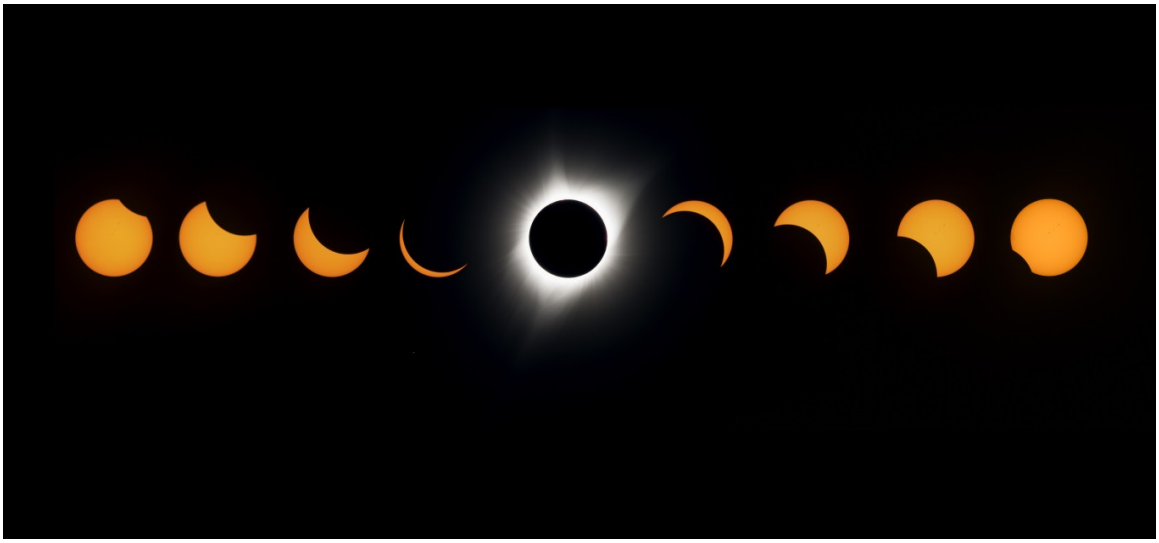
คู่มือการศึกษาโครงงานดาราศาสตร์

การหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ จากปรากฏการณ์สุริยุปราคา

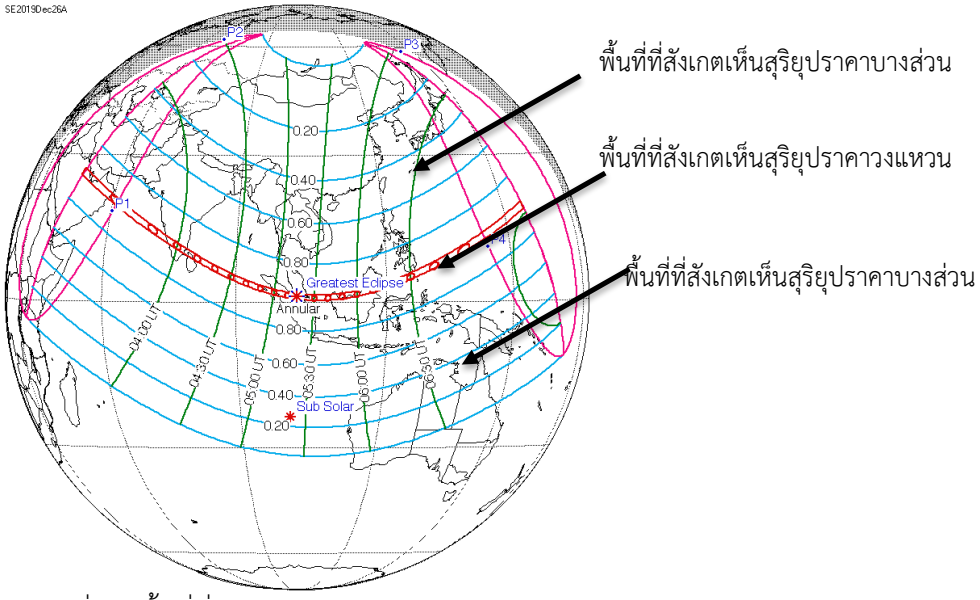


ศูนย์บริการวิชาการและสื่อสารทางดาราศาสตร์
สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
กระทรวงการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม
www.NARIT.or.th

สุริยุปราคาบางส่วนเหนือฟ้าเมืองไทย

ในวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2562 ที่จะถึงนี้ จะเกิดปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ที่น่าสนใจส่งท้ายปี ซึ่งสามารรถสังเกตเห็นได้ทุกภาคของประเทศไทย ซึ่งสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ มีแผนจัดกิจกรรมสังเกตการณ์สุริยุปราคาบางส่วนทั่วประเทศไทย รวมถึงโรงเรียนในเครือข่ายโครงการกระจายโอกาสการเรียนรู้ดาราศาสตร์ จำนวนกว่า 410 โรงเรียน ทั่วประเทศ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้เกิดความตื่นตัวทางดาราศาสตร์อย่างแพร่หลาย เกิดเป็นเครือข่ายในการสังเกตการณ์และการศึกษาด้านงานวิจัยทางดาราศาสตร์ทั้งในระดับโรงเรียนและระดับที่สูงขึ้นต่อไป

ปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วนเหนือฟ้าเมืองไทย ในวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2562 สามารถสังเกตเห็นได้ทั่วประเทศไทย (พื้นที่สีฟ้า) ซึ่งปรากฏการณ์ในครั้งนี้เป็นส่วนหนึ่งของสุริยุปราคาวงแหวน ซึ่งมีแนวคราสผ่านประเทศอินเดีย ศรีลังกา มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ (พื้นที่สีแดง)



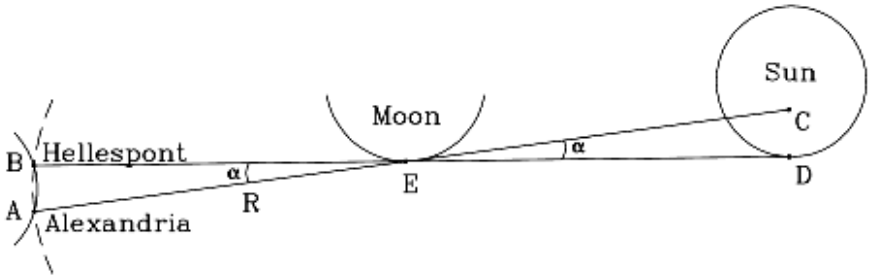
<u>รูปที่ 1</u> : แผนภาพแสดงแผนที่ตามพื้นที่ที่สามารถสังเกตปรากฏการณ์สุริยุปราคา 26 ธันวาคม 2562

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) ในฐานะที่เป็นหน่วยงานหลักทางด้านดาราศาสตร์ของประเทศไทย จึงขอเชิญชวน ครู นักเรียน และผู้สนใจ โดยเฉพาะโรงเรียนในกลุ่มเครือข่ายโครงการประจายโอกาสการเรียนรู้ดาราศาสตร์ ที่ได้รับมอบกล้องโทรทรรศน์และสื่อการเรียนรู้ดาราศาสตร์ ร่วมสังเกตปรากฏการณ์ทางดาราศาสตร์ครั้งสำคัญร่วมกัน และร่วมเก็บข้อมูลสุริยุปราคาบางส่วนครั้งนี้ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปประกอบการศึกษาโครงงานดาราศาสตร์ เรื่อง “การหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ด้วยปรากฏการณ์สุริยุปราคา” ซึ่งอาศัยแนวคิดในการศึกษาโครงงานดาราศาสตร์ในเรื่องนี้จากการศึกษาของ ฮิปปาร์คัส (Hipparchus) นักดาราศาสตร์ชาวกรีกโบราณ ซึ่งทำการสังเกตการณ์สุริยุปราคาและนำไปคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ได้ ในช่วงประมาณ 190 ปีก่อนคริสตกาล

1. หลักการวิธีหาระยะห่างของดวงจันทร์โดยฮิปปาร์คัส

- **<u>เวลาเดียวกัน</u>** ผู้สังเกตการณ์สุริยุปราคา จาก 2 ตำแหน่งบนโลก ที่เวลาเดียวกัน จะสังเกตเห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ ในปริมาณที่มากน้อยไม่เท่ากัน เพราะสังเกตด้วยมุมมองต่างกัน
- มุม Parallax ของดวงจันทร์ คือมุมที่เกิดขึ้นจากการสังเกตการณ์สุริยุปราคาในพื้นที่ที่ต่างกัน แต่สังเกตในเวลาเดียวกัน (จะเห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์มากน้อยไม่เท่ากัน)

ฮิปปาร์คัส (Hipparchus) คือนักดาราศาสตร์ชาวกรีกโบราณ เค้าทำการสังเกตการณ์ปรากฏการณ์สุริยุปราคาจาก 2 ตำแหน่งที่แตกต่างกันบนโลก คือเมือง Alexandria และเมือง Hellespont ในขณะที่เกิดสุริยุปราคา ตำแหน่งของผู้สังเกต ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ “**เกือบ** ”จะอยู่ในแนวเส้นตรงเดียวกัน ทำให้สามารถแสดงเป็นภาพได้ดังนี้



<u>รูปที่ 2</u> : แผนภาพแสดงการเรียงตัวของ โลก-ดวงจันทร์-ดวงอาทิตย์ ขณะเกิดสุริยุปราคา

ผู้สังเกตการณ์ 2 คน ทำการสังเกตสุริยุปราคาพร้อมกัน ณ ตำแหน่งจุด A (เมือง Alexandria) และจุด B (บริเวณ Hellespont) จะพบว่าจุด E ใด ๆ บนขอบดวงจันทร์ จะเปลี่ยนตำแหน่งไปเมื่อเทียบกับดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นพื้นหลังที่เวลาเดียวกัน ซึ่งขนาดของมุม Parallax ของดวงจันทร์ (ระยะเชิงมุมในการเปลี่ยนตำแหน่งปรากฏของจุด E) จะเท่ากับมุม α ในรูป

สิ่งสำคัญที่สุดในการสังเกตนี้คือ การหามุม α (**มุม Parallax ของดวงจันทร์**) ซึ่งสามารถทำได้โดยการถ่ายภาพ สุริยุปราคาจากสองตำแหน่งบนโลกในเวลาเดียวกัน

จากนั้น จะสามารถหาระยะห่างของดวงจันทร์จากความสัมพันธ์ทางเรขาคณิตว่า

$$R = AB/\alpha$$

เมื่อ R > ระยะห่างระหว่างผู้สังเกตบนผิวโลกถึงดวงจันทร์

AB > ส่วนของเส้นโค้งที่เชื่อมระหว่างผู้สังเกตทั้งสอง โดยมีจุดศูนย์กลาง ที่ E

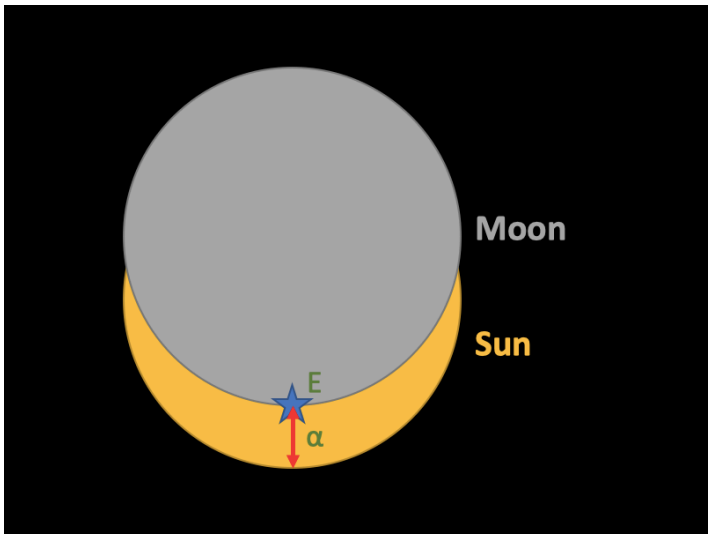
α > มุม Parallax ของดวงจันทร์

ทั้งนี้ หน่วยระยะทาง ของ R และ AB ควรเป็นหน่วยเดียวกัน และมุม α มีหน่วยเป็นเรเดียน และเนื่องจาก AB เป็นส่วนของเส้นโค้งที่เล็กมาก อาจประมาณว่ามีค่าเท่ากับส่วนของเส้นโค้งบนผิวโลกได้ ดังนั้น AB จึงเท่ากับระยะห่างระหว่างผู้สังเกตบนผิวโลกซึ่งหาได้จาก Google Map

ระยะทางระหว่างโลกถึงดวงจันทร์โดยประมาณจึงมีค่าเป็น R + ขนาดรัศมีของโลก

ตัวอย่าง การคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ โดยใช้วิธีของฮิปปาร์คัส

ผู้สังเกตคนแรกอยู่ที่เมือง Alexandria (ปัจจุบันอยู่ในประเทศอียิปต์) ส่วนผู้สังเกตคนที่สองอยู่ที่ Hellespont (ปัจจุบันอยู่บริเวณช่องแคบ Dardanelles ในตุรกี) ผู้สังเกตที่ Hellespont สังเกตเห็นสุริยุปราคาเต็มดวง ในขณะที่ผู้สังเกตที่ Alexandria เห็นดวงอาทิตย์ถูกดวงจันทร์บังลึกไป 4/5 ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดวงอาทิตย์

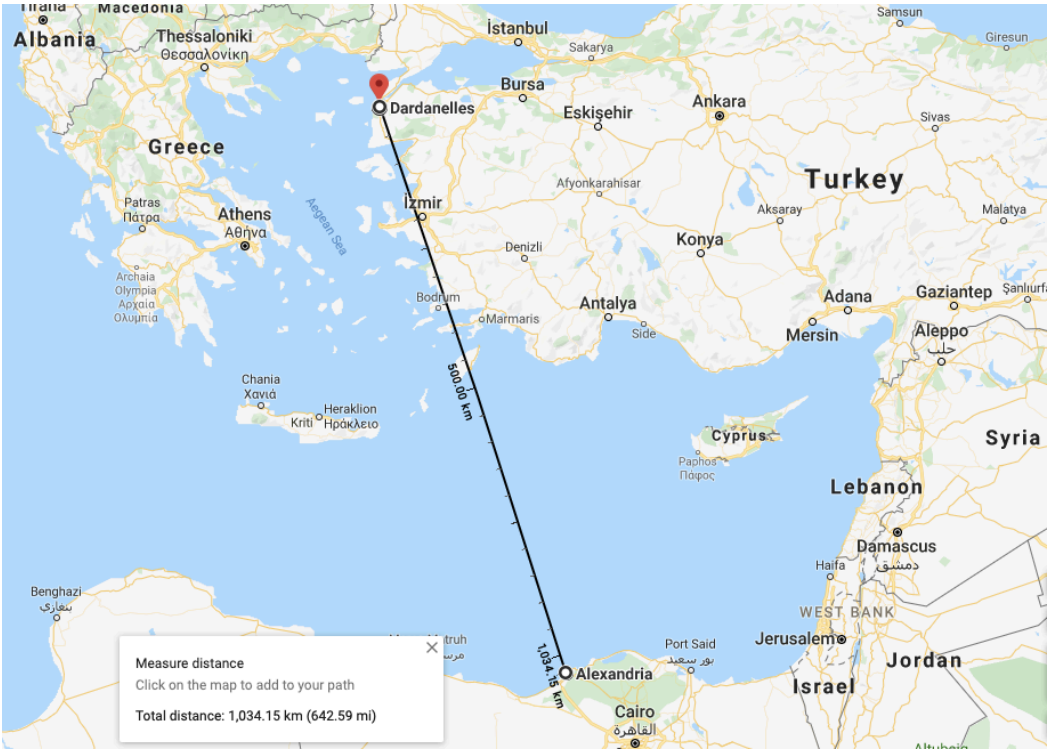


รูปที่ 3 : ภาพจำลองสุริยุปราคาบางส่วนที่สังเกตจากเมือง Alexandria

ขอบดวงจันทร์ตรงจุด E (สัญลักษณ์รูปดาวห้าแฉกในรูปที่ 3) เมื่อสังเกตจากเมือง Alexandria (สุริยุปราคาบางส่วน) เลื่อนไปจากขอบดวงจันทร์เมื่อสังเกตจาก Hellespont (สุริยุปราคาเต็มดวง) ซึ่งขอบดวงจันทร์ควรซ้อนทับกับขอบดวงอาทิตย์ ระยะเชิงมุมที่ขอบดวงจันทร์เลื่อนไป จะมีค่าเท่ากับมุม α ซึ่งก็คือค่ามุม Parallax ของดวงจันทร์นั่นเอง

จากข้อมูลที่ว่าดวงอาทิตย์เมื่อสังเกตจากเมือง Alexandria ถูกบังลึกไป 4/5 ของเส้นผ่านศูนย์กลางดวงอาทิตย์ แสดงว่ามุม α เท่ากับความหนาของดวงอาทิตย์ด้านที่เป็นเสี้ยว (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) ควรเท่ากับ 1/5 ของเส้นผ่านศูนย์กลางดวงอาทิตย์ ซึ่งมีค่า 0.1 องศา (เนื่องจากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางดวงอาทิตย์ปรากฏอยู่ที่ประมาณ 0.5 องศา) หรือ 0.001745 เรเดียน

เมื่อใช้ Google Map หาระยะห่างระหว่างเมือง Alexandria กับ Hellespont จะได้ระยะห่างประมาณ 1,034 กิโลเมตร (ดูภาพที่ 4 ประกอบ)



<u>รูปที่ 4</u> : แผนภาพแสดงแผนที่ จาก Google Map เมื่อวัดระยะห่างระหว่างเมือง Alexandria ในอียิปต์ กับ Hellespont (Dardanelles ในตุรกี) ได้ระยะทาง 1,034 กิโลเมตร

ดังนั้น จากค่าเดิมที่เราได้ค่ามุม α (มุม Parallax ของดวงจันทร์) มีค่าเท่ากับ **0.001745 เรเดียน** และระยะ AB (ระยะ Alexandria-Hellespont) มีค่าเท่ากับ **1,034 กิโลเมตร** จะได้ระยะห่างของดวงจันทร์จากพื้นผิวโลก (R) จากสมการ

$$R = AB/\alpha$$

แทนค่า จะได้ $R = AB/\alpha$

$R = 1{,}034/0.001745$

$R = 592{,}550$ กิโลเมตร

เมื่อพิจารณารวมขนาดรัศมีของโลก (6,371 กิโลเมตร) จะได้ระยะห่างของดวงจันทร์จากโลกเป็น 592,550 + 6,371 = 598,921 กิโลเมตร

จะเห็นว่าค่าระยะห่างของดวงจันทร์ที่ได้จากตัวอย่างจะคลาดเคลื่อนจากค่าระยะห่างเฉลี่ยของดวงจันทร์จากโลกจริง (384,400 กิโลเมตร) ไปค่อนข้างมาก อาจเนื่องจากความคลาดเคลื่อนในการวัด หรือปัจจัยอื่น ๆ

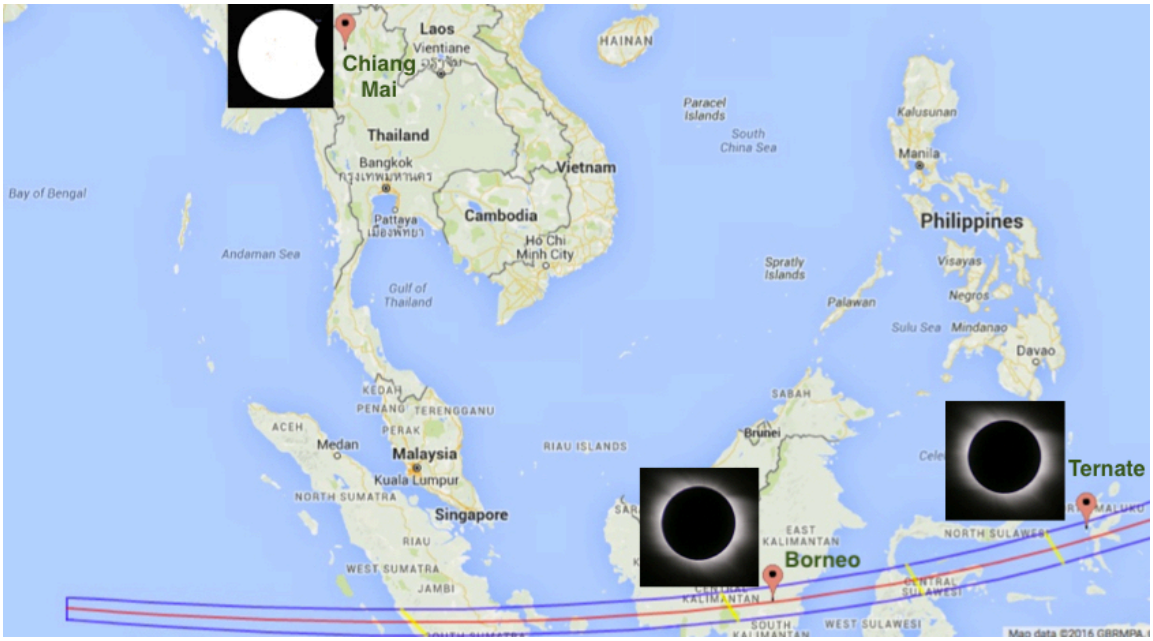
อ้างอิงเพิ่มเติม >> <u>https://www-spof.gsfc.nasa.gov/stargaze/Shipparc.htm</u>

2. การถ่ายภาพสุริยุปราคา เพื่อหามุม Parallax ของดวงจันทร์

<u>วิธีที่ 1</u> : การถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนเทียบกับสุริยุปราคาเต็มดวงหรือสุริยุปราคาวงแหวน

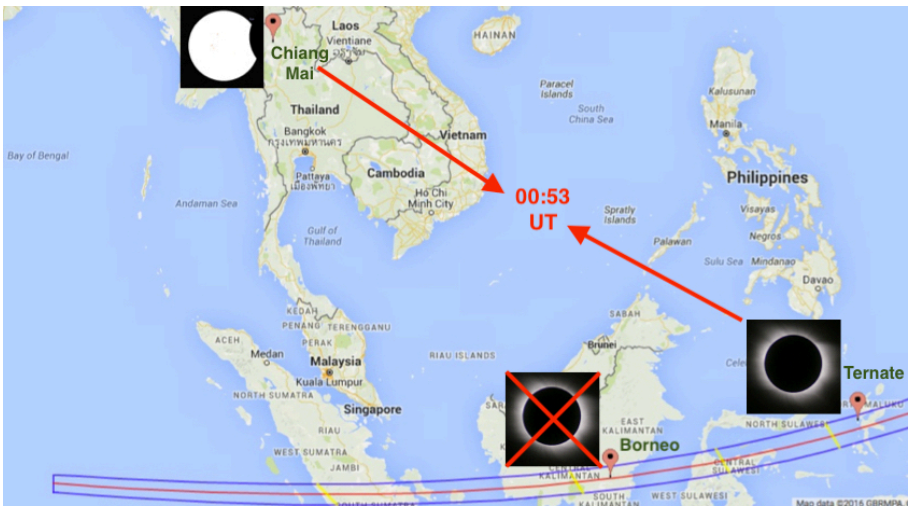
สำหรับวิธีนี้ ผู้สังเกตการณ์ที่ทำการสังเกตสุริยุปราคาบางส่วน ณ ตำแหน่งใดๆ สามารถหามุม Parallax ของดวงจันทร์ (มุม α) ได้จากการถ่ายภาพโดยเปรียบเทียบกับผู้สังเกตการณ์ที่สังเกตเห็นสุริยุปราคาเต็มดวง หรือสุริยุปราคาวงแหวน ซึ่งผู้สังเกตการณ์สุริยุปราคาทั้งสองตำแหน่งต้องถ่ายภาพในเวลาเดียวกัน (**<u>เวลา UT เดียวกัน</u>**)

แต่ถ้าหากผู้สังเกตการณ์ที่อยู่ ณ ตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งซึ่งไม่สามารถทำการถ่ายภาพได้ (อันเนื่องมาจากสภาพท้องฟ้าและเหตุการณ์อื่นๆ) ให้ผู้สังเกตการณ์ที่สามารถถ่ายภาพได้ ใช้แผนที่ Google Map แสดงข้อมูลสุริยุปราคาขององค์การ NASA ช่วยได้



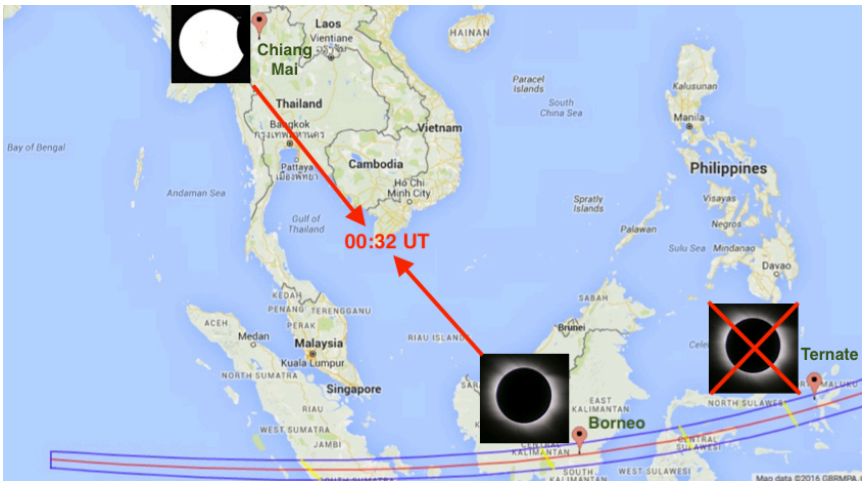
<u>รูปที่ 5</u> : ภาพแสดงแผนที่บน Google Map แสดงเส้นทางที่เงามิดของดวงจันทร์พาดผ่าน ซึ่งสามารถสังเกตเห็นสุริยุปราคาเต็มดวง (แถบสีน้ำเงินและแถบสีแดง) พร้อมตำแหน่งของผู้สังเกตที่อยู่ ณ ตำแหน่งที่เกิดสุริยุปราคาบางส่วน (เมืองเชียงใหม่ ประเทศไทย) และสุริยุปราคาเต็มดวง (2 ตำแหน่งในประเทศอินโดนีเซีย ได้แก่ Borneo และ Ternate) ระหว่างสุริยุปราคาเต็มดวง วันที่ 9 มีนาคม พ.ศ.2559

เมื่อผู้สังเกตการณ์ที่เกาะเตร์นาเต (Ternate) ในประเทศอินโดนีเซีย (ด้านล่างขวา) ทำการถ่ายภาพสุริยุปราคาเต็มดวงในเวลา **00:53 UT** ในเวลาเดียวกันนี้ (**00:53 UT**) ผู้สังเกตการณ์ที่เมืองเชียงใหม่ (ด้านบนซ้ายบน) จะเห็นสุริยุปราคาบางส่วน

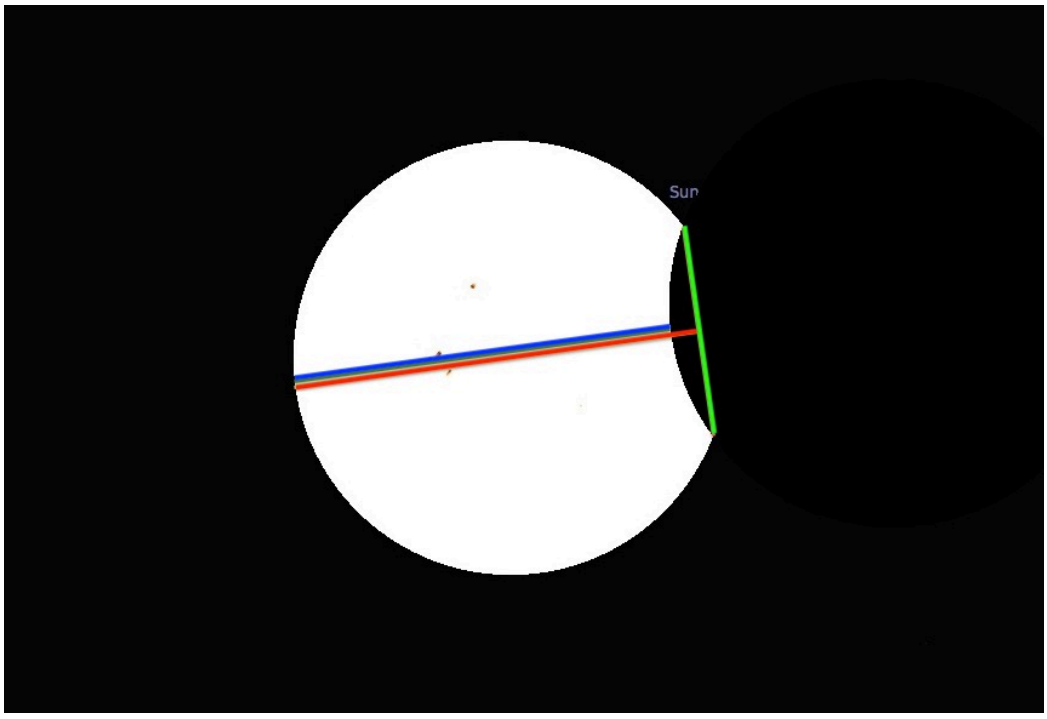


<u>รูปที่ 6</u> : ภาพแสดงในกรณีที่ผู้สังเกตการณ์ที่เมืองเชียงใหม่ และเกาะเตอร์นาเต สามารถถ่ายภาพสุริยุปราคาพร้อมกันได้ ในเวลา **00:53 UT** (ไม่จำเป็นต้องใช้ภาพถ่ายสุริยุปราคาจากเกาะบอร์เนียว)

ในกรณีที่ผู้สังเกตการณ์ที่เชียงใหม่สามารถถ่ายภาพได้ แต่ผู้สังเกตการณ์ที่อยู่บริเวณที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวงที่เกาะเตร์นาเต ไม่สามารถถ่ายภาพพร้อมกันได้ ให้ผู้สังเกตการณ์ที่เชียงใหม่ถ่ายภาพในเวลาอื่น แล้วหาตำแหน่งที่สามารถมองเห็นสุริยุปราคาเต็มดวงพร้อมกันในเวลานั้น เช่น หากผู้สังเกตการณ์ที่เกาะเตร์นาเตไม่สามารถถ่ายภาพสุริยุปราคาเต็มดวงในเวลา 00:53 UT ได้ และผู้สังเกตการณ์ที่เชียงใหม่สามารถถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนได้ก่อนหน้านี้ ในเวลา 00:32 UT ก็ต้องหา ตำแหน่งใด ๆ ในแผนที่ Google Map ในแถบที่มีเส้นขอบสีน้ำเงิน (พื้นที่ที่สามารถเห็นสุริยุปราคาเต็มดวง) ที่มี Maximum eclipse เวลา 00:32 UT ซึ่งอยู่บนเกาะบอร์เนียว (ภาพล่างซ้าย) ซึ่งเส้นสีแดงที่อยู่กลางแถบ เป็นบริเวณที่จุดศูนย์กลางดวงจันทร์ปรากฏซ้อนทับกับ จุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์พอดี ดังในรูปที่ 7



<u>รูปที่ 7</u> : ภาพแสดงในกรณีที่ผู้สังเกตการณ์ที่เกาะเตร์นาเต ไม่สามารถถ่ายภาพสุริยุปราคาเต็มดวงได้ ในเวลา 00:53 UT จึงใช้ภาพถ่ายสุริยุปราคาพร้อมกันในเวลาอื่น (00:32 UT) ระหว่างเชียงใหม่กับเกาะบอร์เนียวแทน



<u>รูปที่ 8</u> : ภาพจำลองสุริยุปราคาบางส่วน สำหรับการหามุม Parallax ของดวงจันทร์ด้วย**<u>วิธีที่ 1</u>**

สำหรับการหา มุม Parallax ของดวงจันทร์ (มุม α) จากวิธีนี้ มีขั้นตอนต่อไปนี้

1) ลากเส้นคอร์ด เชื่อมจุดตัดระหว่างขอบดวงอาทิตย์กับขอบดวงจันทร์ (เส้นสีเขียว)
2) ลากเส้นตั้งฉากเส้นคอร์ด โดยเริ่มจากจุดกึ่งกลางเส้นคอร์ด ไปจนถึงขอบดวงอาทิตย์อีกด้าน (เส้นสีแดง)
3) วัดมุม Parallax ของดวงจันทร์ ตามแนวเส้นตั้งฉากเส้นคอร์ดนี้ จากขอบดวงจันทร์ถึงขอบดวงอาทิตย์ (เส้นสีน้ำเงิน) โดยเทียบกับขนาดปรากฏเชิงมุมของดวงอาทิตย์ที่ 0.5 องศา

จากนั้น ก็หาระยะห่างระหว่าง เมืองเชียงใหม่-เกาะเตร์นาเต (ในกรณีใช้ภาพสุริยุปราคาเต็มดวงที่เกาะเตร์นาเต) หรือเมืองเชียงใหม่-เกาะบอร์เนียว (ในกรณีที่ใช้ภาพสุริยุปราคาเต็มดวงที่เกาะบอร์เนียว) จากแผนที่ Google Map ก่อนที่จะนำไปคำนวณระยะห่างของดวงจันทร์ต่อ

วิธีการหามุม Parallax ของดวงจันทร์ ระหว่างผู้สังเกตการณ์สุริยุปราคาบางส่วนกับสุริยุปราคาเต็มดวงนี้ ใช้การหาระยะห่างของดวงจันทร์ ตามแบบที่ฮิปปาร์คัส เคยทำ

อธิบายเพิ่มเติมเกี่ยวกับ “เวลาสากล” (UT)

การระบุเวลามาตรฐานในปัจจุบันมักใช้ระบบเวลาสากล)Coordinated Universal Time; UTC (หรือเรียกย่ออีกว่า UT ซึ่งมีความแม่นยำ

หลักการของระบบเวลา UTC ก็คือการระบุเวลาตามตำแหน่งต่าง ๆ บนโลกนั่นเอง ช่วยให้ ผู้สังเกตรู้เวลาใดๆ บนโลกที่ตรงกัน ตัวอย่างเช่น ถ้าหากเวลาในประเทศไทย ณ เวลา 06:00แล้ว ถ้าหากเราอยากทราบเวลาเดียวกันในประเทศอื่น ๆ จะเป็นเวลาเท่าไร

ระบบเวลาสากลนี้กำหนดให้เส้นลองจิจูดที่ผ่าน Royal Greenwich Observatory ที่เมืองกรีนิช กรุงลอนดอน สหราชอาณาจักร มีค่าเป็น UTC+0 ชั่วโมง ส่วนประเทศที่อยู่ห่างออกมา ทางทิศตะวันออกจะมีค่า UTC+ เช่น ประเทศไทยจะมีเป็น UTC+7:00 ชั่วโมง หมายถึง เวลาของประเทศไทยจะเร็วกว่าที่ลอนดอน 7 ชั่วโมง ในทางตรงข้าม ประเทศที่อยู่ทางตะวันตกของลอนดอนจะมีเวลา UTC- เช่น ประเทศบราซิลเป็น UTC-3:00 ชั่วโมง หมายถึงเวลาของประเทศ บราซิลจะช้ากว่าที่ลอนดอน 3 ชั่วโมง

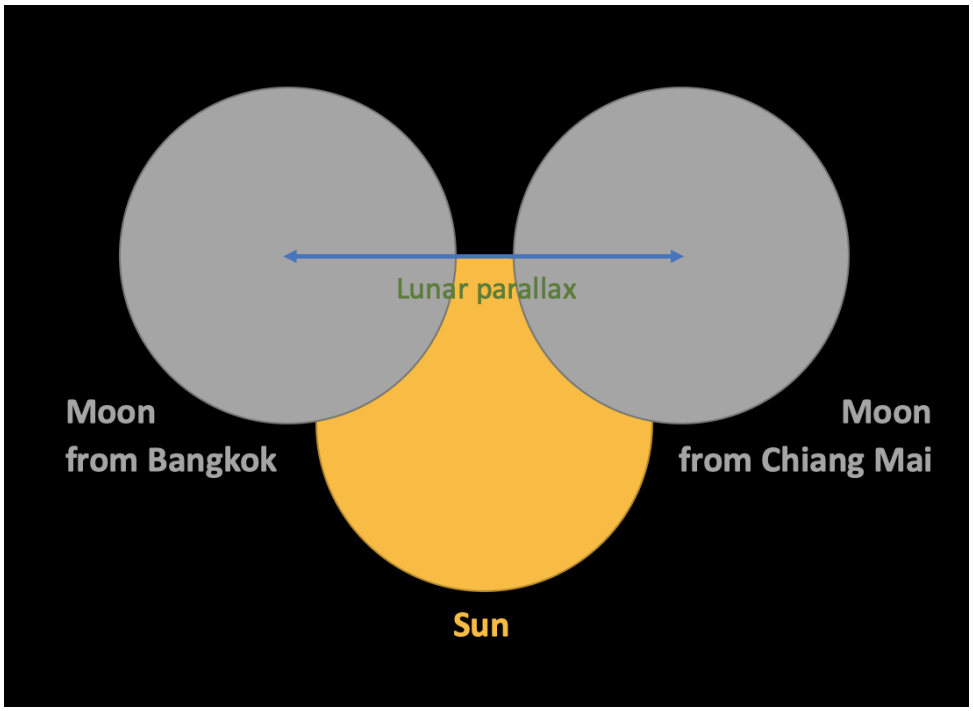
เมื่อผู้สังเกตบนโลกต้องทำการสังเกตสุริยุปราคาในเวลาเดียวกัน ยกตัวอย่างเช่น

- ประเทศไทย UTC+7:00 (ทั้งประเทศ)
- เกาะสุลาเวสี (Sulawesi) ประเทศอินโดนีเซีย UTC+8:00

ดังนั้น หากผู้สังเกตอยู่ในประเทศไทยทำการสังเกตการณ์ในเวลา 06:30 น .
ผู้สังเกตที่อยู่ ณ เกาะสุลาเวสี ประเทศอินโดนีเซีย จะต้องทำการสังเกตที่เวลา 07:30 น.
เวลา UT สามารถหาได้จาก
https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_UTC_time_offsets
http://www.timeanddate.com/worldclock/timezone/utc

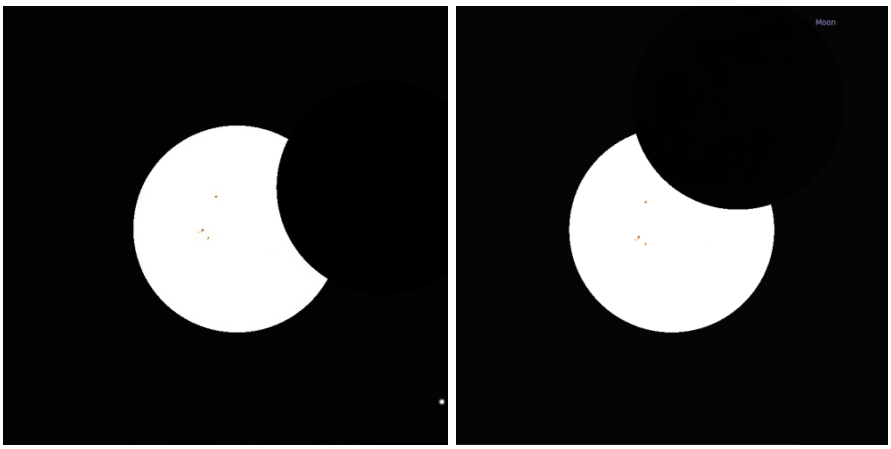
<u>วิธีที่ 2</u> : ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนจากตำแหน่งต่างกัน ในเวลาเดียวกัน

การระบุจุดอ้างอิงใด ๆ บนดวงจันทร์ (เช่น ภูเขา หลุมอุกกาบาต) ขณะเกิดสุริยุปราคาในทางปฏิบัติเป็นไปได้ยาก เพราะดวงจันทร์ขณะเกิดสุริยุปราคานั้นมืดและไม่กฎรายละเอียดบนพื้นผิวเลย ดังนั้นเราอาจเลือกจุดศูนย์กลางดวงจันทร์เป็นจุดอ้างอิง ดังรูปที่ 9



<u>รูปที่ 9</u> : ภาพสมมติการใช้จุดอ้างอิง (จากจุดศูนย์กลางดวงจันทร์) เพื่อวัดมุม Parallax ของดวงจันทร์จากภาพสุริยุปราคาที่ถ่ายจาก 2 ตำแหน่งพร้อมกัน (ในที่นี้สมมติเป็นกรุงเทพ ฯ กับเชียงใหม่)

แต่เนื่องจากการหาจุดอ้างอิง (จากจุดศูนย์กลางดวงจันทร์) ก็ทำได้ยากเช่นกัน เพราะอาจไม่รู้ทิศทางที่ปรากฏในภาพ (เช่น ทิศเหนือชี้ไปทางใดในภาพ) จึงต้องใช้จุดบนดวงอาทิตย์ช่วยเป็นจุดอ้างอิง ตัวอย่างเช่น หากเราถ่ายรูปสุริยุปราคามาได้สองรูปจากสองตำแหน่งที่เวลาเดียวกัน แล้วติดจุดบนดวงอาทิตย์บนภาพ ดังรูปที่ 10



(ก) (ข)

<u>รูปที่ 10</u> : แสดงภาพจำลองเหตุการณ์ เมื่อผู้สังเกตที่ (ก) เชียงใหม่ ถ่ายภาพได้ และภาพ (ข) เมื่อผู้สังเกตการณ์ที่เกาะเตอร์นาเตถ่ายภาพได้

วิธีการซ้อนภาพ

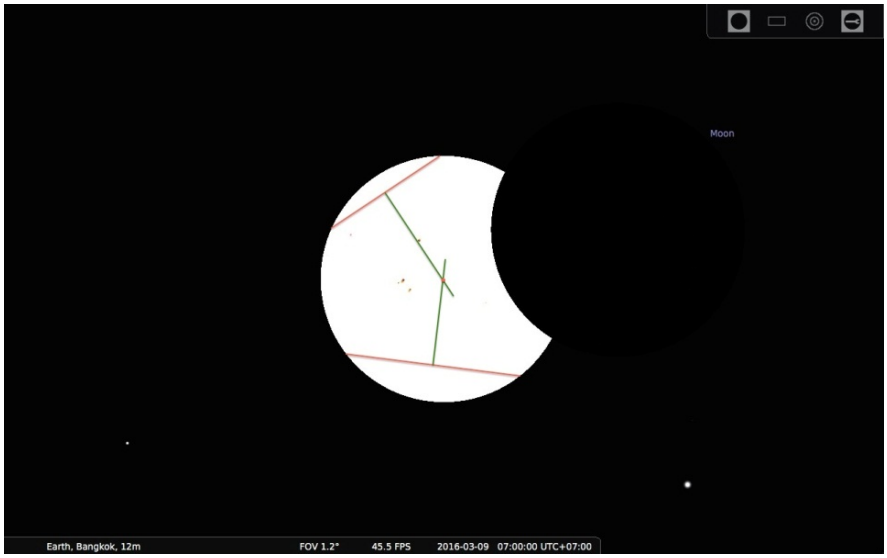
1) หาจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์และและดวงจันทร์ จากทั้ง 2 รูป
2) นำจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์จากทั้ง 2 รูป มาซ้อนกัน
3) หมุนภาพใดภาพหนึ่งจนทั้งสองภาพอยู่ในทิศทางเดียวกัน โดยการสังเกตจุดบนดวงอาทิตย์
4) หากในช่วงเวลานั้นเกิดจุดบนดวงอาทิตย์ (สิ่งที่ต้องทำคือหมุนภาพจนกระทั่งจุดบนดวงอาทิตย์มาซ้อนกันพอดี)

การหาจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ และจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ เพื่อใช้ร่วมกับจุดบนดวงอาทิตย์เป็นตัวอ้างอิงในการซ้อนภาพสุริยุปราคาบางส่วน

1. ส่วนของเส้นตรงที่เชื่อมระหว่างจุดสองจุดบนวงกลมเรียกว่า “คอร์ด” สร้างคอร์ดขึ้นมาสองคอร์ดจากจุดใดก็ได้บนขอบดวงอาทิตย์เส้นสีแดง) ในรูปที่ 11

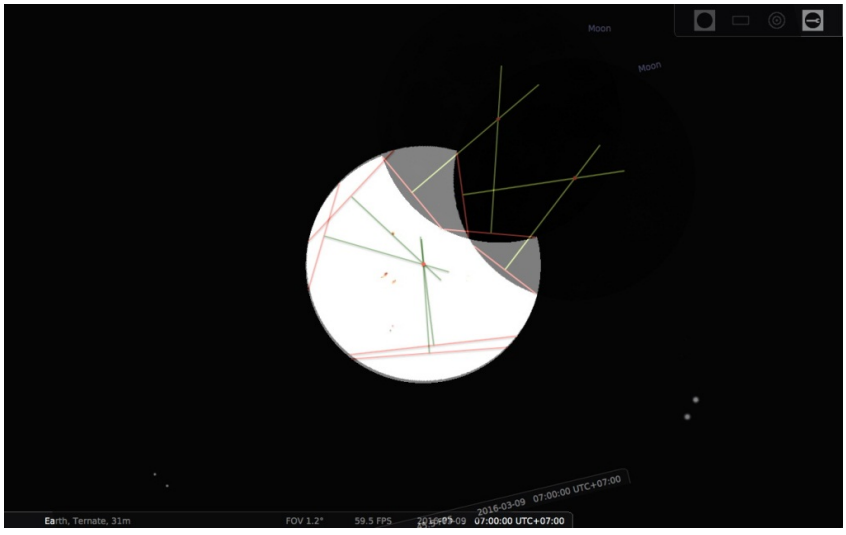
<u>รูปที่ 11</u> : ภาพสุริยุปราคาบางส่วน หลังจากที่ลากเส้นคอร์ด 2 เส้นแล้ว

2. สร้างเส้นตรงตั้งฉากกึ่งกลางคอร์ดทั้งสอง เส้นสีเขียว ในรูปที่ 12 คือจุดตัดของเส้นตั้งฉากคอร์ดจะเป็นจุดศูนย์กลางวงกลม



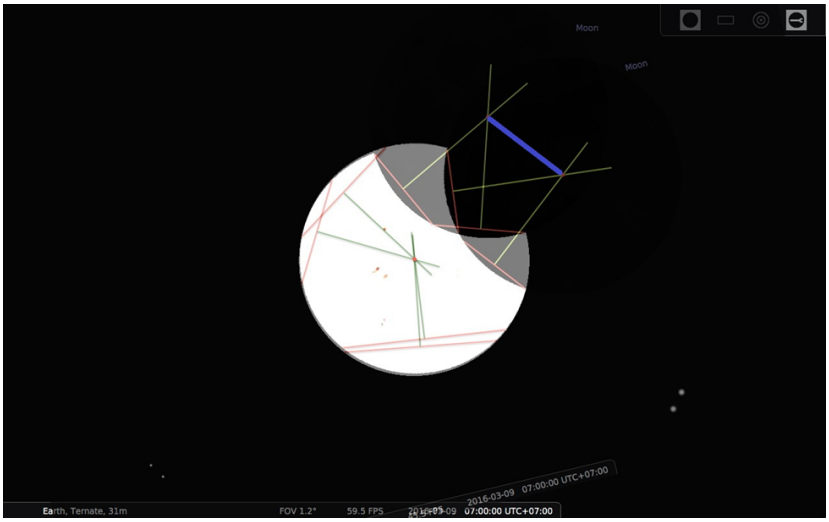
<u>รูปที่ 12</u> : ภาพสุริยุปราคาบางส่วน หลังจากที่ลากเส้นตรงตั้งฉากกึ่งกลางคอร์ด 2 เส้น ไปตัดกันที่จุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์แล้ว

3. นำจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ของทั้งสองภาพมาซ้อนกัน แล้วหมุนภาพจนกระทั่งจุดบนดวงอาทิตย์ซ้อนกันอย่างพอดีที่สุ
4. หาจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์บนทั้งสองภาพด้วยจุดตัดของเส้นตั้งฉากคอร์ดเช่นกัน



<u>รูปที่ 13</u> : ภาพสุริยุปราคาบางส่วน ที่ผ่านการซ้อนภาพโดยให้จุดบนดวงอาทิตย์ ของทั้งสองภาพทับกันสนิท และใช้จุดตัดของเส้นตั้งฉากคอร์ดหาจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์แล้ว

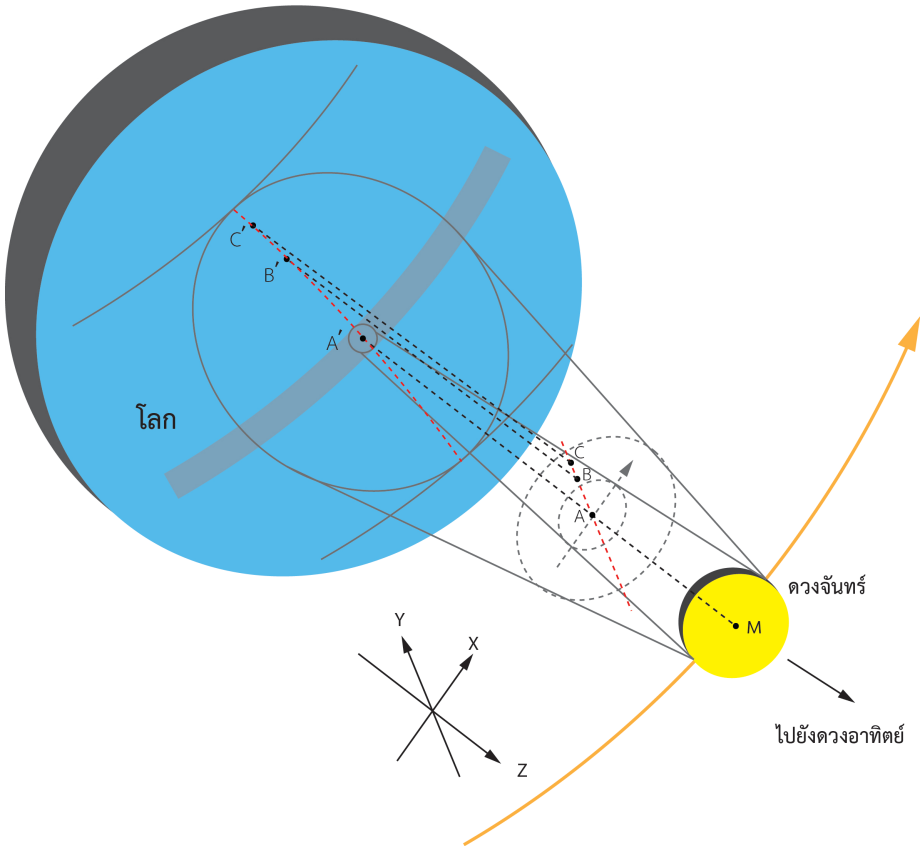
5. วัดระยะเชิงมุมระหว่างจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ทั้งสองภาพ (เส้นสีน้ำเงินในรูปที่ 14) นำไปหามุม Parallax ได้ โดยการเทียบกับขนาดเชิงมุมของดวงอิทตย์ (ประมาณ 0.5 องศา)



<u>รูปที่ 14</u> : ภาพสุริยุปราคาบางส่วนที่ผ่านการซ้อนภาพ และหามุม Parallax ของจุดศูนย์กลางดวงจันทร์แล้ว (เส้นสีน้ำเงินในรูป)

อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้จะใช้ได้ก็ต่อเมื่อเราสามารถถ่ายภาพจุดบนดวงอาทิตย์ได้ แต่ถ้าตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่งไม่สามารถถ่ายจุดบนดวงอาทิตย์ได้ หรือเป็นช่วงที่ดวงอาทิตย์มีจุดบนดวงอาทิตย์ปรากฏน้อยมาก วิธีการนี้จะใช้ไม่ได้ ให้ใช้ **<u>วิธีที่ 3</u>**

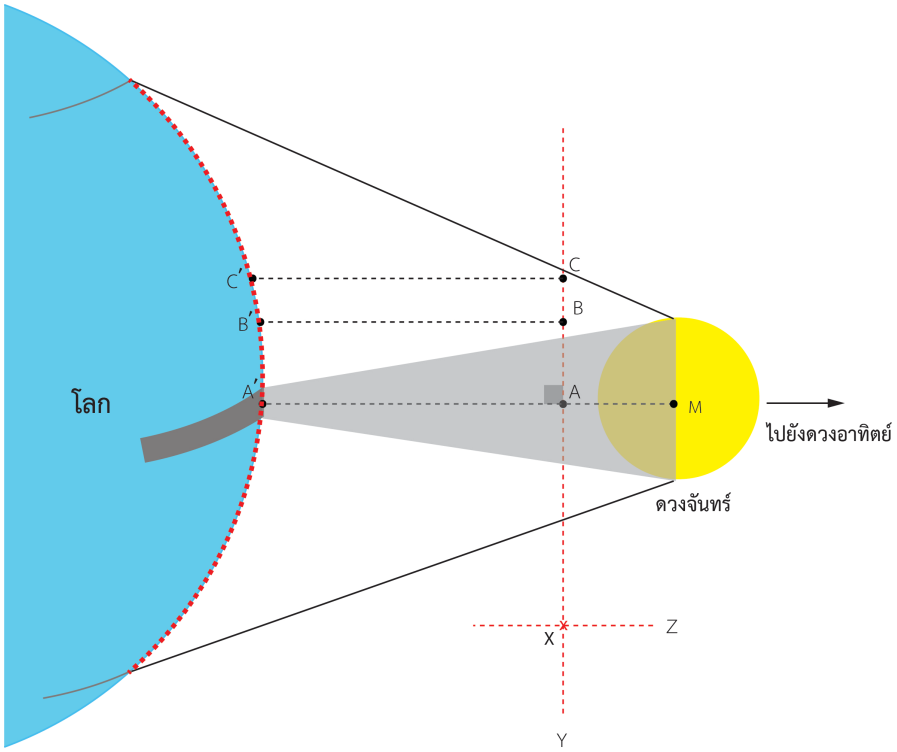
<u>วิธีที่ 3</u> : ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนจากตำแหน่งที่เห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกที่สุดพร้อมกัน และถ่ายภาพพร้อมกันในเวลานั้น



<u>รูปที่ 15</u> : แผนภาพแสดงการวางตัวของ โลก-ดวงจันทร์ (มุมเฉียง) ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง พร้อมตำแหน่งในอวกาศที่เห็น Maximum Eclipse พร้อมกัน

จาก **<u>รูปที่ 15</u>** ตำแหน่ง A อยู่ในกรวยเงามืดของดวงจันทร์ ผู้สังเกตการณ์บนโลกจะสังเกตเห็น Maximum Eclipse ที่ตำแหน่ง A' ส่วนตำแหน่ง B-C อยู่ในกรวยเงามัวของดวงจันทร์ ผู้สังเกตการณ์บนโลกจะเห็นสุริยุปราคาบางส่วน ที่ตำแหน่ง B' และ C' ตามลำดับ

ในการสังเกตการณ์ในวิธีที่ 3 นี้ ควรเลือกตำแหน่งที่ผู้สังเกตบนโลกเห็น Maximum Eclipse พร้อมกันเท่านั้น



<u>รูปที่ 16</u> : แผนภาพแสดงการวางตัวของ โลก-ดวงจันทร์ (มุมมองจากด้านข้าง)
ขณะเกิดสุริยุปราคาเต็มดวง พร้อมตำแหน่งในอวกาศที่เห็น Maximum Eclipse พร้อมกัน

จาก **รูปที่ 16** ตำแหน่ง A อยู่ในกรวยเงามืดของดวงจันทร์ ผู้สังเกตการณ์บนโลกจะสังเกตเห็น Maximum Eclipse ที่ตำแหน่ง A' ส่วนตำแหน่ง B-C อยู่ในกรวยเงามัวของดวงจันทร์ ผู้สังเกตการณ์บนโลกจะเห็นสุริยุปราคาบางส่วน ที่ตำแหน่ง B' และ C' ตามลำดับ

ในการสังเกตการณ์ในวิธีที่ 3 นี้ ควรเลือกตำแหน่งที่ผู้สังเกตบนโลกเห็น Maximum Eclipse พร้อมกันเท่านั้น

จากแผนภาพทั้งสอง (รูปที่ 15 และ 16)

- **แกน x** คือแนวที่ขนานความเร็วของดวงจันทร์ และระนาบของเส้นทางที่เงามืดของดวงจันทร์พาดผ่านไปบนพื้นโลก
- **แกน y** คือแกนที่ตั้งฉากกับแกน x
- **แกน z** คือแนวที่ชี้ไปทางดวงอาทิตย์

เมื่อพิจารณา รูปที่ 15 และ 16 หากผู้สังเกตอยู่ตรงจุดต่างๆ นอกโลกภายในเงาของดวงจันทร์ ดังนี้

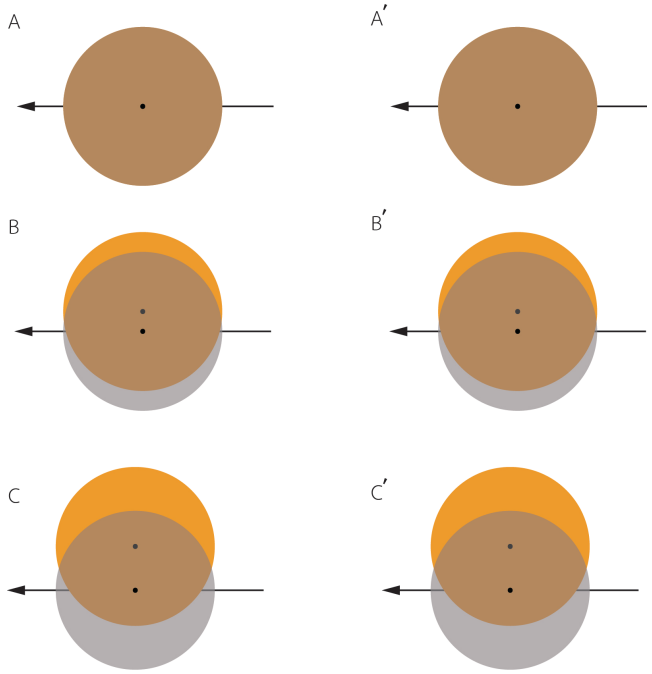
- **จุด A** : เห็นสุริยุปราคาเต็มดวง จุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ซ้อนกับจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์พอดี
- **จุด B** : เห็นสุริยุปราคาบางส่วน
- **จุด C** : เห็นสุริยุปราคาบางส่วน แต่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์น้อยกว่าจุด B

เส้นตรงเชื่อมจุด A-B-C ในอวกาศอยู่ในแนวแกน y ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางความเร็วของดวงจันทร์ในแนวแกน x ทำให้ผู้สังเกตจากจุด B และ C เห็นดวงจันทร์มีมุม Parallax (เปลี่ยนตำแหน่งปรากฏ) ในระนาบเดียวกับแกน y ขณะที่ไม่เกิดมุม Parallax ในระนาบเดียวกับแกน x ซึ่งหากดวงจันทร์มีมุม Parallax ในแนวแกน x เวลาที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกสุดของผู้สังเกตแต่ละที่จะไม่เท่ากัน

ดังนั้น ที่จุด A, B และ C จะมีเวลาที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกที่สุดพร้อมกัน เส้นตรง ABC จะเรียกว่า **“เส้นที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกสุดพร้อมกัน”** หรือ **“Line of Simultaneous Maximum Eclipse"** จากนี้จะเรียกย่อๆว่า **"SME-Line"**

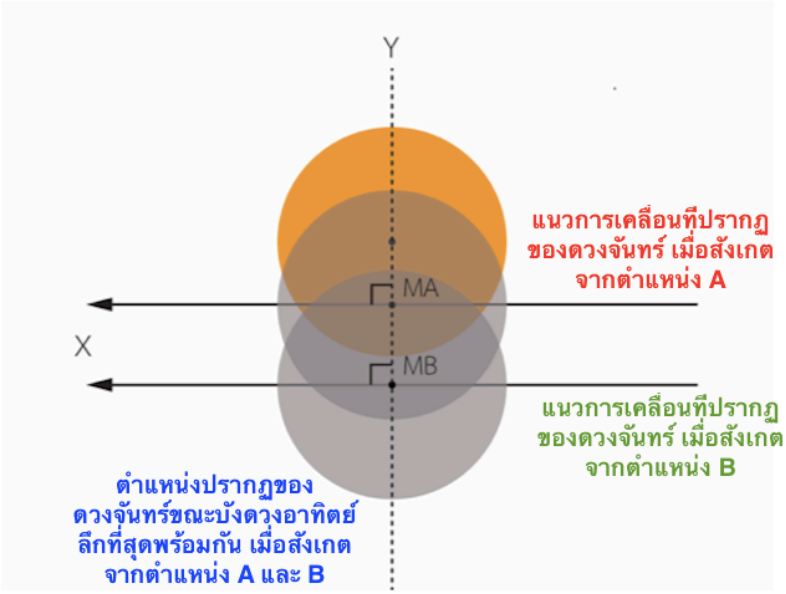
แต่เนื่องจากในโครงงานนี้ ผู้สังเกตสุริยุปราคาบางส่วนจะอยู่บนพื้นผิวโลก อย่างจุด B’ และ C’ ดังนั้น เส้น SME ที่เป็นเส้นตรงเมื่ออยู่ในอวกาศ (เส้นตรงเชื่อมจุด A-B-C ในแผนภาพ) เมื่อทาบลงไปกับพื้นผิวโค้งของโลกจะกลายเป็นเส้นโค้ง (เส้นโค้งเชื่อมจุด A’-B’-C’ ในแผนภาพ)

หากผู้สังเกตบนเส้น **SME-Line** เดียวกัน ถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนช่วงที่ดวงจันทร์บังลึกที่สุด (Maximum eclipse) พร้อมกัน เมื่อนำภาพถ่ายมาซ้อนทับตำแหน่งจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ จะพบว่าจุดศูนย์กลางดวงอาทิตย์ และจุดศูนย์กลางของดวงจันทร์จากภาพทั้ง 2 จะเรียงเป็นแนวเส้นตรงเดียวกัน ส่งผลให้หาการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งปรากฏที่เปลี่ยนไป (มุม Parallax) ของดวงจันทร์ได้ง่ายกว่า**<u>วิธีที่ 2</u>**

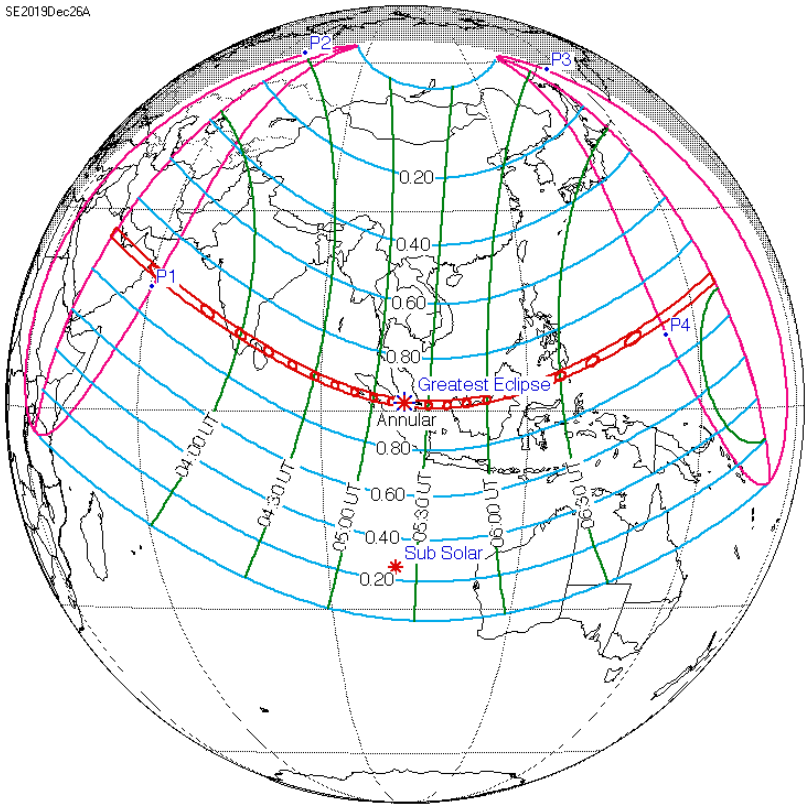


<u>รูปที่ 17</u> : แผนภาพแสดงสุริยุปราคา เมื่อมองจากตำแหน่ง A, B และ C (3 ตำแหน่งนี้อยู่บนเส้น SME เดียวกัน ในอวกาศ) และ A’, B’, C’ (3 ตำแหน่งนี้อยู่บนเส้น **SME-Line** เดียวกันบนพื้นโลก)

โดยในแผนภาพนี้ ดวงอาทิตย์ปรากฏเป็นวงกลมสีเหลือง ดวงจันทร์ปรากฏเป็นวงกลมสีเทา ลูกศรแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ ของดวงจันทร์ เมื่อมองจากผู้สังเกตที่ตำแหน่งนั้น ซึ่งทิศทางการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์จะขนานกับแกน x

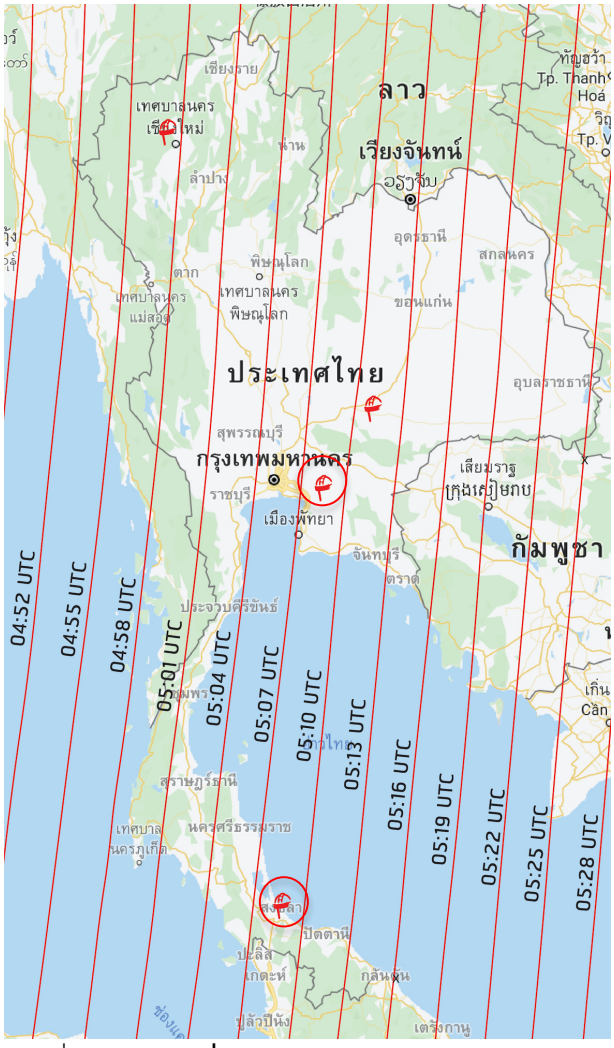


<u>รูปที่ 18</u> : เมื่อนำภาพสุริยุปราคาบางส่วนที่ถ่ายในช่วงดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกสุด (Maximum eclipse) พร้อมกัน จากผู้สังเกตที่อยู่บนเส้น **SME-Line** เดียวกัน จะพบว่าดวงจันทร์มีมุม Parallax ในแนว แกน y (จาก MA ถึง MB) และจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ จุดศูนย์กลางของดวงจันทร์ จากผู้สังเกตทั้ง 2 ตำแหน่งเรียงตัวในแนวเดียวกัน (แกน y) ซึ่งตั้งฉากกับแนวการเคลื่อนที่ของดวงจันทร์ (ตามแนวแกน x)



<u>รูปที่ 19</u> : แผนที่โลกแสดงพื้นที่แนวคราสวงแหวน (แถบสีแดงยาว) และเงามัวของดวงจันทร์พาดผ่าน ขณะเกิดสุริยุปราคา ในวันที่ 26 ธันวาคม ค.ศ.2019 โดยเส้น **SME-Line** จะแสดงเป็นเส้นทึบสีเขียว ในแผนที่นี้ เส้น **SME-Line** แต่ละเส้นจะมีเวลาห่างกันครึ่งชั่วโมง

[Credit แผนที่: Fred Espenak; NASA]



<u>รูปที่ 20</u> : แผนที่แสดง **“เส้นที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกสุดพร้อมกัน”** (**SME-Line**) ของสุริยุปราคาในวันที่ 26 ธันวาคม ค.ศ.2019 ในประเทศไทย ตั้งแต่เวลา 04:52 – 05:25 UT (เวลา 11:52 – 12:25 น. ตามเวลามาตรฐานประเทศไทย)

จาก **<u>รูปที่ 20</u>** เมื่อพิจารณาตามแนวเส้น SME-Line จากเมืองที่เห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกที่สุดพร้อมกัน จะเห็นได้ว่า มี 2 จุดตัวอย่างที่เห็นได้ชัดเจน คือ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ ฉะเชิงเทรา และหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ สงขลา (เวลประมาณ 05:08 UT)

ส่วนตำแหน่งที่มีสัญลักษณ์รูปหอดูดาวสีแดงในประเทศไทยนั้น เป็นจังหวัดที่ทางสถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ จัดกิจกรรมเป็นจุดสังเกตการณ์หลัก ปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน คือ

1. จ.เชียงใหม่ ณ อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร (สำนักงานใหญ่)
2. จ.นครราชสีมา ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ นครราชสีมา
3. จ.ฉะเชิงเทรา ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ ฉะเชิงเทรา
4. จ.สงขลา ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ สงขลา

3. การเตรียมกล้องโทรทรรศน์และอุปกรณ์เพื่อเก็บข้อมูลภาพ

1. ติดตั้งกล้องโทรทรรศน์พร้อมแผ่นกรองแสงสำหรับดูดวงอาทิตย์ (Solar Filter) **โดยไม่ใส่กล้องเล็ง**

รูปที่ 21 : การติดตั้งแผ่นกรองแสงสำหรับดูดวงอาทิตย์ (Solar Filter) บนกล้องโทรทรรศน์ชนิดสะท้อนแสงแบบดอบโซเนียน
(สำหรับโรงเรียนในเครือข่ายโครงการกระจายโอกาสการเรียนรู้ดาราศาสตร์)

2. เล็งกล้องโทรทรรศน์ไปยังดวงอาทิตย์ โดยโยกกล้องโทรทรรศน์เพื่อหาเงากล้องปรากฏสั้นที่สุด **(ห้ามใช้ตาในการเล็งกล้องไปยังดวงอาทิตย์โดยตรง เพื่อระวังไม่ให้ตาบอด)** พร้อมทั้งปรับโฟกัสที่เลนส์ตาจนมองเห็นภาพดวงอาทิตย์ชัดเจน

รูปที่ 22 : แสดงเงาของกล้องโทรทรรศน์ในจังหวะที่เงากล้องสั้น (ภาพซ้าย) และเงากล้องยาว (ภาพขวา)

3. ตั้งเวลาบนกล้องถ่ายภาพแบบ DSLR ให้เป็นเวลาสากล หรือ **Universal Time : UT** เทียบกับเว็บไซต์ : www.timeanddate.com/worldclock/timezone/utc เพื่อให้ง่ายต่อการเทียบเวลาจากแผนที่ แสดงข้อมูลสุริยุปราคาจากองค์การ NASA ซึ่งเวลามาตรฐานประเทศไทยจะเร็วกว่าเวลาสากลอยู่ 7 ชั่วโมง (เรียกว่า UT+7)

4. ติดตั้งกล้องถ่ายภาพ DSLR กับกล้องโทรทรรศน์ โดยใช้ Adaptor (Adaptor ของกล้องยี่ห้อ Canon และ Nikon จะไม่เหมือนกัน สังเกตให้ดีก่อนต่อกล้อง DSLR กับกล้องโทรทรรศน์) เมื่อต่อกล้องเข้ากับกล้องโทรทรรศน์เรียบร้อยแล้วให้ปรับตุ้มถ่วงน้ำหนักกล้องอีกครั้ง

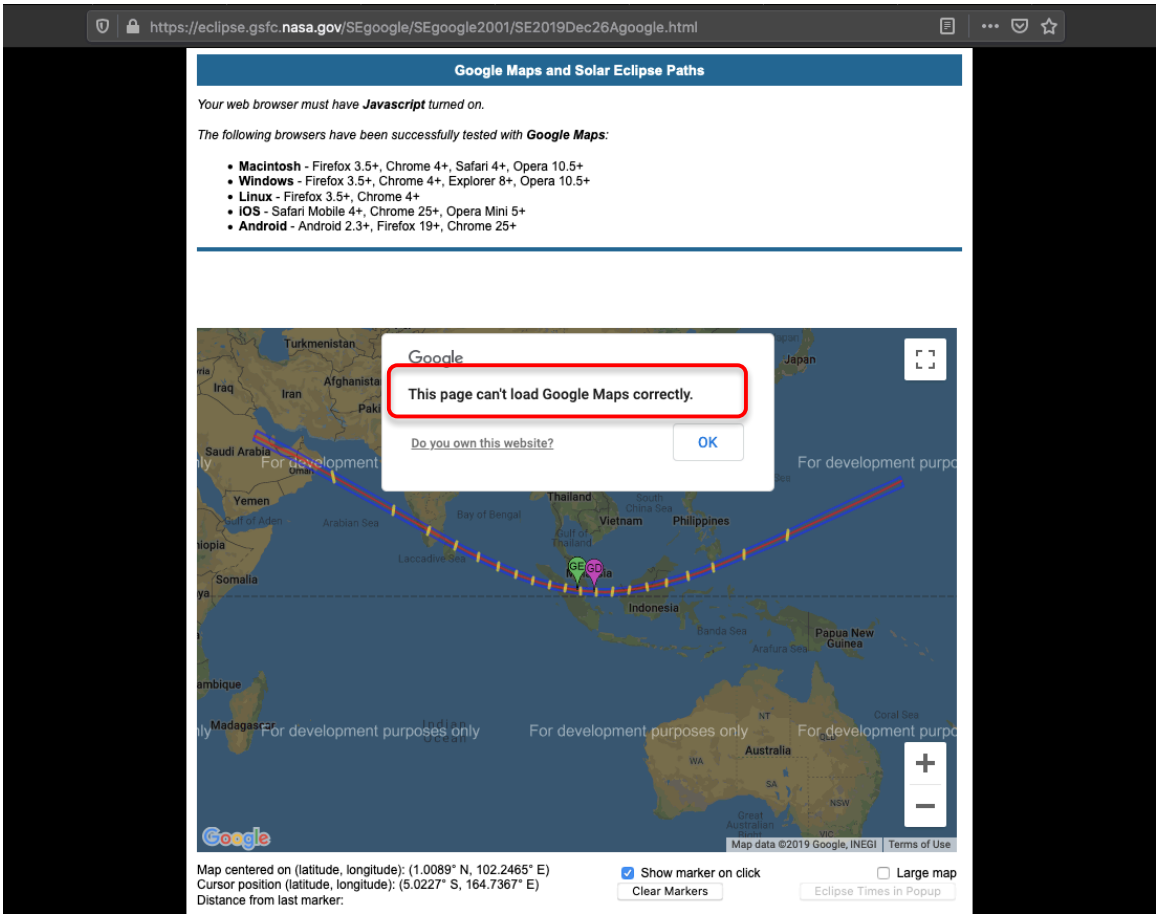
<u>รูปที่ 23</u> : การต่อกล้องถ่ายภาพ DSLR ผ่าน Adaptor เข้ากับกล้องโทรทรรศน์

5. ปรับโฟกัสกล้องโทรทรรศน์ โดยสังเกตความชัดเจนของภาพบนกล้องถ่ายภาพแบบ DSLR ปรับจนกว่าขอบดวงอาทิตย์ชัดเจน จึงค่อยปรับค่ากล้องเพื่อถ่ายภาพ ดวงอาทิตย์

<u>รูปที่ 24</u> : เมื่อปรับโฟกัสบนกล้องโทรทรรศน์ได้แล้วจะเห็นภาพปรากฏบนกล้องถ่ายภาพ DSLR ชัดเจน

4. การวางแผนการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูล

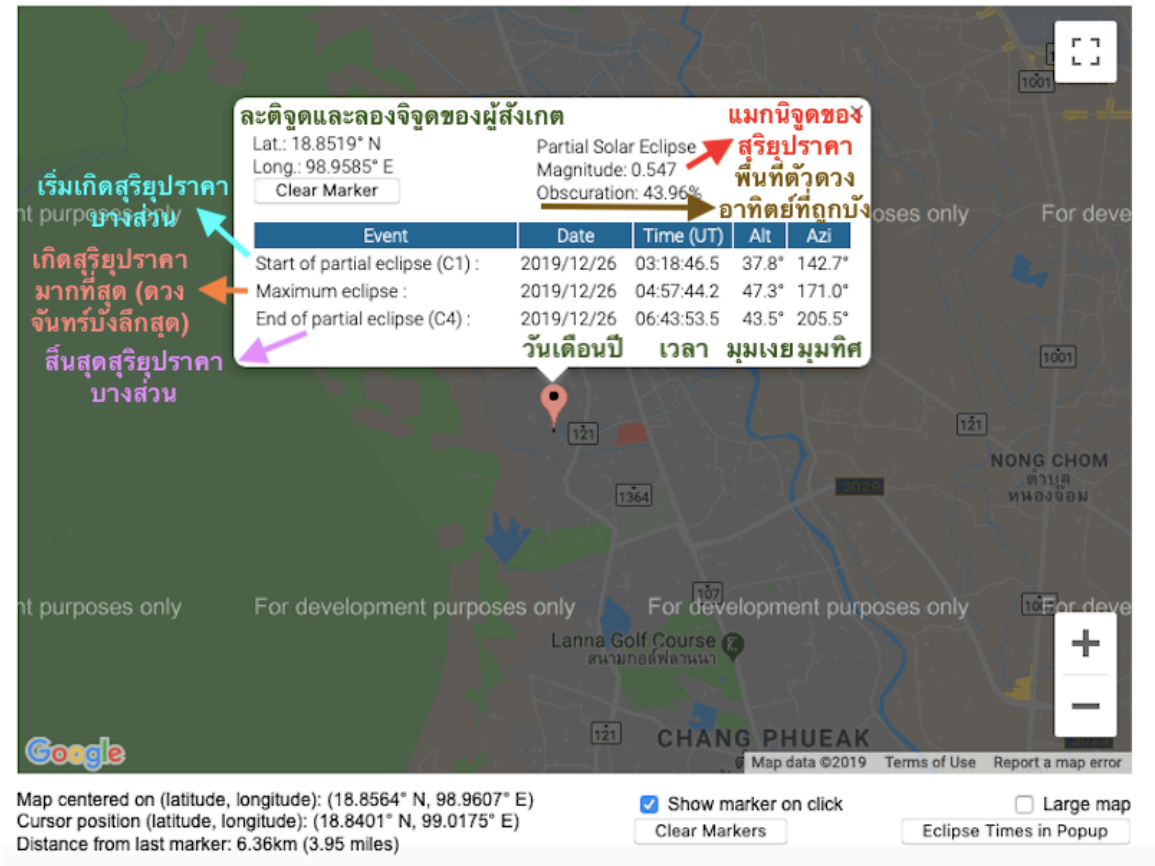
ก่อนการเริ่มสังเกตการณ์ หากต้องการตรวจสอบว่าในพื้นที่ที่ทำการสังเกตการณ์ จะสังเกตเห็นสุริยุปราคาบางส่วนในเวลาใด (**เวลาเริ่มต้น, เวลาดวงจันทร์บังลึกที่สุด, เวลาสิ้นสุด**) สามารถตรวจสอบได้จากเวบไซต์ แผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาของ NASA โดยพิมพ์ค้นหาใน Google ว่า “**google map solar eclipse 26 December 2016**” หรือเข้าไปโดยตรงที่ https://eclipse.gsfc.nasa.gov/SEgoogle/SEgoogle2001/SE2019Dec26Agoogle.html



รูปที่ 25 : ภาพตัวอย่างหน้าแรกของแผนที่แสดงสุริยุปราคา

เมื่อเข้าไปในเวบไซต์แผนที่แสดงข้อมูลสุริยุปราคาแล้ว ทำตามขั้นตอนต่อไปนี้เพื่อหาข้อมูลสุริยุปราคาในพื้นที่สังเกตการณ์ที่สนใจ

1. จะมีหน้าต่างขึ้นข้อความว่า **This page can’t load Google Maps correctly** ให้กด **OK**
2. ถ้าต้องการขยายแผนที่เข้า-ออก ให้คลิกเครื่องหมาย + หรือ – บนแผนที่
3. คลิกตรงสถานที่ที่ต้องการใช้สังเกตการณ์สุริยุปราคาในแผนที่ Google Map จะแสดงข้อมูลของสุริยุปราคา ดังนี้



<u>รูปที่ 26</u> : แผนที่แสดงข้อมูลของสุริยุปราคา เมื่อคลิกไปที่ตำแหน่งที่จะทำการสังเกตการณ์

4. จาก **<u>รูปที่ 26</u>** จะมีข้อมูลสุริยุปราคาเกี่ยวกับพิกัดทางภูมิศาสตร์ เวลา และตำแหน่งปรากฏของดวงอาทิตย์ ณ ตำแหน่งที่จะสังเกตการณ์ ได้แก่

   Lat : ละติจูดของบริเวณที่ทำการสังเกตการณ์

   Long : ลองจิจูดของบริเวณที่ทำการสังเกตการณ์

   Date และ **Time (UT)** : วันที่และเวลา โดยอ้างอิงตามเวลาสากล(Universal Time : UT) ซึ่งเป็นเวลาสากล ซึ่งเวลามาตรฐานประเทศไทย จะต้องบวกไป 7 ชั่วโมง (UT+7)

   Event : ช่วงเวลาของสุริยุปราคา

   ในกรณีสุริยุปราคาบางส่วน: เวลาเริ่มเกิดสุริยุปราคาบางส่วน (Start of partial eclipse), เวลาที่ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ได้ลึกที่สุด (Maximum eclipse) และเวลาสิ้นสุดสุริยุปราคาบางส่วน (End of partial eclipse)

ในกรณีสุริยุปราคาเต็มดวงหรือวงแหวน: จะมีข้อมูลอื่นๆ เพิ่มเติม คือ เวลาที่เริ่มเกิดสุริยุปราคาเต็มดวงหรือวงแหวน (Start of total/annular eclipse), เวลาสิ้นสุดสุริยุปราคา เต็มดวงหรือวงแหวน (End of total/annular eclipse) และระยะเวลาที่เกิดสุริยุปราคาเต็มดวงหรือวงแหวน (Duration of Totality/Annularity)

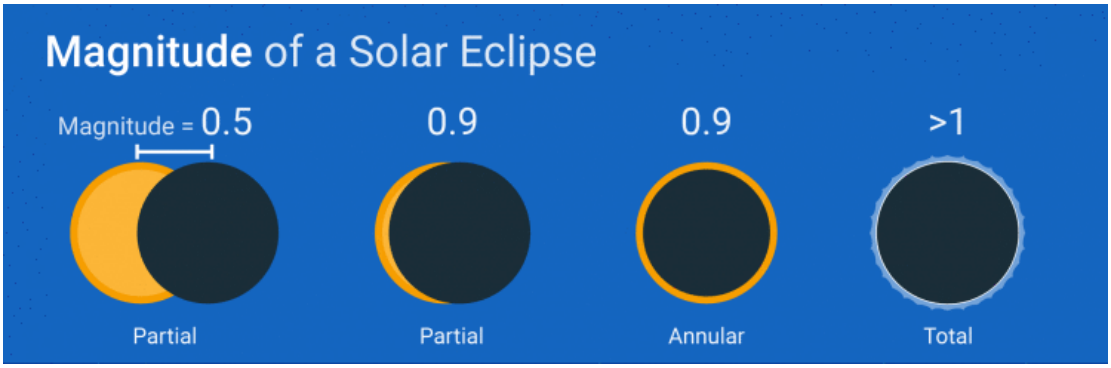
Alt : มุมเงยของดวงอาทิตย์

Azi : มุมอาซิมุธของดวงอาทิตย์

5. ส่วนรายละเอียดข้อมูลเกี่ยวกับการบังกันของสุริยุปราคา (ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์มากน้อยเท่าใด) จะมี 2 ค่า ได้แก่

Magnitude : Magnitude ของสุริยุปราคา คิดจากอัตราส่วนระหว่างเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ส่วนที่โดนดวงจันทร์บัง ต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของดวงอาทิตย์ (ในกรณีของสุริยุปราคา บางส่วน) หรืออัตราส่วนระหว่าง รัศมีปรากฏของดวงจันทร์ต่อรัศมีปรากฏของดวงอาทิตย์ (ในกรณีของสุริยุปราคาวงแหวนหรือเต็มดวง)

Obscuration : “ค่าการบัง” ได้จากการประเมินโดยหากตีความว่าดวงอาทิตย์ปรากฏเป็น “แผ่นกลม” (Disk) ในภาพถ่ายแล้ว ดวงจันทร์บังพื้นที่บนแผ่นกลมของดวงอาทิตย์เป็นกี่เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่แผ่นกลมของดวงอาทิตย์ทั้งหมด



<u>รูปที่ 27</u> : แผนภาพแสดงค่า Magnitude ของสุริยุปราคา

หากสุริยุปราคาบางส่วน มีค่า Magnitude เป็น 0.5 ค่าการบัง (Obscuration) ยังไม่ถึง 50% (เห็นได้ว่า พื้นที่แผ่นกลมของดวงอาทิตย์ส่วนที่โดนดวงจันทร์บัง ยังไม่ถึงครึ่งของพื้นที่แผ่นกลมของดวงอาทิตย์ ทั้งหมด)

นกรณีของสุริยุปราคาเต็มดวง ค่า Magnitude สามารถมากกว่า 1 (รัศมีปรากฏของดวงจันทร์ใหญ่กว่า ของดวงอาทิตย์) แต่ค่าการบัง จะอยู่ที่ 100%

[Credit ภาพ: timeanddate.com]

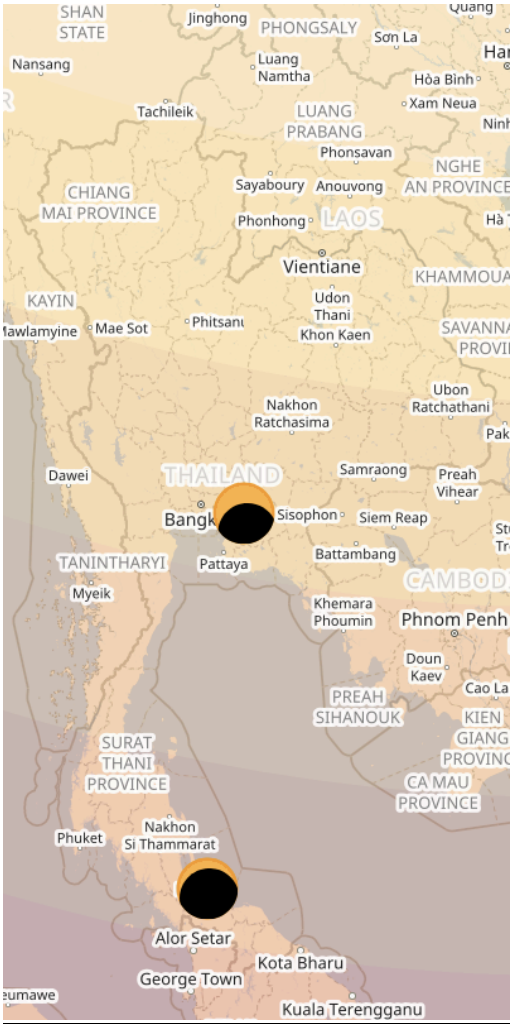
เมื่อได้ข้อมูลเกี่ยวกับสุริยุปราคาบางส่วนที่ปรากฏเหนือพื้นที่สังเกตการณ์แล้ว เพื่อให้ได้ภาพถ่ายสุริยุปราคา มาคำนวณระยะห่างของดวงจันทร์ตามวิธีที่ 3 ในหัวข้อ “วิธีการหามุม Parallax ของ ดวงจันทร์จากสุริยุปราคา” (การถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วน จากตำแหน่งที่เห็นดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ ลึกที่สุดพร้อมกัน และถ่ายภาพพร้อมกันในเวลานั้น)_ให้ผู้สังเกตการณ์ถ่ายภาพสุริยุปราคาในเวลาที่ดวงจันทร์บังลึกมากที่สุด แล้วช่วงเวลาก่อนและหลัง 20 นาที แต่ละภาพเว้นห่างกัน 2 นาที

ตัวอย่างเช่น

ที่**หอดูดาวภูมิภาคฯ ฉะเชิงเทรา** และ**หอดูดาวภูมิภาคฯ สงขลา** ดวงจันทร์บังดวงอาทิตย์ลึกสุดเวลา 05:08 UT ดั้งนั้น ต้องถ่ายภาพตามเวลาดังตารางต่อไปนี้

ช่วงเวลา	เวลาที่ถ่ายภาพ (UT)
สุริยุปราคาขาเข้า	04:48
	04:50
	04:52
	04:54
	04:56
	04:58
	05:00
	05:02
	05:04
	05:06
สุริยุปราคาบังลึกที่สุด	05:08
สุริยุปราคาขาออก	05:10
	05:12
	05:14
	05:16
	05:18
	05:20
	05:22
	05:24
	05:26
	05:28

<u>รูปที่ 28</u> : ตารางแสดงเวลาที่ดวงจันทร์บังลึกที่สุดบนเส้น SME-Line ของหอดูดาว 2 แห่ง คือ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรฯ ฉะเชิงเทรา และหอดูดาวเฉลิมพระเกียรติฯ สงขลา



<u>รูปที่ 29</u> : ภาพแผนที่ประเทศไทยแสดงภาพจำลองสุริยุปราคาบางส่วน ขณะบังลึกที่สุด ของวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ.2562 จากหอดูดาวภูมิภาคฯฉะเชิงเทรา และหอดูดาวภูมิภาคฯ สงขลา ซึ่งทำการสังเกตการณ์สุริยุปราคาบังลึกที่สุดพร้อมกัน

<u>หากท่านใดที่ต้องการถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนตั้งแต่เริ่มปรากฏการณ์จนสิ้นสุดก็สามารถทำได้เช่นกัน</u>

5. การตั้งชื่อภาพและการแชร์ข้อมูล

หลังจากที่ท่านทำการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพปรากฏการณ์สุริยุปราคาบางส่วน เรียบร้อยแล้ว ท่านสามารถดำเนินการเปลี่ยนชื่อไฟล์ภาพที่ถ่าย รวมทั้งแจ้งสถานที่เก็บข้อมูลภาพถ่าย เพื่อแชร์และใช้เป็นข้อมูลในการศึกษาโครงงานดาราศาสตร์ต่อไป

1. **เลือกภาพถ่ายที่จุด SME-Line**

   ให้เลือกภาพถ่ายเฉพาะภาพถ่ายที่เกิดสุริยุปราคาบังลึกที่สุด SME-Line เท่านั้น โดยที่ผู้สังเกตการณ์แต่ละที่จะมีจะสังเกตเห็น SME-Line ไม่เท่ากัน (วิธีการเลือก จุด SME-Line ศึกษาจาก **ข้อ 4 การวางแผนการถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูล**

2. **การตั้งชื่อภาพถ่าย**

   เมื่อทำการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพสุริยุปราคาบางส่วนได้แล้ว ให้ตั้งชื่อภาพถ่ายด้วยเวลาที่ทำการถ่ายภาพ เช่น **05-08UT** เป็นชื่อไฟล์ภาพที่ถ่ายตอน **05:08 UT** แล้วตามด้วยชื่อโรงเรียน (ภาษาอังกฤษ) ตัวอย่างเช่น

   โรงเรียนนาริทวิทยา ทำการถ่ายภาพที่เวลา **05:08 UT**

   ให้เปลี่ยนชื่อไฟล์ที่จุด SME-Line เป็น > **05-08UT_NARITwittaya**

3. **การส่งไฟล์ภาพและการแชร์ข้อมูล**

   เพื่อเป็นการแชร์ข้อมูลและนำไปใช้ในการคำนวณหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ ซึ่งจำเป็นต้องมีภาพถ่ายจากการสังเกตการณ์สุริยุปราคาบางส่วน ณ จุด SME-Line อย่างน้อยที่สัมพันธ์กัน 2 จุด

   ท่านที่ทำการสังเกตการณ์ ณ จุด SME-Line ได้ ทุกท่าน กรุณานำข้อมูลมาแชร์ลงบน **Google Drive** เพื่อนำไปวิเคราะห์ข้อมูลและหาระยะห่างจากโลกถึงดวงจันทร์ต่อไป

   กรุณาอัพโหลดไฟล์ที่

   Google Drive >> gg.gg/NARIT-SolarEclipse2019

   หรือลิงค์ >> http://bit.ly/2Sp5vuR

ติดต่อสอบถามหรือสอบถามเรื่องการเก็บข้อมูลได้ที่

สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
260 อุทยานดาราศาสตร์สิรินธร (สำนักงานใหญ่) ม.4 ต.ดอนแก้ว อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ 50180
โทรศัพท์ : 053-121268 ต่อ 305 (คุณพิสิฏฐ, คุณคมสันต์)
โทรศัพท์ (มือถือ) : 085-0453963 (คุณพิสิฏฐ)
: 088-2524424 (คุณคมสันต์)