การพัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือด้วยดาราศาสตร์

The Development of Computational Processing Program of Celestial Position by the Principles of Astronomy

พีรศิลป์ อนันยวราคม[1] และ ฤชา รัตนศีล[2]
Peerasin Ananyawarakorn[1] and Ruechaa Rattanaseen[2]

Received : March 16, 2021
Revised : April20, 2021
Accepted : April 20, 2021

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมคำนวณเพื่อหาตำบลที่เรือจากดาวฤกษ์ ด้วยกระบวนการทางดาราศาสตร์ โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ สามารถประมวลผลการคำนวณตามลำดับ 5 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยการหาค่าสูงจริง การปรับวันและเวลาตามมาตรฐานกรีนิช การหามุมเมริเดียน การหาเดคลิเนชัน การหามุมแอซิมัท และระยะอินเตอร์เซปต์ โดยค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้มีค่าความถูกต้องกว่าการคำนวณจากเครื่องคิดเลขโดยนักเรียนนายเรือ ทำให้สามารถบอกเส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของตำบลที่เรือได้แม่นยำกว่า ลดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณได้มากกว่า อีกทั้งโปรแกรมดังกล่าวสามารถสนับสนุนการฝึกเดินเรือในทะเลเปิด อันเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับนักเรียนนายเรือพรรคนาวินทุกนาย สามารถกระชับเวลาการฝึกเดินเรือดาราศาสตร์ได้เป็นอย่างดี ทำให้นักเรียนนายเรือมีเวลาสำหรับทบทวนการฝึกในแต่ละวันมากยิ่งขึ้น รวมถึงประหยัดทรัพยากรจากการแจกปฏิทินเดินเรือและมาตรา Increments and Corrections สำหรับใช้ในการฝึกภาคทะเลอีกด้วย

คำสำคัญ: โปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือ/การเดินเรือดาราศาสตร์/การหาตำบลที่เรือด้วยวัตถุท้องฟ้า

[1] นักศึกษาวิทยาลัยการทัพเรือ
Naval War College, Naval Education Department
E-mail: prabparapak_311@hotmail.com
[2] ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กองวิชาคณิตศาสตร์ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ
Assistant Professor, Department of Mathematics, Academic Branch, Royal Thai Naval Academy
E-mail: ruechaa@gmail.com

Abstract

This study aims to develop a computational processing program so as to locate one's positions on the earth by angular measurement of planetary bodies – stars, and visible horizon under the astronomical navigation principles. The computerized database was analyzed under the five procedures of plotting a line of position which include 1) Observation of the Altitude 2) Meridian and Hour Angle Measurement 3) Declination 4) Azimuth Angles and 5) Intercept. The numerical data calculated by this program are more accurate than estimating by scientific calculators for they provide the precise intercept calculation, minimizing the chance of error in celestial navigation. These five procedures of position line calculation are regarded as a training requirement for all naval cadets serving in the RTN General Line; therefore, this computational program can be used as navigation aids during an open sea training.

This computational program can reduce time range for navigation calculation so cadet have more time for feedback after training sessions. As well, this can save energy by reducing the use of paper for printing the Nautical Almanac as well as Increments and Corrections.

Keywords: Computational Processing Program of Celestial Position/Celestial Navigation/Plotting Procedures of Celestial Position

1. บทนำ

วัตถุประสงค์หนึ่งของแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ.2560 – 2579) [1] คือเพื่อพัฒนาระบบและกระบวนการจัดการศึกษาที่มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ โดยให้สถาบันการศึกษาและหน่วยงานที่จัดการศึกษาผลิตบัณฑิตที่มีความเชี่ยวชาญและเป็นเลิศเฉพาะด้าน โรงเรียนนายเรือซึ่งเป็นสถาบันอุดมศึกษาของกองทัพเรือ มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ความรู้นักเรียนนายเรือด้านวิชาการตามมาตรฐานการศึกษาของสถาบันการศึกษาในระดับปริญญาตรีด้านวิทยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ตามความต้องการของกองทัพเรือ อีกทั้งให้ความรู้และเพิ่มพูนประสบการณ์ในการเดินเรือและพื้นฐานวิชาชีพทหารเรือทั้งทางภาคทฤษฎีและปฏิบัติอย่างเพียงพอที่จะศึกษาต่อด้านวิชาชีพทหารเรือชั้นสูงตามพรรค – เหล่าต่าง ๆ ต่อไป เนื่องจากการสร้างนักเดินเรือจำเป็นต้องอาศัยการฝึกและประสบการณ์จริงจากการออกเรือ ดังนั้นการฝึกภาคทะเลของนักเรียนนายเรือจึงเป็นโอกาสสำคัญในการพัฒนานักเดินเรือมืออาชีพ เพื่อให้ได้นายทหารเรือที่มีความพร้อมสำหรับการปฏิบัติงานที่ได้รับมอบหมายจากกองทัพเรือในอนาคต ถึงแม้ว่าในปัจจุบันการเดินเรือจะไม่ยากลำบากเท่าสมัยอดีต เนื่องจากมีอุปกรณ์ติดตั้งในเรือช่วยอำนวยความสะดวก หรือ

เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ซึ่งได้รับการพัฒนาตามวิทยาการที่ก้าวหน้ายิ่งขึ้นตามยุคสมัย แต่หากอยู่ในสภาวการณ์ที่ไม่สามารถใช้อุปกรณ์เดินเรือเหล่านั้นได้ เช่น ไฟฟ้าดับ เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เสีย สัญญาณดาวเทียม GPS โดนรบกวนทำให้ไม่มีสัญญาณ หรือสถานีควบคุมไม่สามารถตรวจสอบดาวเทียมได้ตลอดเวลา เป็นต้น อีกทั้งวิทยาลัยกองทัพเรือสหรัฐ (US Naval Academy) [2] มองเห็นว่าในอนาคตมีความเป็นไปได้ที่ระบบ GPS อาจต้องปิดชั่วคราวเพื่อป้องกันไม่ให้ศัตรูเข้ามาใช้งาน หรืออาจโดนสัญญาณ GPS ปลอมหลอกได้ ด้วยเหตุดังกล่าวการเดินเรือจึงไม่ควรพึ่งพาแต่เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์เพียงอย่างเดียว ทั้งนี้การเดินเรือดาราศาสตร์ (Celestial Navigation) เป็นสิ่งสำคัญที่นักเรียนนายเรือพรรคนาวินทุกนายจำเป็นต้องเรียนรู้และฝึกฝนจนชำนาญ ซึ่งเป็นทักษะของวิธีการเริ่มแรกที่มนุษย์ใช้ในการเดินเรือข้ามมหาสมุทร หรือเมื่อเรืออยู่ห่างจากฝั่งจนไม่สามารถมองเห็นที่หมายบนฝั่งได้ โดยนักเดินเรือจะใช้ดวงดาวบนท้องฟ้า คือ ดาวฤกษ์ ดาวเคราะห์ ดวงอาทิตย์ และดวงจันทร์ เพื่อนำทาง จากความรู้ที่ได้ศึกษาในวิชาดาราศาสตร์ประกอบกับวิชาตรีโกณมิติทรงกลมนำมาใช้คำนวณทำให้ได้เส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของเรือในทะเล โดยดวงดาวที่นิยมใช้ คือ ดาวฤกษ์ เนื่องจากสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน หรืออาจใช้ดวงจันทร์ในเวลากลางคืนและดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน เนื่องจากวัตถุในกลุ่มนี้มีข้อมูลพิกัดที่ชัดเจนในปฏิทินเดินเรือ (The Nautical Almanac) [3]

จากปัญหาและความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือโดยกระบวนการทางดาราศาสตร์ ด้วย Microsoft Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ เป็นเครื่องมือช่วยคำนวณโดยนักเรียนนายเรือต้องมีความรู้ความเข้าจากการศึกษาในวิธีการหาตำบลที่เรือ โดยใช้เส้นตำบลที่ของวัตถุท้องฟ้า การเปิดปฏิทินเดินเรือ/มาตราสำเร็จ และวิธีการคำนวณต่าง ๆ จึงสามารถใช้โปรแกรมที่พัฒนานี้ได้อย่างถูกต้อง ทำให้สามารถลดเวลาสำหรับการคำนวณหาเส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของเรือจากความสูงของดาวฤกษ์ 3 ดวง ที่นักเรียนนายเรือต้องจดบันทึกและรายงานผลทั้งช่วงเช้าและช่วงเย็น ทำให้นักเรียนนายเรือมีเวลาสำหรับทบทวนการฝึกในแต่ละวันมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังมีประโยชน์สำหรับผู้สอน/ผู้ฝึก ทำให้สามารถกระชับเวลาการฝึกเดินเรือดาราศาสตร์ได้เป็นอย่างดี และประหยัดทรัพยากรจากการแจกปฏิทินเดินเรือ และมาตรา Increments and Corrections [4] ลดปริมาณการใช้กระดาษได้อย่างเป็นรูปธรรมในการฝึกภาคทะเลอีกด้วย

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อพัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือจากเส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของเรือจากความสูงของดาวฤกษ์ 3 ดวง ด้วยกระบวนการทางดาราศาสตร์ ลดความคลาดเคลื่อนจากการคำนวณได้อย่างแม่นยำ

2.2 เพื่อสนับสนุนการฝึกเดินเรือดาราศาสตร์ ประหยัดทรัพยากรจากการแจกปฏิทินเดินเรือ และมาตรา Increments and Corrections ในการฝึกภาคทะเลของนักเรียนนายเรือ

2.3 เพื่อเปรียบเทียบผลการคำนวณจากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขโดยนักเรียนนายเรือในแต่ละขั้นตอน

3. ขอบเขตของการวิจัย

ดำเนินการพัฒนาโปรแกรมคำนวณเพื่อหาตำบลที่เรือจากดาวฤกษ์ตามกระบวนการทางดาราศาสตร์ [5] แบ่งการคำนวณเป็นลำดับ 5 ขั้นตอน ประกอบด้วย

ขั้นตอนที่ 1 การหาความสูงซึ่งวัดจากดาวฤกษ์ปรับแก้อัตราจนได้ค่าสูงจริงหรือสูงวัด (Observed Altitude: Ho)

ขั้นตอนที่ 2 การปรับวันและเวลาตามมาตรฐานกรีนิช

ขั้นตอนที่ 3 การหามุมเวลากรีนิช (Greenwich Hour Angle: GHA) การหามุมเวลาตำบลที่ (Local Hour Angle: LHA) และการหามุมเมริเดียน (Meridian Angle: t)

ขั้นตอนที่ 4 การหาเดคลิเนชัน (Declination : d)

ขั้นตอนที่ 5 การหาค่าสูงคำนวณ (Computed Altitude: Hc) การหาระยะอินเตอร์เซปต์ (Intercept: a) การหามุมแอซิมัท (Azimuth Angle: Z) และการหาค่าแอซิมัทจริง (True Azimuth: Zn)

โดยแสดงผลการคำนวณทั้งหมดด้วยแบบฟอร์ม Sight Reduction ที่สามารถสั่งพิมพ์ได้ชัดเจน ซึ่งการวิจัยในครั้งนี้ทำให้สามารถพัฒนากระบวนการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ด้วยการพัฒนาโปรแกรมจาก Microsoft Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมทางด้านคำนวณหนึ่งในชุด Microsoft Office ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดวส์ (Windows) ที่ได้รับความนิยมในตลาดคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมากกว่า 90% ของการใช้งานทั่วโลก ส่งผลให้สามารถเข้าถึงโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นได้ง่าย

4. วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานของโครงการวิจัยมีขั้นตอนปฏิบัติ ดังนี้

4.1 ศึกษาข้อมูลเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเดินเรือดาราศาสตร์ในการหาตำบลที่เรือจากดาวฤกษ์

4.2 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรม Microsoft Excel ให้เป็นไปตามขั้นตอนการคำนวณเพื่อหาค่าสำหรับหาเส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของเรือ รวมถึงการนำข้อมูลปฏิทินเดินเรือ และมาตรา Increments and Corrections ในช่วงเวลาที่ต้องการใช้สำหรับการคำนวณแทรกไว้ในโปรแกรม และมีความพร้อมสำหรับการปรับปรุงข้อมูลให้มีความทันสมัยกับช่วงเวลาที่ฝึกเดินเรือดาราศาสตร์เสมอ โดยแสดงผลในรูปแบบของแบบฟอร์มการบันทึกค่าในแต่ละขั้นตอนของแต่ละดาวฤกษ์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถพิมพ์เป็นเอกสารประมวลผลที่ชัดเจน

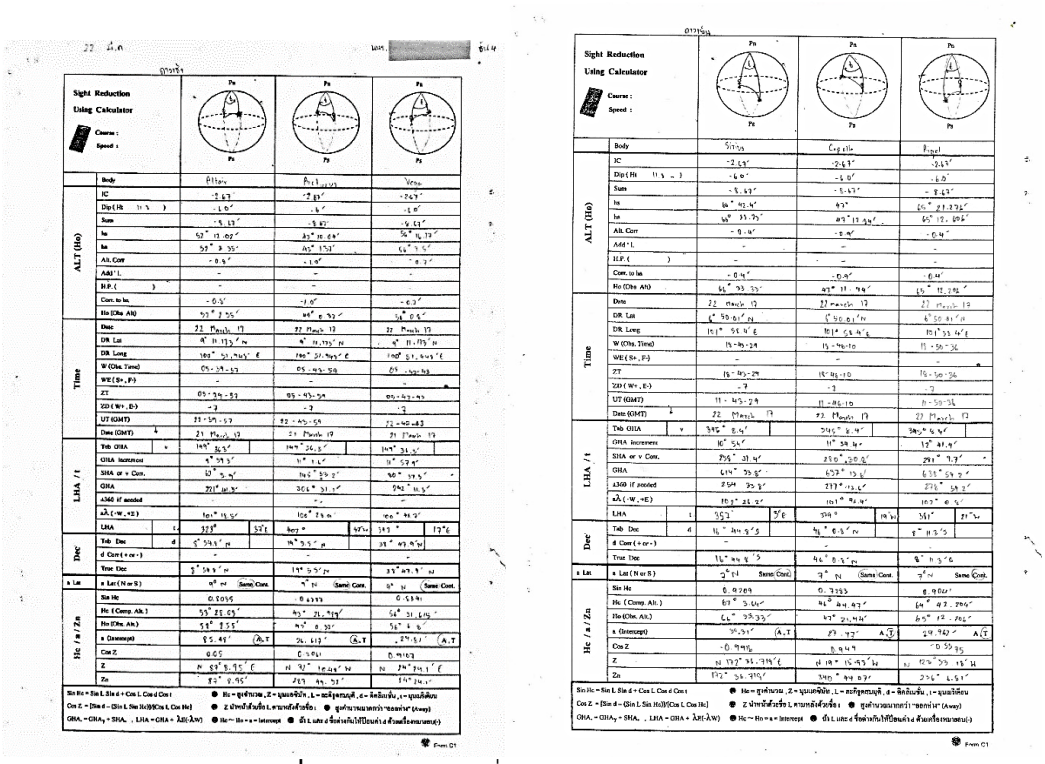
4.3 ติดตั้งโปรแกรมที่ถูกพัฒนาเสร็จสมบูรณ์แล้วในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของนักเรียนนายเรือหรือส่วนกลางของกองวิชาเดินเรือ/กองการฝึก เพื่อเป็นทางเลือกให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ตามสะดวก

4.4 ตรวจสอบและติดตามผลการใช้งาน พร้อมแก้ไขหากมีข้อขัดข้อง

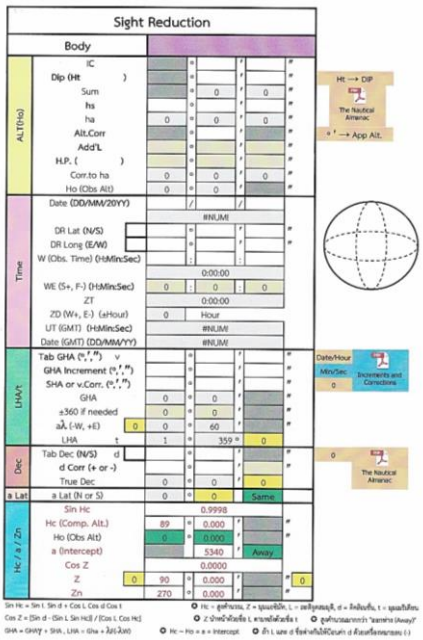
4.5 สรุปและวิเคราะห์ผลการวิจัย

5. ผลการวิจัย

5.1 ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือด้วย Microsoft Excel ให้สามารถแสดงผลในแต่ละขั้นตอนของการคำนวณด้วยแบบฟอร์ม Sight Reduction ซึ่งแสดงผลที่ได้จากการวัดดาวฤกษ์ในแต่ละดวง โดยเปรียบเทียบกับแบบฟอร์มต้นแบบที่นักเรียนนายเรือทำการคำนวณและจดบันทึกด้วยตนเองในช่วงการฝึกภาคทะเล ดังรูปที่ 1 (รูปที่ 1.1 – รูปที่ 1.2)

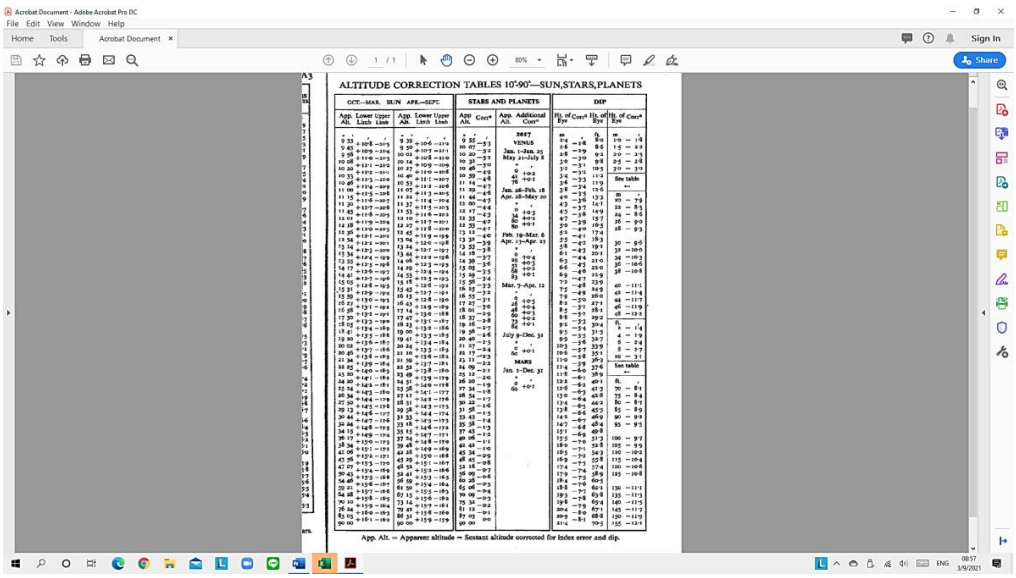


รูปที่ 1.1 แบบฟอร์มที่บันทึกโดยนักเรียนนายเรือ

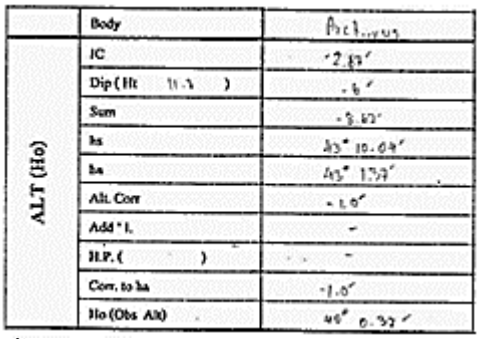


รูปที่ 1.2 แบบฟอร์ม Sight Reduction จากโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

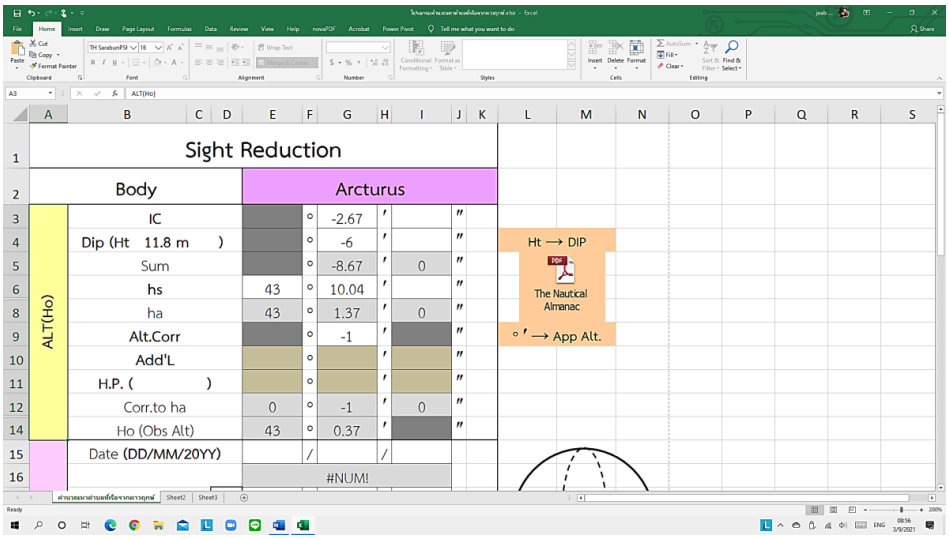
5.2 คำนวณในขั้นตอนที่ 1 โดยการหาความสูงของดาวฤกษ์ที่วัดได้จากเครื่องวัดแดดและแก้อัตราต่าง ๆ จากปฏิทินเดินเรือ ซึ่งสามารถเปิดข้อมูลได้ในโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ ดังแสดงในรูปที่ 2 จะได้ค่าสูงจริงหรือสูงวัด (Observed Altitude: Ho) นำผลที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรมเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขโดยนักเรียนนายเรือ ทั้งตัวอย่างดาวฤกษ์ในช่วงเช้าและช่วงเย็น ดังรูปที่ 3 (รูปที่ 3.1 – รูปที่ 3.2) และรูปที่ 4 (รูปที่ 4.1 – รูปที่ 4.2) ตามลำดับ



รูปที่ 2 แสดงข้อมูลจากปฏิทินเดินเรือที่แทรกอยู่ในโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น

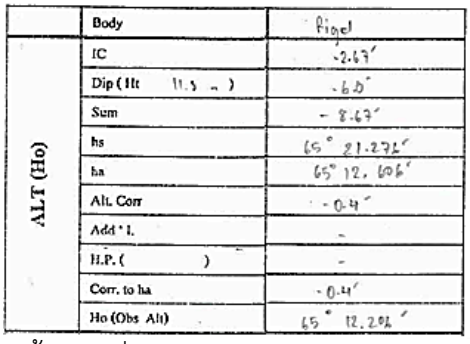


รูปที่ 3.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 1 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยนักเรียนนายเรือ



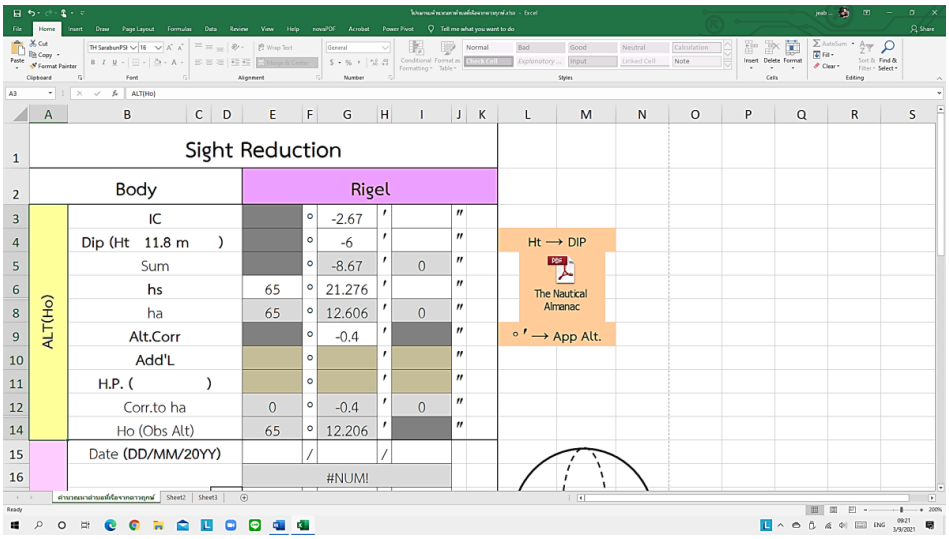
	Sight Reduction								
	Body	Arcturus							
ALT(Ho)	IC		°	-2.67	′		″	Ht ⟶ DIP	
	Dip (Ht 11.8 m)		°	-6	′		″		
	Sum		°	-8.67	′	0	″	The Nautical Almanac	
	hs	43	°	10.04	′		″		
	ha	43	°	1.37	′	0	″	° ′ ⟶ App Alt.	
	Alt.Corr		°	-1	′		″		
	Add'L		°		′		″		
	H.P. ( )		°		′		″		
	Corr.to ha	0	°	-1	′	0	″		
	Ho (Obs Alt)	43	°	0.37	′		″		
	Date (DD/MM/20YY)			/		/			
	#NUM!								

รูปที่ 3.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 1 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น



	Body	Rigel
ALT (Ho)	IC	-2.67′
	Dip (Ht 11.8 m)	-6.0′
	Sum	- 8.67′
	hs	65° 21.272′
	ha	65° 12. 606′
	Alt. Corr	- 0.4′
	Add'l.	-
	H.P. ( )	-
	Corr. to ha	- 0.4′
	Ho (Obs Alt)	65° 12.202′

รูปที่ 4.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 1 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยนักเรียนนายเรือ



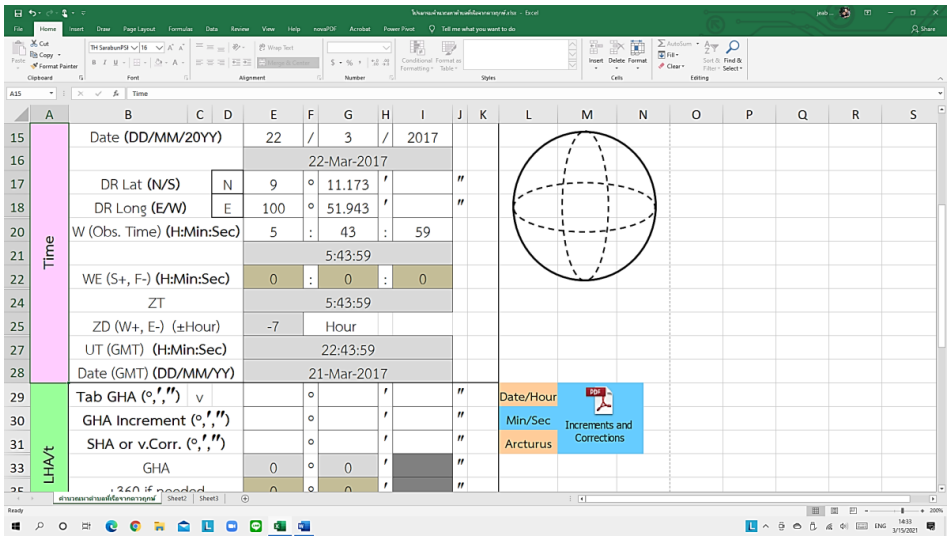
	Sight Reduction								
	Body	Rigel							
ALT(Ho)	IC		°	-2.67	′		″	Ht ⟶ DIP	
	Dip (Ht 11.8 m)		°	-6	′		″		
	Sum		°	-8.67	′	0	″	The Nautical Almanac	
	hs	65	°	21.276	′		″		
	ha	65	°	12.606	′	0	″	° ′ ⟶ App Alt.	
	Alt.Corr		°	-0.4	′		″		
	Add'L		°		′		″		
	H.P. ( )		°		′		″		
	Corr.to ha	0	°	-0.4	′	0	″		
	Ho (Obs Alt)	65	°	12.206	′		″		
	Date (DD/MM/20YY)			/		/			
	#NUM!								

รูปที่ 4.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 1 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

5.3 คำนวณในขั้นตอนที่ 2 โดยการปรับวันและเวลาให้เป็นไปตามมาตรฐานกรีนิช ดังแสดงภาพการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการคำนวณของนักเรียนนายเรือกับผลจากการใช้โปรแกรมคำนวณที่พัฒนาขึ้นในรูปที่ 5 (รูปที่ 5.1 – รูปที่ 5.2) และรูปที่ 6 (รูปที่ 6.1 – รูปที่ 6.2) สำหรับตัวอย่างดาวฤกษ์ในช่วงเช้าและช่วงเย็น ตามลำดับ

Time	Date	22 March 17
	DR Lat	9° 11.173′ N
	DR Long	100° 51.943′ E
	W (Obs. Time)	05 - 43 - 59
	WE (S+, F-)	-
	ZT	05 - 43 - 59
	ZD (W+, E-)	- 7
	UT (GMT)	22 - 43 - 59
	Date (GMT)	21 March 17

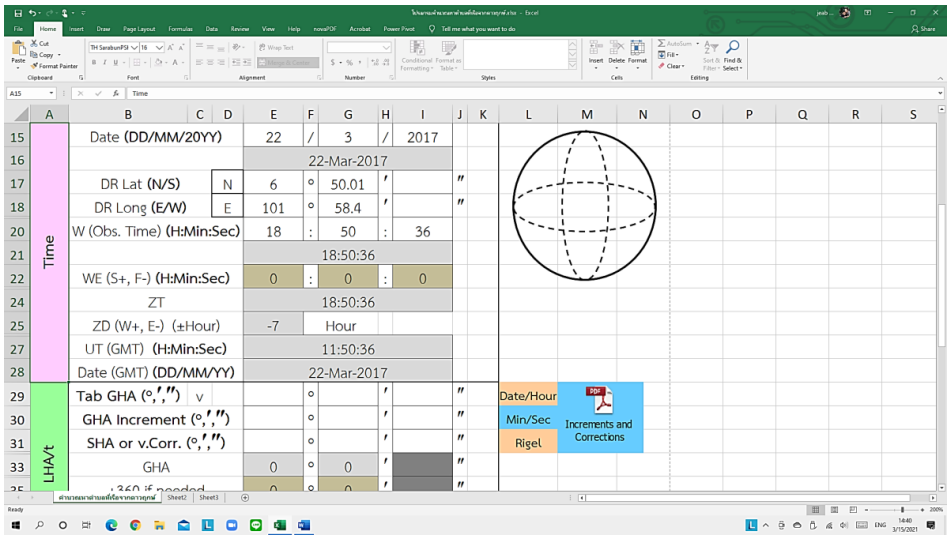
รูปที่ 5.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยนักเรียนนายเรือ



รูปที่ 5.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

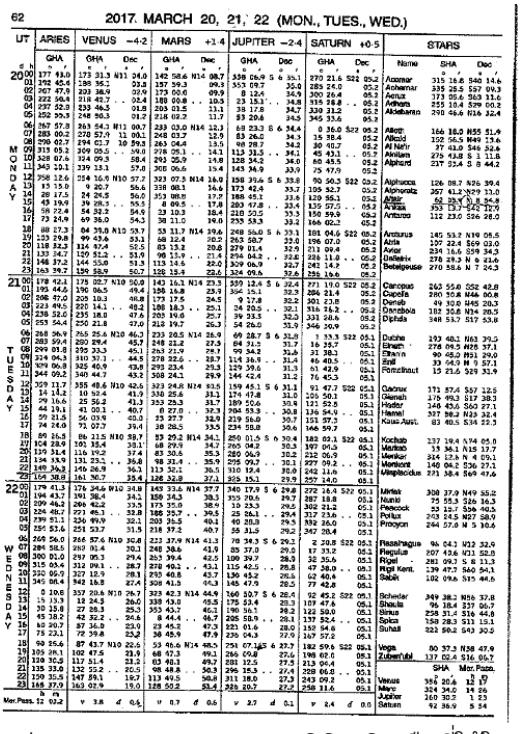
Time	Date	22 March 17
	DR Lat	8° 50.81′ N
	DR Long	101° 33.4′ E
	W (Obs. Time)	18 - 50 - 36
	WE (S+, F-)	-
	ZT	18 - 50 - 36
	ZD (W+, E-)	- 7
	UT (GMT)	11 - 50 - 36
	Date (GMT)	22 March 17

รูปที่ 6.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยนักเรียนนายเรือ

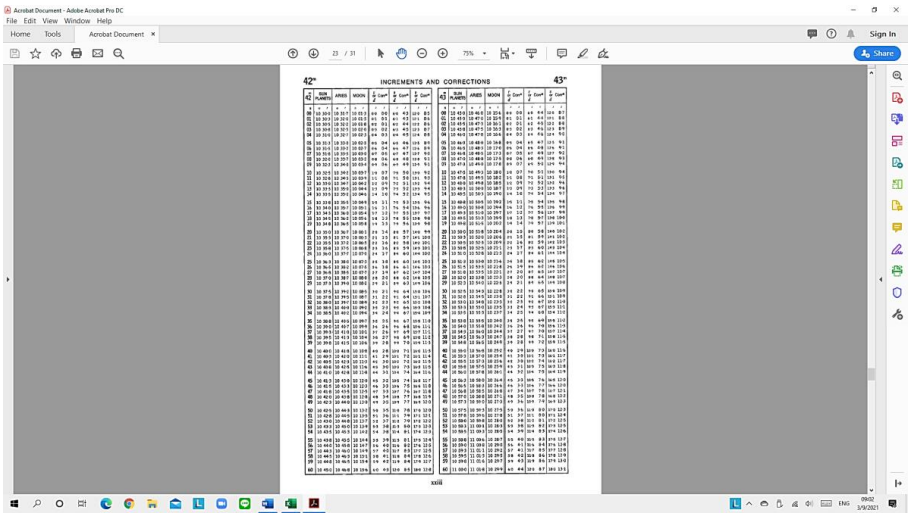


รูปที่ 6.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 2 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

5.4 คำนวณในขั้นตอนที่ 3 เป็นการหามุมเวลาตำบลที่ (Local Hour Angle: LHA) ทำให้ได้มุม t หรือมุมเมริเดียน (Meridian Angle) สำหรับการคำนวณของรูปสามเหลี่ยมดาราศาสตร์ โดยได้จากค่าของ Tab GHA (Greenwich Hour Angle) และมุมเวลาไซดอเรียล (Sidereal Hour Angle: SHA) ซึ่งเป็นข้อมูลในปฏิทินเดินเรือที่แทรกไว้ในโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 7 และค่า GHA ได้จากมาตราที่เรียกว่า Increments and Corrections ซึ่งแทรกไว้ในโปรแกรมนี้เช่นกัน ดังแสดงในรูปที่ 8

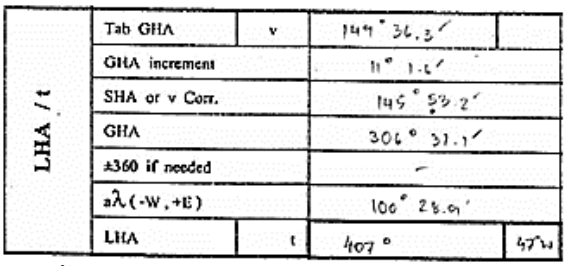


รูปที่ 7 แสดงค่า GHA และ SHA จากปฏิทินเดินเรือที่ใช้ในการคำนวณหามุม t

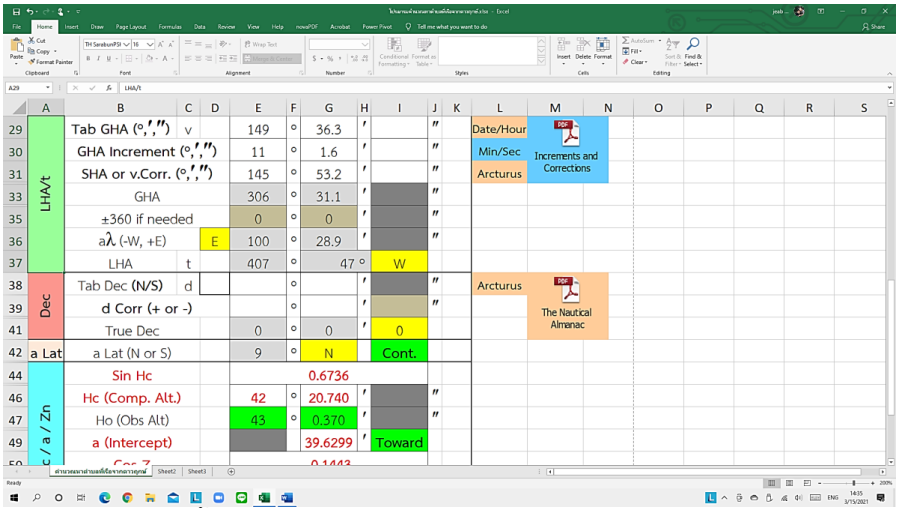


รูปที่ 8 แสดงข้อมูลจาก Increments and Corrections ที่แทรกอยู่ในโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้น

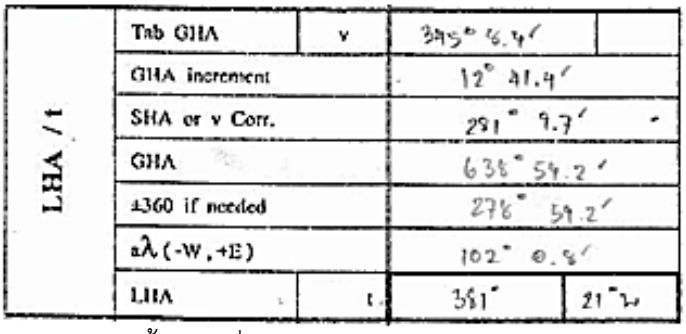
ทำการเปรียบเทียบผลจากการคำนวณด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นกับผลจากนักเรียนนายเรือ ทั้งตัวอย่างดาวฤกษ์ในช่วงเช้าและช่วงเย็น ดังรูปที่ 9 (รูปที่ 9.1 – รูปที่ 9.2) และรูปที่ 10 (รูปที่ 10.1 – รูปที่ 10.2) ตามลำดับ



รูปที่ 9.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 3 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยนักเรียนนายเรือ

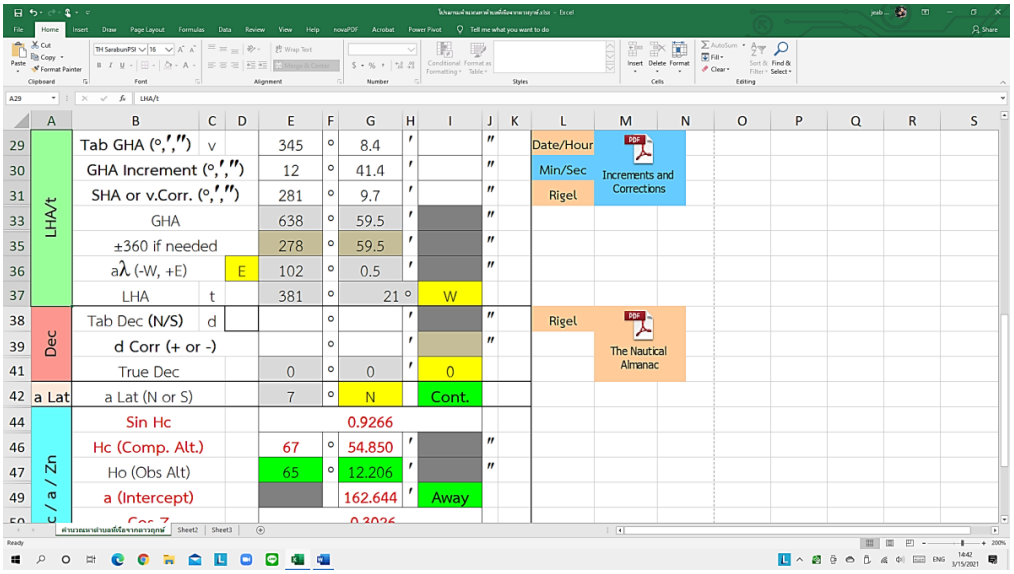


รูปที่ 9.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 3 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น



LHA / t				
	Tab GHA	v	345° 6.4′	
	GHA increment		12° 41.4′	
	SHA or v Corr.		281° 9.7′	-
	GHA		638° 54.2′	
	±360 if needed		278° 54.2′	
	aλ (-W, +E)		102° 0.8′	
	LHA	t	381°	21° W

รูปที่ 10.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 3 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยนักเรียนนายเรือ



29	LHA/t	Tab GHA (°,′,″)	v		345	°	8.4	′		″		Date/Hour	Increments and Corrections					
30		GHA Increment (°,′,″)			12	°	41.4	′		″		Min/Sec						
31		SHA or v.Corr. (°,′,″)			281	°	9.7	′		″		Rigel						
33		GHA			638	°	59.5	′		″								
35		±360 if needed			278	°	59.5	′		″								
36		aλ (-W, +E)		E	102	°	0.5	′		″								
37		LHA	t		381	°	21	°	W									
38	Dec	Tab Dec (N/S)	d			°		′		″		Rigel	The Nautical Almanac					
39		d Corr (+ or -)				°		′		″								
41		True Dec			0	°	0	′	0									
42	a Lat	a Lat (N or S)			7	°	N		Cont.									
44		Sin Hc					0.9266											
46		Hc (Comp. Alt.)			67	°	54.850	′		″								
47		Ho (Obs Alt)			65	°	12.206	′		″								
49		a (Intercept)					162.644	′	Away									

รูปที่ 10.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 3 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

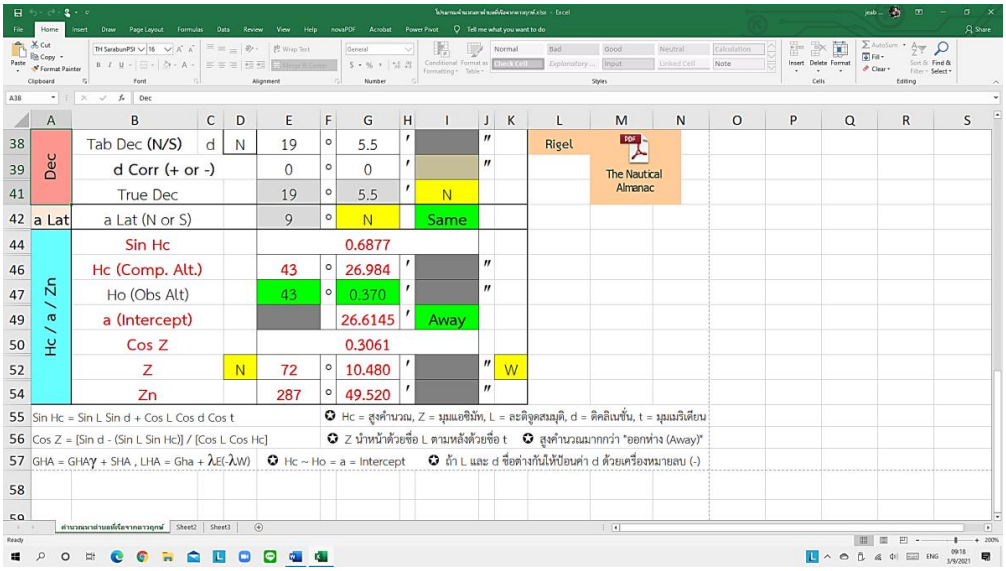
5.5 คำนวณในขั้นตอนที่ 4 เป็นการหาเดคลิเนชัน (Declination) หรือค่า d ซึ่งได้จากข้อมูลในปฏิทินเดินเรือของวันและเวลาตามมาตรฐานกรีนิชจากขั้นตอนที่ 2 ดังแสดงข้อมูลในรูปที่ 7 จากนั้นจึงคำนวณเพื่อหาค่า a Lat

ค่าที่ได้จากการคำนวณตามขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 จะถูกนำมาใช้เพื่อคำนวณต่อ สำหรับหาค่าสูงคำนวณ (Computed Altitude: Hc) ระยะอินเตอร์เซปต์ (Intercept: a) มุมแอซิมัท (Azimuth Angle: Z) และค่าแอซิมัทจริง (True Azimuth: Zn) ซึ่งโปรแกรมคำนวณจะแสดงผลลัพธ์ของค่าเหล่านี้ในขั้นตอนที่ 5 โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรมและจากการคำนวณโดยนักเรียนนายเรือด้วยเครื่องคิดเลข ทั้งตัวอย่างดาวฤกษ์ในช่วงเช้าและช่วงเย็น ดังรูปที่ 11 (รูปที่ 11.1 – รูปที่ 11.2) และรูปที่ 12 (รูปที่ 12.1 – รูปที่ 12.2) ตามลำดับ

Dec	Tab Dec	d	19° 5.5′ N	
	d Corr (+ or -)		-	
	True Dec		19° 5.5′ N	
a Lat	a Lat (N or S)		9° N	Same Cont.

Hc / a / Zn		
	Sin Hc	0.6877
	Hc (Comp. Alt.)	43° 26.984′
	Ho (Obs. Alt.)	43° 0.37′
	a (Intercept)	26.617′ A.T
	Cos Z	0.3061
	Z	N 72° 10.48′ W
	Zn	287 49.52′

รูปที่ 11.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยนักเรียนนายเรือ

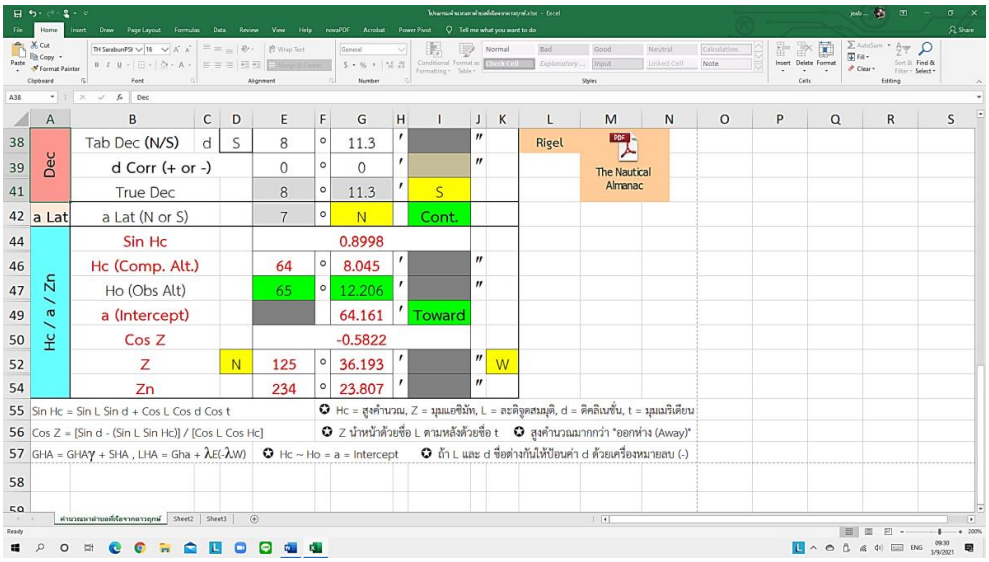


รูปที่ 11.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ของดาวฤกษ์ Arcturus ในช่วงเช้าโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

Dec	Tab Dec	d	8° 11.3′S	
	d Corr (+ or -)		-	
	True Dec		8° 11.3′S	
a Lat	a Lat (N or S)		7° N	Same Cont.

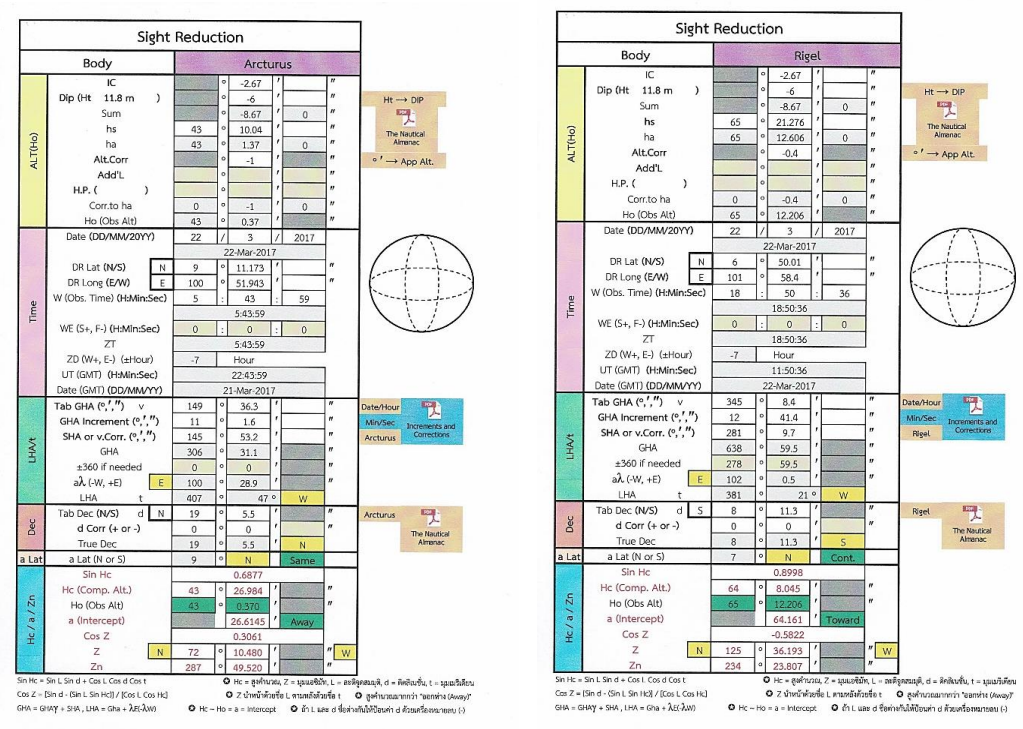
Hc / a / Zn		
	Sin Hc	0.9044
	Hc (Comp. Alt.)	64° 42.204′
	Ho (Obs. Alt.)	65° 12.206′
	a (Intercept)	29.962′ A T
	Cos Z	-0.5595
	Z	N 123° 39.18′ W
	Zn	236° 1.81′

รูปที่ 12.1 การคำนวณในขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยนักเรียนนายเรือ



รูปที่ 12.2 การคำนวณในขั้นตอนที่ 4 และขั้นตอนที่ 5 ของดาวฤกษ์ Rigel ในช่วงเย็นโดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

5.6 ผลที่ได้จากการคำนวณทั้ง 5 ขั้นตอนของโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อหาเส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของเรือจากดาวฤกษ์ สามารถพิมพ์เป็นเอกสารได้ในแบบฟอร์ม Sight Reduction ดังรูปที่ 13



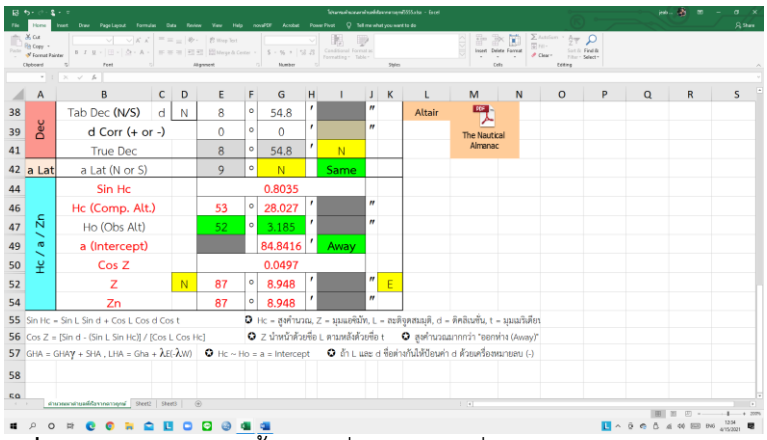
รูปที่ 13 แบบฟอร์ม Sight Reduction ที่แสดงค่าจากการคำนวณทั้ง 5 ขั้นตอน

6. อภิปรายผลการวิจัย

6.1 เปรียบเทียบผลการคำนวณจากดาวฤกษ์ในช่วงเช้าด้วยโปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือด้วยดาราศาสตร์กับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขโดยนักเรียนนายเรือ พบว่าผลการคำนวณในขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่ 4 มีค่าไม่แตกต่างกัน

6.2 เปรียบเทียบผลการคำนวณจากดาวฤกษ์ในช่วงเย็นด้วยโปรแกรมคำนวณที่พัฒนาขึ้นนี้กับผลการคำนวณด้วยเครื่องคิดเลขโดยนักเรียนนายเรือ พบความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการคำนวณค่า GHA ในขั้นตอนที่ 3 ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนจากการนำค่าที่ผิดพลาดไปคำนวณต่อในขั้นตอนที่ 5 อีกทั้งความคลาดเคลื่อนที่เกิดจากการปัดเศษของการคำนวณในแต่ละขั้นตอนก็สามารถทำให้ค่าคำนวณผิดพลาดได้เช่นกัน ซึ่งจะเห็นว่าค่าที่ผิดพลาดเพียงเล็กน้อยในขั้นตอนที่ 3 แม้จะเป็นเพียงค่าทศนิยมในตำแหน่งของลิปดา แต่ทำให้ค่าองศาในขั้นตอนที่ 5 ผิดพลาดไปได้ แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคำนวณที่ถูกพัฒนาขึ้นสามารถลดความผิดพลาดจากความประมาทให้ผลลัพธ์ได้แม่นยำกว่า การคำนวณมีความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า

6.3 โปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือด้วยดาราศาสตร์จากงานวิจัยนี้สามารถสนับสนุนการเรียนการสอนวิชาเดินเรือดาราศาสตร์และการฝึกภาคทะเลได้เป็นอย่างดี เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนของการใช้โปรแกรมนี้นักเรียนนายเรือจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานของการเดินเรือดาราศาสตร์ เช่น การอ่านมุมที่เครื่องวัดแดด การวัดสูงดาวฤกษ์ด้วยเครื่องวัดแดด และการแก้สูงดาวฤกษ์ในขั้นตอนที่ 1 อีกทั้งยังต้องเลือกใช้ข้อมูลในปฏิทินเดินเรือในขั้นตอนที่ 1 และขั้นตอนที่ 4 และเลือกใช้ข้อมูลในมาตรา Increments and Corrections ในขั้นตอนที่ 3 ถูกต้อง จึงจะได้ค่าคำนวณในขั้นตอนที่ 5 ถูกต้องเช่นกัน ส่งผลให้ได้เส้นแสดงจุดตัดที่สามารถบอกตำแหน่งของเรืออย่างแม่นยำ ซึ่งในกรณีที่ผลการคำนวณค่ามุมแอซิมัท (Z) ในขั้นตอนที่ 5 ถ้านักเรียนนายเรือที่เป็นผู้บันทึกอยู่ในทิศเหนือ N และมุมเมริเดียน (t) อยู่ในทิศตะวันตก W โปรแกรมคำนวณจะแสดงผลของค่าแอซิมัทจริง (Zn) ดังรูปที่ 11.2 และรูปที่ 12.2 เพื่อนำค่า Zn นี้ซึ่งเป็นทิศจริงไปใช้ในการหาเส้นแสดงจุดตัดตำแหน่งของเรือต่อไป แต่ถ้าผลการคำนวณค่ามุมแอซิมัท (Z) ในขั้นตอนที่ 5 ได้ค่ามุมเมริเดียน (t) อยู่ในทิศตะวันออก E แสดงว่าค่ามุมแอซิมัท (Z) เป็นทิศจริง โดยโปรแกรมคำนวณจะแสดงผลของค่าแอซิมัทจริง (Zn) เท่ากับค่ามุมแอซิมัท (Z) ดังรูปที่ 14



รูปที่ 14 การคำนวณในขั้นตอนที่ 5 ในกรณีที่มุมแอซิมัท (Z) เป็นทิศจริง

6.4 แบบฟอร์ม Sight Reduction ที่ได้จากการพัฒนาโปรแกรมคำนวณในงานวิจัยนี้มีรูปแบบที่ชัดเจนและมีข้อมูลสำคัญในการหาตำแหน่งตำบลที่เรือครบถ้วน โดยการฝึกภาคทะเลของนักเรียนนายเรือจะมีการฝึกการเดินเรือดาราศาสตร์เพื่อเพิ่มพูนทักษะและประสบการณ์ของนักเดินเรือมืออาชีพ โปรแกรมนี้สามารถลดความผิดพลาดจากการคำนวณได้เป็นอย่างดี และทำให้นักเรียนนายเรือมีเวลามากขึ้นสำหรับการทบทวนการฝึกในแต่ละวันอีกด้วย

7. ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการพัฒนาโปรแกรมคำนวณหาตำบลที่เรือด้วยกระบวนการทางดาราศาสตร์จากงานวิจัยนี้เป็นเพียงการคำนวณที่ได้จากดาวฤกษ์เท่านั้น สำหรับการเดินเรือดาราศาสตร์แล้วนักเดินเรือควรจะสังเกตจากดวงดาวในทุกช่วงเวลา โดยใช้ดาวฤกษ์ในช่วงเช้าและช่วงเย็นเนื่องจากสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจน ใช้ดวงจันทร์ในเวลากลางคืน และใช้ดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน ดังนั้นจึงควรมีการพัฒนาโปรแกรมคำนวณเพื่อหาตำบลที่เรือเพิ่มเติมในส่วนของดวงอาทิตย์และดวงจันทร์ เพื่อเป็นการสนับสนุนการฝึกเดินเรือดาราศาสตร์ของนักเรียนนายเรือได้อย่างสมบูรณ์แบบในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

[1] สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. แผนการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2560 – 2579 [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา; 2563. [สืบค้นเมื่อวันที่ 28 ก.พ. 2564]. จาก: http://www.lampang.go.th/public60/EducationPlan2.pdf

[2] US Navy renews training in celestial navigation over GPS hack fears [Internet]. Massachusetts: SOPHOS; 2015.[updated 2015 Oct 22; cited 2021 Feb 28]. Available from: https://nakedsecurity.sophos.com/2015/10/22/us-navy-renews-training-in-celestial-navigation-over-gps-hack-fears/.

[3] จรินทร์ บุญเหมาะ. ปฏิทินเดินเรือ (The Nautical Almanac). สมุทรปราการ: กองวิชาเดินเรือ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ; [ม.ป.ป.].

[4] มาตรา Increments and Corrections. สมุทรปราการ: กองวิชาเดินเรือ ฝ่ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ; [ม.ป.ป.].

[5] กองทัพเรือ. เอกสารอ้างอิงกองทัพเรือ 7704 เดินเรือดาราศาสตร์ (อทร.7704) [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพมหานคร: กองทัพเรือ; 2541. [สืบค้นเมื่อวันที่ 1 มี.ค. 2564]. จาก: http://www.ftc.navy.mi.th/km/Rtn-Ref/7704.pdf