

เวลาสุริยะปรากฏและสมการเวลาจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์

นางสาวขวัญกมล จิตรตระกูล

นายพงศกร คำช่วยสิน

apimuk25@hotmail.com

ครูสายใหม่ การประดับ

โรงเรียนจุฬารัตนราชวิทยาลัย ชลบุรี (โรงเรียนวิทยาศาสตร์ภูมิภาค)

บทคัดย่อ

เวลาสุริยะปรากฏและสมการเวลาจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อเก็บผลค่าเวลาสุริยะปรากฏตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม – 25 สิงหาคม 2557 ในเวลา 7.30 น. และ 8.00 น. โดยการใช้กล้องโทรทรรศน์วัดค่ามุม ชั่วโมงของดวงอาทิตย์และนำมาคำนวณค่าเวลาสุริยะปรากฏ จากนั้นนำค่าเวลาสุริยะปรากฏที่ได้มาสร้างกราฟสมการเวลาโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel และตรวจสอบค่าที่ได้โดยการเปรียบเทียบกับค่าเวลาสุริยะปรากฏจากโปรแกรมมาตรฐาน ผลการสังเกตการณ์พบว่าค่าเวลาสุริยะปรากฏที่ได้มีแนวโน้มการเพิ่มลดของเวลาตรงกับค่าเวลาสุริยะปรากฏจากโปรแกรมมาตรฐาน โดยมีความคลาดเคลื่อนร้อยละ 1.51 ในเวลา 7.30 น. และ ร้อยละ 0.80 ในเวลา 8.00 น. และสามารถสร้างกราฟสมการเวลาได้โดยกราฟมีแนวโน้มถูกต้องตามทฤษฎีทั้งในเวลา 7.30 น. และ 08.00 น.

บทนำ

ที่มาและความสำคัญ

เวลาเป็นสิ่งสำคัญที่กำหนดกิจกรรมต่างๆของมนุษย์มาตั้งแต่สมัยโบราณ เวลาบนโลกนิยามวัดกันสองแบบคือ เวลาสุริยะเฉลี่ยซึ่งคำนวณจากตำแหน่งเฉลี่ยของดวงอาทิตย์ในแต่ละวันในรอบหนึ่งปี ซึ่งเป็นเวลาที่ระบุในนาฬิกาที่ใช้กันโดยทั่วไป และเวลาสุริยะปรากฏซึ่งเป็นตำแหน่งจริงของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏบนท้องฟ้า ซึ่งสามารถวัดได้ในรูปของนาฬิกาแดด และวิธีการอื่นๆ เช่น การใช้กล้องโทรทรรศน์ โดยเวลาทั้งสองแบบนี้มีความสัมพันธ์กันในรูปของสมการเวลา ทำให้เราสามารถสร้างกราฟสมการเวลาได้ เมื่อทราบค่าเวลาสุริยะปรากฏ จึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้น เพื่อเก็บค่าเวลาสุริยะปรากฏจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์โดยการวัดมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์และนำข้อมูลดังกล่าวมาสร้างกราฟสมการเวลา

วัตถุประสงค์

เพื่อเก็บผลค่าเวลาสุริยะปรากฏตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม - 25 สิงหาคม 2557และนำข้อมูลในช่วงเวลาดังกล่าวมาสร้างกราฟสมการเวลา

สมมติฐาน

เวลาสุริยะปรากฏที่ได้จากการสังเกตการณ์สามารถสร้างกราฟสมการเวลาที่มีความถูกต้องและสอดคล้องกับสมการเวลามาตรฐานในช่วงเวลาเดียวกันของปี

ขอบเขตการศึกษา

1. โครงการนี้ทำการเก็บผลค่าเวลาสุริยะปรากฏโดยใช้กล้องโทรทรรศน์เซอร์มันอีควอดเรียลแบบผสมยี่ห้อ MAEDE รุ่น LXD 75
2. โครงการนี้ทำการรวบรวมข้อมูลเวลาสุริยะปรากฏ ณ ตำแหน่ง ละติจูดที่ $13^{\circ}17'35.38''$ เหนือ ลองจิจูดที่ $101^{\circ}9'46.25''$ ตะวันออก

นิยามศัพท์เฉพาะ

MS หมายถึง ตำแหน่งที่แท้จริงที่ปรากฏบนระนาบสุริยวิถีของดวงอาทิตย์

TS หมายถึง ตำแหน่งเฉลี่ยซึ่งปรากฏบนระนาบเส้นศูนย์สูตรท้องฟ้าของดวงอาทิตย์

EOT หมายถึง สมการเวลา

Setting circle หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านค่ามุมชั่วโมงของวัตถุท้องฟ้าที่ต้องการ

มุมชั่วโมง (Hour angle) หมายถึง มุมที่แทนตำแหน่งของดวงอาทิตย์จากเมริเดียนท้องถิ่นไปทางตะวันออกหรือทางตะวันตก มีค่าเป็นลบในช่วงเวลาก่อนเที่ยงสุริยะ และเป็นบวกหลังเที่ยงสุริยะ โดยมีค่า 15° ต่อหนึ่งชั่วโมง

นิยามเชิงปฏิบัติการ

มุมชั่วโมงวัดได้จากค่าที่สังเกตได้จากกล้องโทรทรรศน์บริเวณ Setting Circle

ระยะเวลาในการศึกษา

ตั้งแต่วันที่ 1 กรกฎาคม 2557 ถึงวันที่ 31 ตุลาคม 2557

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถรวบรวมเวลาสุริยะปรากฏพร้อมทั้งสร้างกราฟสมการ EOT เพื่อเก็บเป็นข้อมูลพื้นฐานทางดาราศาสตร์ของโรงเรียน
2. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการทดลองไปขยายผลสู่การทำวิจัยที่มีความซับซ้อนมากขึ้นในอนาคต
3. สามารถประยุกต์ใช้งานกล้องโทรทรรศน์ได้อย่างถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ

วิธีการศึกษา

ตอนที่ 1 การเก็บค่าเวลาสุริยะปรากฏจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์

อุปกรณ์

1. กล้องโทรทรรศน์เยอรมันอีเควตอเรียลแบบผสมยี่ห้อ MAEDE รุ่น LXD 75
2. เข็มทิศพร้อมระดับน้ำ
3. เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการบอกเวลามาตรฐานประเทศไทย

วิธีการดำเนินการ

1. ประกอบกล้องโทรทรรศน์ ณ จุดที่ทำการทดลอง
2. ตั้งขาตั้งกล้องโดยให้ขาหน้าชี้ไปทางทิศเหนือ
3. ปรับสมดุลกล้อง (Balancing)
4. ปรับหน้ากล้องให้อยู่ในลักษณะขนานกับพื้น โดยจะให้เข็มทิศพร้อมระดับน้ำวางบนหน้ากล้อง
5. ปรับค่าศูนย์ชั่วโมงที่ Setting Circle ให้ตรงกับเข็ม
6. หาดวงอาทิตย์ให้อยู่ในเฟรมของกล้องโดยใช้ฉากรับ
7. เมื่อถึงเวลาให้อ่านค่าที่ Setting Circle แล้วบันทึกผล
8. ทำซ้ำที่เวลา 8:00:00 น. อีกหนึ่งครั้งแล้วบันทึกผล

ตอนที่ 2 การสร้างกราฟสมการเวลา

วิธีการดำเนินการ

1. นำข้อมูลที่ได้จากตอนที่ 1 กรอกลงในโปรแกรม Microsoft Excel
2. แปลงข้อมูลที่ได้ให้อยู่ในรูปทศนิยม เนื่องจากข้อมูลที่ได้จากการสังเกตการณ์อยู่ในรูปของเวลาในหน่วย ชั่วโมง และนาที
3. แปลงเวลามาตรฐานของประเทศไทยให้อยู่ในรูปมุมชั่วโมงของเวลามาตรฐานท้องถิ่น
4. หาผลต่างของข้อมูลที่ได้จากข้อที่ 1 และข้อที่ 3 และหาค่าเฉลี่ยของ EOT
5. สร้างกราฟ EOT โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel

ผลการศึกษา

กำหนดให้วามุมชั่วโมงที่กล่าวถึงคือ 24^h - มุมชั่วโมงจริง เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ

มุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์ที่วัดได้จากการสังเกตการณ์

ตารางที่ 1 แสดงมุมชั่วโมงในรูป ชั่วโมง:นาที ของดวงอาทิตย์ในเวลา 7:30:00 น.

day	7:30:00 ICT				
	LHA(TS)				
	1	2	3	4	5
1/7/2014	4:46:00	4:46:00	4:45:00	4:47:00	4:47:00
3/7/2014	4:50:00	4:52:00	4:53:00	4:51:00	4:53:00
7/7/2014	4:49:00	4:50:00	4:50:00	4:50:00	4:51:00
8/7/2014	No data exist				
17/7/2014	4:48:00	4:48:00	4:49:00	4:49:00	4:49:00
18/7/2014	4:50:00	4:50:00	4:51:00	4:51:00	4:51:00
24/7/2014	4:55:00	4:55:00	4:53:00	4:53:00	4:56:00
28/7/2014	4:53:00	4:53:00	4:53:00	4:53:00	4:54:00
30/7/2014	No data exist				
31/7/2014	4:42:00	4:42:00	4:43:00	4:43:00	4:43:00
6/8/2014	4:46:00	4:46:00	4:47:00	4:47:00	4:47:00
13/8/2014	4:43:00	4:43:00	4:43:00	4:42:00	4:42:00
14/8/2014	4:39:00	4:39:00	4:39:00	4:38:00	4:38:00
19/8/2014	4:32:00	4:31:00	4:31:00	4:31:00	4:30:00
25/8/2014	No data exist				

ตารางที่ 2 แสดงมุมชั่วโมงในรูป ชั่วโมง:นาที ของดวงอาทิตย์ในเวลา 8:00:00 น.

day	8:00:00 ICT				
	LHA(TS)				
	1	2	3	4	5
1/7/2014	4:20:00	4:21:00	4:21:00	4:22:00	4:22:00
3/7/2014	4:19:00	4:19:00	4:19:00	4:20:00	4:21:00
7/7/2014	4:20:00	4:21:00	4:21:00	4:21:00	4:22:00
8/7/2014	No data exist				
17/7/2014	4:20:00	4:19:00	4:19:00	4:19:00	4:19:00
18/7/2014	No data exist				
24/7/2014	4:31:00	4:31:00	4:31:00	4:32:00	4:32:00
28/7/2014	4:23:00	4:23:00	4:23:00	4:23:00	4:23:00
30/7/2014	4:19:00	4:18:00	4:18:00	4:18:00	4:17:00
31/7/2014	No data exist				
6/8/2014	4:19:00	4:19:00	4:19:00	4:19:00	4:18:00
13/8/2014	4:19:00	4:19:00	4:19:00	4:19:00	4:18:00
14/8/2014	4:17:00	4:17:00	4:17:00	4:17:00	4:17:00
19/8/2014	4:03:00	4:03:00	4:03:00	4:04:00	4:02:00
25/8/2014	4:08:00	4:08:00	4:09:00	4:09:00	4:09:00

หลังจากนั้น จะทำการแปลงมุมชั่วโมงที่ได้ให้อยู่ในรูป ชั่วโมง เพื่อให้สะดวกในการคำนวณ โดยใช้สูตร
 คำนวณใน Microsoft Excel คือ $=(\text{cell}-\text{INT}(\text{cell}))\times 24$ โดยที่ cell คือข้อมูลในตารางที่ 1 และ 2 จะได้ค่าที่
 ต้องการดังตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 แสดงมุมชั่วโมงในรูป ชั่วโมง ของดวงอาทิตย์ในเวลา 7:30:00 น.

day	7:30:00 ICT				
	LHA(TS)				
	1	2	3	4	5
1/7/2014	4.766667	4.766667	4.75	4.783333	4.783333
3/7/2014	4.833333	4.866667	4.883333	4.85	4.883333
7/7/2014	4.816667	4.833333	4.833333	4.833333	4.85
8/7/2014	No data exist				
17/7/2014	4.8	4.8	4.816667	4.816667	4.816667
18/7/2014	4.833333	4.833333	4.85	4.85	4.85
24/7/2014	4.916667	4.916667	4.883333	4.883333	4.933333
28/7/2014	4.883333	4.883333	4.883333	4.883333	4.9
30/7/2014	No data exist				
31/7/2014	4.7	4.7	4.716667	4.716667	4.716667
6/8/2014	4.766667	4.766667	4.783333	4.783333	4.783333
13/8/2014	4.716667	4.716667	4.716667	4.7	4.7
14/8/2014	4.65	4.65	4.65	4.633333	4.633333
19/8/2014	4.533333	4.516667	4.516667	4.516667	4.5
25/8/2014	No data exist				

ตารางที่ 4 แสดงมุมชั่วโมงในรูป ชั่วโมง ของดวงอาทิตย์ในเวลา 8:00:00 น.

day	8:00:00 ICT				
	24-LHA(TS)				
	1	2	3	4	5
1/7/2014	4.333333	4.35	4.35	4.366667	4.366667
3/7/2014	4.316667	4.316667	4.316667	4.333333	4.35
7/7/2014	4.333333	4.35	4.35	4.35	4.366667
8/7/2014	No data exist				
17/7/2014	4.333333	4.316667	4.316667	4.316667	4.316667
18/7/2014	No data exist				
24/7/2014	4.516667	4.516667	4.516667	4.533333	4.533333
28/7/2014	4.383333	4.383333	4.383333	4.383333	4.383333
30/7/2014	4.316667	4.3	4.3	4.3	4.283333
31/7/2014	No data exist				
6/8/2014	4.316667	4.316667	4.316667	4.316667	4.3
13/8/2014	4.316667	4.316667	4.316667	4.316667	4.3
14/8/2014	4.283333	4.283333	4.283333	4.283333	4.283333
19/8/2014	4.05	4.05	4.05	4.066667	4.033333
25/8/2014	4.133333	4.133333	4.15	4.15	4.15

มุมชั่วโมงท้องถิ่นของดวงอาทิตย์เฉลี่ย

มุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์เฉลี่ยที่เราได้คือมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์เฉลี่ยที่ลองจิจูด 105° ซึ่งจะต้องแปลงให้อยู่ที่ลองจิจูด $101^\circ.162846$ ซึ่งเป็นลองจิจูดท้องถิ่นของผู้สังเกต โดยขั้นตอนแรกจะใช้สูตร

$=(\text{cell}_1 - \text{INT}(\text{cell})) * 24$ โดยที่ cell_1 คือมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์เฉลี่ยที่อยู่ในรูป ชั่วโมง:นาที หลังจากนั้นจะใช้สูตร $=\text{cell}_2 + ((105 - 101.162846) / 15)^1$ โดยที่ cell_2 คือค่าที่ได้ก่อนหน้านี้ เพื่อแปลงให้เป็นค่าที่ต้องการ จะได้ตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์เฉลี่ยในเวลา 7:30:00 น. และ 8:00:00 น.

day	7:30:00 ICT			8:00:00 ICT		
	HA(MS)	HA(MS)	LHA(MS)	HA(MS)	HA(MS)	LHA(MS)
1/7/57	4:20	4.333333	4.589144	4:00	4	4.25581
3/7/57	4:30	4.5	4.75581	4:00	4	4.25581
7/7/57	4:30	4.5	4.75581	4:00	4	4.25581
8/7/57	No data exist					
17/7/57	4:30	4.5	4.75581	4:02	4.033333	4.289144
18/7/57	4:30	4.5	4.75581	No data exist		
24/7/57	4:30	4.5	4.75581	4:08	4.133333	4.389144
28/7/57	4:30	4.5	4.75581	4:00	4	4.25581
30/7/57	No data exist			3:58	3.966667	4.222477
31/7/57	4:28	4.466667	4.722477	No data exist		
6/8/57	4:30	4.5	4.75581	4:00	4	4.25581
13/8/57	4:27	4.45	4.70581	4:00	4	4.25581
14/8/57	4:26	4.433333	4.689144	4:05	4.083333	4.339144
19/8/57	4:23	4.383333	4.639144	3:56	3.933333	4.189144
25/8/57	No data exist			4:00	4	4.25581

สมการเวลา

สมการเวลาสามารถหาได้จากนำมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์จริงลบมุมชั่วโมงของดวงอาทิตย์เฉลี่ย นั่นคือนำตารางที่ 3 และ 4 มาลบกับตารางที่ 5 จะได้ตั้งตารางที่ 6 และ 7

ตารางที่ 6 แสดงสมการเวลาในเวลา 7:30:00 น.

day	7:30:00 ICT				
	EOT				
	1	2	3	4	5
1/7/2014	0.177523	0.177523	0.160856	0.19419	0.19419
3/7/2014	0.077523	0.110856	0.127523	0.09419	0.127523
7/7/2014	0.060856	0.077523	0.077523	0.077523	0.09419
8/7/2014	No data exist				
17/7/2014	0.04419	0.04419	0.060856	0.060856	0.060856
18/7/2014	0.077523	0.077523	0.09419	0.09419	0.09419
24/7/2014	0.160856	0.160856	0.127523	0.127523	0.177523
28/7/2014	0.127523	0.127523	0.127523	0.127523	0.14419
30/7/2014	No data exist				
31/7/2014	-0.02248	-0.02248	-0.00581	-0.00581	-0.00581
6/8/2014	0.010856	0.010856	0.027523	0.027523	0.027523
13/8/2014	0.010856	0.010856	0.010856	-0.00581	-0.00581
14/8/2014	-0.03914	-0.03914	-0.03914	-0.05581	-0.05581
19/8/2014	-0.10581	-0.12248	-0.12248	-0.12248	-0.13914
25/8/2014	No data exist				

ตารางที่ 7 แสดงสมการเวลาในเวลา 8:00:00 น.

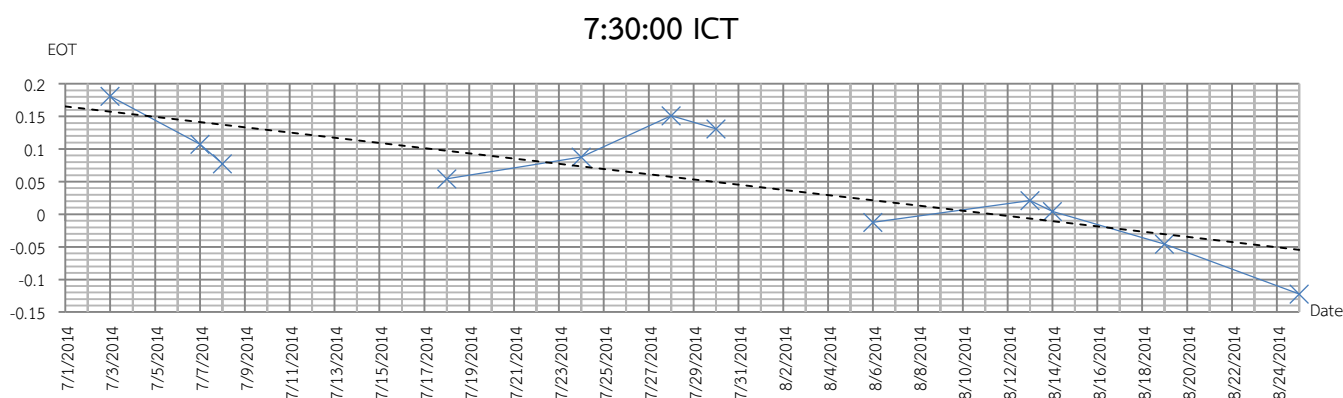
day	8:00:00 ICT				
	EOT				
	1	2	3	4	5
1/7/2014	0.077523	0.09419	0.09419	0.110856	0.110856
3/7/2014	0.060856	0.060856	0.060856	0.077523	0.09419
7/7/2014	0.077523	0.09419	0.09419	0.09419	0.110856
8/7/2014	No data exist				
17/7/2014	0.04419	0.027523	0.027523	0.027523	0.027523
18/7/2014	No data exist				
24/7/2014	0.127523	0.127523	0.127523	0.14419	0.14419
28/7/2014	0.127523	0.127523	0.127523	0.127523	0.127523
30/7/2014	0.09419	0.077523	0.077523	0.077523	0.060856
31/7/2014	No data exist				
6/8/2014	0.060856	0.060856	0.060856	0.060856	0.04419
13/8/2014	0.060856	0.060856	0.060856	0.060856	0.04419
14/8/2014	-0.05581	-0.05581	-0.05581	-0.05581	-0.05581
19/8/2014	-0.13914	-0.13914	-0.13914	-0.12248	-0.15581
25/8/2014	-0.12248	-0.12248	-0.10581	-0.10581	-0.10581

แล้วนำตารางที่ 6 และ 7 มาหาค่าเฉลี่ยโดยใช้สูตร $=AVERAGE(cell_1:cell_5)$ โดยที่ $cell_1$ คือข้อมูลแรก และ $cell_5$ คือข้อมูลสุดท้าย จะได้ตารางที่ 8

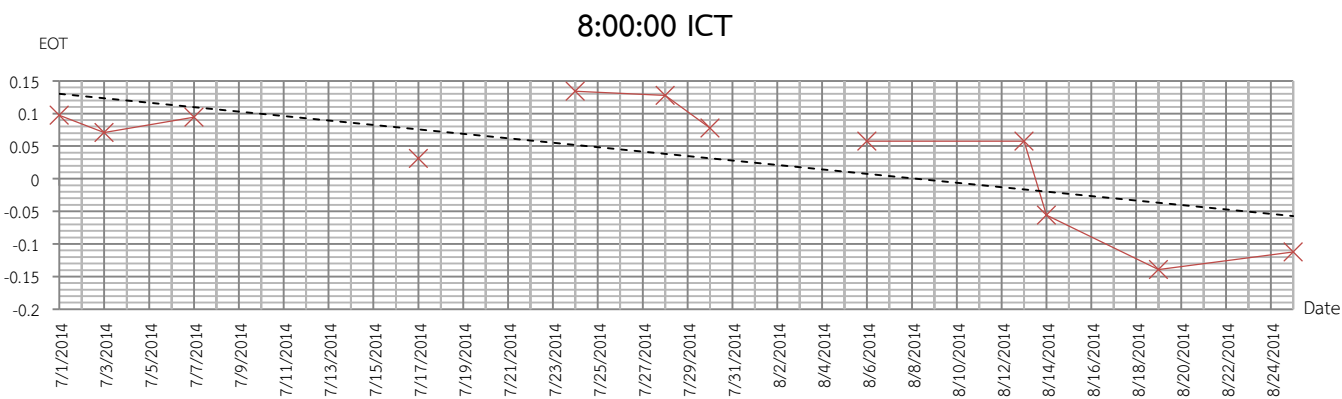
ตารางที่ 8 แสดงสมการเวลาเฉลี่ยในเวลา 7:30:00 น. และ 8:00:00 น.

day	7:30:00 ICT	8:00:00 ICT
	MEOT	MEOT
1/7/57	0.1808564	0.097523067
3/7/57	0.107523067	0.0708564
7/7/57	0.077523067	0.094189733
8/7/57	No data exist	
17/7/57	0.054189733	0.0308564
18/7/57	0.087523067	No data exist
24/7/57	0.1508564	0.134189733
28/7/57	0.1308564	0.127523067
30/7/57	No data exist	0.077523067
31/7/57	-0.012476933	No data exist
6/8/57	0.0208564	0.057523067
13/8/57	0.004189733	0.057523067
14/8/57	-0.045810267	-0.055810267
19/8/57	-0.122476933	-0.1391436
25/8/57	No data exist	-0.112476933

จากตารางที่ 8 จะสามารถสร้างแผนภูมิในแต่ละเวลาได้ดังกราฟที่ 4.1 และ 4.2



กราฟที่ 4.1 แสดงสมการเวลาเฉลี่ยพร้อมเส้นแนวโน้มในเวลา 7:30:00 น. ในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม 2557 ถึงวันที่ 25 สิงหาคม 2557



กราฟที่ 4.2 แสดงสมการเวลาเฉลี่ยพร้อมเส้นแนวโน้มในเวลา 8:00:00 น. ในช่วงวันที่ 1 กรกฎาคม 2557 ถึงวันที่ 25 สิงหาคม 2557

สรุปผล

จากการสังเกตการณ์สรุปได้ว่า เวลาสุริยะปรากฏที่ได้จากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบผสม มีแนวโน้มการเพิ่มลดเวลาตรงกับค่าเวลาสุริยะปรากฏจากโปรแกรมมาตรฐาน และสามารถสร้างกราฟ EOT จากผลดังกล่าว โดยกราฟมีแนวโน้มถูกต้องตามทฤษฎี

อภิปราย

จากการสังเกตพบว่า เวลาสุริยะปรากฏที่ได้จากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ โดยใช้กล้องโทรทรรศน์แบบผสม มีความคลาดเคลื่อนจากเวลาสุริยะปรากฏจากโปรแกรมมาตรฐานร้อยละ 1.51 ในเวลา 7.30 น. และร้อยละ 0.80 ในเวลา 8:00 น. ซึ่งเป็นผลเนื่องจาก

1. ความละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บค่า เนื่องจากสเกลบน Setting circle ของกล้องโทรทรรศน์มีความละเอียดสูงสุดในหน่วยนาที่ ซึ่งจะส่งผลให้ข้อมูลที่ได้อาจมีความละเอียดลดลง
2. ความแตกต่างของดัชนีหักเหของอากาศและชั้นบรรยากาศของโลก ซึ่งส่งผลให้ตำแหน่งภาพของดวงอาทิตย์ที่สังเกตจากโลกเคลื่อนไปจากตำแหน่งที่แท้จริงเล็กน้อย
3. สภาพอากาศในแต่ละวัน ส่งผลให้ไม่สามารถเก็บข้อมูลได้อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่เท่ากัน เช่น ลักษณะท้องฟ้าไม่ปลอดโปร่ง มีฝนตก หรือมีเมฆบดบังตำแหน่งของดวงอาทิตย์ ณ เวลาที่สังเกตการณ์
4. การอ่านข้อมูลของผู้สังเกตการณ์ ซึ่งแก้ไขโดยการอ่านซ้ำ 5 ครั้ง โดยผู้สังเกตมากกว่า 1 คน และใช้ค่าเฉลี่ย

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง เวลาสุริยะปรากฏและสมการเวลาจากการสังเกตการณ์ทางดาราศาสตร์ ได้รับการสนับสนุนจาก ผู้อำนวยการโรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี นายสุวิทย์ ชื่อดตรง ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำโครงการ

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ครูสายไหม ภารประดับ ครูที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้คำแนะนำระหว่างทำโครงการ ช่วยสืบค้นเอกสารต่างๆ และติดต่อสอบถามไปยังผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้การช่วยเหลือในการทำโครงการนี้ ตลอดจนให้กำลังใจจนข้าพเจ้าสามารถดำเนินโครงการนี้ได้จนเสร็จสิ้น

ขอขอบพระคุณ คณะกรรมการตัดสินโครงการเพื่อคัดเลือกนักเรียนตัวแทนโรงเรียนไปนำเสนองานที่โรงเรียนอริยกาว่า ประเทศญี่ปุ่นทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ งานโครงการเล่มนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ อ.ดร.ทรงวุฒิ นิมจินดา อาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ได้ให้คำแนะนำและเสนอแนวทางในการแก้ไขข้อผิดพลาดในโครงการแก่คณะผู้จัดทำ

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วุฒิพันธุ์ ปรัชญพฤทธิ์ สำหรับความรู้ที่เป็นแรงบันดาลใจให้เกิดโครงการนี้ขึ้น และขอขอบคุณผู้ปกครองที่สนับสนุนปัจจัยในการทำโครงการตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสิ้นโครงการ

เอกสารอ้างอิง

สรศักดิ์สนธิ บุญโยทยาน. นาฬิกาแดดต้นแบบ “มิติเวลาของมนุษยชาติ”. [ออนไลน์]. เข้าได้ถึงจาก :

<http://www.yclsakhon.com//index.php?lay=show&ac=article&Id=539243406>.

โรงเรียนจุฬาราชวิทยาลัย ชลบุรี. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการเรียนวิชาดาราศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น.

โรงเรียนมหิดลวิทยานุสรณ์. (ม.ป.ป.). เอกสารประกอบการเรียนวิชาดาราศาสตร์พื้นฐาน (ว 30102).