

การหาค่าตัวเกณฑ์สำหรับการปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายน

Determination of the Threshold for Correcting the Astronomical Tide

ศุภสิทธิ์ คงดี¹ และ พินัย จินชัย²

Supasit Kongdee¹ and Pinai Jinchai²

Received: Jan 12, 2023

Revised: Feb 15, 2023

Accepted: Feb 23, 2023

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนและแนวทางในการนำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนมาใช้สำหรับหนังสือมาตราน้ำ โดยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำจริงและข้อมูลระดับน้ำทำนายนในช่วงเวลา 1 รอบของวัฏจักรน้ำขึ้น – น้ำลง ตั้งแต่ พ.ศ.2540 – 2559 โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เพื่ออธิบายลักษณะของผลต่างระหว่างน้ำจริงกับน้ำทำนายน (Residual Levels) แล้วนำมาสังเคราะห์เป็นตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายน

ผลการศึกษาพบว่า ผลต่างระหว่างระดับน้ำจริงกับระดับน้ำทำนายน (Residual Levels) ของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ ช่วงเวลาน้ำเกิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 13 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 19 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 14 เซนติเมตร สถานีวัดระดับน้ำสงขลา ช่วงเวลาน้ำเกิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 12 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 17 เซนติเมตร สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ช่วงเวลาน้ำเกิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 18 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16 เซนติเมตร ซึ่งได้สังเคราะห์เป็นตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนตามช่วงเวลาได้ดังนี้ ช่วงเวลาน้ำเกิด 1–18 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย 3 –16 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย 0–16 เซนติเมตร และจากการนำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนที่ได้มาเพื่อเปรียบเทียบกับ

¹ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กองวิชาวิศวกรรมอุทกศาสตร์ ฝ้ายศึกษา โรงเรียนนายเรือ

Assistant Professor, Department of Hydrographic Engineering, Academic Branch, Royal Thai Naval Academy
E-Mail: sukong@gmail.com

²ประจำกรมกำลังพลทหารเรือ กองทัพเรือ

Attached to Naval Personnel Department, Royal Thai Navy

E-mail: pjinchai@gmail.com

ระดับน้ำจริงที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ของปี พ.ศ.2557 ได้ค่าเฉลี่ยของผลต่างอยู่ในช่วง (-6) - 44 เซนติเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน มีค่า 5 – 11 เซนติเมตร แสดงให้เห็นว่าการนำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายน มาใช้สำหรับสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ของปี พ.ศ.2557 สามารถทำให้ค่าระดับน้ำทำนายนมีความใกล้เคียงกับ ระดับน้ำจริงมากขึ้น

คำสำคัญ: ระดับน้ำจริง ระดับน้ำทำนายน น้ำเกิด น้ำตาย Residual Levels

Abstract

This research aims to determine the threshold for correcting the astronomical tide and to study the guidelines for applying the threshold for correcting the astronomical tide in the tide table by analyzing the observed water level and the astronomical tide over a tide cycle during 1997-2016 to characterize the differences between the observed water level and the astronomical tide (Residual Levels) and then synthesized as the threshold for correcting the astronomical tide.

The results showed that Residual Levels of the Sattahip Bay tide gauge station during spring tide the highest mean was 13 centimeters, during neap tide the highest mean was 19 centimeters and during the interval between spring tide and neap tide the highest average was 14 centimeters. At Songkhla tide gauge station, during spring tide the highest mean was 12 centimeters and during neap tide the highest mean was 16 centimeters, during the interval between spring tide and neap tide the highest average was 17 centimeters. At Thap Lamu Bay tide gauge station, during spring tide the highest mean was 18 centimeter, during neap tide the highest mean was 16 centimeters and during the interval between spring tide and neap tide the highest average was 16 centimeters. The Residual Levels was synthesized as the threshold for correcting the astronomical tide according to the following period: during spring tide was 1–18 centimeters, during neap tide was 3–16 centimeters, and during the interval between spring tide and neap tide was 0–16 centimeters. Then applying the threshold for correcting the astronomical tide was used to compare with the observed water level at Thap Lamu Bay tide gauge station in 2014. The results showed that the mean difference was in the range of (-6) - 44 centimeters, the standard deviation was 5 – 11 centimeters. It shows that using the threshold for correcting the astronomical tide at Thap Lamu Bay tide gauge station in 2014 can make the astronomical tide more close to the observed water level.

Key words: Observed Water Level, Astronomical Tide, Spring Tide, Neap Tide, Residual Levels

1. บทนำ

ข้อมูลระดับน้ำทำนายเป็นข้อมูลที่มีความสำคัญนอกจากจะใช้ประโยชน์เพื่อการเดินเรือแล้วยัง มีการนำข้อมูลระดับน้ำทำนายไปใช้สนับสนุนกิจกรรมต่างๆ ในทะเล เช่น การประมง การท่องเที่ยว งานด้านวิศวกรรมชายฝั่ง เป็นต้น ตลอดจนการนำไปใช้ประกอบการศึกษาทางวิทยาศาสตร์ทางทะเล สำหรับการทำนายระดับน้ำในน่านน้ำไทย เพื่อสนับสนุนการเดินเรือ จะทำนายโดยวิธีการฮาร์โมนิค (Harmonic Method) คือการคำนวณค่า

ระดับน้ำจากอิทธิพลของแรงดึงดูดของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่กระทำต่อมวลน้ำบนผิวโลกเป็นหลัก โดยจะทำนายล่วงหน้าประมาณ 1 ปี ซึ่งการทำนายน้ำโดยการคำนวณจากแรงดึงดูดของดวงดาวที่กระทำต่อมวลน้ำบนผิวโลกนั้น มีความถูกต้องค่อนข้างสูงในช่วงที่สภาพอุตุนิยมวิทยาปกติ แต่ในช่วงที่มีการเปลี่ยนแปลงของสภาพอุตุนิยมวิทยา ที่ไม่สามารถทำนายหรือพยากรณ์ล่วงหน้าได้เป็นเวลานานๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความกดอากาศสถานะคลื่นลมแรงที่เกิดจากพายุหรือลมมรสุมตามช่วงฤดูกาล ปริมาณและช่วงเวลาที่ฝนตก จะมีผลให้ค่าระดับน้ำทำนายมีความแตกต่างจากค่าระดับน้ำที่ตรวจวัดได้จริงค่อนข้างมาก ดังนั้นเพื่อให้การให้บริการข้อมูลระดับน้ำทำนาย มีความถูกต้องใกล้เคียงกับระดับน้ำจริงมากที่สุด จึงต้องมีการศึกษาหาค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายและแนวทางในการนำข้อมูลตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายมาใช้สำหรับหนังสือมาตรฐานน้ำ

2. วัตถุประสงค์

2.1 เพื่อหาค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายบริเวณฝั่งอ่าวไทยจำนวน 2 สถานี คือสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัทธิ์และสถานีวัดระดับน้ำสงขลา และบริเวณฝั่งทะเลอันดามันจำนวน 1 สถานี คือสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ

2.2 เพื่อศึกษาแนวทางในการนำข้อมูลตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายมาใช้สำหรับหนังสือมาตรฐานน้ำ

3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 การวิเคราะห์และทำนายน้ำขึ้น - น้ำลง วิธีฮาร์โมนิกเป็นวิธีการทำนายความสูงของระดับน้ำ โดยใช้สมมุติฐานว่าระดับน้ำจริงที่ตรวจวัดได้ คือ ผลรวมของระดับน้ำย่อยๆ จำนวนมาก ซึ่งระดับน้ำย่อยแต่ละตัวจะมีคาบแอมพลิจูดและเฟสที่ต่างกัน กล่าวคือคาบตอบสนองต่ออิทธิพลทางดาราศาสตร์ที่เป็นสาเหตุของแรงที่ทำให้เกิดน้ำขึ้นน้ำลง โดยมีความสัมพันธ์กับตำแหน่งสัมพันธ์ระหว่างโลก - ดวงจันทร์ และดวงอาทิตย์ และแอมพลิจูด หรือความสูงโดยเฉลี่ย และเฟส หรือเวลาระหว่างอิทธิพลทางดาราศาสตร์ ผ่านตำบลที่อ้างอิงกับเวลาน้ำขึ้นเต็มที่ของระดับน้ำย่อยนั้นๆ โดยแอมพลิจูดและเฟสของระดับน้ำย่อยแต่ละตัวจะมีค่าเฉพาะในแต่ละตำบลที่ ดังนั้นการหาค่าแอมพลิจูด และเฟส ของระดับน้ำย่อย ณ ตำบลที่ใดๆ ต้องการการตรวจวัดระดับน้ำเป็นระยะเวลานาน เมื่อเทียบกับคาบของระดับน้ำย่อย [1] ปัจจุบันได้ค้นพบระดับน้ำย่อยแล้วกว่า 400 ค่า แต่ระดับน้ำย่อยหลักดังตารางที่ 1 เป็นระดับน้ำย่อยที่มีอิทธิพลมากที่สุด

ตารางที่ 1 ระดับน้ำย่อยหลัก [2]

ชื่อของระดับน้ำย่อย	สัญลักษณ์	คาบ (ชั่วโมง)	ขนาด (เปรียบเทียบกับ M2)
Principal Lunar	M2	12.42	1.00
Principal Solar	S2	12.00	0.466
Luni - Solar Diurnal	K1	23.93	0.584
Principal Lunar Diurnal	O1	25.82	0.415

3.2 ความคลาดเคลื่อนของการทำนายน้ำ ในช่วงที่มีการเปลี่ยนของสภาพอุตุนิยมวิทยา ที่ไม่สามารถทำนายหรือพยากรณ์ล่วงหน้าได้เป็นเวลานานๆ ได้แก่ การเปลี่ยนแปลงความกดอากาศ ซึ่งทุกๆ หนึ่งมิลลิบาร์จะทำให้ระดับน้ำเปลี่ยนแปลงในทางตรงกันข้ามหนึ่งเซนติเมตร และสภาวะคลื่นลมแรงที่เกิดจากพายุหรือลมมรสุมตามช่วงฤดูกาล จะส่งผลให้ค่าระดับน้ำที่ตรวจวัดได้มีความแตกต่างจากค่าระดับน้ำที่ได้ทำนายไว้ล่วงหน้า 1 ปี [3]

3.3 มาตรฐานน้ำ (Tide Tables) คือ ตารางที่แสดงเวลาและระดับความสูงของระดับน้ำ ที่ได้จากการทำนายล่วงหน้าของตำบลที่หนึ่งๆ ซึ่งรูปแบบของเวลาและค่าระดับความสูงของระดับน้ำจะแตกต่างกันไปในแต่ละประเทศ ดังตัวอย่างต่อไปนี้

3.3.1 มาตรฐานน้ำของประเทศไทย ที่ทำนายโดยกรมอุทกศาสตร์ นั้น มีรูปแบบแสดงการขึ้นลงของระดับน้ำเป็นรายชั่วโมงและค่าความสูงของระดับน้ำวัดจากค่าระดับน้ำลงต่ำสุด ซึ่งเป็นเส้นเกณฑ์ในแผนที่เดินเรือ [4] ดังรูปที่ 1

อ่าวสัตหีบ (ชลบุรี)																								83
Ao Sattahip (Chon Buri)																								
ละติจูด (Lat) 12° 38' 42" N(0)												ลองจิจูด (Long) 100° 52' 55" E(E)												
พายุภัยิกาน ๒๕๕๙												November 2016												
วัน/ปี	เวลา	HOURS																						
DATE	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
สูงน้ำขึ้นน้ำลง																								
HEIGHTS OF WATER IN METERS																								
1	15	16	19	22	24	27	28	29	28	27	26	25	24	25	25	26	26	26	24	22	19	17	15	13
2	13	15	17	20	23	26	28	29	29	28	27	26	25	25	26	26	26	25	23	20	17	15	13	
3	12	13	15	18	21	24	27	29	29	29	28	27	26	26	26	26	26	25	23	21	18	15	13	
4	12	12	14	16	20	23	26	28	29	29	29	27	26	26	26	26	26	25	24	22	19	16	14	
5	12	12	13	15	18	21	24	27	29	29	29	28	27	26	26	26	26	26	24	23	20	17	15	
6	13	12	12	13	16	19	22	25	27	29	29	29	28	27	27	26	26	25	25	23	21	19	16	
7	14	13	12	13	15	17	20	23	26	28	29	29	29	28	27	27	26	26	25	25	24	22	20	18
8	16	14	13	13	14	16	18	21	24	26	28	29	29	29	28	27	26	26	25	24	23	22	21	20
9	18	16	15	14	14	16	17	20	22	24	27	28	29	29	29	28	27	25	24	24	23	22	22	21
10	20	19	18	17	16	16	17	19	20	23	25	27	28	29	29	28	27	25	24	23	22	21	21	21
11	21	21	21	20	19	19	18	19	20	21	23	25	27	28	28	28	27	25	23	21	20	20	20	21
12	21	22	23	23	23	22	21	21	20	21	22	24	25	27	28	28	27	25	23	20	19	18	18	19
13	20	22	24	25	26	26	25	24	23	22	23	23	25	26	27	27	26	25	22	20	17	16	15	16
14	18	21	23	26	27	28	28	27	26	24	24	24	25	26	27	27	26	25	23	20	17	14	13	14
15	15	18	21	24	27	29	30	30	29	27	26	26	26	26	26	27	27	27	25	23	20	17	14	12
16	13	15	18	22	26	29	31	31	31	30	29	28	27	27	28	27	26	24	22	18	15	12	11	
17	11	12	15	19	23	26	29	31	32	31	31	29	29	28	28	28	28	27	26	23	20	17	13	11
18	10	10	12	16	19	23	27	30	32	32	32	31	30	29	29	28	28	27	25	22	19	15	13	
19	11	10	11	13	17	20	24	28	30	32	32	31	31	30	29	29	28	28	27	26	24	21	18	15
20	13	11	11	12	15	18	22	25	28	30	31	31	31	30	29	28	28	28	27	26	25	23	20	18
21	15	13	13	13	14	17	20	23	26	29	30	31	31	30	29	28	27	27	26	25	24	23	22	20
22	18	16	15	15	15	17	19	22	25	27	29	30	30	30	29	28	27	26	25	24	24	23	22	21
23	20	19	18	17	17	18	19	21	24	26	28	29	30	30	29	27	26	25	23	23	22	22	21	21
24	21	21	20	20	20	21	22	23	25	27	28	29	29	29	27	26	24	22	21	20	20	20	21	
25	21	22	22	22	22	22	23	24	25	26	27	28	28	28	27	26	24	22	20	19	18	19	19	
26	20	22	23	24	25	25	25	25	25	26	27	27	28	28	27	26	24	21	19	18	17	17	18	
27	19	21	23	25	26	27	27	27	26	26	26	26	27	27	27	27	26	24	21	19	17	16	15	16
28	18	20	22	25	27	28	29	28	28	27	27	27	27	27	27	27	26	24	22	19	17	15	14	14
29	16	18	21	24	27	28	29	30	29	28	28	27	27	27	27	27	26	24	22	19	17	15	13	13
30	14	17	19	23	25	28	30	30	30	29	28	28	28	27	27	27	26	25	23	20	17	15	13	12

สูงน้ำขึ้นน้ำลงเป็นระยะเวลาระหว่างหนึ่งชั่วโมงที่สี่

HEIGHTS OF WATER PREDICTED IN METERS ABOVE THE LOWEST LOW WATER

ค่าความสูง น้ำขึ้น น้ำลง พยากรณ์

รูปที่ 1 มาตรฐานน้ำของประเทศไทย บริเวณอ่าวสัตหีบ [4]

3.3.2 มาตรฐานน้ำของประเทศออสเตรเลียแสดงการขึ้นลงของระดับน้ำตามเวลาของน้ำขึ้นสูง (High Water) และน้ำลงต่ำ (Low Water) ความสูงของระดับน้ำวัดจากค่าระดับน้ำลงต่ำสุดทางดาราศาสตร์ (Lowest Astronomical Tide: LAT) รวมทั้งมีค่าชี้แจงเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำทำนายที่มีผลมาจากความกดอากาศ ความเร็วลม พายุซัดฝั่ง (Storm Surge) ค่าแก้ไขเนื่องจากความตื้นของน้ำ (Shallow Water Corrections) และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของระดับน้ำเฉลี่ย (Seasonal Changes in Mean Level) โดยอธิบายการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาลในภาพรวม ไม่มีค่าแก้ไขให้ตามช่วงเวลา [5] ดังรูปที่ 2

AUSTRALIA, TORRES STRAIT - GOODS ISLAND															
LAT 10° 34'						LONG 142° 09'									
TIME ZONE +1000						TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS									
YEAR 2007															
JANUARY				FEBRUARY				MARCH				APRIL			
Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m
1 0332	2.3	16 1206	3.7	1 1252	3.7	16 1229	3.7	1 0508	2.7	16 0412	2.6	1 0552	2.7	16 0419	2.7
0903	2.2	17 2021	1.0	2 2330	1.0	2049	1.1	0501	2.6	17 1338	2.4	2 1805	2.6	17 1340	1.6
1243	3.8							1511	3.5	18 1122	3.6	3 1805	2.6	18 0505	2.5
2106	0.9							2016	1.1	19 1824	1.0	4 2332	1.6	19 0532	1.8
2 1307	3.8	17 1228	3.7	2 1322	3.5	17 1315	3.6	2 0618	2.8	17 1207	3.4	2 0618	2.8	17 0447	2.8
2201	0.8	18 2057	1.0	3 0837	1.1	2050	1.1	0715	2.8	18 2009	1.1	3 1350	2.1	18 1146	1.9
								1210	3.3	19 1747	2.5	4 2009	2.8	19 1146	1.8
								2211	1.3			5 1855	2.5	20 0000	1.3
3 1338	3.7	18 1228	3.7	3 0948	1.0	18 1518	3.4	3 0706	2.9	18 0606	2.7	3 0029	1.8	18 0501	2.9
2343	0.8	19 2150	1.0	0957	1.1			0804	2.9	19 0729	2.6	4 0642	2.8	19 1344	1.9
				1003	1.1			1207	3.1	20 1310	3.2	5 1408	1.8	20 0552	3.2
				1345	3.2					21 0000	1.3	6 1855	2.5	21 0532	2.4
4 1423	3.6	19 1338	3.6	4 0143	1.1	19 0050	1.1	4 0326	1.3	19 0629	2.8	4 0111	1.9	19 0521	3.0
				0903	3.1	0816	3.0	0744	2.9	20 0649	2.6	5 0642	2.6	20 1344	1.9
				1301	3.0	1501	2.9	1430	2.7	21 1301	2.3	6 1427	1.5	21 0648	2.9
				1722	3.1	1944	2.8	1645	2.8	22 1755	3.0	7 1954	2.6		
5 0100	0.7	20 0926	1.0	5 0223	1.1	20 0132	1.2	5 0117	1.4	20 0003	1.4	5 0145	2.1	20 0033	2.3
0859	3.1	21 1433	3.6	0624	3.2	0829	3.1	0805	3.0	1 0145	2.1	6 0558	2.9	20 0552	3.2
1501	3.1			1357	2.8	1430	2.9	1611	2.8	2 0719	3.0	7 1450	1.3	21 0330	3.0
1549	3.5			1834	3.0	1827	3.2			3 1450	1.3	8 2047	2.8	22 0048	3.0
6 0156	0.8	21 0125	0.9	6 0252	1.2	21 0204	1.3	6 0155	1.5	21 0048	1.8	6 0214	2.4	21 0113	2.4
0829	3.2	22 1638	3.6	0837	3.2	0864	3.4	0714	3.2	2 0714	3.0	7 0714	3.0	22 0531	3.3
1154	3.1			1559	2.5	1512	2.2	1504	2.2	3 1301	2.3	8 1510	1.0	22 0154	0.3
1708	3.3			1941	2.9	1950	3.2	1917	2.6	4 1406	1.8	9 2152	1.8	23 0146	3.1
7 0240	0.8	22 0206	0.9	7 0314	1.3	22 0224	1.4	7 0222	1.6	22 0123	1.8	7 0237	2.3	22 0195	2.4
0856	3.2	23 1251	1.0	0408	2.2	0434	3.4	0829	3.1	1 0724	3.2	8 0542	2.9	23 0195	2.4
1307	3.0			1824	2.2	1850	1.7	1527	1.9	2 1542	2.9	9 1542	0.9	24 0195	2.4
1816	3.2			2043	2.8	2100	3.1	2016	2.8	3 2023	3.1	10 1542	0.9	25 0195	2.4

รูปที่ 2 มาตรฐานน้ำของประเทศออสเตรเลีย [5]

3.3.3 มาตรฐานในหนังสือ Admiralty ที่ใช้สำหรับการเดินเรือสากลที่จัดทำโดยสำนักงานอุทกศาสตร์ประเทศสหราชอาณาจักร แสดงการขึ้นลงของระดับน้ำตามเวลาของน้ำขึ้นสูง (High Water) และน้ำลงต่ำ (Low Water) ความสูงของระดับน้ำวัดจากค่าระดับน้ำลงต่ำสุดทางดาราศาสตร์ (Lowest Astronomical Tide: LAT) รวมทั้งมีค่าชี้แจงเกี่ยวกับความคลาดเคลื่อนของระดับน้ำทำนายที่มีผลมาจาก ความกดอากาศ ความเร็วลม พายุซัดฝั่ง (Storm Surge) ค่าแก้ไขเนื่องจากความตื้นของน้ำ (Shallow Water Corrections) และการเปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลของระดับน้ำเฉลี่ย (Seasonal Changes in Mean Level) โดยมีการกำหนดค่าแก้ไขรายเดือนของแต่ละตำบลที่ [6] ดังรูปที่ 3 และ 4

KALIMANTAN — KAMPUNGBARU											
LAT 3°25'S LONG 116°01'E						YEAR 2017					
TIMES AND HEIGHTS OF HIGH AND LOW WATERS											
OCTOBER				NOVEMBER				DECEMBER			
Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m	Time	m
1 0607	1.9	16 0535	1.9	1 0517	1.9	16 0504	1.9	1 0454	1.8	16 0016	1.4
1333	1.1	17 1251	1.0	1 1204	0.7	17 1152	0.6	1 1144	0.5	17 0448	1.8
SU 1827	1.3	M 1832	1.4	W 1824	1.8	TH 1833	1.9	F 1841	2.1	SA 1140	0.4
2250	1.1	2303	1.2	2344	1.1	2359	1.2			1847	2.2
2 0552	2.0	17 0534	2.0	2 0533	2.0	17 0524	2.0	2 0015	1.3	17 0032	1.3
1240	1.0	18 1220	0.9	1208	0.6	18 1201	0.4	2 0518	1.9	17 0516	1.8
M 1800	1.5	TU 1813	1.6	TH 1834	2.0	F 1844	2.1	SA 1158	0.3	SU 1157	0.3
2320	1.0	2332	1.0					1853	2.3	1900	2.4
3 0557	2.1	18 0544	2.1	3 0009	1.0	18 0022	1.1	3 0037	1.2	18 0051	1.2
1228	0.9	19 1217	0.7	3 0551	2.1	18 0544	2.0	3 0541	2.0	18 0542	1.9
TU 1809	1.7	W 1822	1.9	F 1220	0.4	SA 1217	0.3	SU 1216	0.2	M 1217	0.1
2347	0.8	2358	0.9	1850	2.2	● 1901	2.3	O 1910	2.4	● 1917	2.5
4 0609	2.2	19 0600	2.2	4 0034	1.0	19 0046	1.1	4 0059	1.1	19 0111	1.1
1232	0.7	20 1225	0.5	4 0609	2.1	19 0605	2.1	4 0603	2.0	19 0606	2.0
W 1826	1.9	TH 1839	2.1	SA 1236	0.3	SU 1235	0.1	M 1235	0.1	TU 1238	0.0
				O 1911	2.3	1921	2.4	1830	2.5	1937	2.6
5 0012	0.7	20 0022	0.9	5 0058	0.9	20 0110	1.0	5 0122	1.1	20 0133	1.1
0624	2.3	● 0616	2.2	5 0628	2.2	20 0625	2.1	5 0625	2.0	20 0630	2.0
TH 1244	0.6	F 1239	0.4	SU 1255	0.1	M 1254	0.1	TU 1256	0.0	W 1300	0.0
1847	2.1	● 1859	2.2	1933	2.4	1943	2.5	1951	2.6	1957	2.6
6 0037	0.7	21 0047	0.8	6 0121	0.9	21 0133	1.0	6 0145	1.1	21 0155	1.1
0640	2.3	● 0633	2.2	6 0647	2.2	21 0645	2.1	6 0647	2.0	21 0653	2.0
F 1259	0.4	SA 1256	0.3	M 1314	0.1	TU 1315	0.0	W 1317	0.0	TH 1321	0.0
O 1910	2.2	1922	2.3	1856	2.5	2005	2.5	2013	2.6	2018	2.6

รูปที่ 3 มาตรฐานน้ำในหนังสือ Admiralty [6]

Extract from ATT Part II.									
PLACE	Lat	Long	TIME DIFFERENCES		HEIGHT DIFFERENCES (IN METRES)				
			HHW	LLW	MHHW	MLHW	MHLW	MLLW	
STANDARD HARBOUR	(see extract)				1.6	Δ	Δ	0.4	
	N	E							
Secondary Harbour	2 30	90 30	+0108	+0146	+0.5	Δ	Δ	+0.1	
SEASONAL CHANGES IN MEAN LEVEL									
No	Jan 1	Feb 1	Mar 1	Apr 1	May 1	June 1	July 1	Aug 1	Sep 1
STANDARD HARBOUR	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	+0.1	+0.1	-0.1	-0.2
Secondary Harbour	0.0	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	+0.1	0.0	0.0	0.0

Notes: (i) The data used in this example do not refer to the year of these tables.
(ii) Where only one HW and one LW height differences is tabulated in Part II, both HW and LW differences must be obtained by interpolation or extrapolation, using these values and the heights at the Standard Port.
(iii) For instructions on graphical interpolation of differences, see Example I on page xvii.

รูปที่ 4 ค่าแก้เป็นรายเดือน (Seasonal Changes in Mean Level) ในหนังสือ Admiralty [6]

3.4 สถิติความคลาดเคลื่อนของข้อมูลน้ำขึ้น - น้ำลง (Statistics of Tidal Residuals) พารามิเตอร์พื้นฐานที่อธิบายการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลมีประโยชน์มากในการตรวจสอบข้อมูลระดับน้ำที่บันทึกไว้ในเบื้องต้น และวิธีที่ง่ายที่สุดในการวิเคราะห์ข้อมูลระดับน้ำทะเลที่บันทึกไว้ โดยการหาค่าเฉลี่ยของชุดข้อมูลระดับน้ำทะเลที่บันทึกไว้เป็นระยะเวลานาน โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเป็นระดับอ้างอิง ซึ่งระดับอ้างอิงนี้มักใช้สำหรับการสร้างแผนที่เดินเรือหรือเป็นข้อมูลอ้างอิงในการตรวจวัดระดับน้ำทะเลต่อไป ส่วนการสำรวจทางยิออเดติกใช้ระดับทะเลปานกลาง (MSL) ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยของระดับน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้ในแต่ละชั่วโมง ในช่วงเวลาอย่างน้อยหนึ่งปี และถ้าสามารถตรวจวัดได้เป็นระยะเวลานานก็ควรมากกว่า 19 ปี โดยทั่วไปการแสดงระดับน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้ แทนค่าด้วย $X(t)$ ซึ่งแปรผันตามเวลา (t) ดังนี้

$$X(t) = Z_0(t) + T(t) + S(t)$$

เมื่อ $Z_0(t)$ คือ ระดับทะเลปานกลาง ซึ่งเปลี่ยนแปลงน้อยมากตามเวลา

$T(t)$ คือ น้ำขึ้น-น้ำลง ตามอิทธิพลทางดาราศาสตร์

$S(t)$ คือ ระดับน้ำที่เกิดจากสภาพอุตุนิยมวิทยา

ในการตรวจวัดระดับน้ำทะเลแต่ละชุดข้อมูล ค่า $S(t)$ จะรวมค่าความคลาดเคลื่อนจากการตรวจวัด สมมติว่าเรามีการตรวจวัดระดับน้ำจำนวน K ชุดของตัวแปร $S(t)$ ซึ่งแทนค่าด้วย $x_1, x_2, x_3, \dots, x_K$ ค่าเฉลี่ยจะหาได้จาก

$$\bar{x} = \frac{1}{K} (x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_K)$$

การอธิบายการกระจายตัวของค่าต่างๆ ทางสถิติสำหรับชุดข้อมูลที่ได้จากการตรวจวัด สามารถคำนวณค่าความแปรปรวนเฉลี่ย (σ^2) ได้จากค่าเฉลี่ยของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานยกกำลังสอง ดังนี้

$$\sigma^2 = \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K (X_k - \bar{X})^2$$

ซึ่ง σ^2 จะมีค่าเป็นบวกเสมอ รากที่สองของความแปรปรวน (σ) เรียกว่าค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการแจกแจง จากเทคนิคการวิเคราะห์แบบฟูเรียร์ ซึ่งแสดงเป็นอนุกรมเวลาในเทอมของการกระจายความแปรปรวนที่ความถี่ต่างๆ องค์ประกอบของระดับน้ำทะเลที่ได้จากการตรวจวัดซึ่งรวมทั้งน้ำขึ้นน้ำลงตามอิทธิพลทางดาราศาสตร์และจากสภาพอุตุนิยมวิทยาจะเป็นอิสระซึ่งกันและกัน เนื่องจากมีสาเหตุทางกายภาพที่แตกต่างกันมาก ซึ่งแสดงให้เห็นได้ว่าผลของความเป็นอิสระนี้ ทำให้ผลรวมของค่าระดับน้ำทะเลที่ตรวจวัดได้จำนวน K ค่า มีความสัมพันธ์ดังนี้

$$\sum_{k=1}^K (X(t_k) - Z_0)^2 = \sum_{k=1}^K T^2(t_k) + \sum_{k=1}^K S^2(t_k)$$

Total variance = Tidal variance + Surge variance

โดย Z_0 คือ ระดับน้ำทะเลปานกลางในช่วงเวลาที่ทำกรตรวจวัดทั้งหมด เราสามารถหารทั้งสองข้างของสมการด้วยค่า K เพื่อให้ได้ค่าความแปรปรวนเฉลี่ยในแต่ละเทอมของสมการ [7]

4. วิธีดำเนินการศึกษา

การวิจัยเรื่อง “การหาตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนาย” จากกรอบแนวความคิดที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรม ผู้วิจัยได้ดำเนินงานวิจัย เป็นแบบการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลระดับน้ำจริงบริเวณพื้นที่ศึกษา และข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง ทั้งแบบปฐภูมิ และทุติยภูมิ แล้วนำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อกำหนดเป็นตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนาย

4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

4.1.1 รวบรวมข้อมูลระดับน้ำจริงบริเวณฝั่งอ่าวไทย จำนวน 2 สถานี คือสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ และสถานีวัดระดับน้ำสงขลา และบริเวณฝั่งทะเลอันดามัน จำนวน 1 สถานี คือสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ซึ่งมีการตรวจวัดและบันทึกไว้ช่วงเวลา 1 รอบของวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงคือ ประมาณ 20 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2540 – 2559

4.1.2 รวบรวมข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาในบริเวณพื้นที่ใกล้เคียงกับบริเวณสถานีวัดระดับน้ำจากกรมอุตุนิยมวิทยา และจากกองอุตุนิยมวิทยา กรมอุทกศาสตร์ ช่วงเวลา 1 รอบของวัฏจักรน้ำขึ้นน้ำลงคือ ประมาณ 20 ปี ตั้งแต่ พ.ศ.2540 – 2559

4.1.3 ตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องในเรื่องของเวลากับลักษณะการขึ้น - ลงของระดับน้ำของข้อมูลระดับน้ำจริงรวมทั้งข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาที่รวบรวมได้

4.1.4 แกไขข้อมูลระดับน้ำจริงและข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาที่มีความคลาดเคลื่อน ให้มีความถูกต้องมากที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ต่อไป

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการทางสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) โดยใช้ตารางแจกแจงความถี่ (Frequency Distribution) ค่าสูงสุด (Maximum) ค่าต่ำสุด (Minimum) ค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เพื่ออธิบายลักษณะของผลต่างระหว่างน้ำจริงกับน้ำทำนาย (Residual Levels) โดยมีขั้นตอนดังนี้

4.2.1 นำข้อมูลระดับน้ำจริงที่ได้มาวิเคราะห์หาค่า Constituent หรือค่าตัวประจำ เพื่อใช้ในการทำนายน้ำ โดยใช้โปรแกรมทำนายน้ำของสถาบันวิทยาศาสตร์ทางทะเลและบรรยากาศ ฟลินเดอร์ (Flinders Institute of Atmospheric and Marine Science) ประเทศออสเตรเลีย โดยใช้ค่า Harmonic Constituents จำนวน 112 ค่า ในการทำนายน้ำ ทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ ย้อนหลังตั้งแต่ พ.ศ.2540 – 2559 เพื่อนำผลการทำนายมาใช้ในการเปรียบเทียบกับระดับน้ำจริง

4.2.2 เปรียบเทียบระดับน้ำจริงกับระดับน้ำทำนาย ทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ โดยการเปรียบเทียบเป็นรายชั่วโมงซึ่งสอดคล้องกับการทำนายน้ำในหนังสือมาตราน้ำ เพื่อหาผลต่างระหว่างน้ำจริงกับน้ำทำนาย (Residual Levels)

4.2.3 เปรียบเทียบระดับน้ำจริงกับข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาบริเวณฐานทัพเรือของ ทร. ทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ เพื่อหาความสัมพันธ์ของระดับน้ำจริงกับข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยา

4.2.4 กำหนดช่วงความถี่ของผลต่างระหว่างน้ำจริงกับน้ำทำนาย (Residual Levels) จากรายชั่วโมงเป็นช่วงเวลาน้ำเกิด (Spring Tide) คือช่วงตั้งแต่ก่อนเดือนเพ็ญหรือเดือนมืดหนึ่งวันจนถึงหลังเดือนเพ็ญหรือเดือนมืดสองวันตามดิถีของดวงจันทร์ในมาตราน้ำ (ระยะเวลา 4 วัน) กำหนดเป็นรหัส S1 – S25 ช่วงเวลาน้ำตาย (Neap Tide) คือช่วงตั้งแต่ก่อนถึงปักข์แรกหรือถึงปักข์หลังหนึ่งวันจนถึงหลังถึงปักข์แรกหรือถึงปักข์หลังสองวัน (ระยะเวลา 4 วัน) กำหนดเป็นรหัส N1 – N25 และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย กำหนดเป็นรหัส I1 – I25

4.2.5 นำค่าทางสถิติของผลต่างที่ได้ (Residual Levels) มาวิเคราะห์หาตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ

4.2.6 นำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายที่ได้มาใช้ เพื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำจริงว่าข้อมูลระดับน้ำทำนายที่ทำการปรับแก้แล้วมีความแตกต่างกับระดับน้ำจริงอย่างไร

5. ผลการศึกษา

ผลต่างระหว่างระดับน้ำจริงกับระดับน้ำทำนาย (Residual Levels) ของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ ช่วงเวลาน้ำเกิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 13 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 19 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 14 เซนติเมตร สถานีวัดระดับน้ำสงขลา ช่วงเวลาน้ำเกิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 12 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 17 เซนติเมตร สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ช่วงเวลาน้ำเกิด มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 18 เซนติเมตร

ช่วงเวลาน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 16 เซนติเมตร ซึ่งได้สังเคราะห์เป็นตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายตามช่วงเวลาได้ดังนี้ ช่วงเวลาน้ำเกิด 1-18 เซนติเมตร ช่วงเวลาน้ำตาย 3 -16 เซนติเมตร และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย 0-16 เซนติเมตร ดังตารางที่ 2 - 4 โดยที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 2 - 78 เซนติเมตร สถานีวัดระดับน้ำสงขลามีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 1 - 57 เซนติเมตร และสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานระหว่าง 2 - 186 เซนติเมตร ซึ่งในที่นี้ได้แสดงตัวอย่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Residual Levels เฉพาะในช่วงเวลาน้ำเกิด (Spring Tide) ช่วงแรกของปี (S1) ของสถานีวัดระดับน้ำอ่าวสัตหีบ ดังรูปที่ 5 และจากการนำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายที่ได้มาไว้เพื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำจริงที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ของปี พ.ศ.2557 ได้ค่าเฉลี่ยของผลต่างอยู่ในช่วง (-6) - 44 เซนติเมตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่า 5 - 11 เซนติเมตร ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำสงขลา

ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)
S1	-0.03	N1	0.03	I1	0.01	I26	0.06
S2	0.00	N2	0.01	I2	0.02	I27	0.09
S3	0.05	N3	0.14	I3	0.05	I28	0.10
S4	0.06	N4	0.16	I4	0.02	I29	0.10
S5	0.08	N5	0.11	I5	0.03	I30	0.08
S6	0.02	N6	0.05	I6	0.06	I31	0.08
S7	0.04	N7	0.09	I7	0.06	I32	0.09
S8	0.12	N8	0.08	I8	0.09	I33	0.10
S9	0.10	N9	0.12	I9	0.10	I34	0.10
S10	0.09	N10	0.08	I10	0.10	I35	0.08
S11	0.10	N11	0.13	I11	0.08	I36	0.08
S12	0.10	N12	0.13	I12	0.08	I37	0.11
S13	0.07	N13	0.05	I13	0.09	I38	0.08
S14	0.06	N14	0.04	I14	0.03	I39	0.04
S15	-0.01	N15	0.06	I15	0.10	I40	0.06
S16	0.07	N16	0.10	I16	0.08	I41	0.08
S17	0.06	N17	0.11	I17	0.08	I42	0.17
S18	0.01	N18	0.07	I18	0.11	I43	0.12
S19	0.03	N19	0.06	I19	0.08	I44	0.11

ตารางที่ 2 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำสงขลา (ต่อ)

S20	0.08	N20	0.09	I20	0.08	I45	0.11
S21	0.05	N21	0.11	I21	0.06	I46	0.13
S22	0.06	N22	0.10	I22	0.08	I47	0.13
S23	0.08	N23	0.09	I23	0.17	I48	0.13
S24	0.10	N24	0.15	I24	0.12	I49	0.11
S25	0.08	N25	0.07	I25	0.11	I50	0.04

ตารางที่ 3 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำสัทหีบ

ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)
S1	0.04	N1	0.03	I1	0.03	I26	0.07
S2	0.10	N2	0.10	I2	0.05	I27	0.09
S3	0.12	N3	0.19	I3	0.08	I28	0.10
S4	0.07	N4	0.13	I4	0.06	I29	0.09
S5	0.07	N5	0.06	I5	0.01	I30	0.09
S6	0.05	N6	0.07	I6	0.07	I31	0.07
S7	0.05	N7	0.08	I7	0.07	I32	0.08
S8	0.13	N8	0.09	I8	0.09	I33	0.08
S9	0.05	N9	0.08	I9	0.10	I34	0.06
S10	0.04	N10	0.04	I10	0.09	I35	0.04
S11	0.06	N11	0.09	I11	0.09	I36	0.04
S12	0.05	N12	0.05	I12	0.07	I37	0.05
S13	0.05	N13	0.06	I13	0.08	I38	0.05
S14	0.03	N14	0.04	I14	0.02	I39	0.03
S15	0.12	N15	0.12	I15	0.06	I40	0.07
S16	0.10	N16	0.13	I16	0.04	I41	0.10
S17	0.03	N17	0.07	I17	0.04	I42	0.14
S18	0.04	N18	0.09	I18	0.05	I43	0.08
S19	0.05	N19	0.08	I19	0.05	I44	0.10
S20	0.07	N20	0.11	I20	0.05	I45	0.04
S21	0.04	N21	0.07	I21	0.07	I46	0.06

ตารางที่ 3 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำสตหีบ (ต่อ)

S22	0.04	N22	0.09	I22	0.10	I47	0.05
S23	0.06	N23	0.08	I23	0.14	I48	0.05
S24	0.05	N24	0.07	I24	0.08	I49	0.04
S25	0.03	N25	0.01	I25	0.10	I50	0.04

ตารางที่ 4 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำทับละมุ

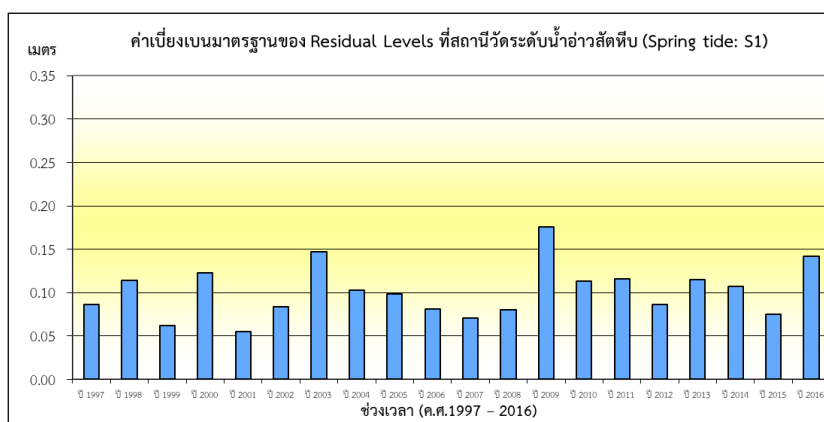
ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)	ช่วงเวลา	ตัวเกณฑ์ (Mean)
S1	0.10	N1	0.09	I1	0.10	I26	0.10
S2	0.09	N2	0.06	I2	0.16	I27	0.08
S3	0.05	N3	0.06	I3	0.13	I28	0.07
S4	0.08	N4	0.07	I4	0.13	I29	0.10
S5	0.12	N5	0.12	I5	0.13	I30	0.07
S6	0.13	N6	0.16	I6	0.11	I31	0.05
S7	0.07	N7	0.11	I7	0.10	I32	0.11
S8	0.07	N8	0.09	I8	0.08	I33	0.04
S9	0.06	N9	0.03	I9	0.07	I34	0.05
S10	0.01	N10	0.08	I10	0.10	I35	0.05
S11	0.07	N11	0.08	I11	0.07	I36	0.00
S12	0.10	N12	0.10	I12	0.05	I37	0.01
S13	0.11	N13	0.05	I13	0.11	I38	0.07
S14	0.18	N14	0.15	I14	0.03	I39	0.02
S15	0.07	N15	0.08	I15	0.05	I40	0.08
S16	0.09	N16	0.08	I16	0.05	I41	0.06
S17	0.11	N17	0.11	I17	0.00	I42	0.04
S18	0.17	N18	0.14	I18	0.01	I43	0.08
S19	0.12	N19	0.13	I19	0.07	I44	0.12
S20	0.10	N20	0.06	I20	0.08	I45	0.11
S21	0.04	N21	0.10	I21	0.08	I46	0.11
S22	0.05	N22	0.04	I22	0.06	I47	0.12
S23	0.05	N23	0.09	I23	0.04	I48	0.11

ตารางที่ 4 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำห้วยตะลุง (ต่อ)

S24	0.09	N24	0.09	I24	0.08	I49	0.09
S25	0.08	N25	0.08	I25	0.12	I50	0.05

ตารางที่ 5 การนำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายที่ได้มาไว้เพื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำจริงที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวห้วยตะลุง ของปี พ.ศ.2557

ผลต่างระดับน้ำจริง - น้ำทำนาย (Residual Levels)							
สถานีวัดระดับน้ำอ่าวห้วยตะลุง ประจำปี พ.ศ.2557							
เดือน	จำนวนชั่วโมง	จำนวนข้อมูล	จำนวนข้อมูลที่ขาด	MEAN	SD	MAX	MIN
ม.ค.	744	744	0.00	0.01	0.09	0.32	-0.24
ก.พ.	672	672	0.00	-0.01	0.05	0.12	-0.20
มี.ค.	744	744	0.00	-0.06	0.11	0.62	-0.66
เม.ย.	720	720	0.00	0.03	0.08	0.33	-0.17
พ.ค.	744	744	0.00	0.44	0.07	0.64	0.10
มิ.ย.	720	720	0.00	0.42	0.07	0.67	0.26
ก.ค.	744	744	0.00	0.44	0.08	0.66	0.19
ส.ค.	744	744	0.00	0.35	0.07	0.65	0.17
ก.ย.	720	720	0.00	0.29	0.07	0.53	0.12
ต.ค.	744	744	0.00	0.38	0.09	0.68	0.15
พ.ย.	720	720	0.00	0.44	0.06	0.61	0.28
ธ.ค.	744	744	0.00	0.43	0.07	0.97	0.21



รูปที่ 5 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของ Residual Levels ที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวห้วยตะลุงในช่วงเวลาน้ำเกิด (Spring Tide) ช่วงแรกของปี (S1)

แนวทางในการนำข้อมูลตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนามาใช้

จากตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนของสถานีวัดระดับน้ำสงขลา สถานีวัดระดับน้ำสัตหีบ และสถานีวัดระดับน้ำทับละมุ ตามตารางที่ 2 – 4 สามารถนำไปใช้ประกอบกับหนังสือมาตราน้ำ โดยมีวิธีการดังนี้

1. เพิ่มเติมตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนเป็นลักษณะค่าชี้แจงในหนังสือมาตราน้ำ
2. อธิบายช่วงเวลาในการใช้ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายน คือ ช่วงเวลาน้ำเกิด (Spring Tide) คือช่วงตั้งแต่ก่อนเดือนเพ็ญหรือเดือนมืดหนึ่งวันจนถึงหลังเดือนเพ็ญหรือเดือนมืดสองวันตามดิถีของดวงจันทร์ในมาตราน้ำ (ระยะเวลา 4 วัน) กำหนดเป็นรหัส S1 – S25 ช่วงเวลาน้ำตาย (Neap Tide) คือช่วงตั้งแต่ก่อนถึงปักข์แรกหรือถึงปักข์หลังหนึ่งวันจนถึงหลังถึงปักข์แรกหรือถึงปักข์หลังสองวัน (ระยะเวลา 4 วัน) กำหนดเป็นรหัส N1 – N25 และช่วงเวลาระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย กำหนดเป็นรหัส I1 – I25 และค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ได้มาจากค่าเฉลี่ยของผลต่างระหว่างระดับน้ำจริงกับระดับน้ำทำนายน (Residual Levels) ในรอบ 20 ปี (พ.ศ. 2540 – 2559)

3. นำค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายน ไปรวมกับค่าระดับน้ำทำนายนตามช่วงเวลาแสดงในหนังสือมาตราน้ำ แล้วนำผลที่ได้จากการปรับแก้ไปใช้ประโยชน์

4. ตัวอย่างการนำค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนไปใช้ ถ้าต้องการทราบระดับน้ำทำนายนของวันที่ 10 มกราคม 2559 เวลา 0800 ดังรูปที่ 6 ได้ค่าระดับน้ำทำนายน 3.0 เมตร จากนั้นตรวจสอบว่าวันที่ 10 มกราคม 2559 ตรงกับช่วงใดของค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ ซึ่งในที่นี้ตรงกับช่วงน้ำเกิดครั้งแรกของปี (S1) ตามตารางที่ 3 ตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนของสถานีวัดระดับน้ำ สัตหีบ ค่า S1 มีค่าเท่ากับ 0.04 เมตร ดังนั้น เมื่อนำค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายนไปรวมกับค่าระดับน้ำทำนายนตามช่วงเวลาดังกล่าว ($3.0 + 0.04$) แล้ว จะได้ค่าระดับน้ำหลังจากการปรับแก้คือ 3.04 เมตร

อำเภอสัตหีบ (ชลบุรี)		73
สถานีวัด (Lat) 12° 38' 42" N (N)		สถานีวัด (Long) 100° 52' 55" E (E)
มกราคม ๒๕๕๙		January 2016
วัน	เวลา	HEIGHS OF WATER IN METERS
DATE	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23	
1	1.7 1.6 1.6 1.7 1.8 2.1 2.4 2.6 2.8 2.9 3.0 2.9 2.8 2.7 2.6 2.5 2.4 2.4 2.4 2.3 2.3 2.2 2.1 2.0	
2	1.9 1.8 1.7 1.8 2.0 2.1 2.4 2.6 2.8 2.9 2.9 2.8 2.6 2.5 2.4 2.3 2.2 2.2 2.2 2.2 2.2 2.1 2.1	
3	2.0 1.9 1.9 2.0 2.1 2.2 2.4 2.6 2.7 2.8 2.9 2.8 2.7 2.6 2.4 2.3 2.2 2.1 2.1 2.1 2.1 2.1 2.1	
4	2.1 2.1 2.1 2.2 2.2 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.3 2.1 2.0 1.9 1.9 1.9 1.9 2.0 2.0	
5	2.1 2.2 2.2 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.8 2.8 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.3 2.1 1.9 1.8 1.7 1.7 1.8 1.8 1.9	
6	2.1 2.2 2.3 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.8 2.8 2.8 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.3 2.1 1.9 1.7 1.6 1.5 1.6 1.6	
7	2.0 2.2 2.3 2.5 2.6 2.7 2.8 2.8 2.8 2.8 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.2 2.0 1.7 1.6 1.4 1.4 1.4 1.6	
8	1.8 2.0 2.3 2.5 2.7 2.8 2.9 2.9 2.9 2.9 2.8 2.8 2.6 2.5 2.3 2.1 1.8 1.6 1.4 1.3 1.2 1.3	
9	1.5 1.8 2.1 2.4 2.7 2.9 3.0 3.0 3.0 2.9 2.8 2.8 2.6 2.5 2.3 2.0 1.7 1.4 1.2 1.1 1.1	
10	1.3 1.6 1.9 2.2 2.5 2.8 3.0 3.1 3.0 2.9 2.9 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.2 1.9 1.6 1.3 1.1 1.0	
11	1.1 1.3 1.6 2.0 2.3 2.7 2.9 3.1 3.1 3.1 3.0 2.9 2.8 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.1 1.8 1.4 1.2 1.0	
12	1.0 1.1 1.4 1.7 2.1 2.5 2.8 3.0 3.1 3.1 3.0 2.9 2.8 2.8 2.8 2.7 2.7 2.5 2.3 2.0 1.7 1.4 1.1	
13	1.0 1.1 1.2 1.5 1.9 2.3 2.6 2.9 3.1 3.1 3.0 2.9 2.8 2.7 2.7 2.7 2.6 2.4 2.2 1.9 1.6 1.3	
14	1.2 1.1 1.2 1.4 1.8 2.1 2.5 2.8 3.0 3.1 3.0 2.9 2.8 2.7 2.6 2.4 2.2 2.0 1.7 1.4 1.2 1.0	
15	1.4 1.3 1.3 1.5 1.7 2.0 2.3 2.6 2.9 3.0 3.0 2.9 2.7 2.6 2.5 2.4 2.4 2.3 2.1 1.9	
16	1.7 1.6 1.5 1.6 1.8 2.0 2.3 2.6 2.8 2.9 2.8 2.7 2.5 2.4 2.3 2.2 2.2 2.3 2.3 2.3 2.2 2.1	
17	2.0 1.9 1.8 1.8 2.0 2.1 2.3 2.6 2.7 2.8 2.9 2.8 2.7 2.5 2.3 2.1 2.1 2.0 2.0 2.1 2.2 2.2 2.2	
18	2.2 2.1 2.1 2.2 2.3 2.5 2.6 2.8 2.9 2.8 2.7 2.5 2.3 2.1 1.9 1.8 1.8 1.9 1.9 2.0 2.1 2.2	
19	2.3 2.3 2.4 2.4 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 2.8 2.7 2.5 2.3 2.1 1.9 1.7 1.6 1.7 1.8 1.9 2.0	
20	2.2 2.3 2.5 2.6 2.7 2.8 2.9 2.9 2.9 2.8 2.6 2.4 2.2 2.0 1.8 1.5 1.5 1.5 1.5 1.6	
21	2.0 2.2 2.5 2.6 2.8 2.9 2.9 3.0 3.0 3.0 2.9 2.8 2.7 2.6 2.4 2.1 1.9 1.6 1.3 1.3 1.3 1.4	
22	1.8 2.1 2.3 2.6 2.8 2.9 3.0 3.0 3.0 3.0 2.9 2.8 2.7 2.5 2.3 2.1 1.8 1.5 1.3 1.2 1.2 1.3	
23	1.6 1.8 2.1 2.4 2.7 2.9 3.0 3.1 3.1 3.0 2.9 2.8 2.6 2.5 2.3 2.0 1.7 1.5 1.3 1.2 1.2	
24	1.3 1.6 1.9 2.2 2.6 2.8 3.0 3.1 3.1 3.0 2.9 2.8 2.6 2.5 2.2 2.0 1.7 1.4 1.2 1.1	
25	1.2 1.4 1.7 2.0 2.4 2.7 2.9 3.1 3.1 3.0 2.9 2.8 2.6 2.5 2.2 2.0 1.7 1.4 1.2 1.1	
26	1.2 1.3 1.5 1.9 2.2 2.5 2.8 3.0 3.0 3.0 2.9 2.8 2.7 2.7 2.7 2.7 2.6 2.5 2.3 2.1 1.8 1.5 1.3	
27	1.2 1.3 1.5 1.7 2.1 2.4 2.7 2.9 3.0 3.0 2.9 2.8 2.6 2.5 2.3 2.0 1.7 1.5 1.3 1.2 1.1	
28	1.4 1.4 1.5 1.7 2.0 2.3 2.6 2.9 2.8 2.7 2.6 2.5 2.4 2.3 2.3 2.3 2.4 2.4 2.4 2.2 2.1 1.9	
29	1.5 1.5 1.6 1.7 2.0 2.3 2.5 2.7 2.8 2.9 2.8 2.6 2.5 2.4 2.3 2.3 2.3 2.4 2.4 2.2 2.1 1.9	
30	1.7 1.7 1.8 2.0 2.3 2.5 2.7 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.3 2.2 2.2 2.2 2.3 2.3 2.3 2.3 2.1 2.0	
31	1.9 1.8 1.8 1.9 2.1 2.3 2.5 2.7 2.8 2.8 2.7 2.6 2.4 2.2 2.1 2.0 2.0 2.1 2.1 2.2 2.2 2.1	

รูปที่ 6 ระดับน้ำทำนายน 10 มกราคม 2559 เวลา 0800 ระดับความสูง 3.0 เมตร [4]

6. สรุปและอภิปรายผล/ข้อเสนอแนะ

จากการจัดทำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ ซึ่งเป็นการปรับปรุงพัฒนาความถูกต้องของค่าระดับน้ำทำนายในหนังสือมาตราชั้น สามารถทำให้ค่าระดับน้ำทำนายของทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ มีความถูกต้องใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากขึ้นซึ่งจะเป็นประโยชน์กับเรือของกองทัพเรือในการวางแผนใช้ท่าเทียบเรือและการปฏิบัติการทางเรือ รวมทั้งเป็นการประหยัดงบประมาณในการจัดหาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการทำนายน้ำให้ครอบคลุมทั้งจากอิทธิพลทางดาราศาสตร์และจากสภาพอุตุนิยมวิทยา

6.1 อภิปรายผล

6.1.1 ความถี่ของข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยามีค่าน้อยกว่าความถี่ของข้อมูลระดับน้ำ และตำบลที่ของจุดตรวจวัดข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาไม่ตรงกับตำบลที่ของจุดตรวจวัดข้อมูลระดับน้ำจริง ทำให้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของข้อมูลสภาพอุตุนิยมวิทยาและข้อมูลระดับน้ำมีข้อจำกัด

6.1.2 การกำหนดช่วงเวลาของค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้มีความแตกต่างกับวิธีการของสำนักงานอุทกศาสตร์ ประเทศสหราชอาณาจักร ที่แสดงในหนังสือมาตราชั้น Admiralty ซึ่งกำหนดค่าแก้เป็นรายเดือนเนื่องจากผู้วิจัยได้พิจารณาความต่อเนื่องของค่าตัวเกณฑ์ในช่วงระหว่างการเปลี่ยนเดือนจะส่งผลให้ค่ามีความแตกต่างกันมาก ดังนั้นจึงได้กำหนดช่วงเวลาของค่าตัวเกณฑ์การปรับแก้เป็นช่วงน้ำเกิด น้ำตาย และช่วงระหว่างน้ำเกิดกับน้ำตาย ซึ่งมีความต่อเนื่องของค่าตัวเกณฑ์มากกว่า

6.1.3 ในการศึกษาครั้งนี้ได้นำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายที่ได้มาไว้เพื่อเปรียบเทียบกับระดับน้ำจริง เฉพาะที่สถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ ของปี พ.ศ.2557 เท่านั้น ซึ่งไม่สามารถสรุปผลการนำตัวเกณฑ์ไปใช้ในภาพรวมได้

6.2 ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

6.2.1 จากผลการวิจัยในการจัดทำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของผู้วิจัยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับข้อมูลระดับน้ำทำนายในปัจจุบันได้ และเป็นแนวทางที่จะสามารถนำไปปฏิบัติให้เกิดประโยชน์ได้จริง

6.2.2 การจัดทำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายในครั้งนี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำตัวเกณฑ์ที่ได้จากการศึกษามาใช้ประโยชน์จริงแล้วเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นให้ครบทั้ง 3 สถานีวัดระดับน้ำ คือ สถานีวัดระดับน้ำสงขลา สถานีวัดระดับน้ำทับอ่าวสตึก และสถานีวัดระดับน้ำอ่าวทับละมุ และครอบคลุมกับข้อมูลระดับน้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ ตั้งแต่ พ.ศ.2540 – 2559 เพื่อให้การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายมีความถูกต้องมากที่สุด

6.3 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

6.3.1 ดำเนินการจัดทำตัวเกณฑ์การปรับแก้ค่าระดับน้ำทำนายของสถานีวัดระดับน้ำอื่นๆ ที่ยังไม่ได้ศึกษา

6.3.2 ควรทำการศึกษาวิจัยโดยใช้วิธีการวิเคราะห์แบบอื่นมาเปรียบเทียบ เช่น การวิเคราะห์บนโดเมนความถี่ (Spectrum Analysis) เพื่อให้ผลที่ได้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับอุดหนุนทุนการวิจัย จาก สำนักงานวิจัยและพัฒนาการทางทหารกองทัพเรือ (สวพ.ทร.) ในโครงการการพัฒนางานประจำสำนักงานวิจัย (Routine to Research หรือ R to R) ประจำปีงบประมาณ 2560

เอกสารอ้างอิง

- [1] Doodson AT, Warburg HD. Admiralty Manual of Tides. Taunton: United Kingdom Hydrographic Office; 1966.
- [2] Simon B, Gonella J, Manley D, Shipman S. Coastal Tides. Monaco: Institut Océanographique de Paris; 2013.
- [3] กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ. ระดับน้ำในน่านน้ำไทย พ.ศ.2550. กรุงเทพฯ: กองสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์; 2550.
- [4] กรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ. มาตราน้ำในน่านน้ำไทย พ.ศ.2559. กรุงเทพฯ: กองสร้างแผนที่ กรมอุทกศาสตร์; 2559.
- [5] Australian Hydrographic office [Internet]. New South Wales: Australian Hydrographic office; 2021. Australian National Tide Tables; 2007 [cited 2023 Jan 28]; [about 2 screens]. Available from: <https://www.hydro.gov.au/prodserv/publications/anttt.htm>
- [6] Admiralty Tide Tables: South China Sea and Indonesia. Taunton: United Kingdom Hydrographic Office; 2017.
- [7] Pugh D. Changing Sea Levels : Effects of Tides, Weather and Climate. Cambridge: Cambridge University Press; 2004.