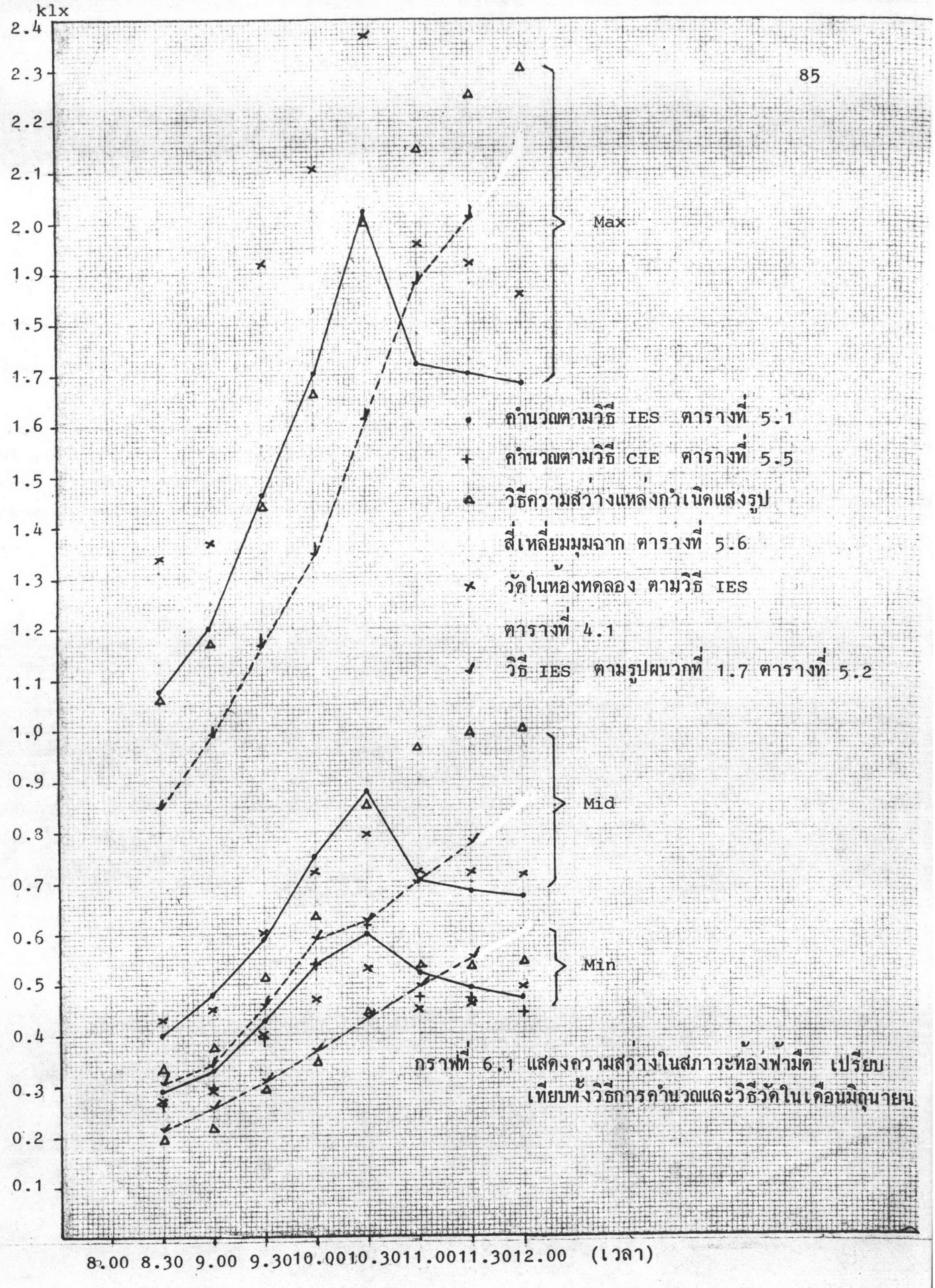
บทที่ 6

การวิเคราะห์ผลการทดลอง

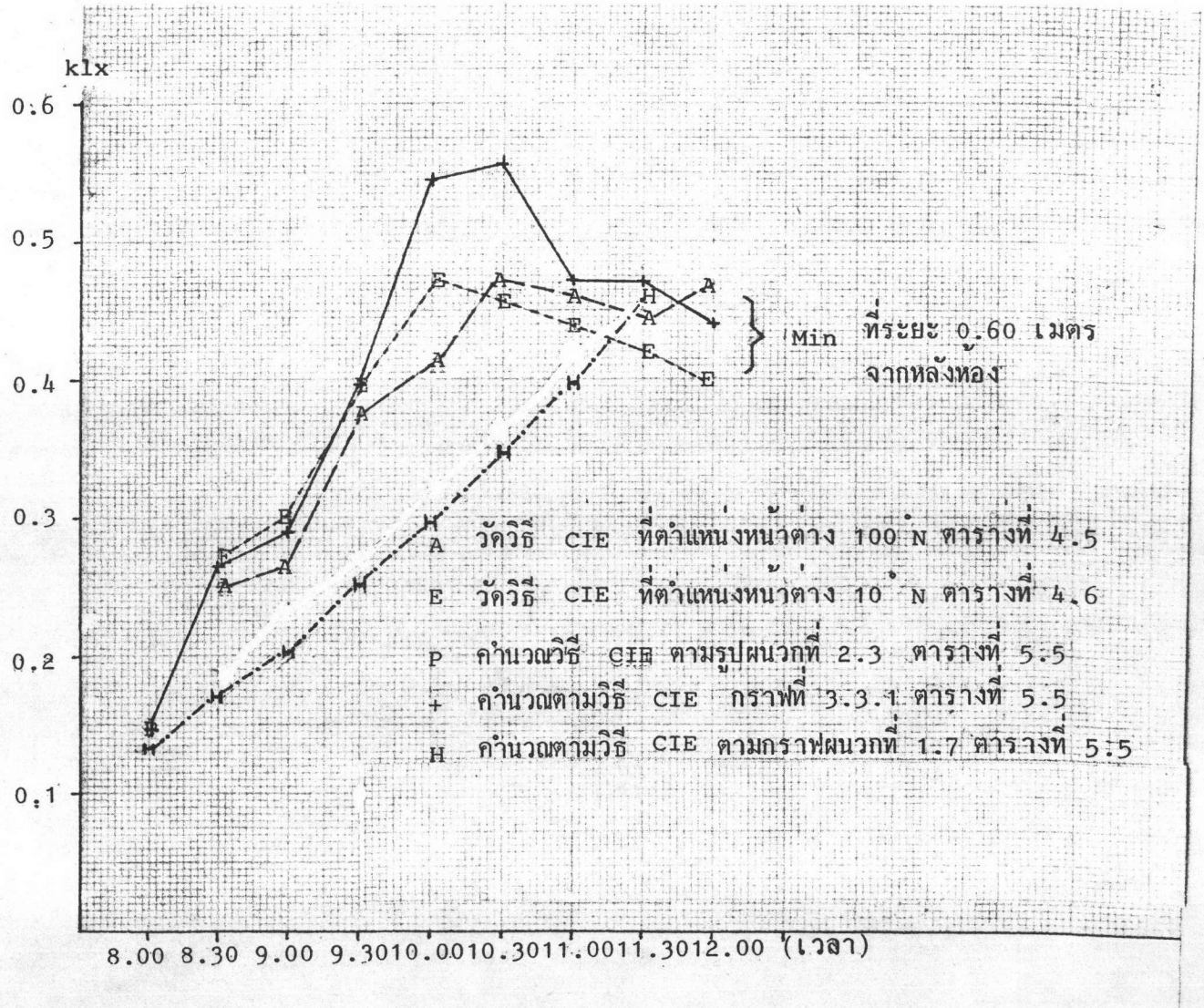
6.1 จากการเปรียบเทียบผลที่ได้รับจากการวัดและการคำนวณ

กราฟที่ 6.1 - 6.4 แสดงการเปรียบเทียบความสว่างที่วัดได้กับการคำนวณภายในอาคาร ทั้งในสภาวะท้องฟ้ามืดและท้องฟ้าแจ่มใส โดยคิดจากเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงของเพดาน 80 % ผนัง 70 % และพื้น 30 % สำหรับกราฟที่ 6.1 แสดงผลการคำนวณ สภาวะท้องฟ้ามืด ตามวิธี IES จะเห็นได้ว่าในช่วง Min และ Mid นั้นใกล้เคียงกันมาก กับผลที่วัดจากห้องทดลอง แต่ในช่วง Max นั้น คำนวณได้น้อยกว่าที่วัดได้ สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจาก เทคนิคการคำนวณตามวิธีนี้ไม่มีกันสาด แต่การวัดจากห้องทดลองนั้นมีกันสาด และเมื่อเทียบกับการคำนวณตามวิธี CIE ซึ่งได้ค่าต่ำสุด โดยวัดจากหลังห้อง 0.60 เมตร จะเห็นว่าในช่วง Min ทั้งวิธี IES และ CIE นั้นใกล้เคียงกันมาก ส่วนกราฟที่ 6.2 เป็นผลการคำนวณ และวัดจากห้องทดลองตามวิธี CIE จะเห็นได้ว่าวิธีคำนวณและวิธีวัดโดยเปลี่ยนตำแหน่งของห้องทดลองกับห้องเดิมนั้นในช่วงเช้าใกล้เคียงกันมากแต่พอช่วงสาย ๆ แตกต่างบ้างเล็กน้อย สาเหตุมาจากความส่องสว่างที่จุดยอดท้องฟ้าจะสูงแต่ถูกกันสาดบังแสงไป และเมื่อเทียบกับตารางผนวกที่ 1.7 แล้ว จะเห็นได้ว่าแตกต่างกันมาก

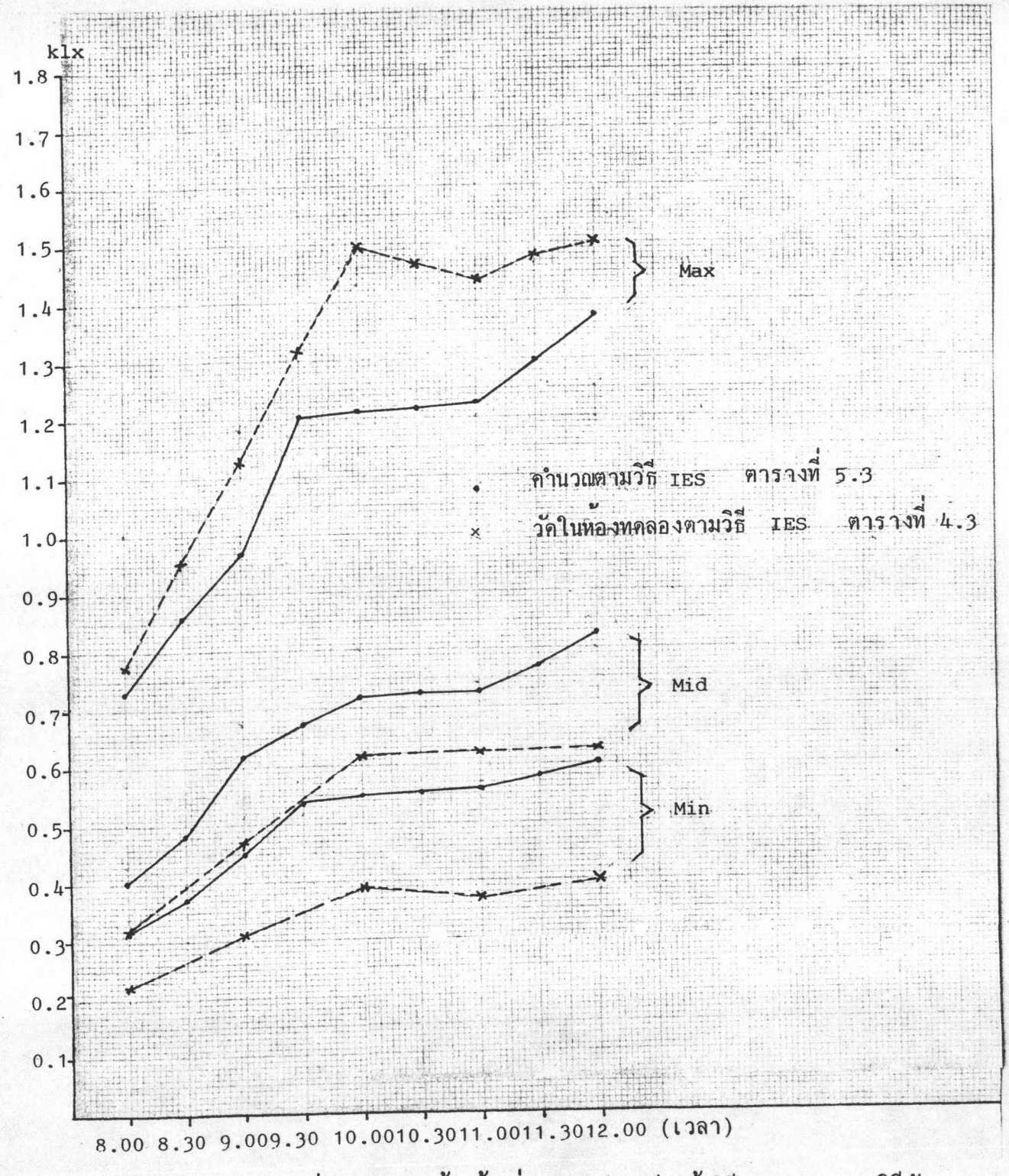
สำหรับกราฟที่ 6.3 และ 6.4 แสดงการคำนวณในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใส ตามวิธี IES จะเห็นว่าทั้ง Max, Mid และ Min เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีวัดนั้นแตกต่างกันมาก และยิ่งเปรียบเทียบกับกราฟรูปผนวกที่ 1.6 แล้ว ยิ่งแตกต่างกันมากยิ่งขึ้น สาเหตุที่แตกต่างมากเช่นนี้ เนื่องมากจากสาเหตุมากมาย คือ เมฆ หมอก ควัน ฝุ่นละออง การสะท้อนแสงจากพื้นดิน การสะท้อนแสงจากอาคารอื่น ๆ การสะท้อนแสงภายในอาคาร ผลจากความส่องสว่างของท้องฟ้าไม่เท่ากันตลอด รวมทั้งผลมาจากกันสาด (overhang) และปริมาณไอน้ำในอากาศ



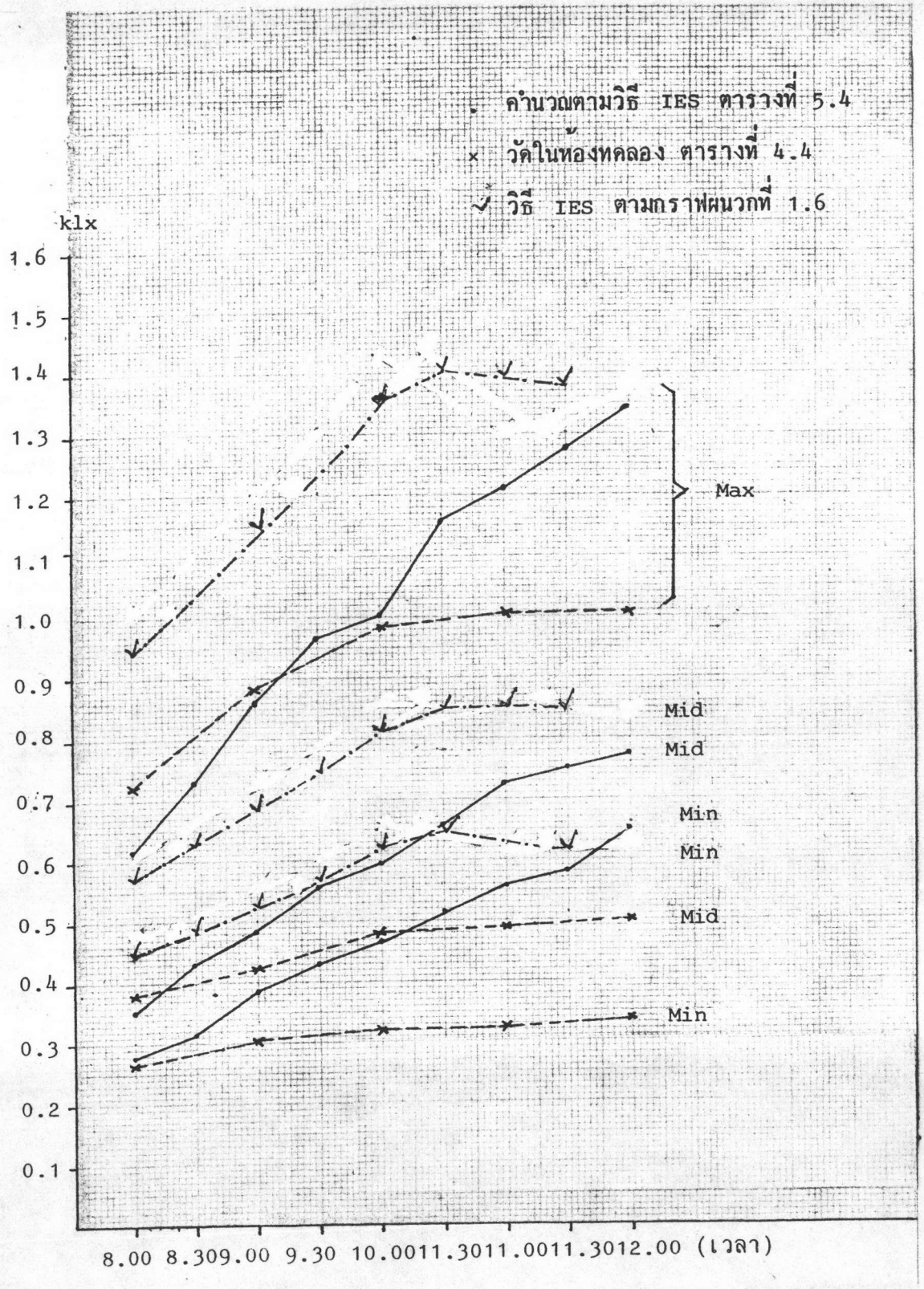
กราฟที่ 6.1 แสดงความสว่างในสภาวะท้องฟ้ามืด เปรียบเทียบทั้งวิธีการคำนวณและวิธีวัดในเดือนมิถุนายน



กราฟที่ 6.2 แสดงความสว่างต่ำสุด ในสภาวะท้องฟ้ามืด เมื่อเปรียบเทียบวิธีคำนวณตาม CIE และวัดตามวิธี CIE ในเดือนมิถุนายน



กราฟที่ 6.3 แสดงความสว่างในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใส เปรียบเทียบทั้งวิธีการคำนวณและวิธีวัดในเดือนมิถุนายน



กราฟที่ 6.4 แสดงความสว่างในภาวะท้องฟ้าแจ่มใส เปรียบเทียบทั้งวิธีการคำนวณและวิธีวัดในเดือนกรกฎาคม

จากผลการวัดในห้องทดลองและการคำนวณ สามารถพิจารณาถึงผลตัวแปรต่าง ๆ ดังนี้

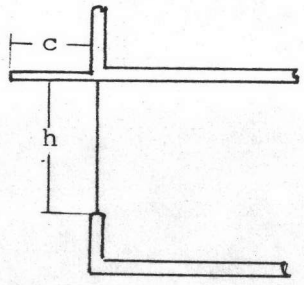
6.2 ผลจากอาคารมีกันสาด (overhang)

เนื่องจากเทคนิคการคำนวณของแต่ละวิธี ต้องไม่มีกันสาดบังแสง แต่จากการวัดในห้องทดลอง หรืออาคารทั่ว ๆ ไปนั้นมีกันสาด ดังนั้นเทคนิคการคำนวณ จำเป็นต้องคิดจากห้องสมมูลย์ แล้วลากเส้นกราฟมาตัดกับห้องแท้จริง ดังแสดงให้เป็นในตารางที่ 5.1 - 5.4

กันสาดหรืออุปกรณ์ที่ใช้กันแดด จะกีดกั้นตัดความสว่างบางส่วนของท้องฟ้าออกไปทำให้ความสว่างที่ในอาคารได้รับลดน้อยลงไป อย่างไรก็ตามความสว่างที่ลดลงไปสามารถคำนวณอัตราส่วนระหว่างจำนวนความสว่างที่ได้รับในอาคารกับจำนวนความสว่างที่ได้รับในอาคารเมื่อปราศจากกันสาด ค่าที่ได้รับจะเป็นเปอร์เซ็นต์ ที่เรียกว่าประสิทธิภาพแสงธรรมชาติ (daylight efficiency) ค่าที่คำนวณนี้ต้องสมมุติว่า ความส่องสว่างของท้องฟ้าเท่ากันตลอด (uniform sky luminance) และไม่มีการสะท้อนแสงจากกันสาด สำหรับกันสาดแนวราบ (horizontal overhang) หาได้จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพ} = 1+(c/h)^2-(c/h) \times 100\% \qquad [10]$$

หรือผลที่ได้จากตารางที่ 6.1

กันสาดแนวราบ	c/h	ประสิทธิภาพ %	c/h	ประสิทธิภาพ %
	0	100.0	0.6	56.5
	0.1	90.5	0.7	52.0
	0.2	81.9	0.8	48.0
	0.3	74.3	0.9	44.4
	0.4	67.6	1.0	41.4
	0.5	61.7	2.0	23.6

ตารางที่ 6.1 แสดงประสิทธิภาพแสงธรรมชาติกรณีมีกันสาดแนวราบ

6.3 ผลจากความสว่างที่สะท้อนจากพื้นดิน

การคำนวณความสว่างที่ได้จากการสะท้อนของพื้นดินนั้น ได้จาก 50 % ของแสงธรรมชาติทั้งหมดที่มาที่หน้าต่าง ดังนั้นจึงเท่ากับ 0.5 คูณด้วยความสว่างของท้องฟ้าในแนวราบ (Eh1) ถ้าในกรณีท้องฟ้าแจ่มใส ความสว่างในแนวราบจะรวมกับความสว่างของดวงอาทิตย์ (Eh1 + Eh2) หลังจากนั้น คูณกับค่าเปอร์เซ็นต์การสะท้อนแสงของพื้นดิน สำหรับการคำนวณนั้นถือว่าความสว่างที่สะท้อนจากพื้นดินนั้นเท่ากันทุกทิศทาง แต่จากการวัดความสว่างในแนวดิ่งที่ได้รับจากการสะท้อนของพื้นดินเพียงอย่างเดียวนั้นไม่เท่ากันทุกทิศทาง ดังแสดงให้เห็นในตารางที่ 6.2 สภาวะท้องฟ้ามืด ส่วนตารางที่ 6.3 เป็นสภาวะท้องฟ้าแจ่มใส

ทิศทาง	ท้องฟ้ามืด (klx)				
	เวลา				
	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
E	1.45	2.54	3.05	3.23	3.22
SE 45°	1.45	2.15	2.50	2.94	2.80
S	1.18	1.94	3.23	2.58	2.80
SW 45°	1.00	2.36	3.45	2.37	2.94
W	1.36	2.43	3.60	2.94	3.55
NW 45°	1.57	2.41	4.00	3.65	4.01
N	1.56	2.11	4.21	3.64	3.73
NE 45°	1.55	2.13	4.40	3.10	3.54
เฉลี่ย	1.38	2.26	3.56	3.05	3.32
	25 มิถุนายน 2526				

ตารางที่ 6.2 แสดงความสว่างที่สะท้อนจากพื้นดินในแนวดิ่ง ในสภาวะท้องฟ้ามืด วัดที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬา ฯ ชั้นที่ 6 (ดาดฟ้า)

ทิศทาง	ท้องฟ้าแจ่มใส กิโลลักซ์ (klx)														
	เวลา					เวลา					เวลา				
	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00
E	2.66	3.00	3.14	4.75	5.19	3.16	3.67	4.52	5.93	4.82	1.80	1.97	3.30	2.40	3.70
SE 45	3.44	2.41	2.93	2.92	5.84	2.93	3.06	3.60	6.32	5.18	1.83	2.04	2.14	2.85	3.52
S	2.17	2.40	3.79	4.42	3.46	2.52	3.24	3.08	6.05	5.11	2.28	1.96	3.02	3.05	3.10
SW 45	2.75	4.26	4.22	4.18	3.75	2.57	2.79	4.22	4.69	4.52	1.72	2.85	3.69	4.66	4.53
W	2.63	4.65	5.58	6.13	4.63	3.05	4.52	5.70	5.39	4.97	2.02	3.56	3.65	4.53	4.46
NW 45	3.12	4.20	6.01	7.08	6.47	3.82	5.36	6.94	7.60	6.69	1.98	3.23	4.05	4.26	4.50
N	3.23	3.36	4.47	7.17	7.06	3.81	4.82	7.05	7.89	8.12	1.69	2.75	3.42	3.56	4.33
NE 45	2.85	3.52	4.54	6.17	6.33	3.34	4.76	6.12	6.08	7.74	1.42	2.22	2.86	3.15	3.70
เฉลี่ย	2.85	3.48	4.34	5.35	5.34	3.15	4.03	5.15	6.24	5.89	1.84	2.57	3.27	3.56	3.98
	21 มีนาคม 2526					2 กรกฎาคม 2526					7 มกราคม 2527				

ตารางที่ 6.3 แสดงความสว่างที่สะท้อนจากพื้นดินในแนวดิ่ง ในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใส วัดที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬา ฯ ชั้นที่ 6 (ดาดฟ้า)

6.4 ผลจากความส่องสว่างของท้องฟ้าไม่เท่ากันตลอด

ในการคำนวณตามวิธี IES และ CIE ถ้าจะให้ได้ผลลัพท์ที่แน่นอน ความส่องสว่างของท้องฟ้าต้องเท่ากันตลอด [3, 10] ในขณะเดียวกันจะเห็นได้ว่าท้องฟ้ามืดความส่องสว่างของท้องฟ้าเกือบเท่ากันทุกทิศทาง ดังรูป 3.10 และ 3.11 แต่เมื่อเทียบความส่องสว่างของท้องฟ้าในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใส ดังรูป 3.12 - 3.14 ความส่องสว่างของท้องฟ้าจะไม่เท่ากันทุกทิศทาง ความส่องสว่างของท้องฟ้าที่ได้จึงนำมาเฉลี่ยแต่ละทิศทางเท่านั้น ดังตารางที่ 3.4.3

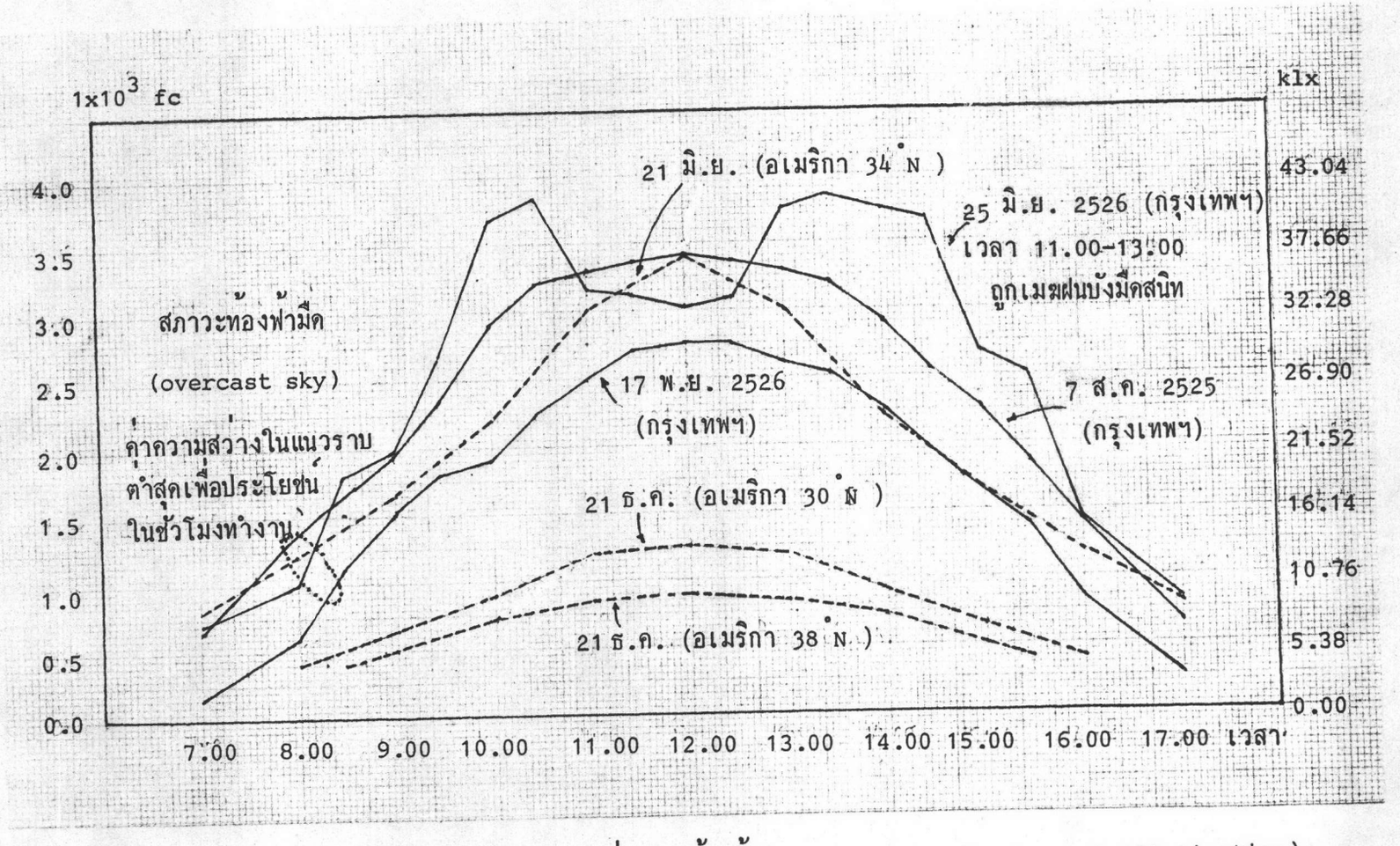
6.5 ผลจากความชื้นหรือปริมาณไอน้ำในอากาศ

จากการวัดความสว่างของท้องฟ้าและความสว่างของดวงอาทิตย์ในช่วงเช้า ความสว่างของท้องฟ้าจะสูงกว่าช่วงบ่ายเล็กน้อย และความสว่างของดวงอาทิตย์ในตอนเช้าจะต่ำกว่าตอนบ่ายเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากตอนเช้าในอากาศมีความชื้นสูงกว่าตอนบ่าย ปริมาณความสว่างจึงถูกไอน้ำในอากาศกีดกั้น ในทำนองเดียวกันในวันที่มีความชื้นสูงความสว่างของท้องฟ้าจะมาก แต่ความสว่างของดวงอาทิตย์จะลดลง ดังแสดงความสว่างให้เห็นในตารางที่ 3.3.4 - 3.3.7 กราฟที่ 3.3.3 - 3.3.5 ย่อมแสดงให้เห็นว่าความส่องสว่างของท้องฟ้าในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใสจะมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นข้อมูลต่าง ๆ จะต้องเปลี่ยนแปลงในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ

6.6 ผลจากความแตกต่างของข้อมูลจากการวัดกับข้อมูลต่างประเทศ

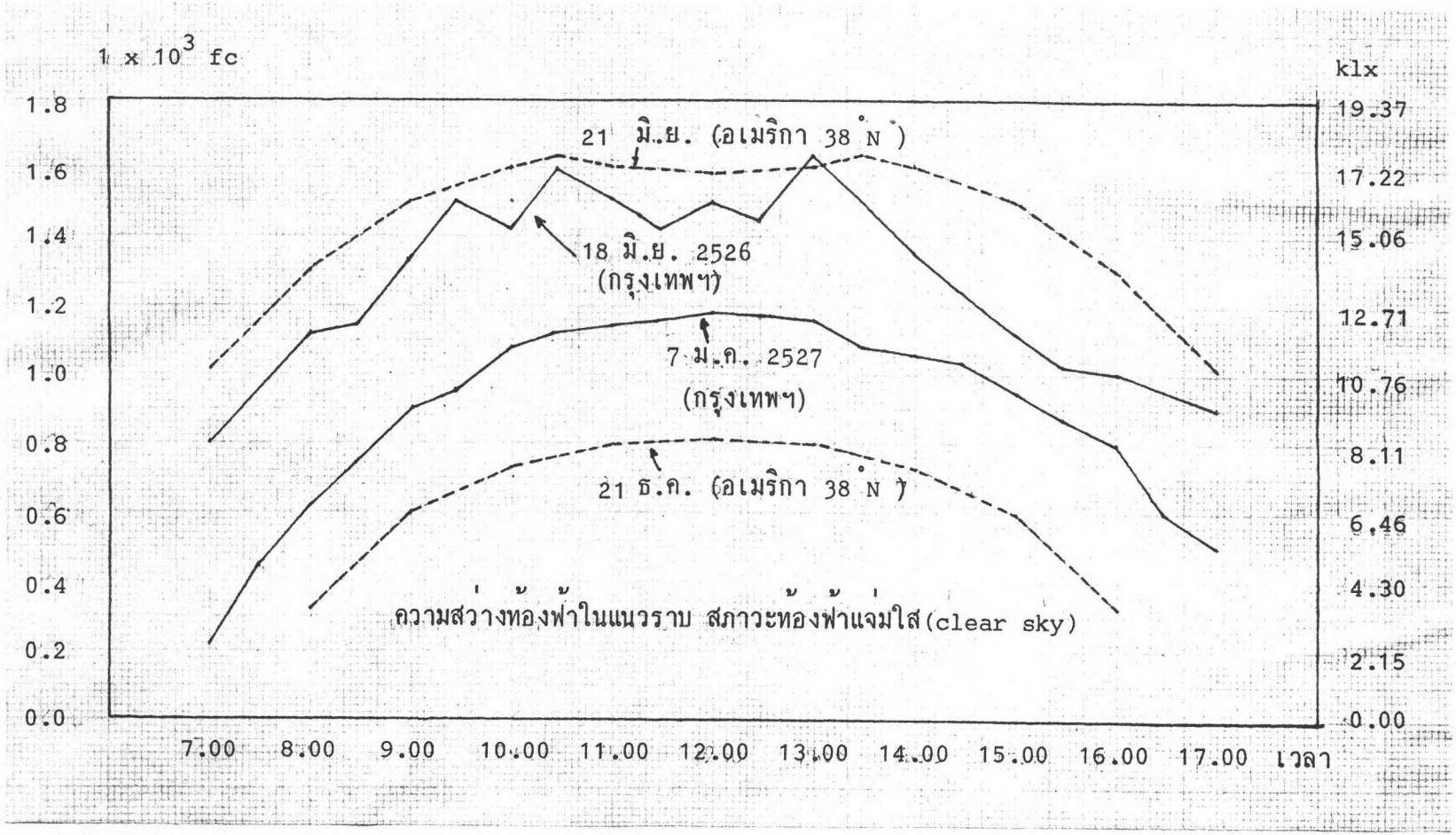
สำหรับกราฟที่ 6.1 และ 6.4 ได้แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณตามวิธี IES และ CIE โดยใช้ข้อมูลที่วัดได้และข้อมูลจากต่างประเทศ ทำให้ผลลัพท์ที่ได้แตกต่างกันไป เพราะแต่ละประเทศอยู่ที่เส้นรุ้งแตกต่างกัน ดังกราฟที่ 6.5 จะเห็นได้ว่าในฤดูร้อนหรือฤดูฝน สภาวะท้องฟ้ามืดค่าความสว่างที่กรุงเทพฯ จะสูงกว่าที่อเมริกาเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นฤดูหนาวแล้ว ความสว่างที่กรุงเทพฯ จะสูงกว่าที่อเมริกาประมาณ 2.2 เท่า ในทำนองเดียวกันความแตกต่างความสว่างในฤดูร้อนหรือฤดูฝนกับฤดูหนาวที่กรุงเทพฯ จะแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยประมาณ 1.2 - 1.4 เท่า สำหรับกราฟที่ 6.6 และ 6.7 เป็นกราฟที่แสดงความสว่างในสภาวะท้องฟ้าแจ่มใส ที่อเมริกาในฤดูร้อนจะให้ความสว่างของท้องฟ้าและความสว่างของดวงอาทิตย์สูงกว่าที่กรุงเทพฯ เนื่องจาก

ความชื้นในอากาศที่อเมริกาน้อยกว่าที่กรุงเทพฯ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของความสว่างในฤดูร้อนและฤดูหนาวที่กรุงเทพฯ ประมาณ 1.3 เท่า และที่อเมริกา 2.2 เท่า

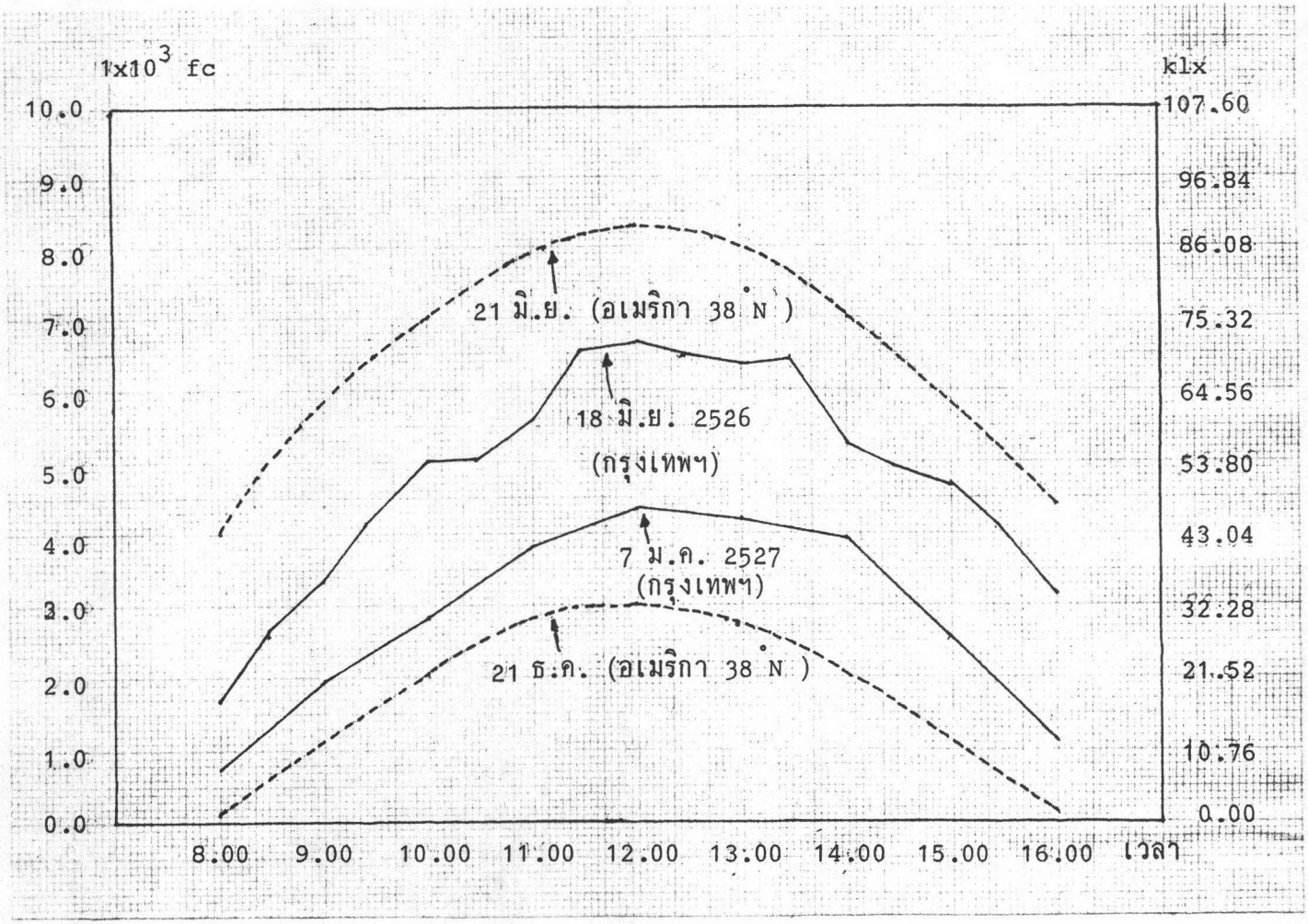


กราฟที่ 6.5 แสดงการเปรียบเทียบความสว่างของท้องฟ้าในแนวราบ (sky horizontal illumination) ที่กรุงเทพฯ และอเมริกา ในฤดูร้อนและฤดูหนาว สภาวะท้องฟ้ามืด

หมายเหตุ สาเหตุที่ในฤดูหนาวไม่ใช้เดือนเดียวกันในการเปรียบเทียบเพราะในปีที่วัดไม่พบสภาวะท้องฟ้ามืดในเดือนธันวาคม



กราฟที่ 6.6 แสดงการเปรียบเทียบความสว่างของท้องฟ้าในแนวราบ (sky horizontal illumination) ที่กรุงเทพฯ และอเมริกา ในฤดูร้อนและฤดูหนาว สภาวะท้องฟ้าแจ่มใส



กราฟที่ 6.7 แสดงการเปรียบเทียบความสว่างของดวงอาทิตย์ในแนวราบ (solar horizontal illumination) ที่กรุงเทพฯ และอเมริกา ในฤดูร้อนและฤดูหนาว