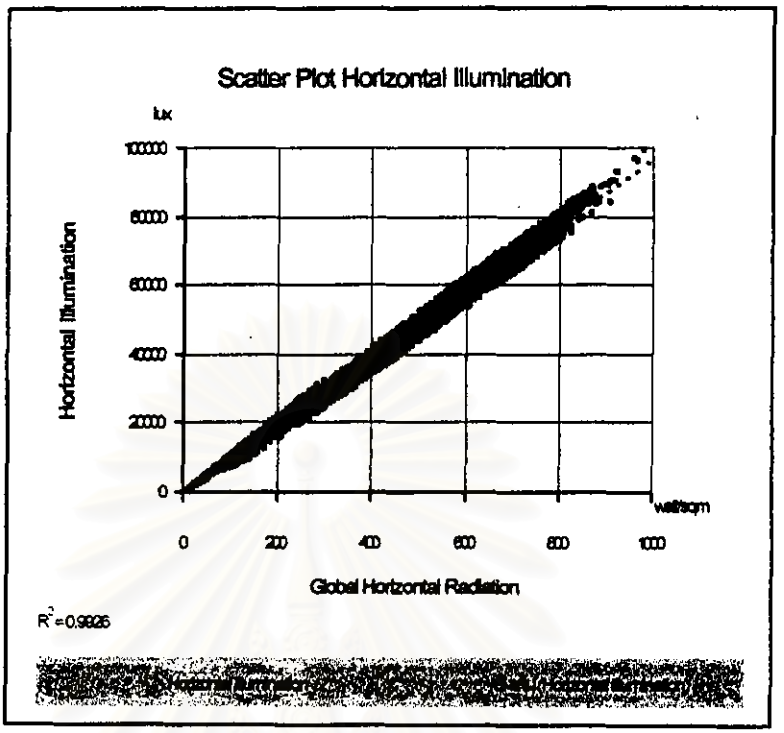
β_n = ค่าสัมประสิทธิ์ การถดถอยของ X^n

X_n = ตัวแปรอิสระที่ใช้ในสมการถดถอย

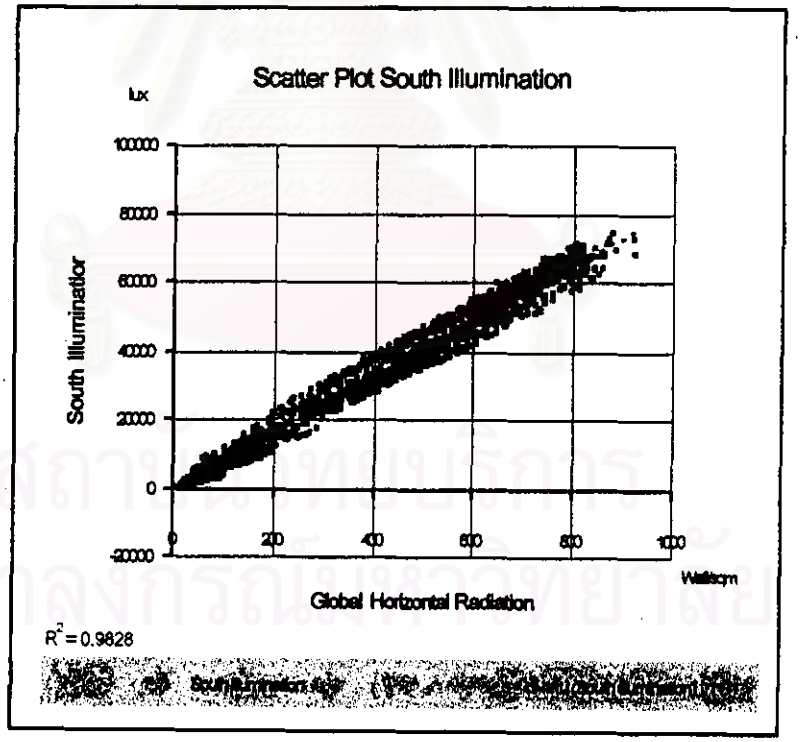
ดังนั้นรูปแบบสมการประมาณค่าความส่องสว่างของแสงกระจาย (Diffuse Illumination) จึงอยู่ในรูปแบบดังกล่าวข้างต้นดูรายละเอียดในการวิเคราะห์สมการถดถอย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.2.2 กรณีศึกษา แสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Solar Illumination)



(ก)



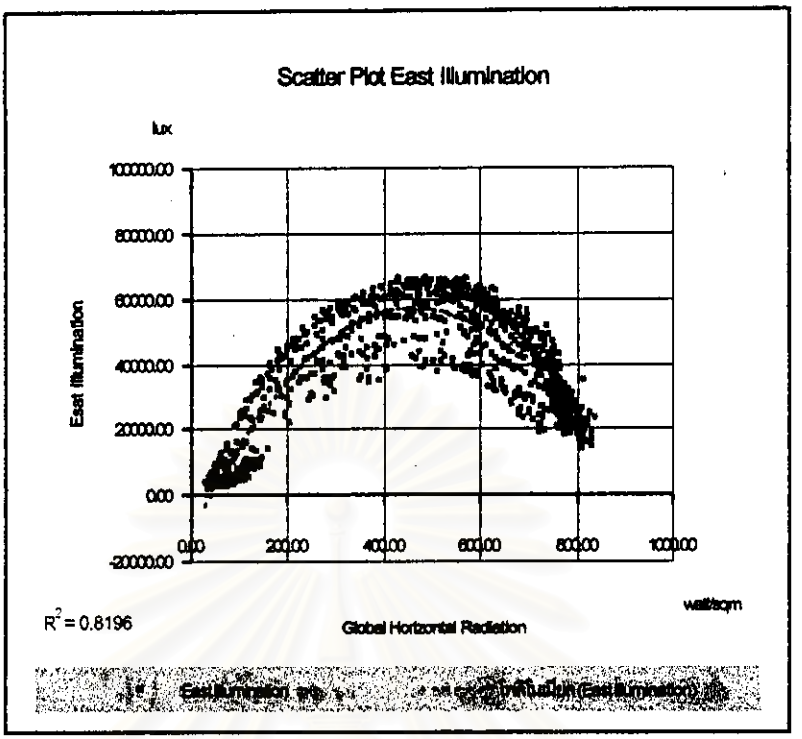
(ข)

แผนภูมิที่ 5.2 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงตรงจากดวงอาทิตย์

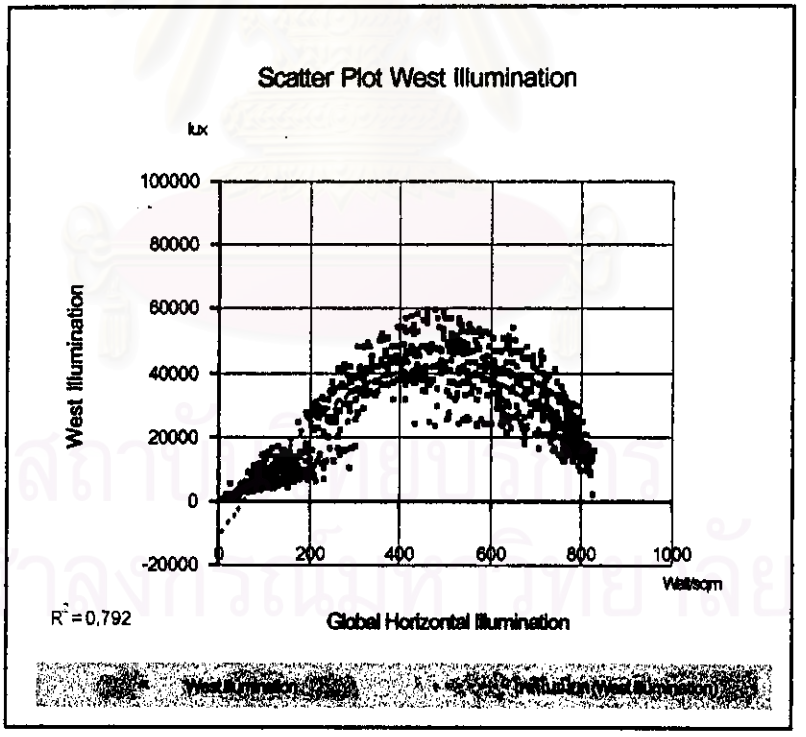
(ก) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ในแนวระนาบ

(ข) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศใต้

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543



(ค)



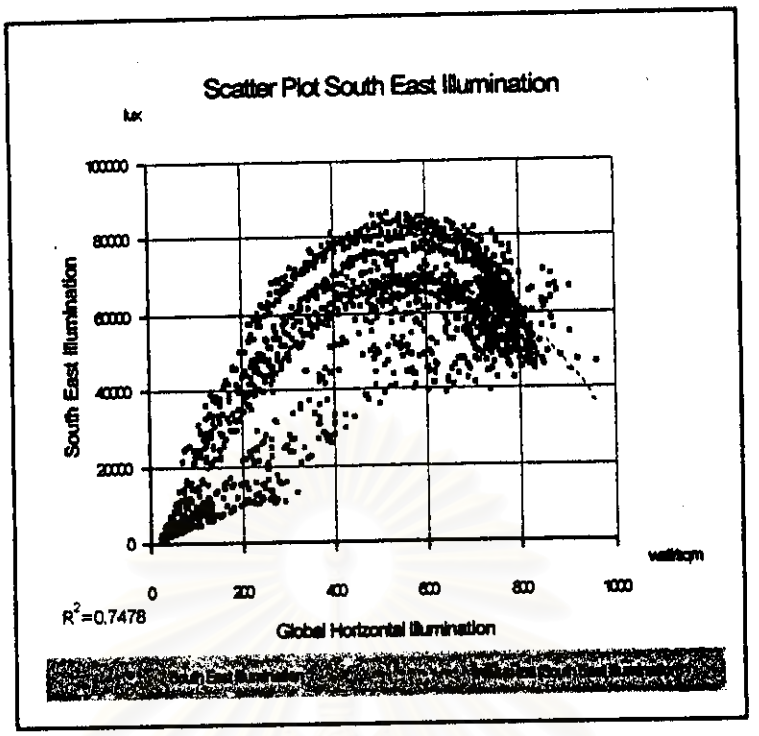
(ง)

แผนภูมิที่ 5.2 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (ต่อ)

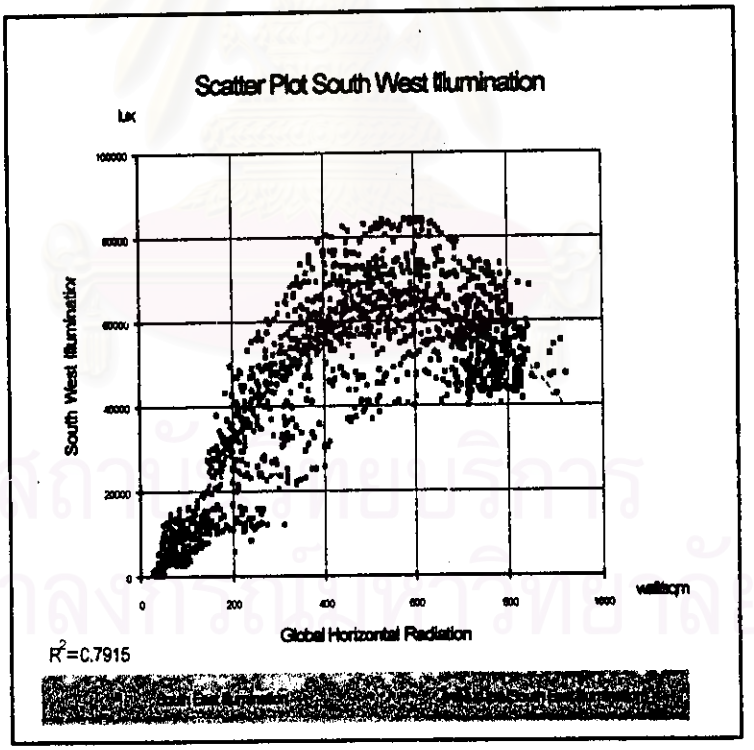
(ค) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันออก

(ง) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันตก

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543



(จ)



(ฉ)

แผนภูมิที่ 5.2 แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล กรณีของแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (ต่อ)

(จ) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

(ฉ) แสดงลักษณะการกระจายของข้อมูล ทางด้านทิศตะวันตกเฉียงใต้

หมายเหตุ ข้อมูลตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2542-มีนาคม 2543

จากการศึกษาแผนภาพการกระจาย (Scatter Plot) ของแสงตรงจากท้องฟ้า (Direct Solar Illumination) ทั้งหมดพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรตาม (Dependent Variable) และตัวแปรอิสระ (Independent Variable) โดยการเลือกแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีความเหมาะสมสำหรับใช้เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูลจะคัดจากมาตรฐานดังนี้

- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีเส้นโค้งเส้นเดียว เป็นตัวแทนของกลุ่มข้อมูล
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีเส้นโค้งเส้นเดียว โดยมีช่วงต้นและปลายของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ผ่านกลุ่มข้อมูลส่วนใหญ่มากที่สุด
- แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่มีเส้นโค้งเส้นเดียว มีค่า R Square สูงที่สุด

รูปแบบของการถดถอยจากการพิจารณาดังกล่าวอยู่ในรูปสมการถดถอย ซึ่งมีรูปแบบของสมการถดถอยดังนี้ แบ่งออกเป็น 2 แบบคือ

แบบที่ 1 ความสว่างในแนวระนาบ (Horizontal Illumination) และทิศใต้ (South Illumination) อยู่ในรูปการถดถอยเชิงเส้นตรงแบบง่าย (Simple Linear Regression) ซึ่งมีรูปแบบของสมการถดถอยดังนี้

สมการประมาณค่า $$Y_i = \beta_0 + \beta_i x_i \quad (5.2)$$

โดยที่

Y_i = ค่าความส่องสว่างภายนอก (Direct Solar Illumination) มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux)

β_0 = ค่าคงที่ซึ่งเป็นจุดตัด (Intercept) ของสมการถดถอย

β_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยของตัวแปรอิสระ

x_i = ค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์ (Global Horizontal Radiation)มีหน่วยเป็น watt / $_{sqm}$

ดังนั้นรูปแบบสมการประมาณค่าความส่องสว่างของแสงกระจาย (Diffuse Illumination) จึงอยู่ในรูปแบบดังกล่าวข้างต้นดูรายละเอียดในการวิเคราะห์สมการถดถอย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แบบที่ 2 ทิศตะวันออก, ทิศตะวันตก, ทิศตะวันออกเฉียงใต้ ,ทิศตะวันตกเฉียงใต้ อยู่ในรูปสมการถดถอย โพลิโนเมียลลำดับที่ 2 (Polynomial) ซึ่งมีรูปแบบของสมการถดถอยดังนี้

สมการประมาณค่า (ทิศใต้) $Y_i = \beta_0 + \beta_i x_i + \beta_2 + x^2_i + \ldots\ldots \beta_n X_n$ (5.3)

โดยที่

Y_i = ค่าความส่องสว่างภายนอก (Diffuse Illumination) มีหน่วยเป็น ลักซ์ (Lux)

β_0 = ค่าคงที่ซึ่งเป็นจุดตัด (Intercept) ของสมการถดถอยเชิงเส้น

β_i = ค่าสัมประสิทธิ์ของการถดถอยตัวแปรตัวที่ 1

x_i = ค่ารังสีรวมของดวงอาทิตย์ (Global Horizontal Radiation)มีหน่วยเป็น watt / $_{sqm}$

β_n = ค่าสัมประสิทธิ์ การถดถอยของ X^P

X_n = ตัวแปรอิสระที่ใช้ในสมการถดถอย

ดังนั้นรูปแบบสมการประมาณค่าความส่องสว่างของแสงตรงจากดวงอาทิตย์ (Direct Solar Illumination) จึงอยู่ในรูปแบบดังกล่าวข้างต้นดูรายละเอียดในการวิเคราะห์สมการถดถอย

5.1.3 รูปแบบของสมการถดถอยที่ดี

การถดถอยที่มีตัวแปรอิสระอยู่ในช่วงว่าจะมีส่วนในการอธิบายความผันแปร ของตัวแปรตัวหลายตัวแปร แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นได้แก่ การวิเคราะห์การถดถอยจะต้องใช้ข้อมูลที่เป็นค่าของหลายตัวแปรอิสระ ในทางปฏิบัติมักจะหาข้อมูลที่สมบูรณ์ดังกล่าวไม่ได้ ตัวแปรอิสระที่นำมาพิจารณานั้นอาจจะมีสหสัมพันธ์กัน นอกจากนั้นการนำสมการถดถอยไปใช้ในการประมาณค่าตัวแปรตามจะต้องกำหนดค่าของตัวแปรอิสระที่นำมาวิเคราะห์ทั้งหมดก่อน ซึ่งค่าของตัวแปรอิสระที่กำหนดมักจะเป็นค่าที่ประมาณขึ้นจะมีผลทำให้ค่าประมาณของ Y คลาดเคลื่อนมากขึ้น ดังนั้นสมการถดถอยที่ดีควรเป็นสมการที่มีตัวแปรอิสระในสมการน้อยที่สุด แต่มีประสิทธิภาพในการอธิบายความผันแปรของตัวแปรตามได้คือย่างน้อยใกล้เคียงกับสมการถดถอยที่มีตัวแปรอิสระมากกว่า

การเลือกสมการถดถอยที่ดีที่สุดจะใช้เกณฑ์การพิจารณาต่าง ๆ ดังนี้

5.1.3.1 ใช้ค่าสถิติที่สำคัญในการพิจารณาความเหมาะสมของทุกรูปแบบที่เป็นไปได้ จะพิจารณาจากสัมประสิทธิ์ที่มีตัวกำหนด R^2 ค่าสัมประสิทธิ์ตัวกำหนดปรับแล้ว R^2_a

5.1.3.2 ค่าระดับนัยสำคัญ α (Significance F) ซึ่งการศึกษาครั้งนี้กำหนดค่า $\alpha = 0.05$

5.1.3.3 ค่าความผิดพลาดในการประมาณการ (Standard Error) จะต้องอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

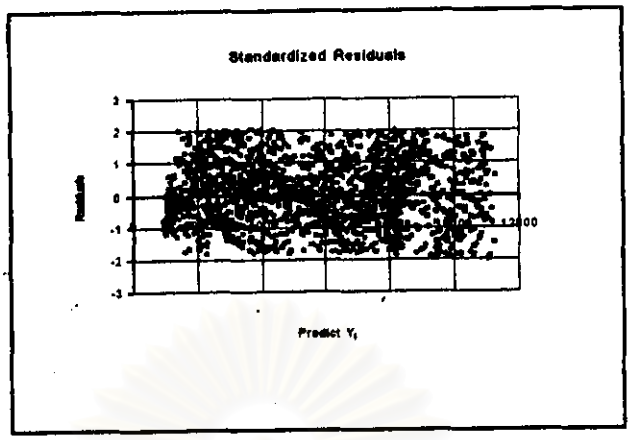
5.1.3.4 ค่าความน่าจะเป็น (P-Value) จะต้องมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดจึงจะยอมรับสมมุติฐาน Hi

5.1.3.5 กราฟค่าความคลาดเคลื่อน (Residual)

โดยกำหนดให้

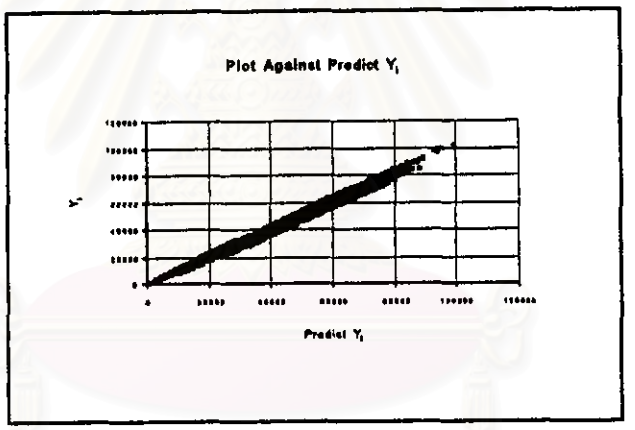
ei = ค่าจริงที่ i - ค่าประมาณค่าที่ i

กราฟ Standardize Residual จะต้องอยู่ในรูปที่มีความเป็นเอกภาพ



แผนภูมิที่ 5.3 แสดงความมีเอกภาพของข้อมูล

5.1.3.6 กราฟค่าตัวแปรตามกับค่าประมาณการ (Actual Againts Predict) โดยกราฟที่พล็อตจะต้องอยู่ในรูปของเส้นตรง



แผนภูมิที่ 5.4 แสดงความถูกต้องของสมการประมาณการ

จากข้อพิจารณาดังกล่าวข้างต้น แสดงว่าสมการประมาณการมีความน่าเชื่อถือ และสามารถนำมาใช้ในการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอกอย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.4 การวิเคราะห์เพื่อหาสมการถดถอยที่เหมาะสมในการพยากรณ์

5.1.4.1 การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่าง

กรณีศึกษา : แสงกระจายจากดวงอาทิตย์

1. ความส่องสว่างในระนาบนอน
2. ความส่องสว่างทางทิศเหนือ
3. ความส่องสว่างทางทิศใต้
4. ความส่องสว่างทางทิศตะวันออก
5. ความส่องสว่างทางทิศตะวันตก
6. ความส่องสว่างทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ
7. ความส่องสว่างทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ
8. ความส่องสว่างทางทิศตะวันออกเฉียงใต้
9. ความส่องสว่างทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

[illegible]

สถานีที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

ข้อสรุปที่ได้จากการวิเคราะห์สมการถดถอย

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.99
Adjusted R Square	0.99
Standard Error	784
Observations	2927

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	1.41E+11	3.53E+10	57306	0
Residual	2922	1.80E+09	6.15E+05		
Total	2926	1.43E+11			

Intercept	7221.54	71.19	101.44	0	7081.95	7361.13	7081.95	7361.13
G.rad	62.27	0.32	193.35	0	61.64	62.90	61.64	62.90
$G.rad^2$	-0.03	0.00	-120.30	0	-0.03	-0.03	-0.03	-0.03
1/Sky Ratio	-4557.82	46.43	-98.16	0	-4648.86	-4466.78	-4648.86	-4466.78
Alt^2	0.72	0.02	31.98	1.011E-192	0.68	0.77	0.68	0.77

1. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a horizontal surface is given as

$$I_{Dh} = 7221.54+(62.27*G.rad)-(0.03*G.rad^2)-(4557.82*1/Sky\ Ratio)+(0.72*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_{Dh} = ค่าความส่องสว่างในระนาบนอน Horizontal Illumination , Diffuse Illumination (lux)

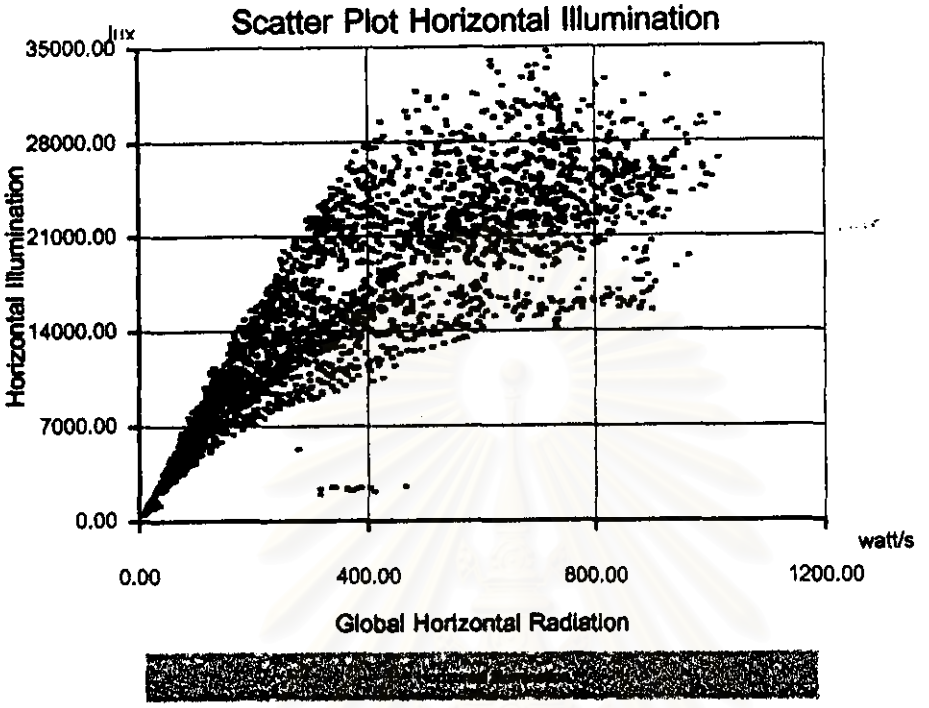
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw\ data}$ (watt/sqm)

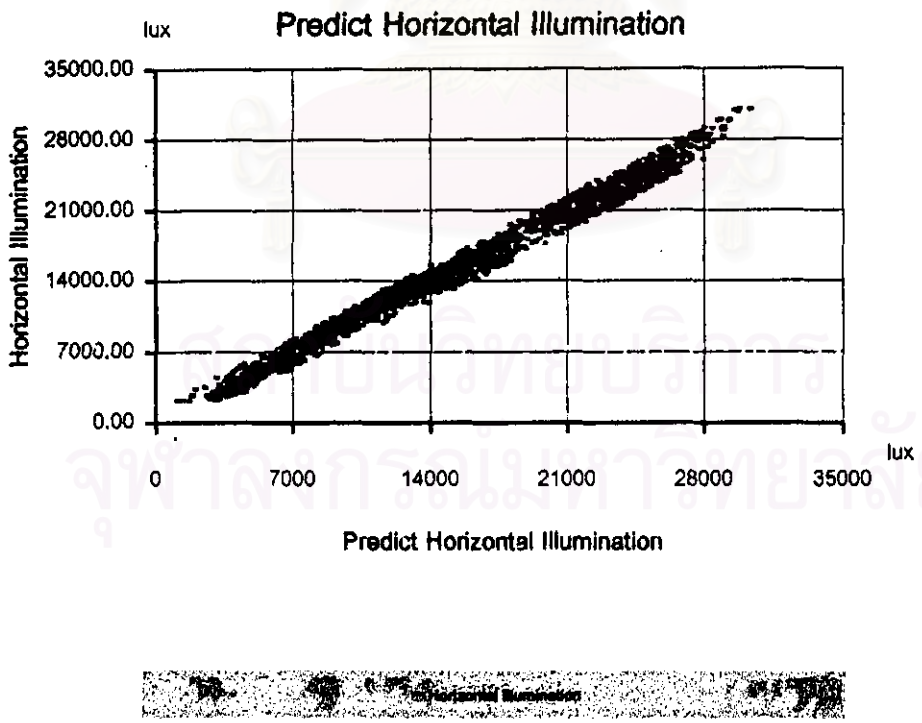
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

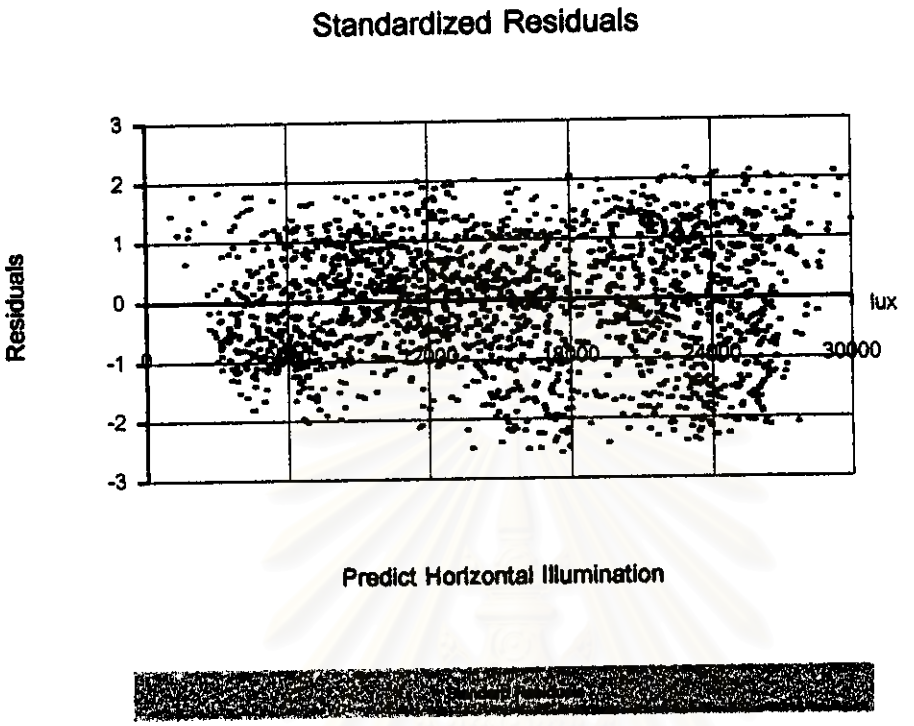
ข้อมูล : กุมภาพันธ์ , มีนาคม , เมษายน



แผนภูมิที่ 5.5 แสดงการกระจายของแสงในแนวระนาบ



แผนภูมิที่ 5.6 แสดงการพล็อตค่าความสว่างในแนวระนาบกับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.7 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบนอน (Horizontal Illumination) พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R = 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.99) ส่วนที่เหลืออีก 1 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 784 ลักซ์ (Standard error = 784 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 0

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 1.011 E - 192

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่างได้

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.20)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict) พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.19)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างในระนาบนอนสามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[redacted]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98
R Square	0.97
Adjusted R Square	0.97
Standard Error	529
Observations	3013

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	2.53E+10	6.33E+09	22582	0
Residual	3008	842990561	2.80E+05		
Total	3012	2.62E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2112.79	28.87	73.18	0	2056.18	2169.40	2056.18	2169.40
(G.rad)	18.63	0.19	100.18	0	18.27	19.00	18.27	19.00
$(G.rad)^2$	-0.01	0.0002	-73.19	0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
1/Sky Ratio	-433.72	10.91	-39.75	4.281E-278	-455.11	-412.32	-455.11	-412.32
Alt^2	1.39	0.02	82.94	0	1.36	1.42	1.36	1.42

2. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{Dn} = 2112.79+(18.63*G.rad)-(0.01*G.rad^2)-(433.72*1/Sky\ Ratio)+(1.39*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_{Dn} = ค่าความส่องสว่างทิศเหนือ North Illumination , Diffuse Illumination (lux)

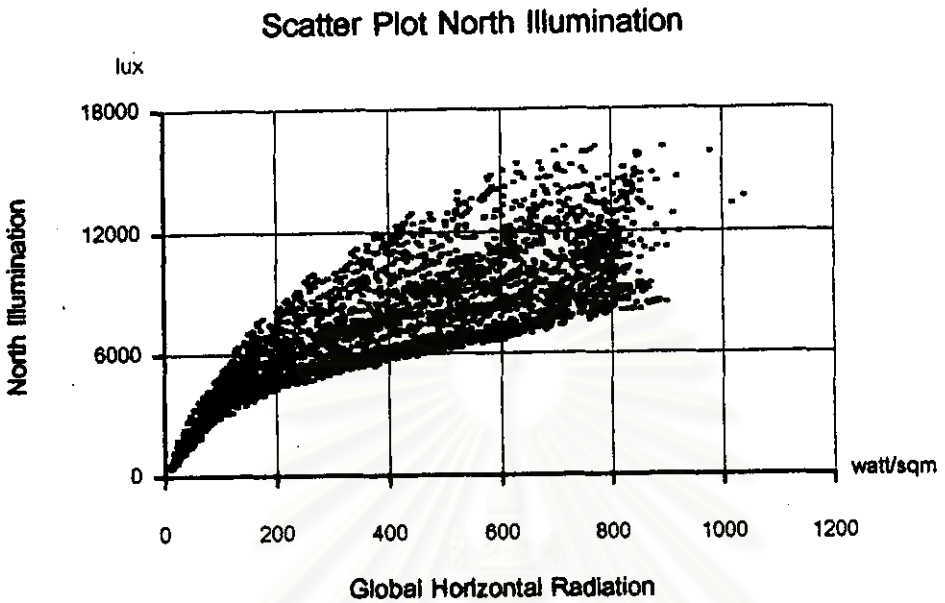
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{rawdata}$ (watt/sqm)

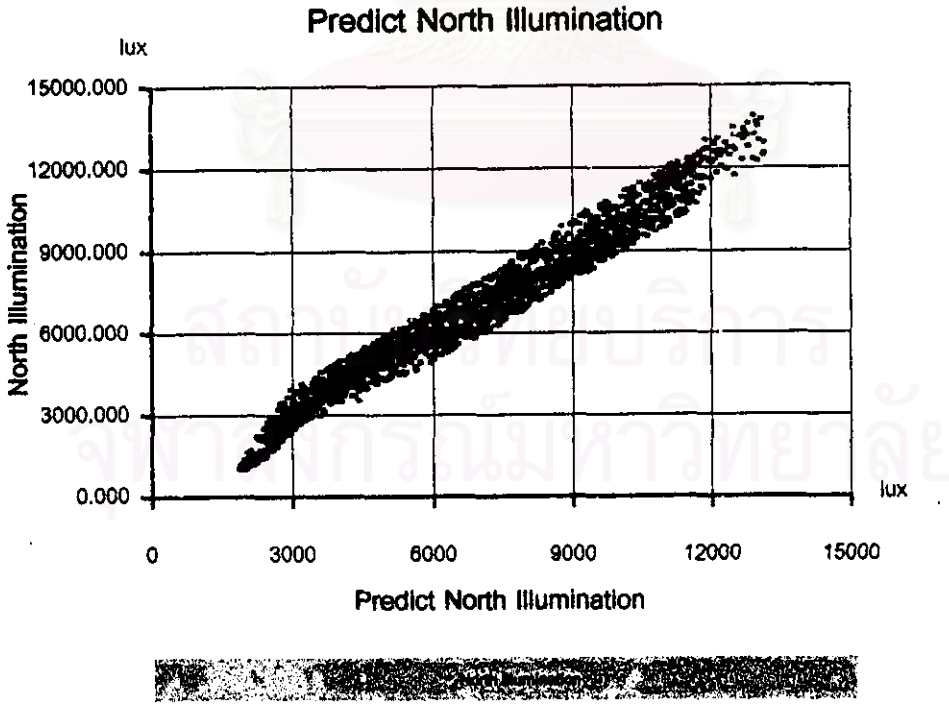
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์



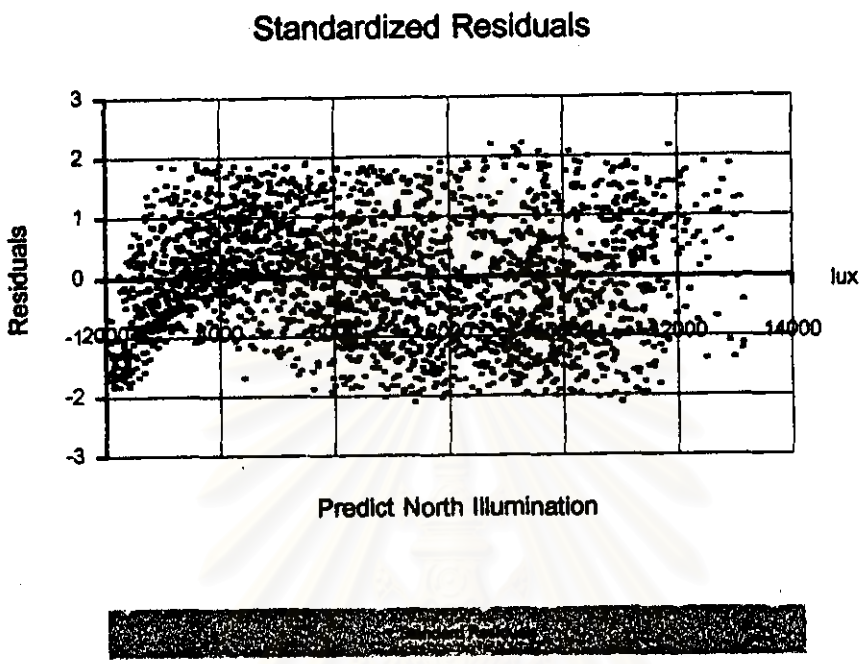
แผนภูมิที่ 5.8 แสดงการกระจายของแสงทางทิศเหนือ



แผนภูมิที่ 5.9 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศเหนือกับค่าประมาณการ

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที
ข้อมูล :กุมภาพันธ์ , มีนาคม

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 5.10 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศเหนือ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R = 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 97 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.97) ส่วนที่เหลืออีก 3 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 529 ลักซ์ (Standard error = 529 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 4.281E-278

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคลาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศเหนือกับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.23)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict) พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.22)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศเหนือสามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[illegible]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.98
Adjusted R Square	0.98
Standard Error	882
Observations	2224

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	6.77E+10	1.69E+10	21743	0
Residual	2219	1.73E+09	778171		
Total	2223	6.94E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1409.90	70.94	19.88	4.92E-81	1270.79	1549.01	1270.79	1549.01
G.rad	45.74	0.33	140.64	0	45.10	46.38	45.10	46.38
$G.rad^2$	-0.020	0.0004	-57.107	0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
1/Sky Ratio	-1091.51	27.30	-39.99	8.82E-264	-1145.04	-1037.98	-1145.04	-1037.98
Alt^2	0.01	0.02	75.14	0.000024	3.12	1.02	1.05	1.02

3. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on vertical surface is given as

$$I_{Ds} = 1409.90+(45.74*G.rad)-(0.02*G.rad^2)-(1091.51*1/Sky\ Ratio)+(0.01*Alt^2)$$

โดยที่ ,

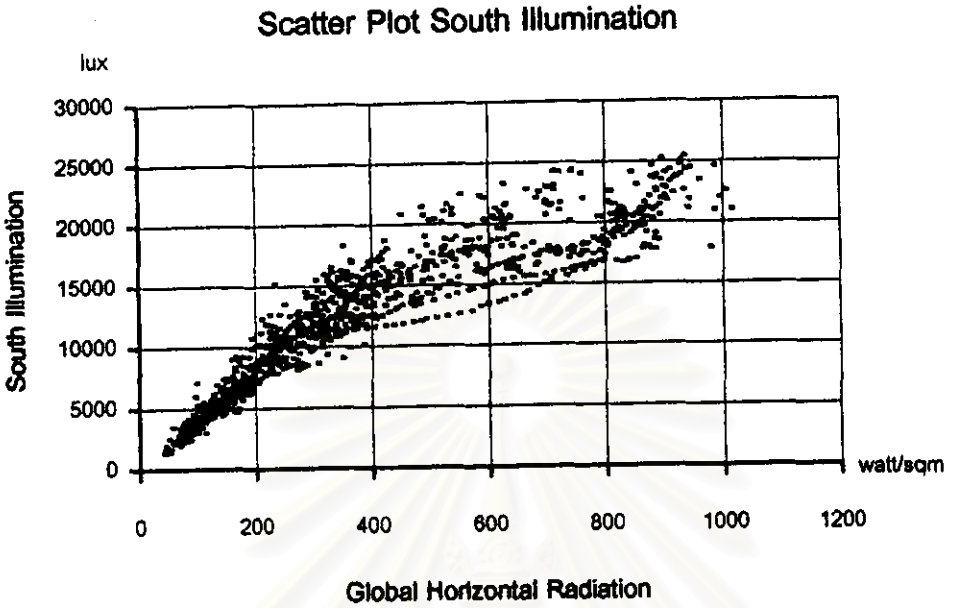
I_{Ds} = ค่าความส่องสว่างทิศใต้ South Illumination , Diffuse Illumination (lux)

G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

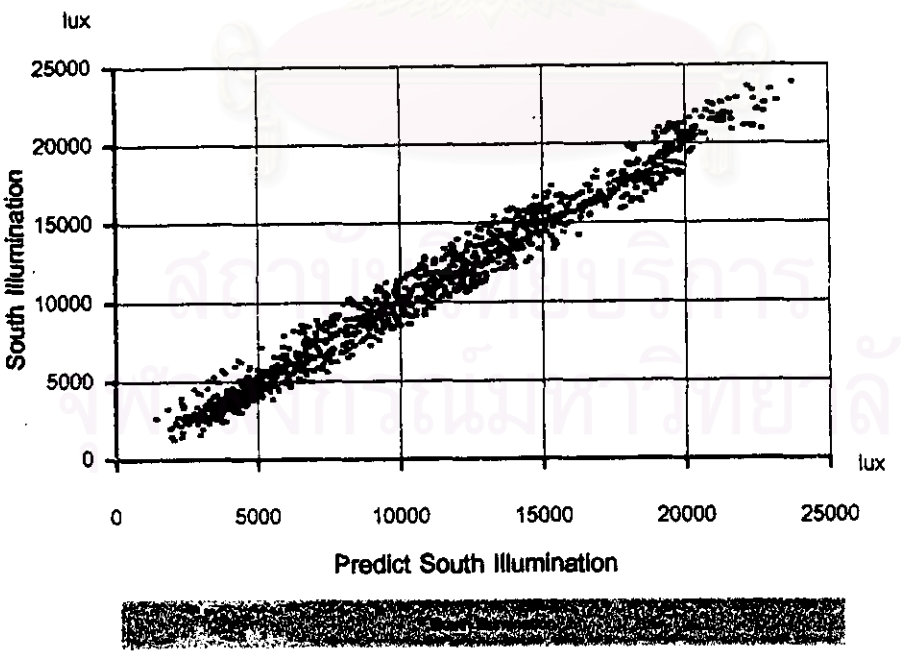
Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw\ data}$ (watt/sqm)

Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล : กุมภาพันธ์ , มีนาคม , เมษายน



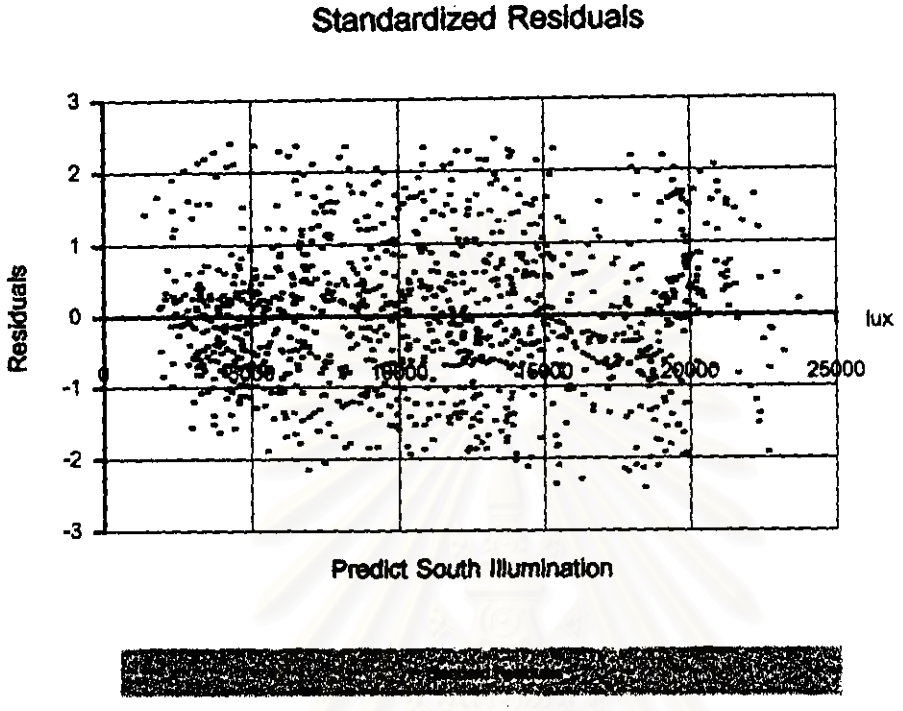
แผนภูมิที่ 5.11 แสดงการกระจายของแสงทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 5.12 แสดงการพล็อตค่าความส่างทางทิศใต้กับค่าประมาณการ

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.13 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศใต้ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R = 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 98 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.98) ส่วนที่เหลืออีก 2 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 882 ลักซ์ (Standard error = 882 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 8.82E-264

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0.000024

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.26)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict) พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.25)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[redacted]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98
R Square	0.96
Adjusted R Square	0.96
Standard Error	658
Observations	2678

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	2.17E+10	5.43E+09	12547	0
Residual	2673	1.16E+09	432594.004		
Total	2677	2.29E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1399.00	35.44	39.48	6.156E-269	1329.51	1468.48	1329.51	1468.48
G.rad	21.29	0.21	101.88	0	20.88	21.70	20.88	21.70
$G.rad^2$	-0.01	0.0002	-56.82	0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
1/Sky Ratio	-523.77	16.70	-31.36	4.129E-184	-556.52	-491.02	-556.52	-491.02
Alt^2	0.49	0.01	35.49	2.308E-226	0.47	0.52	0.47	0.52

4. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{De} = 1399+(21.29*G.rad)-(0.01*G.rad^2)-(523.77*1/Sky\ Ratio)+(0.49*Alt^2)$$

โดยที่ ,

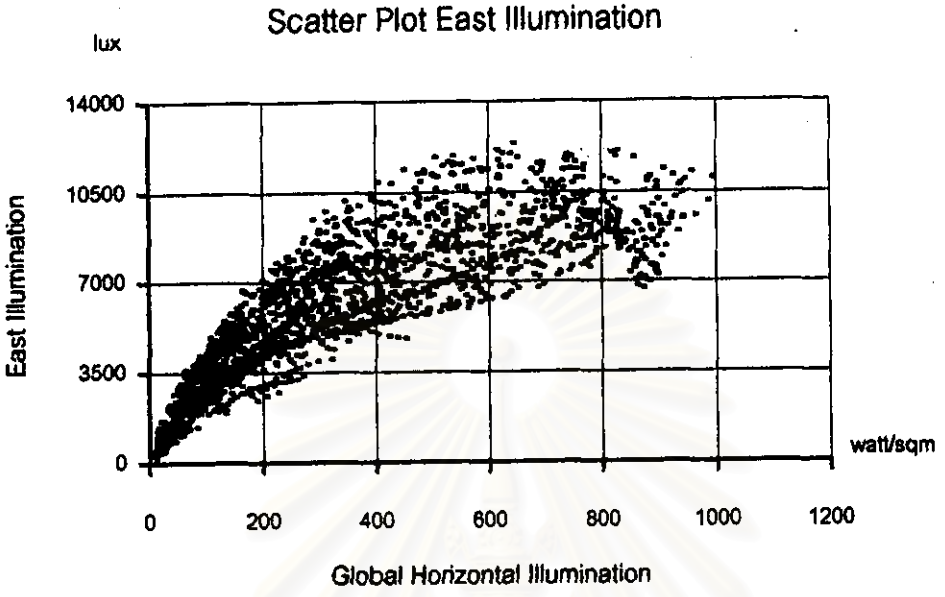
I_{De} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันออก East Illumination , Diffuse Illumination (lux)

G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

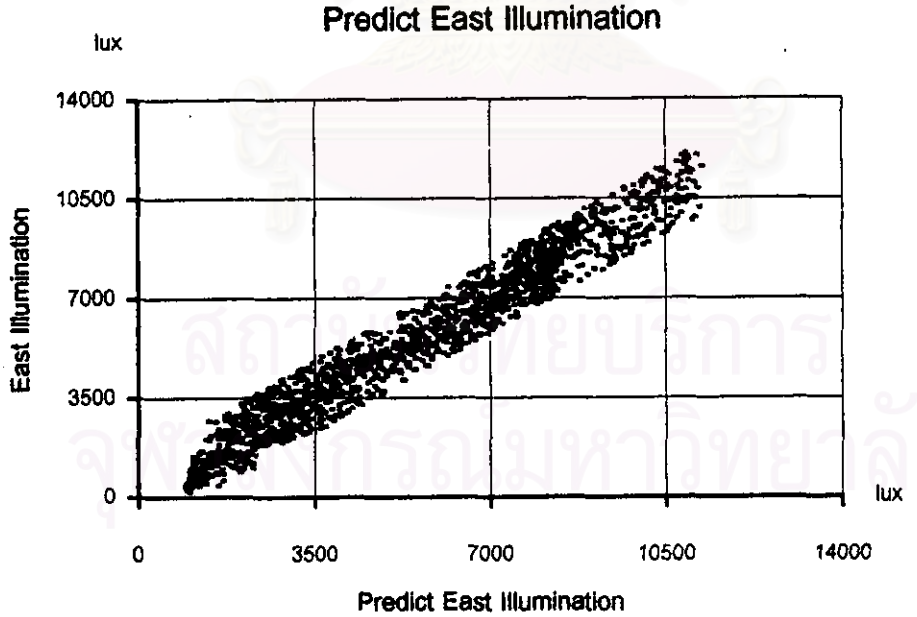
Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw\ data}$ (watt/sqm)

Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

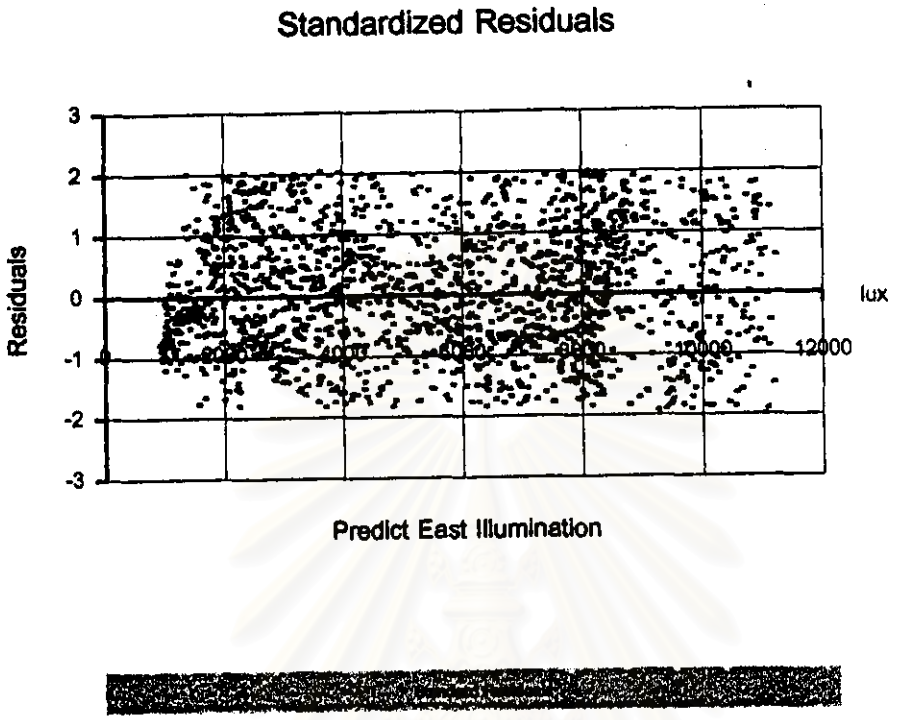
หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์



แผนภูมิที่ 5.14 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันออก



แผนภูมิที่ 5.15 แสดงการพล็อตค่าความต่างทางทิศตะวันออกกับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.16 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันออก พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 96 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.96) ส่วนที่เหลืออีก 4 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 658 ลักซ์ (Standard error = 658 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 6.156E-269 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ G.rad ^{2} = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 4.129E-184

ตัวแปรอิสระ Alt ^{2} = 2.308E-226

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad G.rad ^{2} 1 / Sky Ratio และ Alt ^{2} มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad G.rad ^{2} 1 / Sky Ratio และ Alt ^{2}

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.29)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.28)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[redacted]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.97
Adjusted R Square	0.97
Standard Error	617
Observations	2164

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	2.24E+10	5.59E+09	14714	0
Residual	2159	820914880	380229		
Total	2163	2.32E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1744.92	39.38	44.31	1.486E-305	1667.69	1822.15	1667.69	1822.15
G.rad	27.07	0.24	112.80	0	26.60	27.54	26.60	27.54
$G.rad^2$	-0.01	0.0002	-63.07	0	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01
Sky Ratio	-1274.92	17.61	-72.39	0	-1309.46	-1240.38	-1309.46	-1240.38
Alt^2	0.19	0.01	13.87	5.71E-42	0.16	0.22	0.16	0.22

5. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{Dw} = 1744.92+(27.07*G.rad)-(0.01*G.rad^2)-(1274.92*1/Sky\ Ratio)+(0.19*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_{Dw} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันตก West Illumination , Diffuse Illumination (lux)

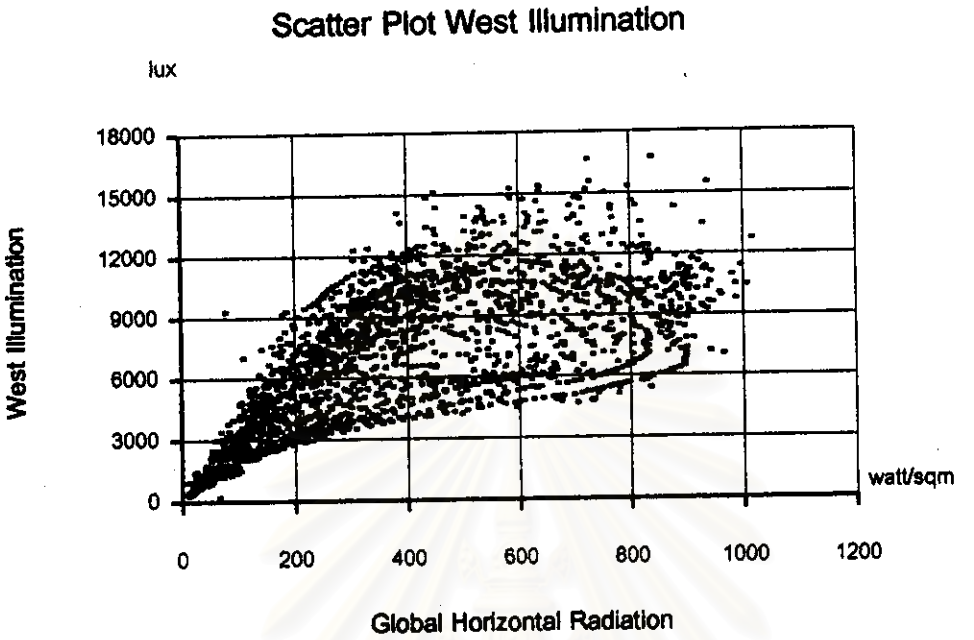
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw\ data}$ (watt/sqm)

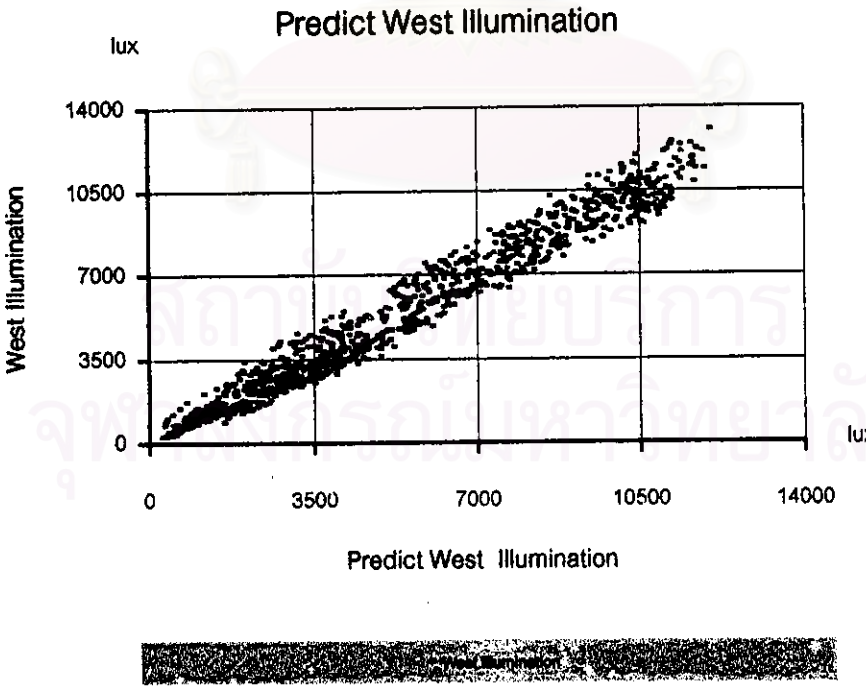
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

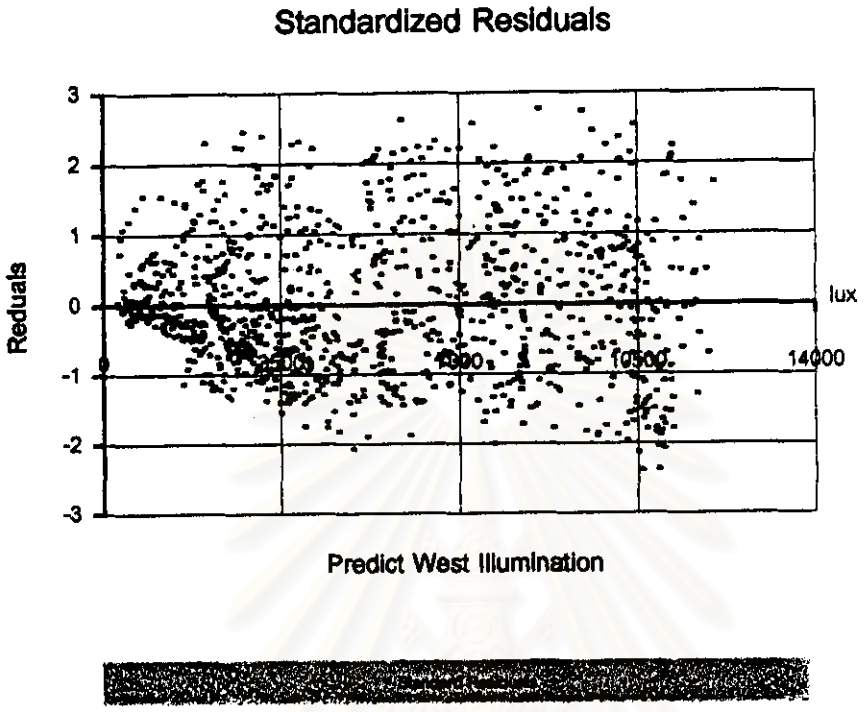
ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์



แผนภูมิที่ 5.17 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันตก



แผนภูมิที่ 5.18 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันตกกับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.19 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันตก พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 97 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.97) ส่วนที่เหลืออีก 3 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 617 ลักซ์ (Standard error = 617 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 1.486E-305 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 0

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 5.71E-42

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

และยอมรับสมมุติฐาน H_1 สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.32)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.31)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98
R Square	0.96
Adjusted R Square	0.96
Standard Error	629
Observations	2625

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	2.65E+10	6.64E+09	16770	0
Residual	2620	1.04E+09	395696		
Total	2624	2.76E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	2294.49	36.84	62.28	0	2222.25	2366.73	2222.25	2366.73
G.rad	17.11	0.22	77.05	0	16.68	17.55	16.68	17.55
$G.rad^2$	-0.01	0.0002	-57.69	0	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
1/Sky Ratio	-657.11	16.68	-39.39	6.054E-267	-689.82	-624.40	-689.82	-624.40
Alt^2	1.66	0.02	67.03	0	1.61	1.71	1.61	1.71

6. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{Dne} = 12294.49+(17.11*G.rad)-(0.01*G.rad^2)-(657.11*1/Sky\ Ratio)+(1.66*Alt^2)$$

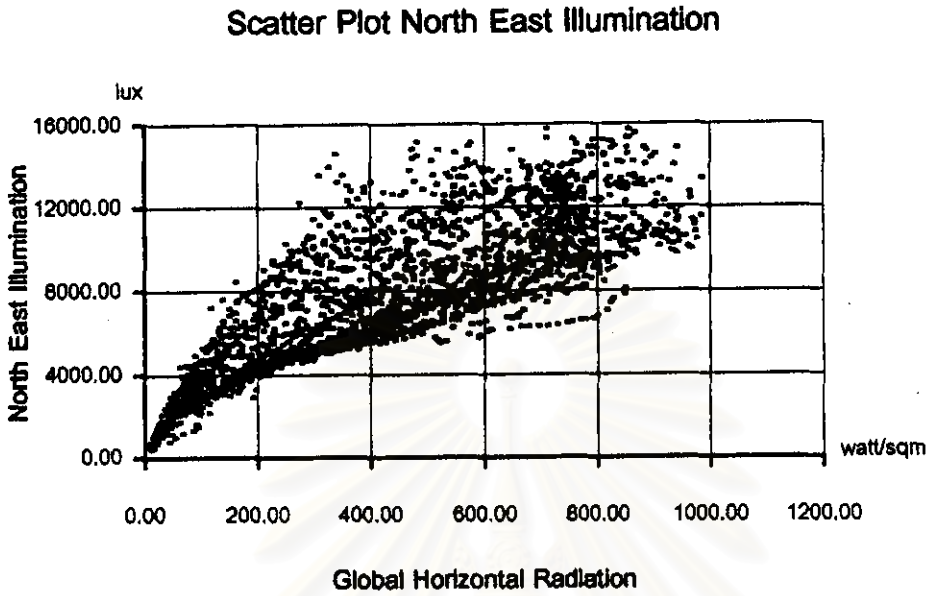
โดยที่ ,

I_{Dne} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันออกเฉียงเหนือ North East Illumination , Diffuse Illumination (lux)

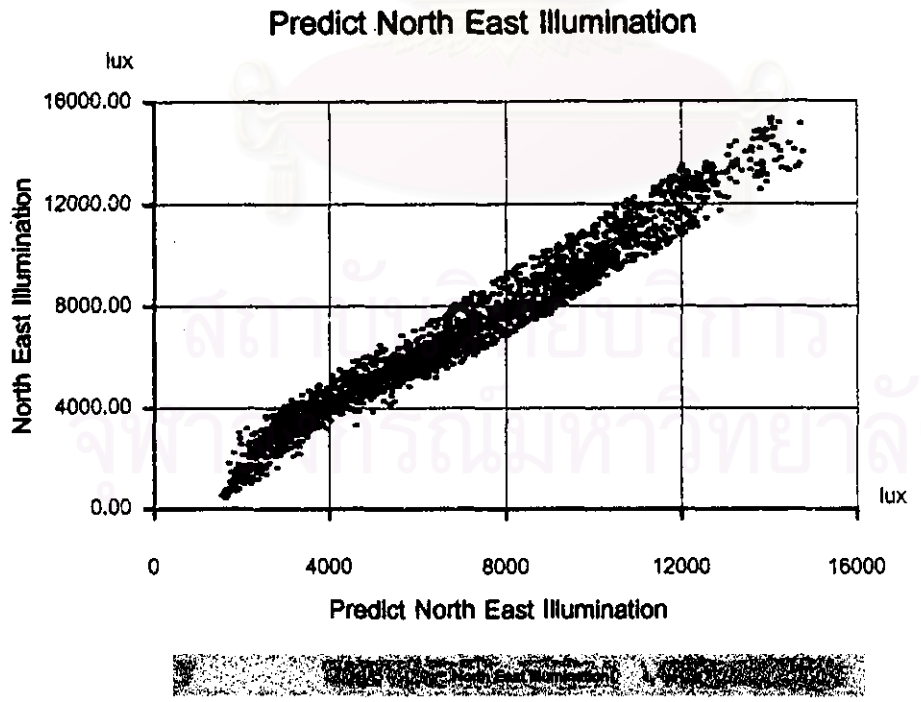
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{rawdata}$ (watt/sqm)

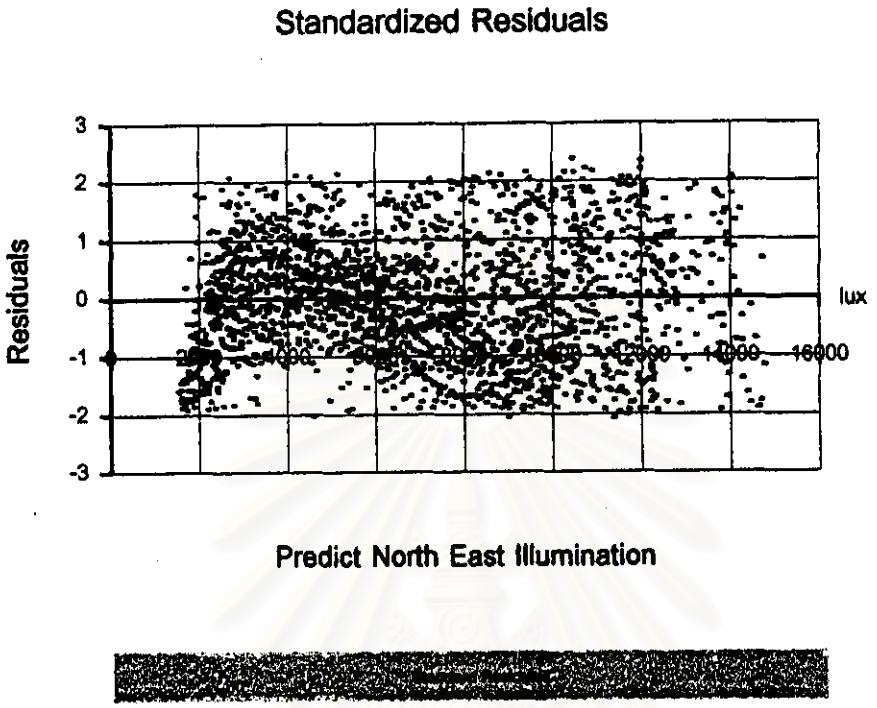
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)



แผนภูมิที่ 5.20 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ



แผนภูมิที่ 5.21 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือกับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.22 แสดงการพล็อตค่าความคลาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 96 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.96) ส่วนที่เหลืออีก 4 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 629 ลักซ์ (Standard error = 629 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 6.054E-267

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.35)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.34)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98
R Square	0.96
Adjusted R Square	0.96
Standard Error	632
Observations	2786

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	3.01E+10	7.51E+09	18802	0
Residual	2781	1.11E+09	399609		
Total	2785	3.12E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1509.53	41.92	36.01	2.227E-233	1427.32	1591.73	1427.32	1591.73
G.rad	15.48	0.30	51.83	0	14.90	16.07	14.90	16.07
$G.rad^2$	-0.01	0.0002	-39.09	8.797E-267	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01
1/Sky Ratio	-671.11	13.93	-48.18	0	-698.42	-643.80	-698.42	-643.80
Alt^2	93.74	2.01	46.66	0	89.80	97.68	89.80	97.68

7. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{Dnw} = 1509.53+(15.48*G.rad)-(0.01*G.rad^2)-(671.11*1/Sky\ Ratio)+(93.74*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_{Dnw} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันตกเฉียงเหนือ North West illumination , Diffuse illumination (lux)

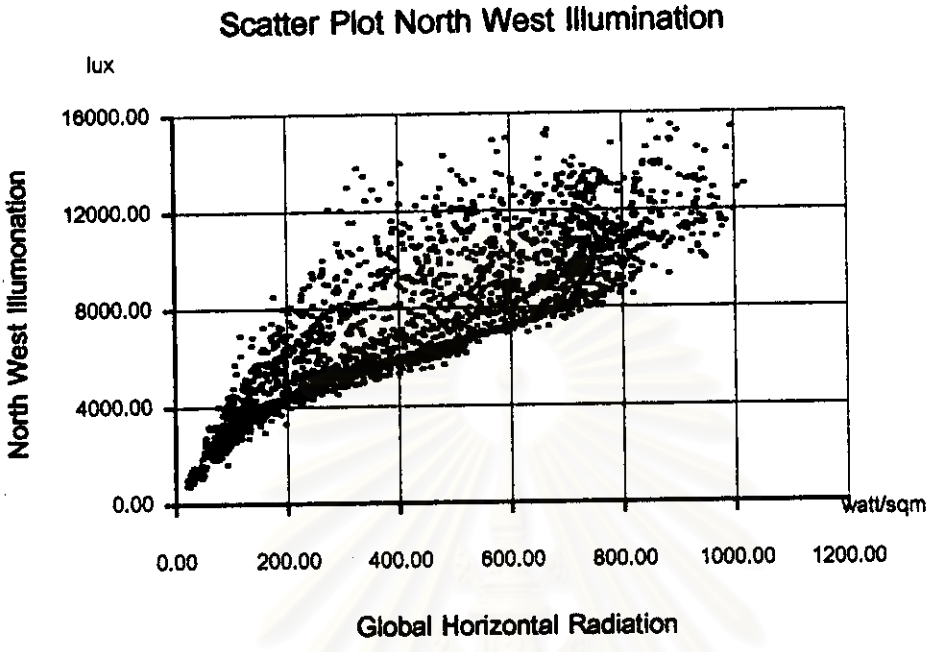
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{new\ data}$ /Global $Radiation_{new\ data}$ (watt/sqm)

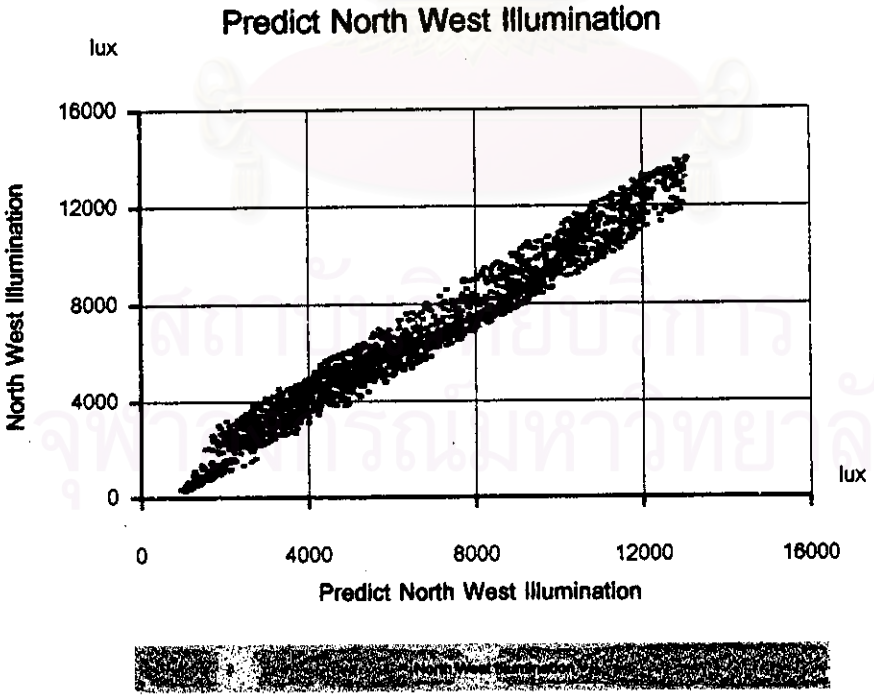
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

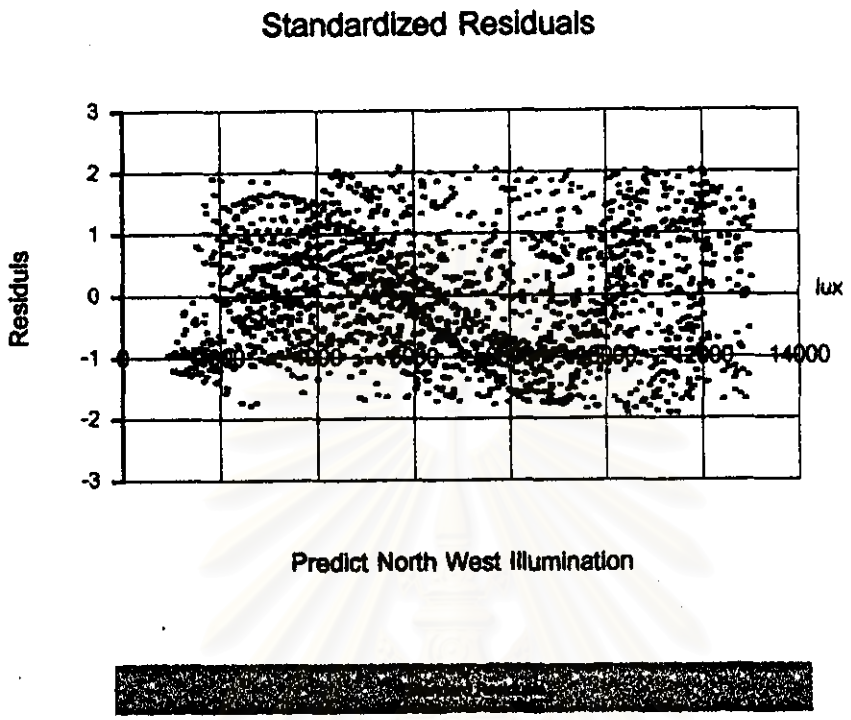


แผนภูมิที่ 5.23 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ



แผนภูมิที่ 5.24 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือกับค่าประมาณการ

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.25 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 96 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.96) ส่วนที่เหลืออีก 4 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 632 ลักซ์ (Standard error = 632 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 2.227E-233 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ G.rad ^{2} = 8.797E-267

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 0

ตัวแปรอิสระ Alt ^{2} = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad G.rad ^{2} 1 / Sky Ratio และ Alt ^{2} มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

และยอมรับสมมุติฐาน H_1 สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad G.rad ^{2} 1 / Sky Ratio และ Alt ^{2}

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างที่ได้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.38)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.37)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างที่ได้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[illegible]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98
R Square	0.95
Adjusted R Square	0.95
Standard Error	936
Observations	2321

ANOVA	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	3.94E+10	9.85E+09	11256	0
Residual	2316	2.03E+09	875349		
Total	2320	4.14E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1277.98	65.09	19.63	1.6497E-79	1150.34	1405.63	1150.34	1405.63
G.rad	28.26	0.37	77.01	0	27.54	28.98	27.54	28.98
$G.rad^2$	-0.02	0.0003	-53.79	0	-0.02	-0.02	-0.02	-0.02
1/Sky Ratio	-235.29	31.07	-7.57	5.20E-94	-296.21	-174.37	-296.21	-174.37
Alt^2	0.92	0.04	25.26	1.543E-170	0.85	0.99	0.85	0.99

8. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{Dse} = 1277.98+(28.26*G.rad)-(0.02*G.rad^2)-(235.29*1/Sky\ Ratio)+(0.92*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_{Dse} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้ South East Illumination , Diffuse Illumination (lux)

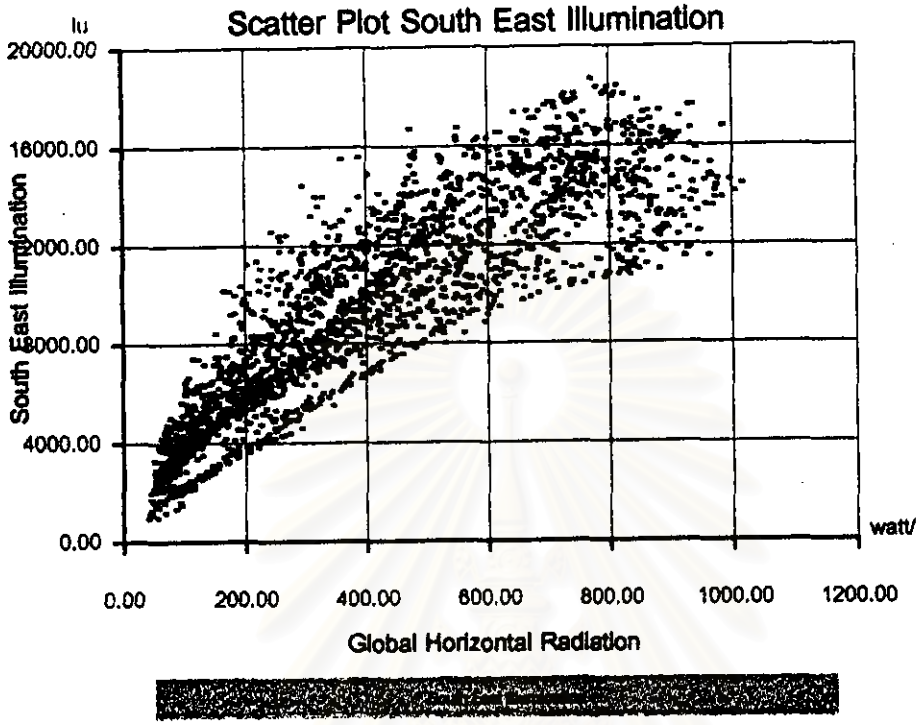
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{rawdata}$ (watt/sqm)

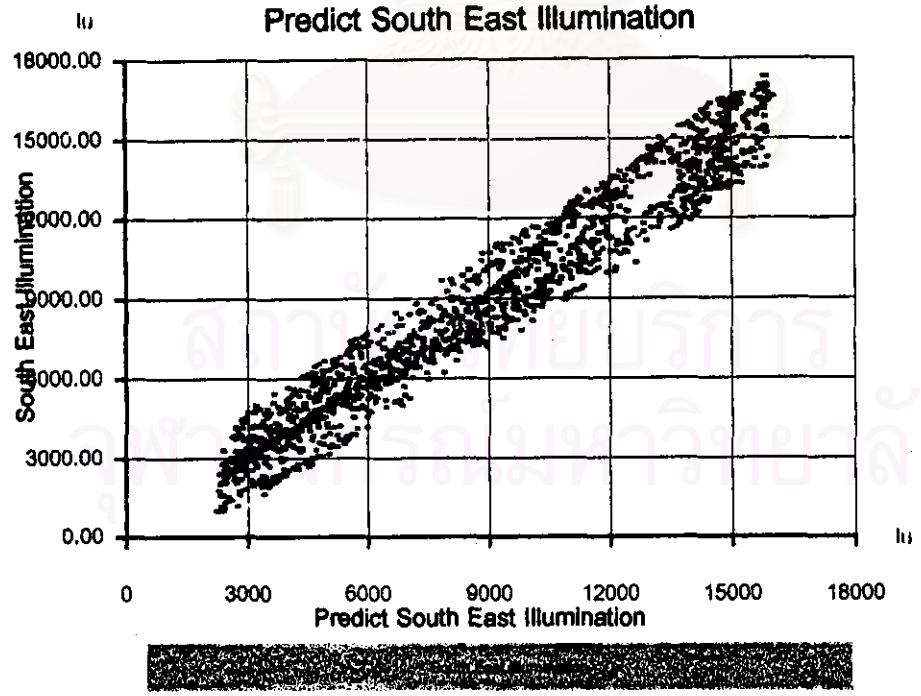
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์

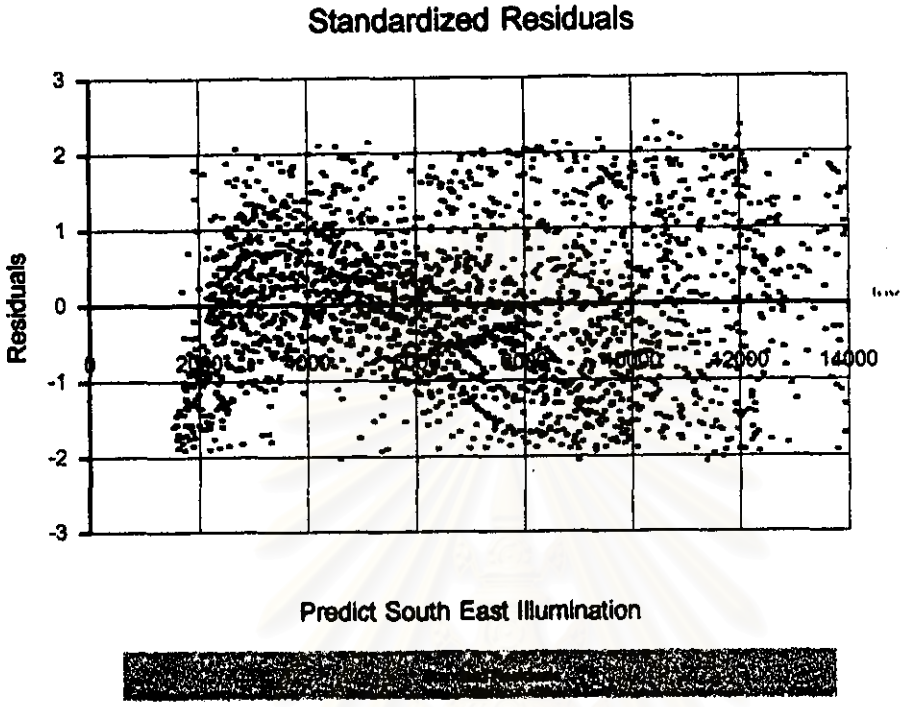


แผนภูมิที่ 5.26 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันออกเฉียงใต้



แผนภูมิที่ 5.27 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันออกเฉียงใต้กับค่าประมาณการ

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.28 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 95 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.95) ส่วนที่เหลืออีก 5 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 936 ลักซ์ (Standard error = 936 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 1.6497E-79 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 5.20E-94

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 1.543E-170

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.41)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.40)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[illegible]

ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.98
R Square	0.96
Adjusted R Square	0.96
Standard Error	876
Observations	2355

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	4.09E+10	1.02E+10	13315	0
Residual	2350	1.80E+09	767018		
Total	2354	4.27E+10			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1353.41	49.53	27.32	5.498E-143	1256.27	1450.54	1256.27	1450.54
G.rad	26.99	0.33	83.04	0	26.35	27.63	26.35	27.63
$G.rad^2$	-0.01	0.0003	-47.00	0	-0.02	-0.01	-0.02	-0.01
1/Sky Ratio	-380.78	17.18	-22.16	5.274E-120	-414.46	-347.09	-414.46	-347.09
Alt^2	0.68	0.03	22.68	4.173E-103	0.62	0.73	0.62	0.73

9. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from skylight on a vertical surface is given as

$$I_{Dew} = 1353.41+(26.99*G.rad)-(0.01*G.rad^2)-(380.78*1/Sky\ Ratio)+(0.68*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_{Dew} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้ South West Illumination , Diffuse Illumination (lux)

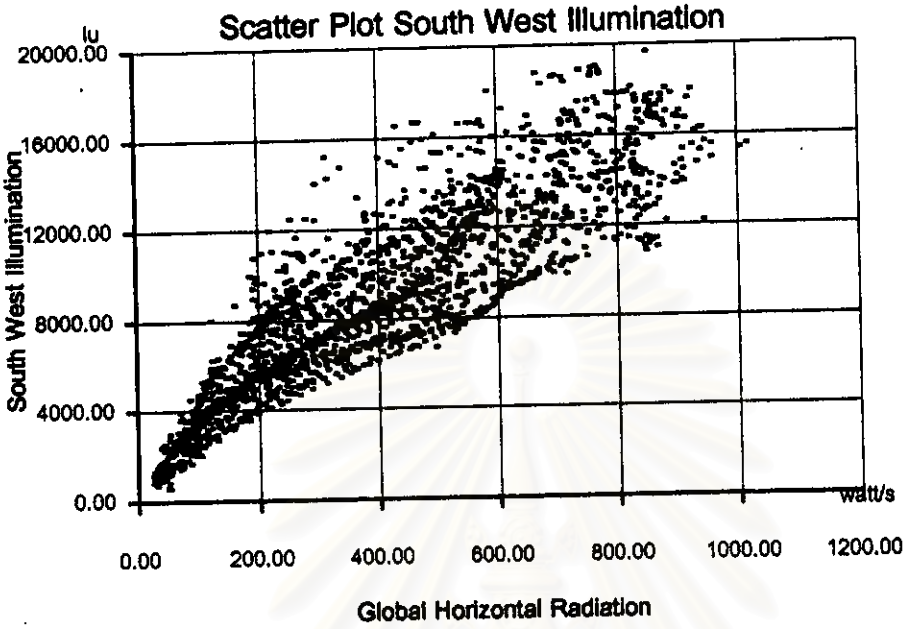
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw data}$ (watt/sqm)

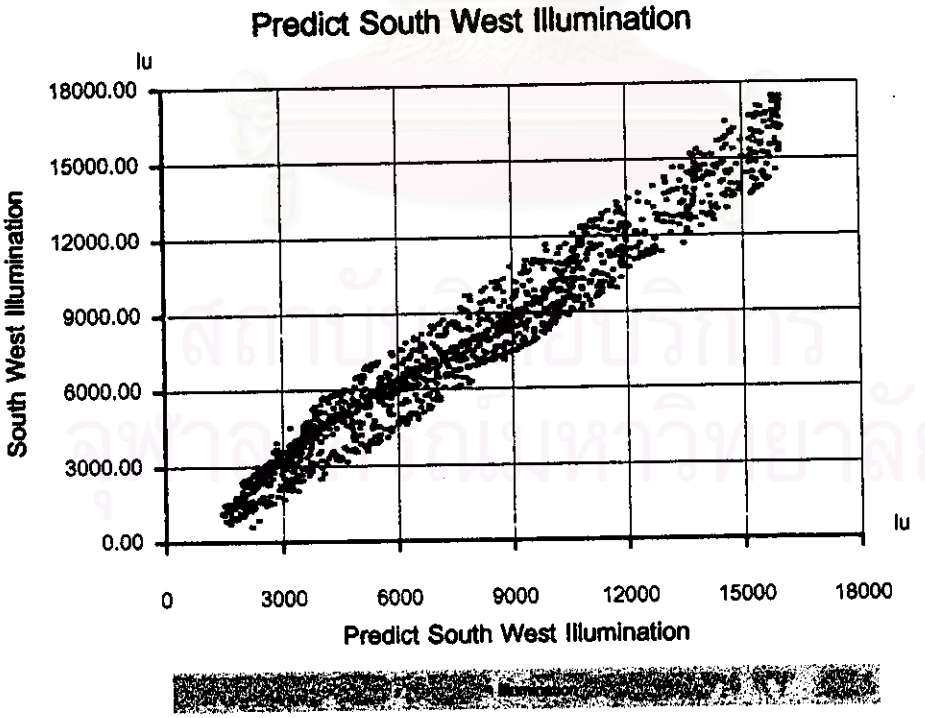
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

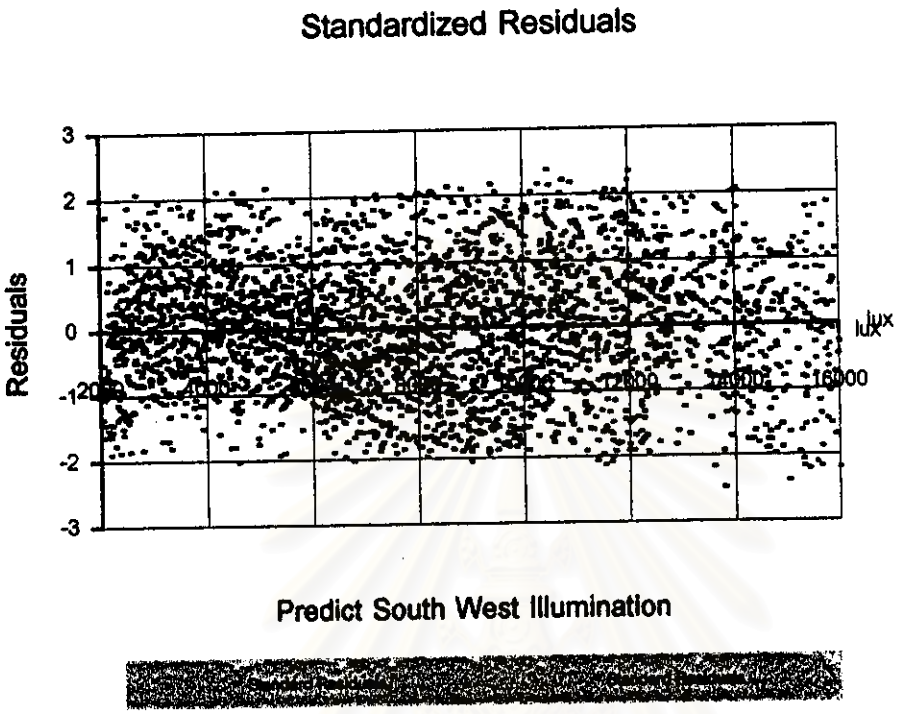
ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.29 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



แผนภูมิที่ 5.30 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันตกเฉียงใต้กับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.31 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบดิ่ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 96 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.96) ส่วนที่เหลืออีก 4 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 876 ลักซ์ (Standard error = 876 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 5.498E-143 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 5.274E-120

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 4.173E-103

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

และยอมรับสมมุติฐาน H_1 สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.44)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.43)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5.1.4.2 การวิเคราะห์สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่าง

กรณีศึกษา : แสงตรงจากดวงอาทิตย์

1. ความส่องสว่างในระนาบนอน
2. ความส่องสว่างทางทิศใต้
3. ความส่องสว่างทางทิศตะวันออก
4. ความส่องสว่างทางทิศตะวันตก
5. ความส่องสว่างทางทิศตะวันออกเฉียงใต้
6. ความส่องสว่างทางทิศตะวันตกเฉียงใต้

[illegible]

ข้อมูลปี 2542-2543

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.996
R Square	0.99
Adjusted R Square	0.99
Standard Error	1846
Observations	4554

ANOVA	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	2.57E+12	2.57E+12	614531	0
Residual	4552	1.91E+10	4186383		
Total	4553	2.59E+12			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-245.58	62.27	-3.94	8.15E-05	-367.66	-123.50	-367.66	-123.50
G.rad	97.21	0.12	783.92	0	96.97	97.45	96.97	97.45

1. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from sunlight on holizontal surface is given as

$$I_H = -245.58 + (97.21*G.rad)$$

โดยที่ ,

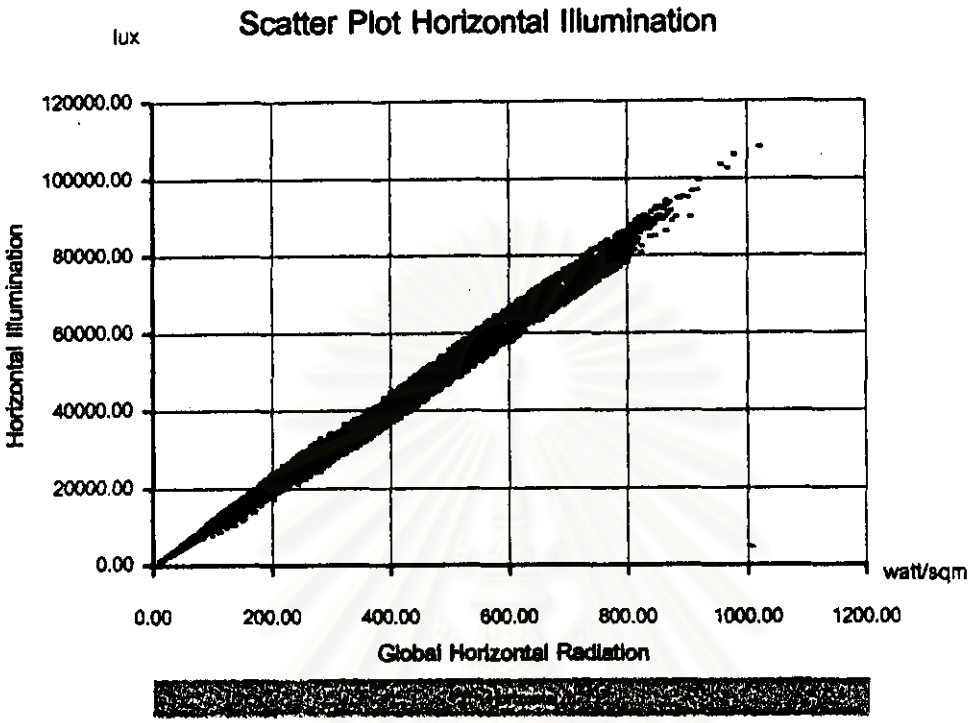
I_H = ค่าความส่องสว่างในระนาบนอน Horizontal Illumination , Direct Solar Illumination (lux)

G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

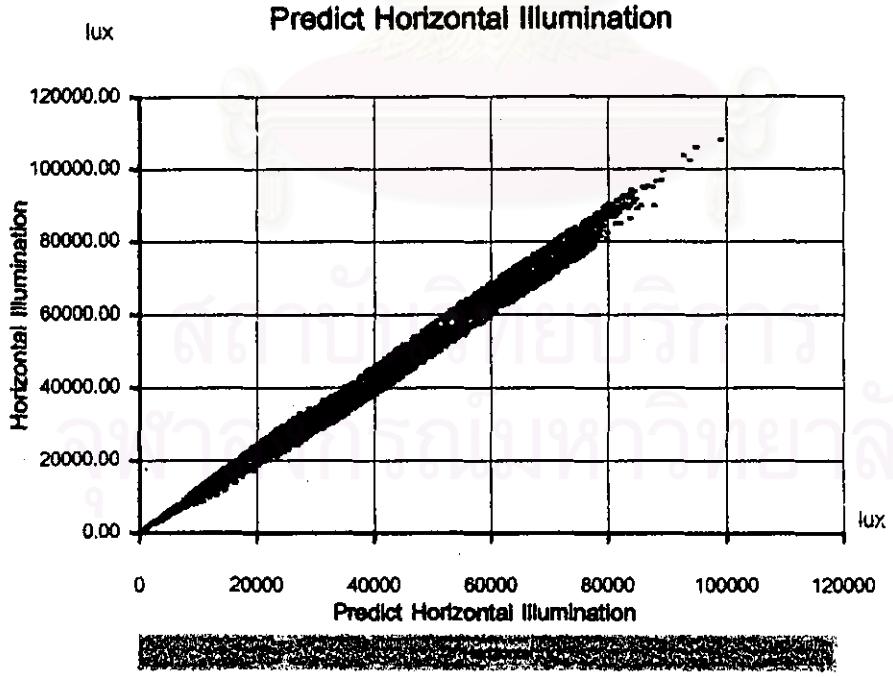
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

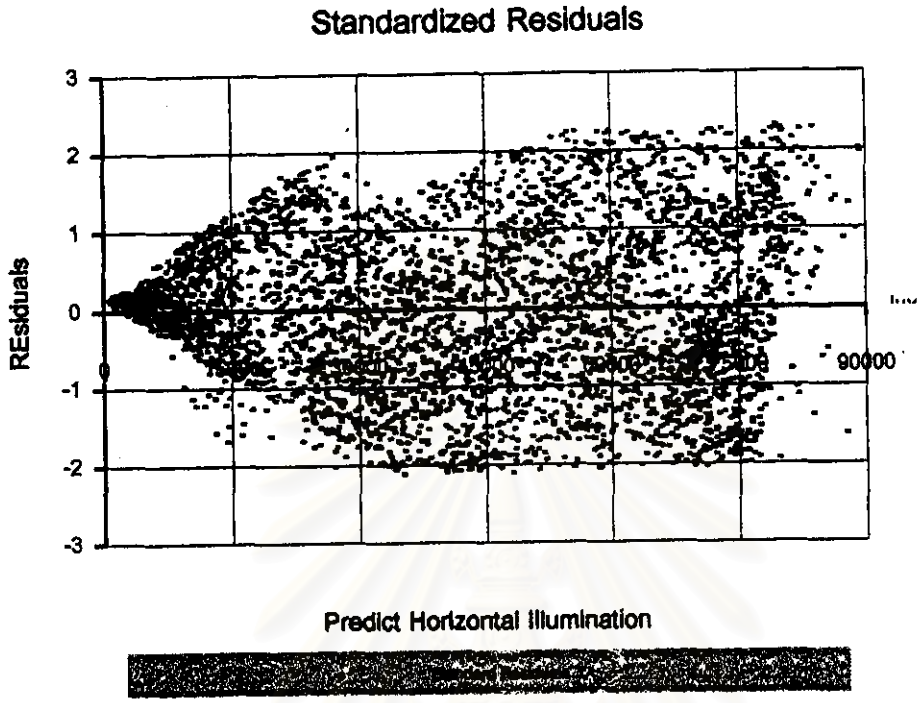
ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.32 แสดงการกระจายของแสงในแนวระนาบ



แผนภูมิที่ 5.33 แสดงการพล็อตค่าความสว่างในแนวระนาบกับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.34 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบนอน (Horizontal Illumination) พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.99) ส่วนที่เหลืออีก 1 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 1846 ลักซ์ (Standard error = 1846 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 8.15E-05 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.47)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.46)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างในแนวระนาบสามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[illegible]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.98
Adjusted R Square	0.98
Standard Error	2914
Observations	2850

ANOVA	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	1.38E+12	1.38E+12	162643	0
Residual	2848	2.42E+10	8489939		
Total	2849	1.41E+12			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-756.82	94.68	-7.99	1.89E-15	-942.47	-571.18	-942.47	-571.18
Global Radiation	82.74	0.21	403.29	0	82.33	83.14	82.33	83.14

2. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from sunlight on vertical surface is given as

$$I_s = -756.82 + (82.74 * G.rad)$$

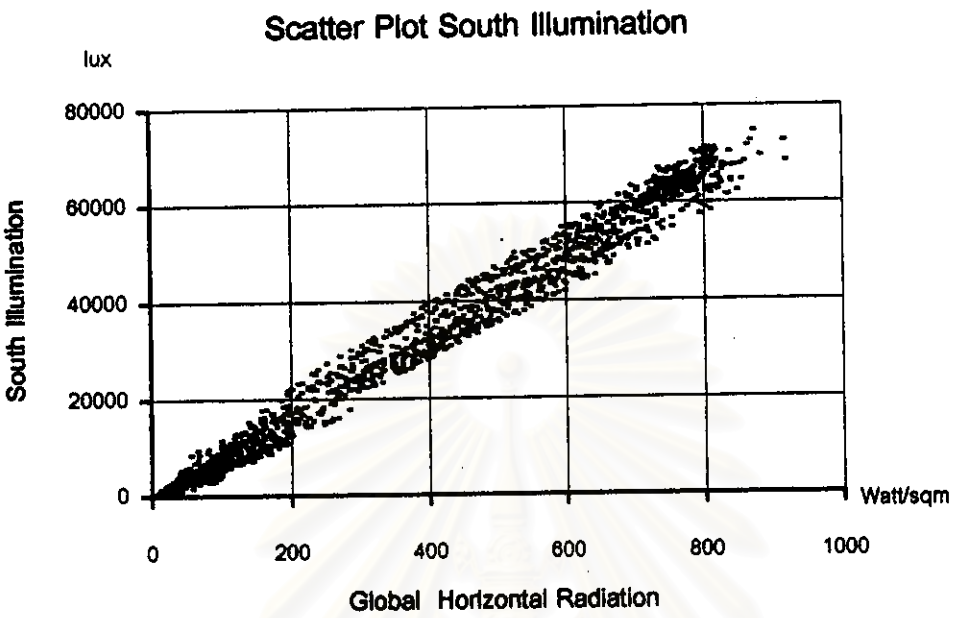
โดยที่ ,

I_s = ค่าความส่องสว่างทิศใต้ South Illumination , Direct Solar Illumination (lux)

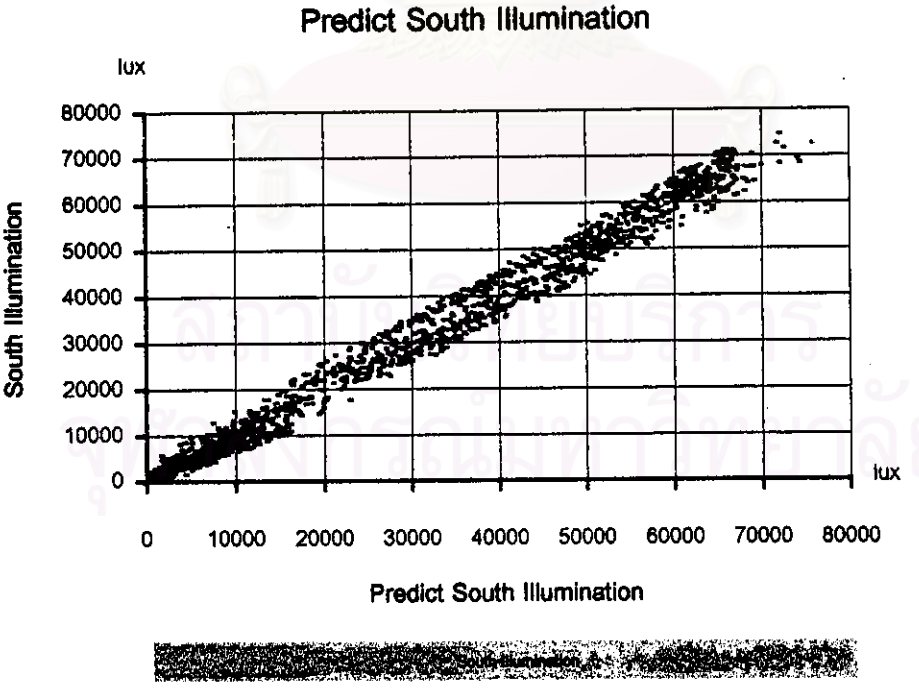
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

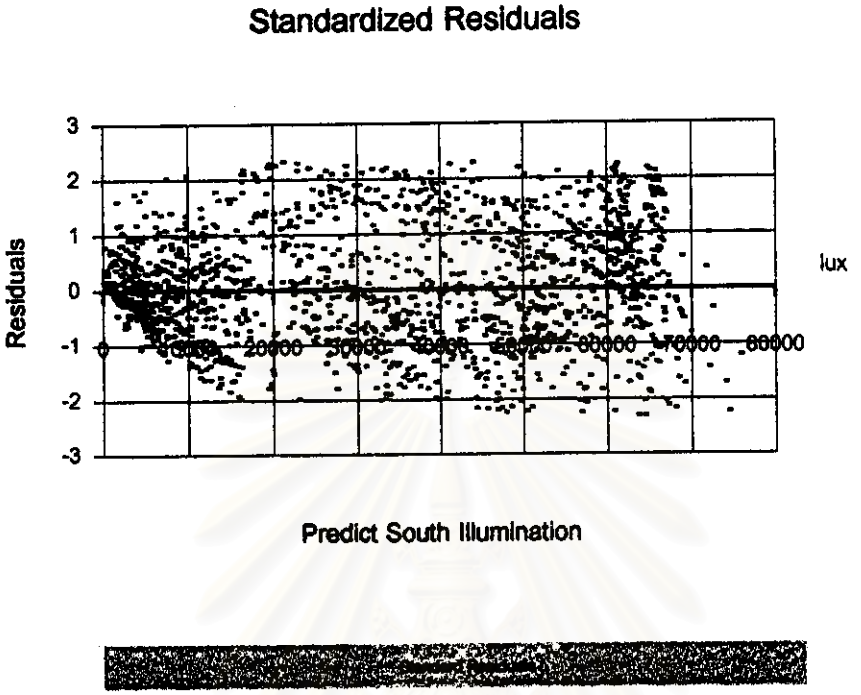
หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์



แผนภูมิที่ 5.35 แสดงการกระจายของแสงทางทิศใต้



แผนภูมิที่ 5.36 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศใต้กับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.37 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศใต้ พบว่าพบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 98 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.98) ส่วนที่เหลืออีก 2 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 2914 ลักซ์ (Standard error = 2914 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน H_i : $\beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ H_o : $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

H_i : $\beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 0 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน H_i : $\beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.50)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.49)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

ข้อมูลปี 2542-2543

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.98
Adjusted R Square	0.98
Standard Error	2858
Observations	1356

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	4.99E+11	1.25E+11	15287	0
Residual	1351	1.10E+10	8165610.98		
Total	1355	5.10E+11			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-8566.72	237.27	-36.11	2.165E-200	-9032.18	-8101.27	-9032.18	-8101.27
G.rad	304.74	1.45	210.31	0	301.90	307.58	301.90	307.58
$G.rad^2$	-0.21	0.00	-105.98	0	-0.22	-0.21	-0.22	-0.21
1/Sky Ratio	597.11	50.41	11.84	7.32E-31	498.21	696.01	498.21	696.01
Alt^2	-29.04	0.37	-78.09	0	-29.77	-28.31	-29.77	-28.31

3. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from sunlight on vertical surface is given as

$$I_E = -8566.72 + (304.74*G.rad) - (0.21*G.rad^2) + (597.11*1/Sky\ Ratio) - (29.04*Alt^2)$$

โดยที่ ,

I_E = ค่าความส่องสว่างที่ศตะวันออก East Illumination , Direct Solar Illumination (lux)

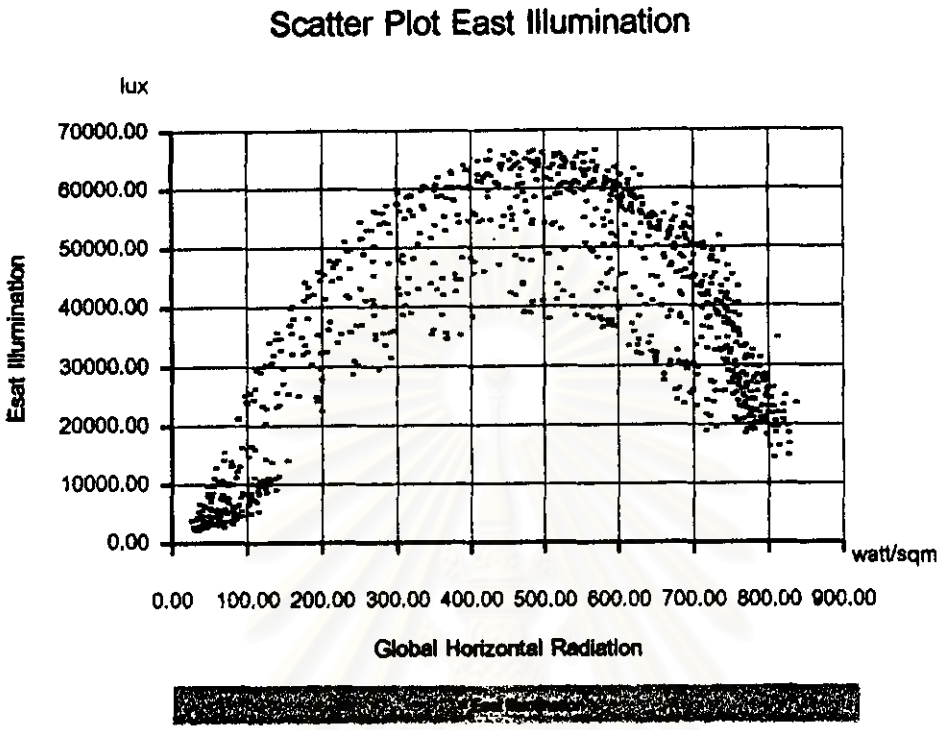
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{rawdata}$ (watt/sqm)

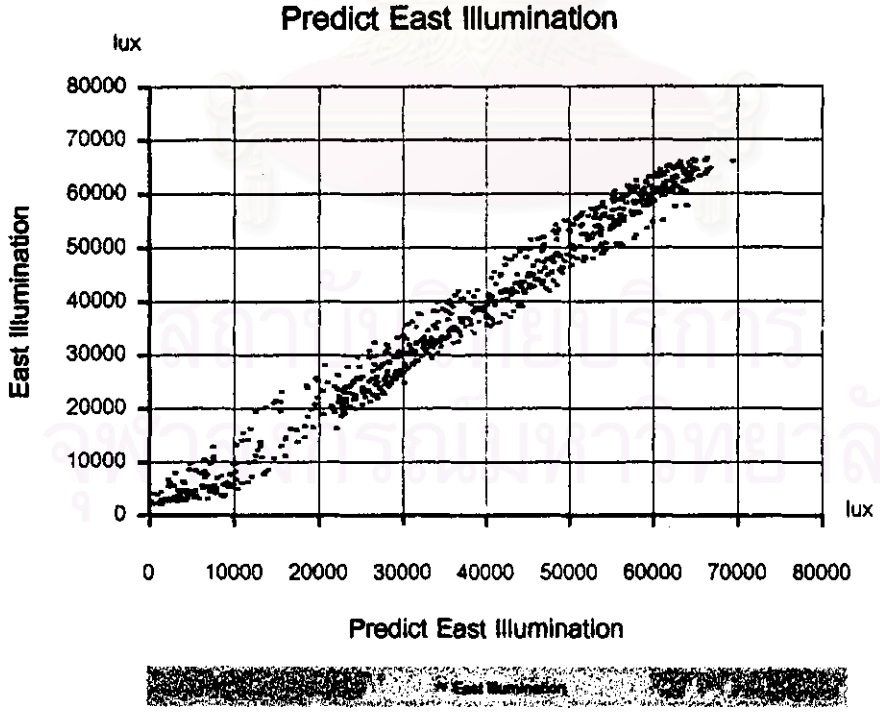
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์

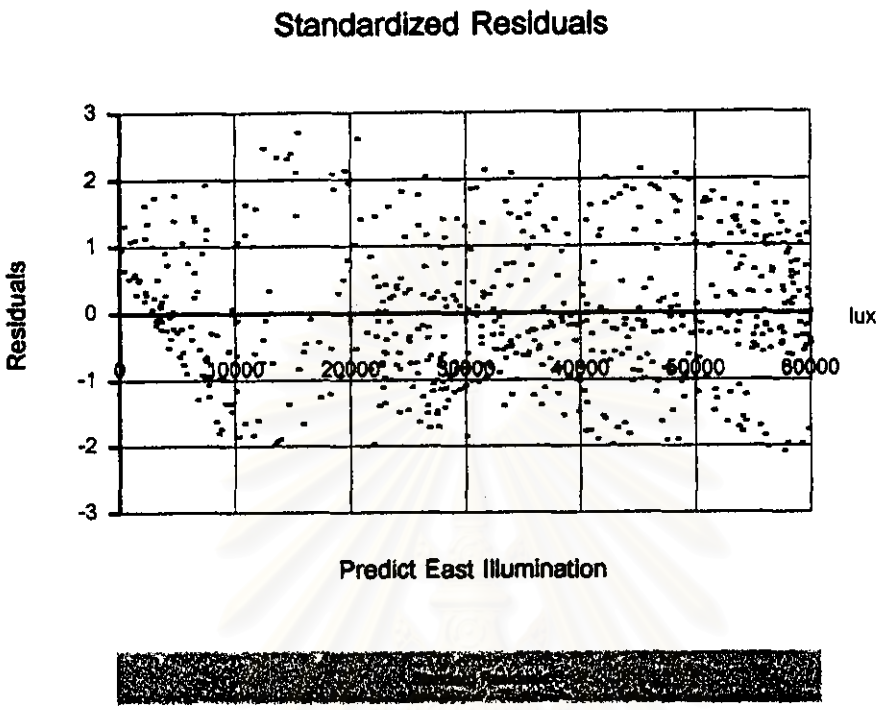


แผนภูมิที่ 5.38 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันออก



แผนภูมิที่ 5.39 แสดงการพล็อตค่าความส่วางทางทิศตะวันออกกับค่าประมาณการ

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.40 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันออก พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 98 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.98) ส่วนที่เหลืออีก 2 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 2858 ลักซ์ (Standard error = 2858 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 2.165E-200 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 7.32E-31

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.53)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.52)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[redacted]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

[redacted]	
Multiple R	0.98
R Square	0.97
Adjusted R Square	0.97
Standard Error	2553
Observations	1297

[redacted]					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	2.64E+11	6.60E+10	10120	0
Residual	1292	8.42E+09	6519536		
Total	1296	2.72E+11			

[redacted]								
Intercept	-7836.48	221.08	-35.45	8.305E-193	-8270.19	-7402.76	-8270.19	-7402.76
G.rad	228.14	1.26	180.76	0	225.67	230.62	225.67	230.62
$G.rad^2$	-0.20	0.001	-136.35	0	-0.21	-0.20	-0.21	-0.20
1/Sky Ratio	567.48	62.73	9.05	5.26E-19	444.43	690.54	444.43	690.54
Alt^2	-10.64	0.16	-65.47	0	-10.96	-10.33	-10.96	-10.33

4. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from sunlight on vertical surface is given as

$$I_W = -7836.48 + (228.14*G.rad) - (0.20*G.rad^2) + (567.48*1/Sky\ Ratio) - (10.64*Alt^2)$$

โดยที่ ,

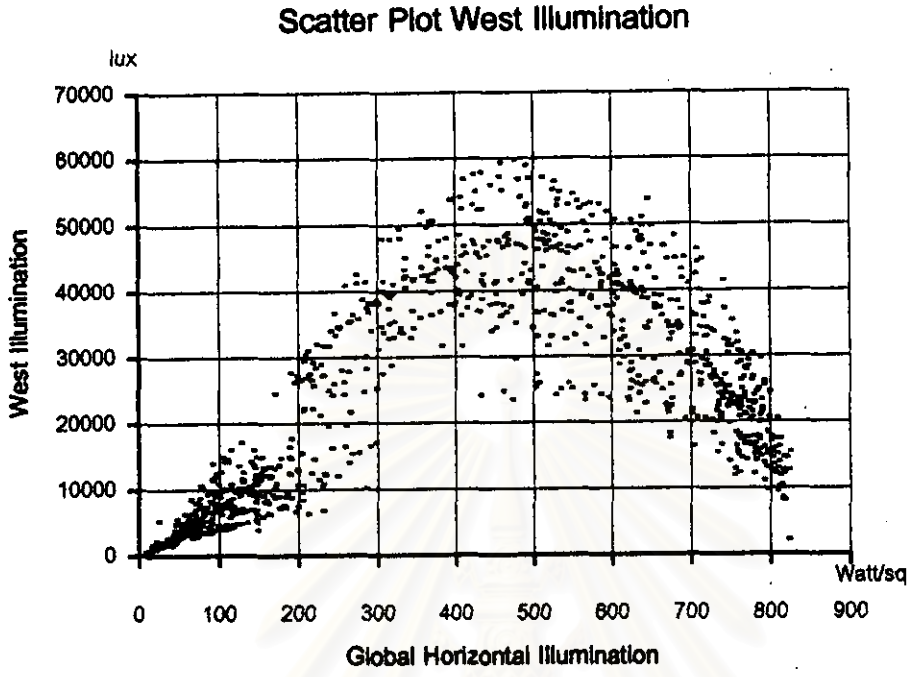
I_W = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันตก West *Illumination , Direct Solar Illumination (lux)*

G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

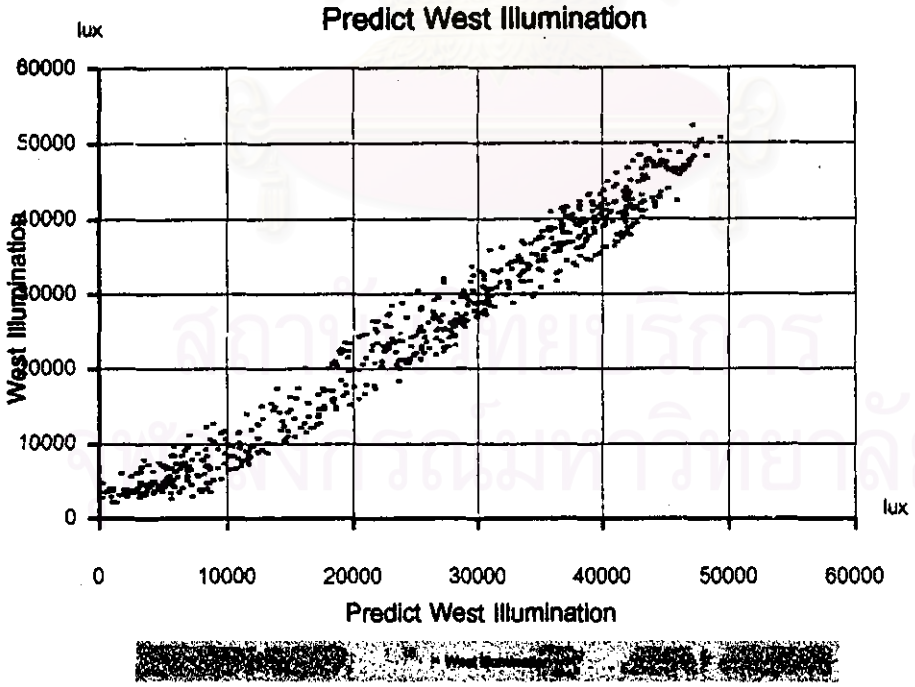
Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse Radiation$_{raw\ data}$ /Global Radiation$_{raw\ data}$ (watt/sqm)

Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์



แผนภูมิที่ 5.41 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันตก

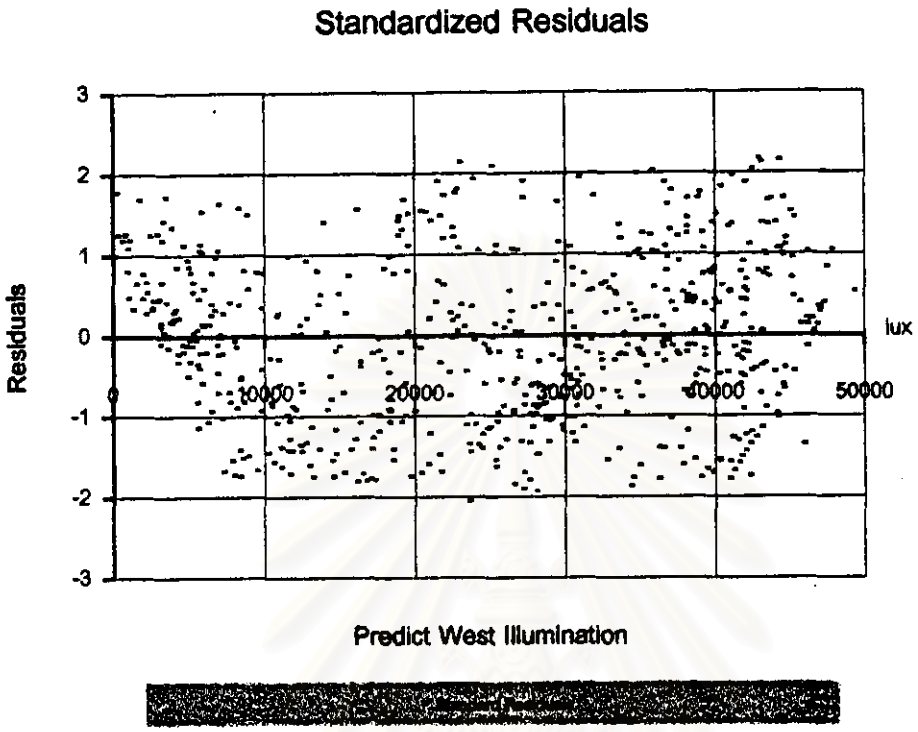


แผนภูมิที่ 5.42 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันตกกับค่าประมาณการ

[redacted]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT YEAR : 1999-2000



[redacted]

แผนภูมิที่ 5.43 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันตก พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.98 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 97 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.97) ส่วนที่เหลืออีก 3 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 2553 ลักซ์ (Standard error = 2553 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_1 : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 8.305E-193 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0 และยอมรับสมมุติฐาน $H_1 : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 5.26E-19

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_0

และยอมรับสมมุติฐาน H_1 สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.56)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.55)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[redacted]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.98
Adjusted R Square	0.98
Standard Error	3282
Observations	1638

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	9.27E+11	2.32E+11	21508	0
Residual	1633	1.76E+10	10769441.8		
Total	1637	9.44E+11			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-9192.73	250.53	-36.69	1.763E-215	-9684.12	-8701.33	-9684.12	-8701.33
G.rad	292.78	1.59	183.81	0	289.65	295.90	289.65	295.90
$G.rad^2$	-0.14	0.00	-82.54	0	-0.15	-0.14	-0.15	-0.14
1/Sky Ratio	770.55	57.70	13.35	1.1101E-38	657.37	883.73	657.37	883.73
Alt^2	-28.10	0.29	-95.97	0	-28.67	-27.52	-28.67	-27.52

3. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) ที่ย

The Illuminance from sunlight on vertical surface is given as

$$I_{SE} = -9192.73 + (292.78*G.rad) - (0.14*G.rad^2) + (770.55*1/Sky\ Ratio) - (28.10*Alt^2)$$

โดยที่ ,

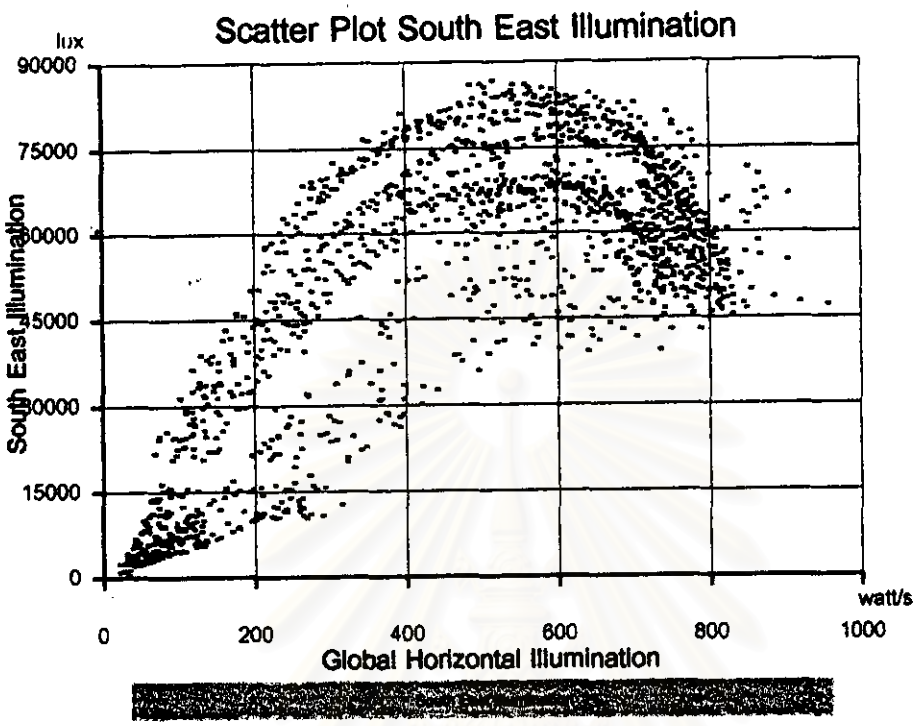
I_{SE} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันออกเฉียงใต้ South East Illumination , Direct Solar Illumination (lux)

G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

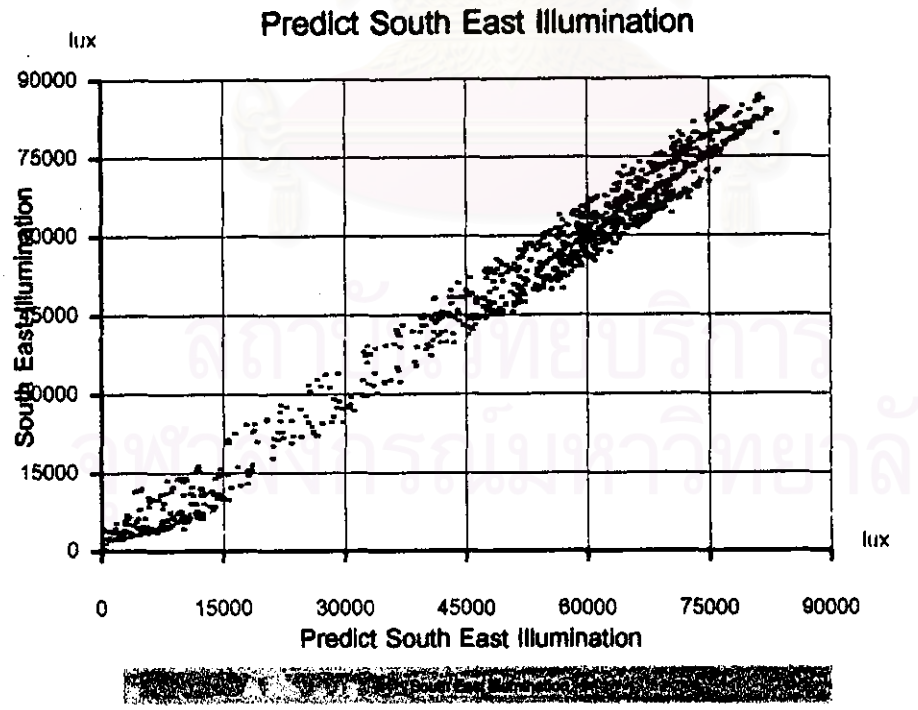
Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw\ data}$ (watt/sqm)

Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์



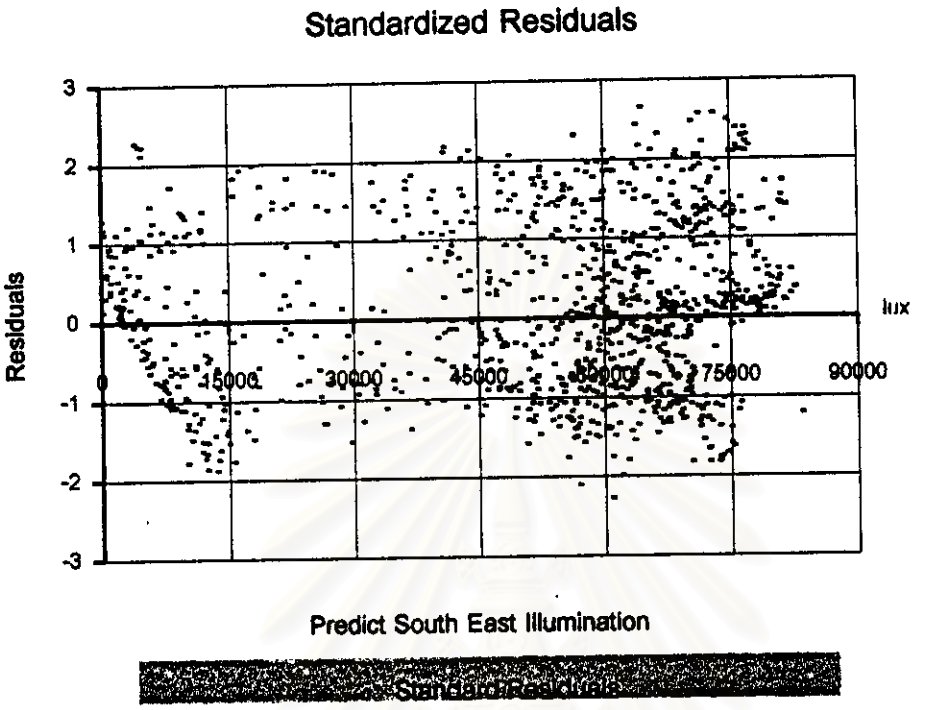
แผนภูมิที่ 5.44 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันออกเฉียงใต้



แผนภูมิที่ 5.45 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันออกเฉียงใต้กับค่าประมาณการ

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที

ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์ , มีนาคม



แผนภูมิที่ 5.46 แสดงการพล็อตค่าความคาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันออกเฉียงใต้ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 98 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.98) ส่วนที่เหลืออีก 2 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 3282 ลักซ์ (Standard error = 3282 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 1.763E-215 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 1.101E-38

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างทิศใต้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.59)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.58)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างทิศใต้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์

[illegible]

สถานที่ทำการทดลอง : กรุงเทพมหานคร ข้อมูลปี 2542-2543

SUMMARY OUTPUT

Regression Statistics	
Multiple R	0.99
R Square	0.97
Adjusted R Square	0.97
Standard Error	3453
Observations	1776

ANOVA

	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	4	7.99E+11	2.00E+11	16757	0
Residual	1771	2.11E+10	11922568.6		
Total	1775	8.20E+11			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	-10894.68	275.06	-39.61	3.018E-246	-11434.16	-10355.21	-11434.16	-10355.21
G.rad	273.83	1.50	182.75	0	270.89	276.77	270.89	276.77
$G.rad^2$	-0.19	0.00	-112.96	0	-0.19	-0.19	-0.19	-0.19
1/Sky Ratio	1638.56	67.81	24.16	9.741E-112	1505.57	1771.55	1505.57	1771.55
Alt^2	-14.13	0.19	-72.48	0	-14.51	-13.75	-14.51	-13.75

8. สมการพยากรณ์ค่าความส่องสว่างภายนอก (Model of Skylight) คือ

The illuminance from sunlight on vertical surface is given as

$$I_{sw} = -10894.68 + (273.83*G.rad) - (0.19*G.rad^2) + (1638.56*1/Sky\ Ratio) - (14.13*Alt^2$$

โดยที่ ,

I_{sw} = ค่าความส่องสว่างทิศตะวันตกเฉียงใต้ South West Illumination , Direct Solar Illumination (lux)

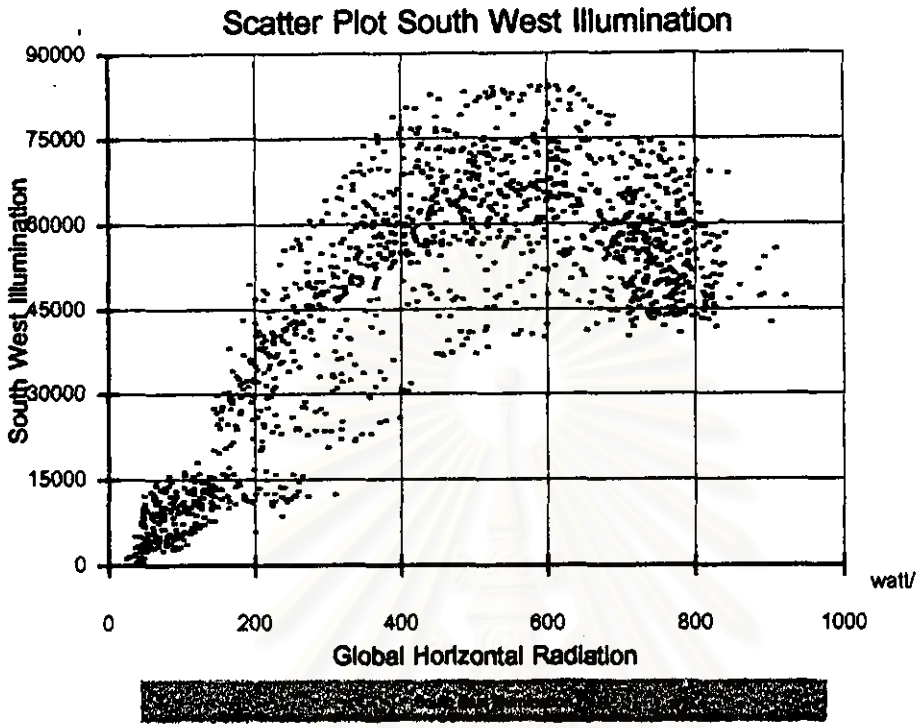
G.rad = ค่ารังสีรวมจากดวงอาทิตย์Global Horizontal Radiation (watt/sqm)

Sky Ratio = ค่ารังสีกระจาย/ค่ารังสีรวม Diffuse $Radiation_{raw\ data}$ /Global $Radiation_{raw\ data}$ (watt/sqm)

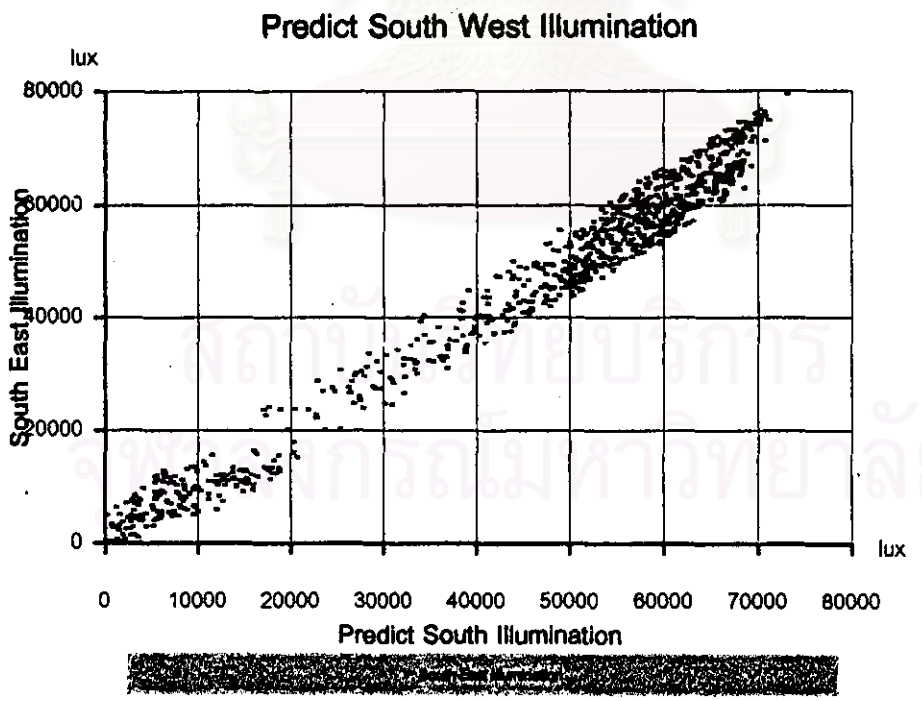
Alt = มุมอัลติจูด Solar Altitude Angle (degree)

หมายเหตุ : เก็บข้อมูลจากค่าเฉลี่ยทุก 5 นาที ข้อมูล :ตุลาคม , พฤศจิกายน , ธันวาคม, มกราคม , กุมภาพันธ์

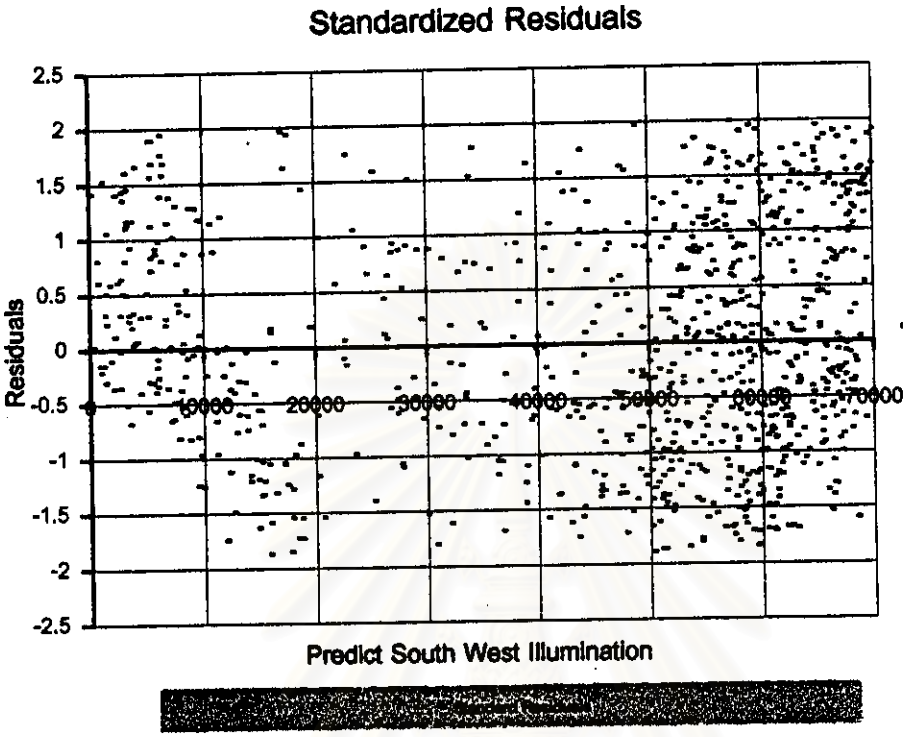
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



แผนภูมิที่ 5.47 แสดงการกระจายของแสงทางทิศตะวันตกเฉียงใต้



แผนภูมิที่ 5.48 แสดงการพล็อตค่าความสว่างทางทิศตะวันตกเฉียงใต้กับค่าประมาณการ



แผนภูมิที่ 5.49 แสดงการพล็อตค่าความคลาดเคลื่อน

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการวิเคราะห์การถดถอย (Regression Statistics) ของแสงในระนาบตั้ง (Vertical Illumination) ทางทิศตะวันตกเฉียงใต้ พบว่า

1. ระดับค่าความส่องสว่าง (Illuminance) มีความสัมพันธ์กับตัวแปรทั้งหมดค่อนข้างสูง Multiple R= 0.99 โดยตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้มีอิทธิพลต่อระดับความสว่างที่ 97 เปอร์เซ็นต์ (R Square = 0.97) ส่วนที่เหลืออีก 3 เปอร์เซ็นต์ มีสาเหตุจากตัวแปรอื่น ๆ ที่ไม่ได้นำมาศึกษา และการใช้ตัวแปรอิสระทั้งหมดเพื่อประมาณค่าระดับความสว่างจะมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ 3453 ลักซ์ (Standard error = 3453 ลักซ์)

2. เมื่อกำหนดระดับนัยสำคัญ α = 0.05 แล้วพบว่า ระดับนัยสำคัญ (Significant F) ในตาราง ANOVA มีค่า = 0 ซึ่งน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

3. จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตาม เพื่อตัดสินตัวแปรอิสระทั้งหมดนี้ในการพยากรณ์

กำหนดให้สมมุติฐาน คือ $H_o : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$

$H_i : \beta_1 \neq 0$ อย่างน้อยหนึ่งตัว

การพิจารณาค่าคงที่

พบว่า ค่าความน่าจะเป็น P – Value ที่ได้คือ 3.018E-246 ซึ่งมีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนดไว้ จึงตัดสินใจ

ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o และยอมรับสมมุติฐาน $H_i : \beta_1 \neq 0$

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 จะต้องมีค่าคงที่ในสมการพยากรณ์ด้วย

การพิจารณาตัวแปรอิสระ

จะพบว่าค่าความน่าจะเป็น P – Value สำหรับตัวแปรอิสระแต่ละตัว มีค่าดังนี้

ตัวแปรอิสระ G.rad = 0

ตัวแปรอิสระ $G.rad^2$ = 0

ตัวแปรอิสระ 1 / Sky Ratio = 9.741E-112

ตัวแปรอิสระ Alt^2 = 0

เมื่อเปรียบเทียบกับค่า α ที่กำหนดคือ 0.05 แล้วจะพบว่า P – Value สำหรับตัวแปร G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2 มีค่าน้อยกว่า α ที่กำหนด

ดังนั้นจึงตัดสินใจ ปฏิเสธสมมุติฐาน H_o

และยอมรับสมมุติฐาน H_i สำหรับตัวแปรอิสระ G.rad $G.rad^2$ 1 / Sky Ratio และ Alt^2

สรุปว่า ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ตัวแปรอิสระสามารถนำไปใช้พยากรณ์ระดับความส่องสว่าง

4. เมื่อพล็อตค่าความความคาดเคลื่อน (Residual) พบว่า ความสัมพันธ์ของค่าความส่องสว่างที่คิดได้กับค่าประมาณการ มีลักษณะที่มีเอกภาพ (ดูแผนภูมิที่ 5.62)

5. เมื่อพล็อตค่าความส่องสว่างในแนวระนาบกับค่าที่ได้จากการประมาณการ (Actual Againts Predict)พบว่า กราฟอยู่ในรูปเส้นตรง (ดูแผนภูมิที่ 5.61)

จากข้อพิจารณาดังกล่าว จึงสรุปว่า สมการประมาณการค่าความส่องสว่างที่คิดได้สามารถอธิบายความผันแปรของความสว่างภายนอกได้ในทุกสภาพท้องฟ้า และมีความเหมาะสมในการนำมาพยากรณ์