



บทที่ 3

### ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ทำการศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงลักษณะทางกายภาพต่าง ๆ ทั่วไปของพื้นที่ทำการศึกษา เช่น สภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ สภาพอุทกศาสตร์ การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล ข้อมูลคลื่นในทะเล จันใต้และอ่าวไทยตอนล่าง และการศึกษาการเคลื่อนที่ของกระแสน้ำและตะกอนชายฝั่งที่ผ่านมา

#### 3.1 สภาพภูมิประเทศ

พื้นที่ทำการศึกษา ดังแสดงในรูป 1-1 ตั้งอยู่ทางตอนใต้ของทะเลจีนใต้ ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออกของภาคใต้ตอนล่าง ระหว่างเส้นรุ้งที่  $6^{\circ} 14' 00''$  เหนือ ถึง  $6^{\circ} 26' 00''$  เหนือ และระหว่างเส้นแวงที่  $102^{\circ} 06' 00''$  ตะวันออก ถึง  $101^{\circ} 52' 00''$  ตะวันออก โดยเริ่มจากปากแม่น้ำโกลกถึงบริเวณเขาคันทรง ในพื้นที่เขตจังหวัดนราธิวาส มีความยาวชายฝั่งทะเลประมาณ 35 กิโลเมตร พื้นที่ชายฝั่งทะเลจากปากแม่น้ำโกลกประมาณ 10 กิโลเมตร พบว่าในอดีตเคยเป็นเกาะเกา ในบริเวณปากแม่น้ำโกลก แล้วเกิดขบวนการกัดเซาะและทับถมของตะกอนละเอียด และตะกอนทรายปิดเชื่อมเกาะต่าง ๆ เหล่านี้เข้าด้วยกัน เกิดเป็นชายฝั่งทะเลเป็นแนวยาว ส่วนด้านในมีลักษณะเป็นทะเลสาบ (Lagoon) ส่วนชายฝั่งทะเลที่เหลือจนถึงเขาคันทรงเป็นแผ่นดินเดิมซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนทราย ตั้งแต่ยุคตึกคำบรรพ์ สภาพชายฝั่งทะเลทั้งหมดเป็นทรายซึ่งเกิดจากการทับถมของตะกอนทรายที่เคลื่อนที่มาตามชายฝั่ง ลักษณะแนวชายฝั่งทะเลจากปากแม่น้ำโกลกประมาณ 20 กิโลเมตร มีทิศ  $N56.5^{\circ} W$  และ  $N41.5^{\circ} W$  สำหรับแนวชายฝั่งทะเลที่เหลือจนถึงเขาคันทรง

#### 3.2 สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศในเขตพื้นที่ศึกษาจัดเป็นแบบฝนเมืองร้อนตลอดปี ปีหนึ่งมี 2 ฤดู คือ ฤดูร้อนและฤดูฝน เนื่องจากตั้งอยู่ในคาบสมุทรที่ยื่นออกไปในทะเล และอยู่ใกล้เส้นศูนย์สูตร ทำ

ให้อุณหภูมิค่อนข้างคงที่ตลอดปี มีความชื้นสูงและฝนตกชุกในฤดูฝน ลมมรสุมที่มีอิทธิพลได้แก่ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ และดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้ ในช่วงเดือนตุลาคมถึงเดือนกุมภาพันธ์ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะพัดผ่านทะเลจีนใต้ นำเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาปะทะกับเทือกเขาตะนาวศรี ทำให้มีฝนตกอยู่ในเกณฑ์สูง และมีอากาศเย็นเป็นครั้งคราว และในช่วงเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน จะมีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่าน แต่เนื่องจากทิศทางเขาดังกล่าว ทำให้ฝนส่วนใหญ่ตกในคาบตรงข้ามของคาบสมุทรคือคาบทะเลอันดามัน ในช่วงเปลี่ยนแปลงมรสุม คือเดือนเมษายน-พฤษภาคม และ ตุลาคม-พฤศจิกายน อาจมีลมพายุดีเปรสชันจากทะเลจีนใต้พัดเข้ามาเป็นเหตุให้เกิดลมแรง พายุฟ้าคะนอง และฝนตกหนัก

ลมเป็นตัวแปรสำคัญที่ทำให้สภาวะอากาศ และสภาพทะเลชายฝั่งแปรปรวนไม่แน่นอน โดยเฉพาะในช่วงเปลี่ยนแปลงมรสุม ซึ่งมักจะมีลมกระโชกแรง อากาศแปรปรวน สถานีตรวจอากาศอำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา ซึ่งดำเนินงานโดยกรมอุตุนิยมวิทยา ได้บันทึกข้อมูลและสรุปเป็นข้อมูลรายเดือนในคาบ 30 ปี (พศ. 2494-2523) ดังแสดงในตาราง 3-1 และรูป 3-1 ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

### 3.2.1 ลม

ลมที่พัดผ่านพื้นที่ศึกษาอาศัยข้อมูลจากสถานีตรวจวัดอากาศ จังหวัดนครราชสีมา ได้ความเร็วเฉลี่ยรายเดือนมีค่า 4.5-6.9 นอต (8-13 กม./ชม.) รูป 3-2 ได้แสดงผังลม (wind rose) จะเห็นได้ว่าทิศทางลมส่วนใหญ่จะพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ และตะวันออกเฉียงเหนือ ในช่วงเดือนธันวาคมถึงมีนาคม ทิศทางลมส่วนใหญ่ จะพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือซึ่งมีความเร็วเฉลี่ย 6.1-6.9 นอต (11-13 กม./ชม.) ส่วนในช่วงเดือนเมษายน ถึงพฤศจิกายน ลมจะมีความเร็วเฉลี่ย 4.5-5.1 นอต (8-9 กม./ชม.) ซึ่งพัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเป็นส่วนใหญ่ จากสถิติข้อมูลลม (พศ. 2494-2523) ความเร็วลมสูงสุดเท่าที่ตรวจวัด มีค่า 60 นอต (111 กม./ชม.) ในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงมรสุมเปลี่ยนแปลง และเป็นลมที่พัดมาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ

### 3.2.2 พายุหมุน

พายุหมุนเขตร้อนที่ผ่านบริเวณภาคใต้ และ ทำความกระทบกระเทือนให้กับจังหวัดนครราชสีมา ส่วนมากจะเป็นพายุดีเปรสชันที่มีกำลังอ่อน ซึ่งมักจะเกิดจากทะเลจีนใต้ และมีส่วนน้อยที่เกิดจากทางมหาสมุทรแปซิฟิก และมีโอกาสผ่านบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยไปยังอ่าวเบงกอล ประมาณเดือนตุลาคมถึงธันวาคม พายุดีเปรสชันและพายุไซรอนที่เคลื่อนตัวเข้าสู่ภาคใต้เกือบทุกครั้ง จะทำความกระทบกระเทือนให้แก่จังหวัดนครราชสีมา คือทำให้มีฝนตกหนัก ลมกระโชกแรง และเกิดน้ำท่วมฉับพลันขึ้น กำลังแรงของลมและคลื่นในทะเลจะทำอันตรายแก่เรือต่าง ๆ และอาคารบ้านเรือนที่อยู่ตามชายฝั่งทะเล พายุหมุนเขตร้อนที่มีความรุนแรงและทำความเสียหายให้แก่ภาคใต้และจังหวัดนครราชสีมาที่ผ่านมาได้แก่ พายุไซรอน "ซาเรียต" ซึ่งได้ออกตัวในทะเลจีนใต้ ปลายแหลมญวน เมื่อวันที่ 24 ตุลาคม 2505 แล้วเคลื่อนผ่านเข้ามาในอ่าวไทยพร้อมกับทวีกำลังแรงขึ้นเป็นพายุไซรอน (ความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลาง 63-117 กม./ชม.) เคลื่อนผ่านจังหวัดนครราชสีมา เมื่อวันที่ 25 ตุลาคม 2505 ความเร็วลมวัดได้ 92.7 กม./ชม. เป็นลมทิศตะวันตก สำหรับพายุดีเปรสชันเขตร้อน (ความเร็วลมสูงสุดใกล้ศูนย์กลางน้อยกว่า 63 กม./ชม.) ในคาบ 30 ปี (พศ.2494-2523) มีเพียง 2 ครั้ง คือพายุในช่วงวันที่ 13-14 ธันวาคม 2507 และ วันที่ 11 พฤศจิกายน 2521 ดังแสดงในรูป 3-3 และ 3-4

### 3.2.3 อุณหภูมิ

พื้นที่ทำการศึกษามีอุณหภูมิไม่แตกต่างกันมากนักตลอดฤดูกาล ทั้งนี้เนื่องจากตั้งอยู่บนคาบสมุทรที่ยื่นออกไปในทะเล จึงได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ พัดผ่านทะเลจีนใต้ และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดผ่านมหาสมุทรอินเดีย นำเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมา อุณหภูมิเฉลี่ยจึงไม่สูงมาก อุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 27.3 °ซ อุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 23.0 °ซ อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 31.3 °ซ เดือนที่มีอากาศร้อนที่สุดส่วนมากอยู่ในเดือนเมษายน แต่บางปีอากาศร้อนที่สุดอยู่ในเดือนพฤษภาคม อุณหภูมิสูงสุดเคยวัดได้ 39.0 °ซ เมื่อวันที่ 23 พฤษภาคม 2526 และอุณหภูมิต่ำที่สุดวัดได้ 17.1 °ซ เมื่อวันที่ 26 มกราคม 2508

### 3.2.4 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์บริเวณพื้นที่ศึกษาจัดอยู่ในเกณฑ์สูง เนื่องจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ พัดผ่านทะเลและมหาสมุทรนำเอาไอน้ำและความชุ่มชื้นมาด้วย ทำให้ความชื้นสัมพัทธ์สูงเฉลี่ยตลอดปีมีค่าประมาณ 80% ค่าเฉลี่ยความชื้นสัมพัทธ์สูงสุดทั้งปีมีค่า 95% และค่าเฉลี่ยต่ำสุดทั้งปีมีค่า 68% จากการตรวจวัดมาในคาบ 30 ปี พบว่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำสุดมีค่า 40% ในเดือนมีนาคม และมิถุนายน

### 3.2.5 ฝน

ฝนในบริเวณพื้นที่ทำการศึกษาอยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุม โดยในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือจะมีฝนตกชุกมากกว่าฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ เพราะพื้นที่ศึกษาอยู่ชายฝั่งทะเลด้านตะวันออก ไม่มีภูเขาสูงปิดกั้นจึงได้รับมรสุมเต็มที่ ทำให้ฝนตกชุกในช่วงเดือนตุลาคม ถึงธันวาคม ส่วนในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้มีฝนตกน้อยกว่า เพราะมีเทือกเขาตะนาวศรีปิดกั้นอยู่ ปริมาณฝนเฉลี่ยตลอดปีมีค่า 2618.8 มิลลิเมตร และมีฝนตกประมาณ 171 วัน เดือนพฤศจิกายน เป็นเดือนที่มีฝนตกมากที่สุด มีปริมาณฝนเฉลี่ย 639.0 มิลลิเมตร และมีฝนตกประมาณ 22 วันในคาบ 30 ปี (2494-2523) ปริมาณฝนสูงสุดใน 24 ชั่วโมง วัดได้ 625.9 มิลลิเมตร เมื่อวันที่ 2 มกราคม 2498

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 3-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดนครราชสีมา พศ.2494-2523

Station NARATHIWAT

Index Station 48 583

Latitude 06° 25' N.

Longitude 101° 49' E.

Elevation of station above MSL.

2 meters

Height of barometer above MSL.

5 meters

Height of thermometer above ground

1.23 meters

Height of wind vane above ground

12.50 meters

Height of rain gauge

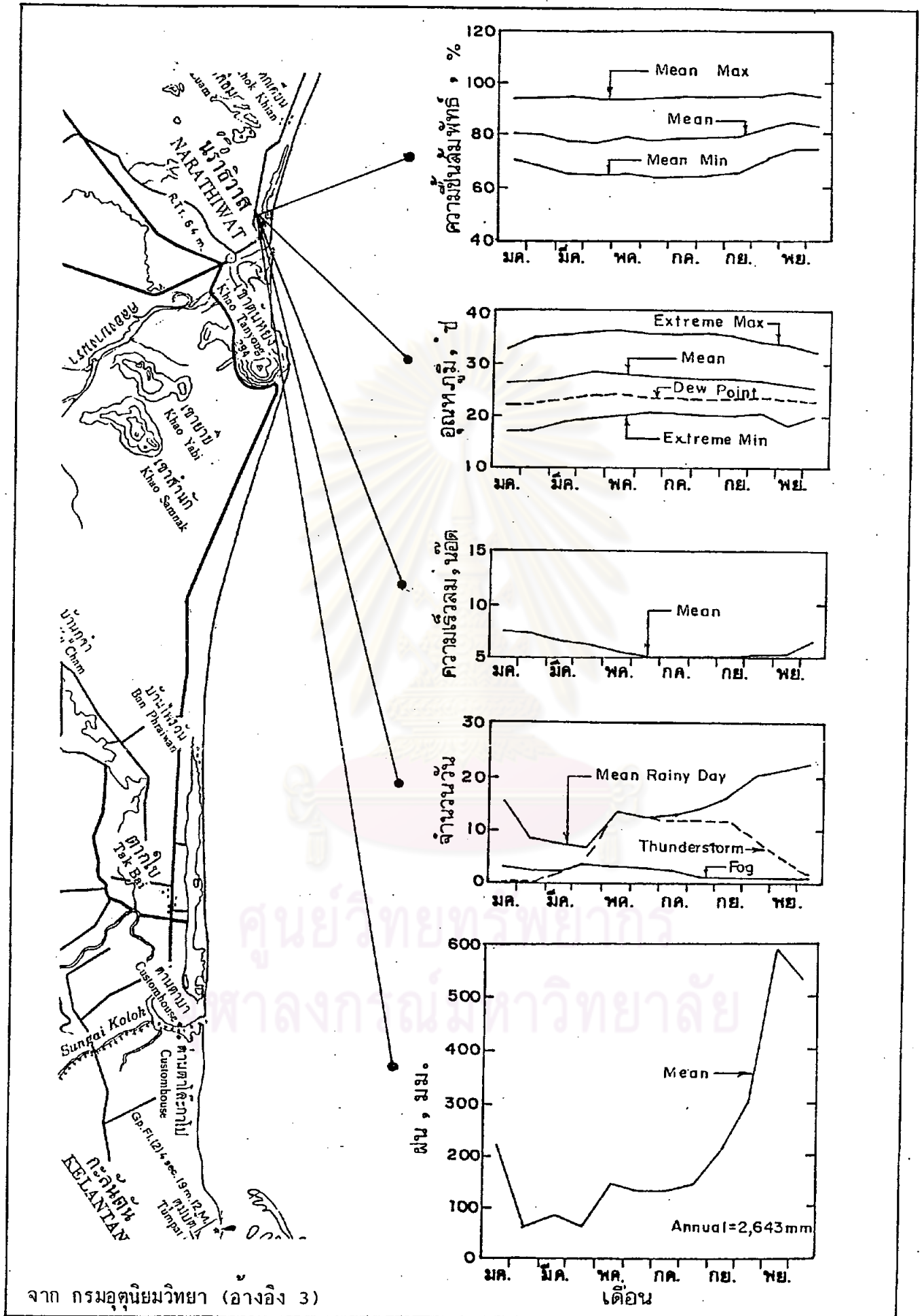
0.80 meters

	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Year
<b>Pressure (+ 1000 or 900 mbs.)</b>													
Mean	11.97	11.53	10.72	09.43	08.48	08.70	08.04	08.93	09.39	10.04	10.45	11.43	09.99
Ext. Max.	18.91	18.95	18.25	15.85	14.70	14.10	14.44	15.00	15.54	15.85	16.90	17.80	18.85
Ext. Min.	04.90	04.95	03.47	03.12	02.67	02.65	02.25	02.50	02.17	02.45	04.08	04.22	02.15
Mean daily range	3.49	3.68	4.05	4.10	3.99	3.66	3.66	3.88	4.27	4.29	3.89	3.59	3.88
<b>Temperature (°C.)</b>													
Mean	26.1	26.9	27.7	28.6	28.4	28.0	27.7	27.5	27.4	27.0	26.2	25.9	27.3
Mean Max.	29.8	30.8	31.9	33.0	32.8	32.4	32.1	32.0	31.9	30.8	29.3	29.0	31.3
Mean Min.	22.2	22.3	22.7	23.4	23.8	23.5	23.1	23.1	23.1	23.1	23.0	22.8	23.0
Ext. Max.	33.6	33.1	35.8	36.4	36.9	36.0	35.8	36.0	36.4	35.0	33.9	32.6	36.9
Ext. Min.	17.1	17.5	19.0	19.8	20.5	21.0	20.7	20.6	20.2	20.3	18.7	19.8	17.1
<b>Relative Humidity (%)</b>													
Mean	81.0	79.0	78.0	77.0	79.0	79.0	79.0	79.0	80.0	83.0	86.0	85.0	80.0
Mean Max.	94.1	94.0	94.3	94.0	94.0	94.4	94.7	94.7	94.9	95.7	96.7	95.7	94.8
Mean Min.	69.6	67.4	65.2	64.7	65.2	64.9	65.2	65.1	65.9	71.2	76.0	75.3	68.0
Ext. Min.	49.0	47.0	40.0	50.0	42.0	40.0	42.0	43.0	42.0	46.0	53.0	56.0	40.0
<b>Dew Point (°C.)</b>													
Mean	22.5	22.7	23.2	24.0	24.1	23.8	23.5	23.4	23.5	23.7	23.6	23.0	23.4
<b>Evaporation (mm.)</b>													
Mean - Pan	No Observation												
<b>Cloudiness (0 - 8)</b>													
Mean	5.6	5.0	4.7	4.6	5.8	6.0	6.0	6.2	6.2	6.3	6.5	6.3	5.8
<b>Sunshine Duration (hr.)</b>													
Mean	No Observation												
<b>Visibility (km.)</b>													
0700 L.S.T.	7.3	7.0	7.3	7.5	8.1	8.4	8.3	8.3	8.2	8.0	7.3	7.3	7.8
Mean	10.7	11.2	11.2	10.9	10.5	10.7	10.5	10.5	10.5	10.2	9.7	9.6	10.5
<b>Wind (Knots)</b>													
Prevailing wind	E	E	E	NE	NE	NE	NE	NE	W	NE	NE	E	-
Mean wind speed	6.9	6.8	6.1	5.8	5.1	4.7	4.5	4.6	4.8	4.8	5.0	6.1	-
Max. wind speed	40 NE	33 E	40 E	35 E	50 SW	45 N.W	55 NW	50 W	45 W	55 W	60 NE	45 NE	60 NE
<b>Rainfall (mm.)</b>													
Mean	200.5	53.8	73.9	62.8	145.5	135.6	137.2	158.7	203.2	304.9	639.0	503.7	2618.8
Mean rainy days	13.9	7.9	6.8	6.7	13.0	12.8	13.3	15.2	16.4	20.3	22.0	22.5	170.8
Greatest in 24 hr.	625.9	117.7	154.2	109.9	105.6	115.3	91.1	81.0	124.3	145.9	366.1	291.5	625.9
Day/Year	1/55	15/53	25/73	23/79	2/51	23/54	10/69	3/78	19/68	20/65	28/59	4/66	1/55
<b>Number of days with</b>													
Haze	7.0	10.1	10.9	13.3	8.8	7.2	7.4	6.8	5.8	6.0	5.3	4.0	92.6
Fog	2.8	2.2	1.8	3.4	3.3	2.6	2.3	1.3	1.3	1.4	1.2	1.2	24.8
Hail	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Thunderstorm	0.2	0.5	1.9	5.2	13.2	12.0	12.6	12.1	11.3	8.8	5.1	1.4	84.3
Squall	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Remark :

Temperature 1956 - 1980

จาก กรมอุตุนิยมวิทยา (อ้างอิง 3)



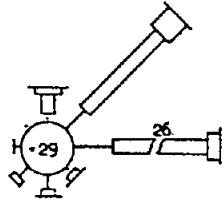
จาก กรมอุตุนิยมวิทยา (อ้างอิง 3)

รูป 3-1 ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของจังหวัดนครราชสีมา ช่วงพศ. 2494-2523

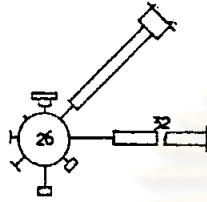
จาก กรมอุตุนิยมวิทยา (อ้างอิง 3)

NARATHIWAT

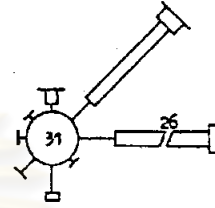
Lat. 06° 25' N. Long. 101° 49' E.



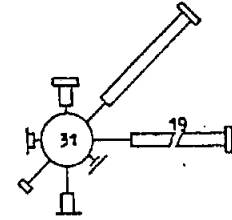
JANUARY



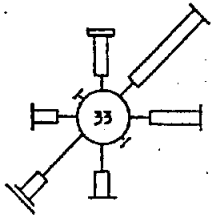
FEBRUARY



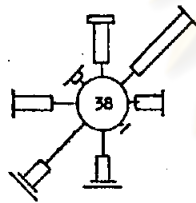
MARCH



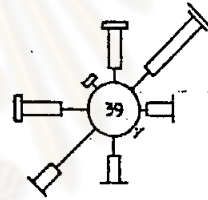
APRIL



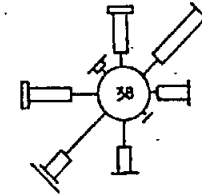
MAY



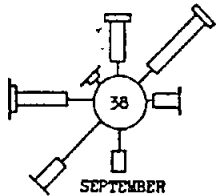
JUNE



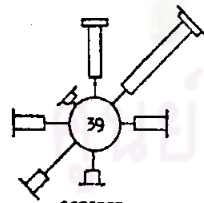
JULY



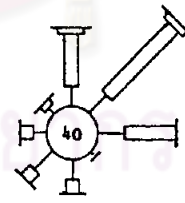
AUGUST



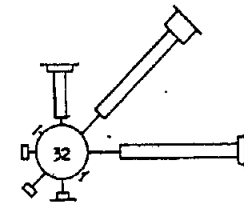
SEPTEMBER



OCTOBER

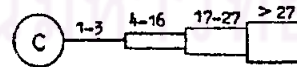


NOVEMBER

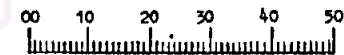


DECEMBER

Height of wind vane above ground 12.5 m (16.1 m above MSL)  
 Height of anemometer above ground 12.5 m (16.1 m above MSL)

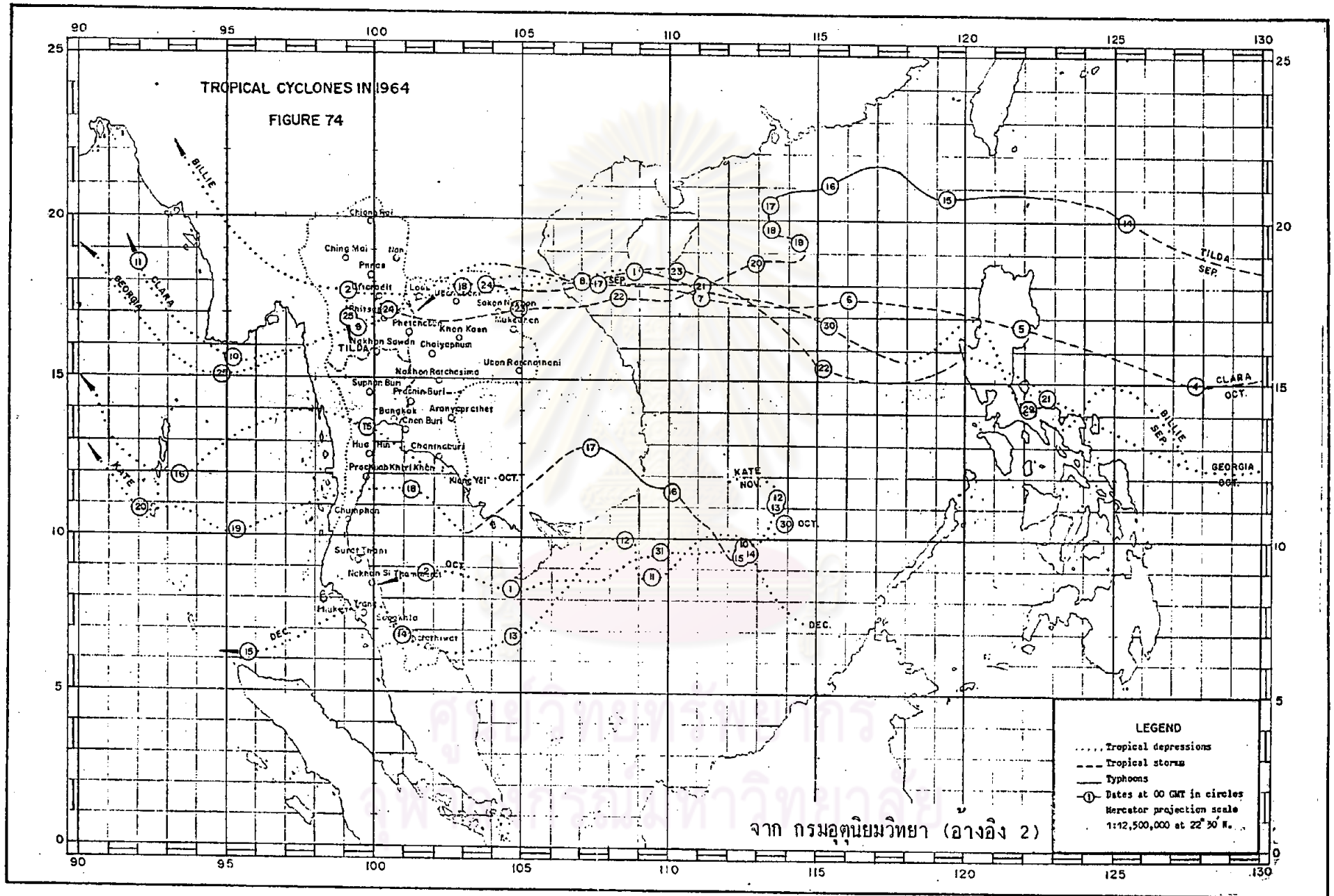


Wind speed in knots



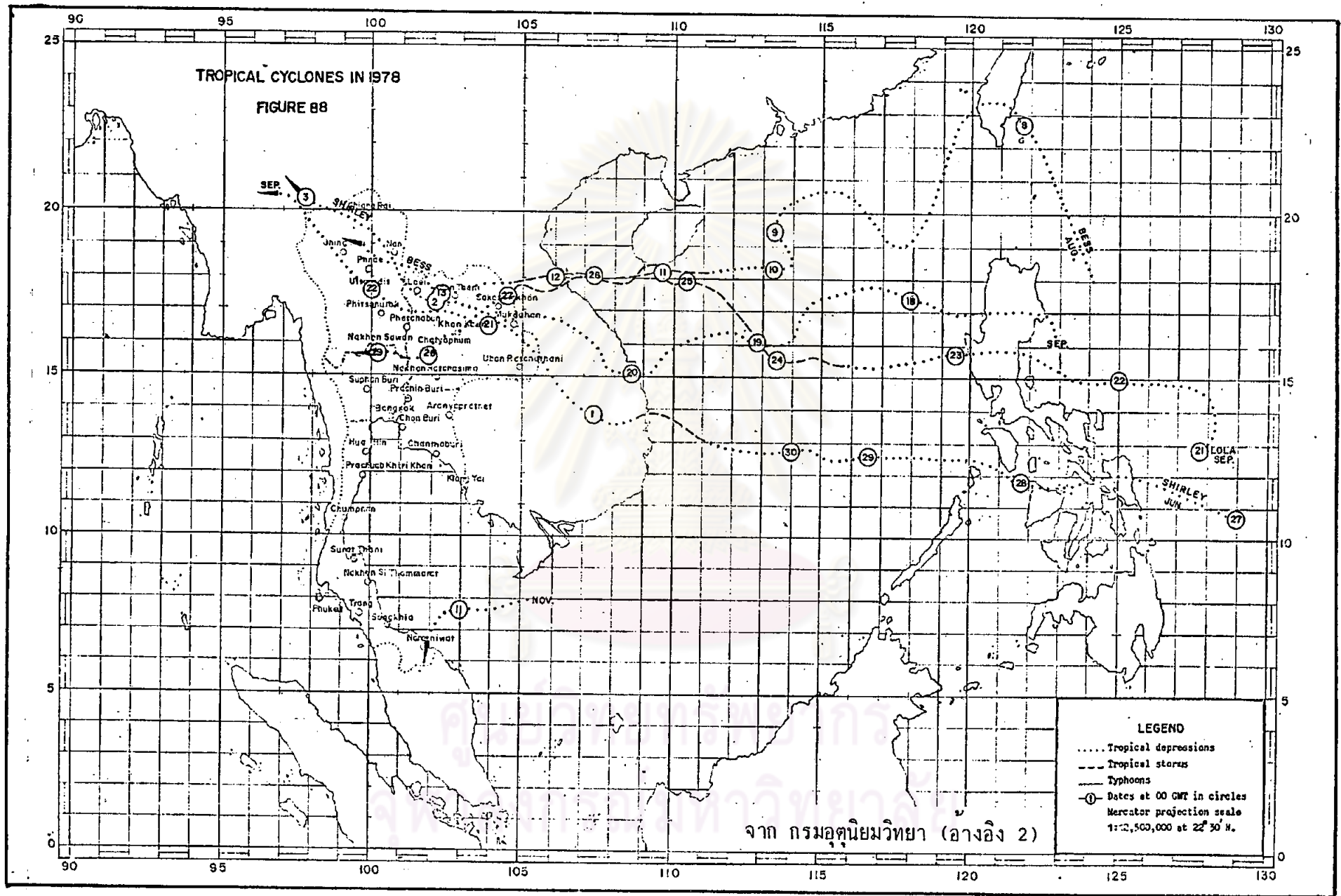
Percentage scale of wind speed

รูป 3-2 พังลม (wind rose) ในบริเวณจังหวัด นราธิวาส ช่วง พศ.2494-2523



รูป 3-3 พายุดีเปรสชันเขตรอนที่เกิดขึ้นในอ่าวไทยตอนล่าง ในปี 2507





รูป 3-4 พายุไต้ฝุ่นเขตร้อนที่เกิดขึ้นในอ่าวไทยตอนล่าง ในปี 2521

### 3.3 สภาพอุทกศาสตร์

สภาพอุทกศาสตร์บริเวณชายฝั่งทะเลของภาคใต้ตอนล่าง อันเป็นภูมิภาคของพื้นที่ศึกษา ได้รับอิทธิพลของลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือและตะวันตกเฉียงใต้ ซึ่งได้ทำให้เกิดสภาพอุทกศาสตร์ที่แตกต่างกันออกไปตามฤดูกาลดังนี้

- 1) ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ธค-มีค) สภาพทะเลค่อนข้างจะรุนแรงโดยมีคลื่นปานกลาง (ความสูง 1.25-2.5 เมตร) ถึงคลื่นจัด (ความสูง 2.5-4 เมตร) และอาจมีคลื่นจัดมาก (ความสูง 4-6 เมตร) เกิดขึ้นบ่อย ๆ
- 2) ฤดูมรสุมเปลี่ยนแปลง (เมย-พค) สภาพทะเลค่อนข้างสงบ โดยมีคลื่นปานกลาง ถึงคลื่นเล็กน้อย (ความสูง 0.5-1.25 เมตร) เดือนพฤษภาคมจะเป็นเดือนที่มีสภาพทะเลสงบที่สุดในรอบปี
- 3) ฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงใต้ (มิย-กย) โดยทั่วไปสภาพทะเลจะมีคลื่นเล็กน้อยถึงคลื่นปานกลาง
- 4) ฤดูมรสุมเปลี่ยนแปลง (ตค-พย) สภาพทะเลมีคลื่นเล็กน้อยถึงปานกลาง

ในบางปีในช่วงฤดูมรสุมเปลี่ยนแปลง (เมย-พค และ ตค-พย) อาจมีคลื่นรุนแรงเกิดในบริเวณชายฝั่งทะเลของภาคใต้ตอนล่างได้บ้าง

#### 3.3.1 ลักษณะท้องทะเล

ลักษณะท้องทะเลของพื้นที่ทำการศึกษาได้จากข้อมูลแผนที่อุทกศาสตร์ สํารวจโดยกรมอุทกศาสตร์ ราชนาวิกไทยในปี พ.ศ.2503-2506 และแผนที่อุทกศาสตร์ สํารวจโดยกรมเจ้าท่า ในปี พ.ศ.2526 และ 2527 ซึ่งเป็นการสำรวจครอบคลุมท้องทะเลจากบริเวณปากแม่น้ำโลก ไปตามชายฝั่งทะเลแม่น้ำตาปีมีความยาวประมาณ 12 กิโลเมตร และห่างจากฝั่งประมาณ 4 กิโลเมตร ตามโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโลก ภายใต้ความร่วมมือระหว่างไทย-มาเลเซียและออสเตรเลีย [42]

จากแผนที่อุทกศาสตร์ดังกล่าวพอสรุปได้ว่า ท้องทะเลในบริเวณใกล้ฝั่ง (Surf Zone) จากบริเวณปากแม่น้ำโขงจนถึงเขาคันทรง มีความลาดชันระหว่าง 0.002-0.003 และจากแผนที่อุทกศาสตร์ของกรมเจ้าท่าพบว่า ท้องทะเลหน้าชายฝั่งแม่น้ำตากใบ ได้ถูกกัดเซาะลึกขึ้นระหว่าง 0-0.5 เมตร ในช่วงมรสุม 2526-2527 ดังแสดงในรูป 3-5

### 3.3.2 ลักษณะดินบริเวณชายฝั่ง

ดินบริเวณชายฝั่งทะเลในพื้นที่ศึกษา จัดเป็นดินประเภทดินร่วนปนทรายประเภท Tropo humod หรือ Spodosols หรือ Quartzipsamment การระบายน้ำจัดว่าสูงมาก เป็นดินที่มีชั้นดานอินทรีย์ (Spodic Horizon) ในช่วง 150 เซนติเมตรแรก

ชายฝั่งทะเลตลอดแนวพื้นที่ศึกษาเป็นชายหาดทราย และจากรายงานการสำรวจชลศาสตร์ครั้งที่ 2 ในงานวิจัยโครงการพัฒนาลุ่มน้ำตากใบ โดยคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งได้เก็บตะกอนทรายตามแนวชายหาดเป็นระยะ 20 กิโลเมตร จากปากแม่น้ำโขง และนำมาวิเคราะห์การกระจายของเม็ดทรายได้ผลสรุปดังนี้

ระยะทางจากปากแม่น้ำ (กม)	ขนาดตะกอนทราย(มม)		
	d <sub>25</sub>	d <sub>50</sub>	d <sub>75</sub>
0	0.55	0.69	0.77
5	0.38	0.42	0.48
10	0.39	0.50	0.55
15	0.65	0.77	0.92
20	0.67	0.74	0.88

ดังนั้นจึงพอสรุปได้ว่าตะกอนทรายบริเวณพื้นที่จัดเป็นตะกอนทรายหยาบปานกลาง (Medium Sand) และมีขนาดของตะกอนเฉลี่ย (d<sub>50</sub>) เท่ากับ 0.62



### 3.3.3 ลักษณะน้ำขึ้นน้ำลง

ระดับน้ำขึ้นน้ำลงในบริเวณเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ขึ้นอยู่กับ การแกว่งของระดับน้ำของ มหาสมุทรแปซิฟิก และมหาสมุทรอินเดีย และยังขึ้นอยู่กับอิทธิพลของดวงจันทร์อีกด้วย ลักษณะน้ำ ขึ้นน้ำลงในทะเลจีนใต้จึงเป็นแบบ mixed diurnal tidal ส่วนบริเวณอ่าวไทยตอนบนเป็นแบบ diurnal tide สำหรับบริเวณอ่าวไทยตอนกลางและพื้นที่ทำการศึกษาเป็นแบบ mixed diurnal และ diurnal tide

ตาราง 3-2 ได้สรุปสถิติข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง (Tide) ของชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำ ปัตตานี ปากแม่น้ำโกลก และปากแม่น้ำกลันตัน เป็นการเปรียบเทียบ และจากตาราง 3-2 จะ เห็นได้ว่าพื้นที่ทำการศึกษา จะมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำของน้ำขึ้นสูงสุด และน้ำลงต่ำสุด ประมาณ 1.41 เมตร โดยมีระดับน้ำทะเลเฉลี่ยต่ำกว่าระดับน้ำขึ้นสูงสุด 0.70 เมตร และสูง กว่าระดับน้ำลงต่ำสุดประมาณ 0.71 เมตร

## 3.4 การศึกษาทางวิชาการที่เกี่ยวข้องของชายฝั่ง

### 3.4.1 การศึกษาในบริเวณพื้นที่ศึกษา

การศึกษาด้านวิชาการในพื้นที่ศึกษามีอยู่ค่อนข้างจำกัด การศึกษาส่วนใหญ่จะเน้นในบริ เวดปากแม่น้ำโกลก ดังเช่น พิสิทธิ์ ธีระดิลก ในปี 2522 [11] ร.ท.ประเสริฐ ทิพยธรรม ในปี 2526 [10] สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ในปี 2526 [6] และ Snowy Mountains Engineering Cooperation ในปี 2528 [42]

พิสิทธิ์ ธีระดิลก และ สหส์ หมั่นเล็ก (2522) ได้ทำการศึกษาสภาพธรณีวิทยาปากแม ่น้ำโกลกและศึกษาการเปลี่ยนแปลงของแหลมทราย (Sand Spit) ที่ขวางปากแม่น้ำโกลกและ ศึกษาการสะสมตะกอนบริเวณปากแม่น้ำโกลก โดยการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศปี 2515, 2518 ของกรมแผนที่ทหาร อันมีผลสรุปดังแสดงในรูป 3-6 และจากการสำรวจภาคสนาม ในช่วง 25 ธค 2521 ถึง 5 เมย 2522 พบว่าสันดอนทรายโค้งงอออกไป 70 เมตร

ร.ท.ประเสริฐ ทิพยธรรม (2526) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงแนวสันดอนทรายบริเวณ ปากแม่น้ำโกลก ตั้งแต่ พ.ศ.2453-2523 โดยอาศัยการแปลความจากแผนที่ภูมิประเทศ (topo-

graphic map) แผนที่แนบท้ายสนธิสัญญาระหว่าง ไทย-อังกฤษ ในปี 2452 แผนที่อุทกศาสตร์และภาพถ่ายทางอากาศ ดังแสดงในรูป 3-7 ซึ่งได้สรุปว่า สันดอนทรายเคลื่อนตัวสู่ปากแม่น้ำโลก ตลอดเวลาที่มีผลทำให้ชายฝั่งทะเลทางด้านมาเลเซียเคลื่อนตัวตามไปด้วย เพื่อรักษาคุ้ยแห่งธรรมชาติในการที่จะรักษาแนวชายฝั่งทะเลให้เป็นแนวตรงตามอิทธิพลของกระแสน้ำชายฝั่ง ตลอดจนคลื่นและลมที่เคลื่อนตัวขนานกับชายฝั่งทะเลขึ้นไปทางเหนือ แนวสันดอนทรายเป็นตอนๆ ในปี 2453 วัดระยะจากจุดอ้างอิงได้ 1,380 เมตร ถูกกัดเซาะและเคลื่อนตัวเข้าด้านในเหลือระยะที่วัดได้ 11 เมตร ในปี 2523 โดยในช่วง 40 ปีแรก (พ.ศ.2453-2493) สันดอนทรายด้านนอก ถูกกัดเซาะอย่างรุนแรงและเคลื่อนตัวเข้าด้านใน 880 เมตร ทั้งนี้เพราะแนวสันดอนทรายในปี 2453 มีลักษณะเป็นแนวโค้งออกสู่ทะเลและแนวโค้งที่ถูกทำลายไปจนเกือบเป็นเส้นตรงตามแผนที่ปี 2493 ตามเหตุผลที่ได้อธิบายข้างต้น สำหรับการเคลื่อนตัวของแนวสันดอนทรายด้านในตั้งแต่ พ.ศ.2453-2523 ได้ระยะทั้งสิ้น 491 เมตร โดยเคลื่อนตัวเข้ามาด้านใน ซึ่งเกิดจากแนวสันดอนทรายด้านในที่ติดกับปากแม่น้ำโลก

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2526) ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงสภาพปากแม่น้ำโลก โดยอาศัยการแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ และผลการศึกษากการเปลี่ยนแปลงส่วนปลายของสันดอนทราย ดังแสดงในรูป 3-8 พบว่าส่วนปลายของสันดอนทรายในปี 2500-2511 ยื่นเข้ามาฝั่งไทยในอัตราเฉลี่ย 25.5 เมตร/ปี ในช่วงปี 2511-2515 ส่วนปลายนี้ถูกกัดเซาะเคลื่อนถอยสู่มาเลเซียด้วยอัตรา 301.7 เมตร/ปี และยื่นล้ำเข้าประเทศไทยอีกในช่วงปี 2518 และ 2522 ด้วยอัตราการเปลี่ยนแปลง 65.2 และ 305.6 เมตร/ปี ตามลำดับ

ในการศึกษาการปรับปรุงปากแม่น้ำโลก ในโครงการพัฒนาแม่น้ำโลก โดย SMEC (1985) ได้ศึกษาภาพถ่ายทางอากาศไทยและมาเลเซียตั้งแต่ปี 2492 เป็นต้นมา และสรุปการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำโลก ดังแสดงในตาราง 3-3 และรูป 3-9, 3-10 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าชายฝั่งบริเวณนี้ถูกกัดเซาะและหดหายไป 500-600 เมตร ในรอบ 35 ปีที่ผ่านมา

### 3.4.2 การศึกษาในบริเวณข้างเคียง

การศึกษาด้านวิชาการในบริเวณพื้นที่ข้างเคียงที่ควรแก่การสนใจคือ การศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลในรัฐกลันตันประเทศมาเลเซีย โดย Raj ในปี ค.ศ. 1982 และ 1984

[17] และได้ศึกษาเพิ่มเติมโดย Delft Hydraulic Laboratory ในปี ค.ศ. 1984 [18] ในการศึกษาโครงการทำเรือกลั่นคัน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

Raj (1982, 1984) ได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งรัฐกลั่นคันตั้งแต่ปี (2491 จนถึงปี 2517 โดยการแปลภาพถ่ายทางอากาศแผนที่ภูมิประเทศ (topographic map) และได้ประมาณอัตราการขยายตัวของสันดอน (spit growth) ต่อไปในเกณฑ์เฉลี่ย ดังแสดงในรูป 3-11 และพบว่าจุดที่ไม่มีมีการเปลี่ยนแปลง 2 ตำแหน่ง โดยตำแหน่งแรกอยู่ระหว่าง K.S. Besar และ K.Kemasin และอีกตำแหน่งอยู่ระหว่าง Kg. Cherang Ruku และ K.Semarak บริเวณหน้า Tumpat มีการขยายตัวของสันดอน 207 เมตร/ปี และที่ปากแม่น้ำโกลกประมาณ 75 เมตร/ปี

การศึกษาของ Raj (1984) และ DHL (1984) ได้พบว่าอัตราการกัดเซาะและทับถมตามแนวชายฝั่งในรอบหลายสิบปีที่ผ่านมา มีค่าประมาณ 5-15 เมตร/ปี นอกจากนี้ Raj (1984) ยังได้ทำการศึกษาเพื่อทำนายการกัดเซาะและทับถมตามแนวชายฝั่งของรัฐกลั่นคันที่อาจเกิดขึ้นในระหว่างปี 2517-2537 ดังแสดงในรูป 3-12 เป็นที่น่าสังเกตว่าชายฝั่งจากปากแม่น้ำกลั่นคันถึงปากแม่น้ำโกลกอาจถูกกัดเซาะ และที่ปากแม่น้ำโกลก ชายฝั่งด้านมาเลเซียจะยื่นงอกออกมา รูป 3-13 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสันทราย (sand spit) บริเวณพื้นที่สามเหลี่ยม (Delta) ปากแม่น้ำกลั่นคันหน้าเมืองตุมปัต ที่เกิดขึ้นระหว่างปี 2486-2509 [28]

ชัยพันธุ์ รัทวิชัย และ สุจริต คุณธนกุลวงศ์ (2528) ได้สำรวจสภาพชายฝั่งปากพอง ปากกระวะ จังหวัดนครศรีธรรมราช เมื่อวันที่ 24-25 ตุลาคม 2528 ได้ขอสรุปว่า แนวชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทยของจังหวัดนครศรีธรรมราช ถูกกัดเซาะอย่างต่อเนื่องในตลอด 10-20 ปีที่ผ่านมา โดยอัตราการถดถอยของชายฝั่งประมาณ 8 เมตร/ปี และคาดว่า การกัดเซาะและถดถอยของแนวชายฝั่งเกิดขึ้นตลอดแนวชายฝั่งด้านอ่าวไทยของภาคใต้ตอนกลางและตอนล่าง และมีความสัมพันธ์กันตลอดแนว โดยมีอัตราการกัดเซาะและถดถอยประมาณ 15-30 เมตร/ปี ตามความรุนแรงของสภาพคลื่นที่เกิดขึ้น [7]

ตาราง 3-2 ข้อมูลน้ำขึ้นน้ำลง (Tide) ของชายฝั่งทะเลปากแม่น้ำปัตตานี ปากแม่น้ำโกลก และปากแม่น้ำกลันตัน

	ปากแม่น้ำปัตตานี <sup>(1)</sup>		ทะเลปากแม่น้ำโกลก <sup>(2)</sup>		ทะเลปากแม่น้ำกลันตัน	
	2521	2522	2526	2527	2523 <sup>(3)</sup>	SMEC <sup>(4)</sup>
H'est H.W.	3.30	3.30	3.28	3.26	1.927	+1.3
H.H.W.	2.75	2.77	2.99	3.00	-	-
M.H.W.	2.56	2.74	2.81	2.88	-	+0.53
M.T.L.	2.26	2.53	2.47	2.67	-	+0.17
M.L.W.	2.07	2.34	2.13	2.46	-	-0.32
L.L.W.	1.97	2.20	2.08	2.05	-	-
L'est L.W.	1.18	1.90	1.84	1.88	0.167	-0.8
Mn.	0.48	0.40	0.68	0.42	-	-
Tidal Range.	2.12	1.40	1.44	1.38	1.740	2.10

หมายเหตุ (1) บริษัทเซาท์อีสต์เอเชียเทคโนโลยี จำกัด จากอ้างอิง 9

(ระดับน้ำเทียบกับระดับสมมติ)

(2) กรมเจ้าท่า จากอ้างอิง 4,5 (ระดับน้ำเทียบกับระดับ -2.50 ม.

รทก. ที่เกาะหลัก)

(3) JICA จากอ้างอิง 27 (ระดับน้ำเทียบกับระดับสมมติ)

(4) ระดับน้ำขึ้นน้ำลงหน้าเวียงตุมบัก SMEC จากอ้างอิง 42

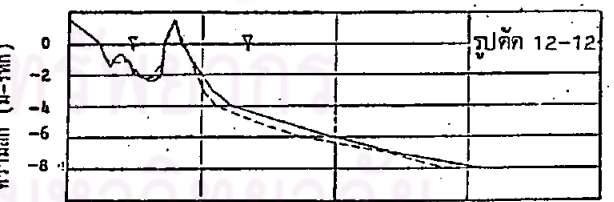
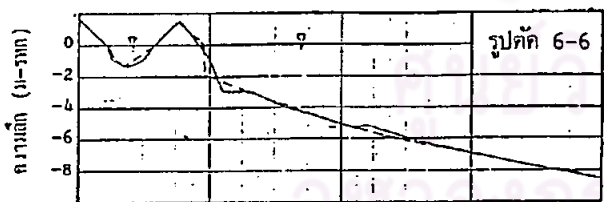
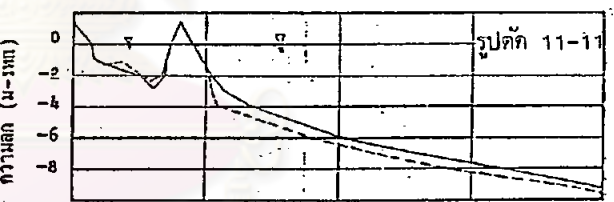
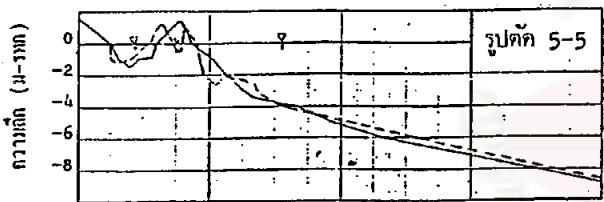
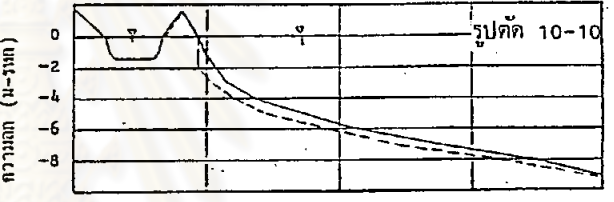
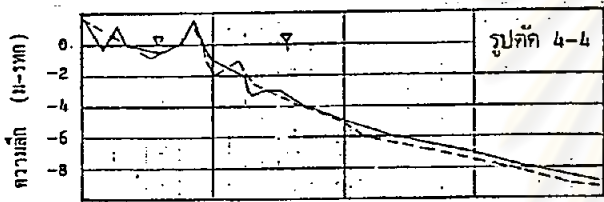
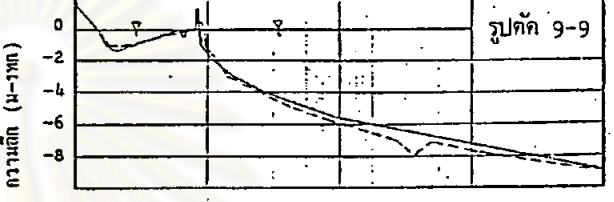
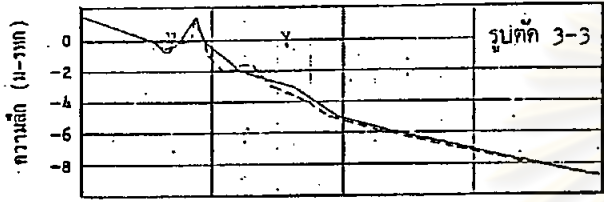
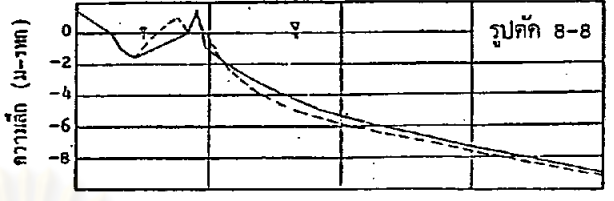
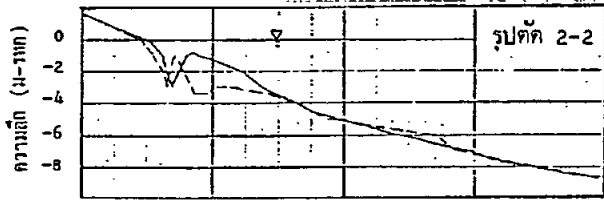
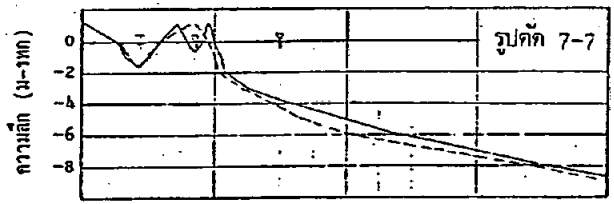
เทียบกับระดับอ้างอิง (รทก.) ของโครงการพัฒนาลุ่มน้ำโกลก

ตาราง 3-3 สรุปการเปลี่ยนแปลงแนวชายฝั่งปากแม่น้ำโกลก ระหว่าง 1949-1984

ปี	ระยะถดถอย ของแนวชายฝั่ง ม.	ข้อสรุปเหตุการณ์เปลี่ยนแปลง
1948-1951 (2491-94)	100	แนวชายฝั่งทั่วไปได้เปลี่ยนจากแนว 130°N ในปี 1948 มาเป็นแนว 125°N ซึ่งขนานกับแนวชายฝั่งที่เป็นอยู่ปัจจุบัน (1984) การกัดเซาะชายฝั่งเกิดขึ้นด้านตะวันตกเฉียงเหนือมากกว่าด้านตะวันออกเฉียงใต้ ปากแม่น้ำโกลกร่นลงไปทางตะวันออกเฉียงใต้มาก
1951-1966 (2494-09)	300	ปากแม่น้ำโกลกออกสู่ทะเลร่นลงไปทางตะวันออกเฉียงใต้ 300 ม. จากเมื่อปี 1957 เกิดการกัดเซาะแนวชายฝั่งด้านตะวันออกเฉียงใต้มากกว่าด้านตะวันตกเฉียงเหนือ ฝั่งแม่น้ำโกลกด้านในก่อนจะไหลไปทางตะวันตกเฉียงเหนือหายไป 75 ม.
1966-1975 (2509-18)	100-200	ปากแม่น้ำโกลกร่นลงไปทางตะวันออกเฉียงใต้ 600 ม. จากปี 1966 สันทรายส่วนนอก (outer foredune) ถูกทำลายไปหมดสิ้น แนวชายฝั่งได้มาก่อตัวขึ้นใหม่ตามแนวฝั่งซ้ายของแม่น้ำโกลกเมื่อปี 1948
1975-1983 (2518-26)	60	แหลมทรายด้านมาเลเชีย (sand spit) มีขนาดเล็กลงและอยู่ในอิทธิพลของการเคลื่อนที่ตะกอนชายฝั่งและอัตราการไหลในช่วงน้ำหลากของแม่น้ำโกลก การกัดเซาะชายฝั่งด้านไทยรุนแรงขึ้น
Sept 1983 - Jul 1984 (กย.26-กค.27)	0-60	แนวชายฝั่งด้านไทย 9 กม. จากปากน้ำยังมีการกัดเซาะรุนแรง 0-60 ม. ปากแม่น้ำมีการเปลี่ยนแปลงมากในช่วงฤดูมรสุม 1983 แหลมทรายด้านมาเลเชียหดสั้นลง 100 ม. แต่มีแนวไทม์ของการทับถมของตะกอนที่ปากน้ำด้านมาเลเชีย

หมายเหตุ 1. สรุปความมาจาก SMEC(อ้างอิง 42)

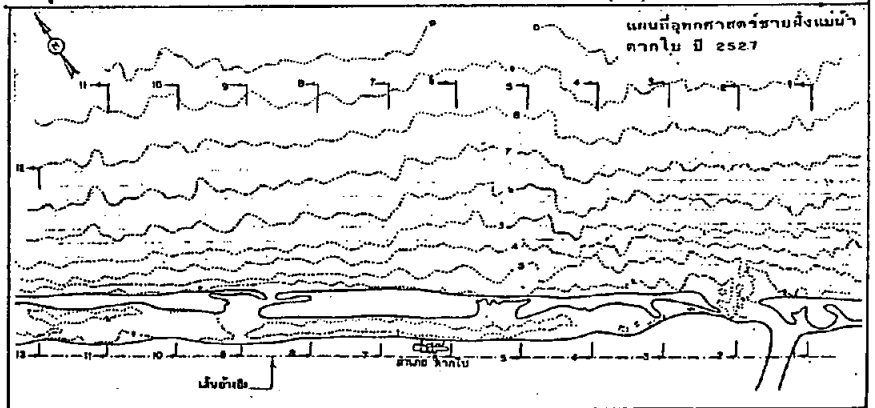




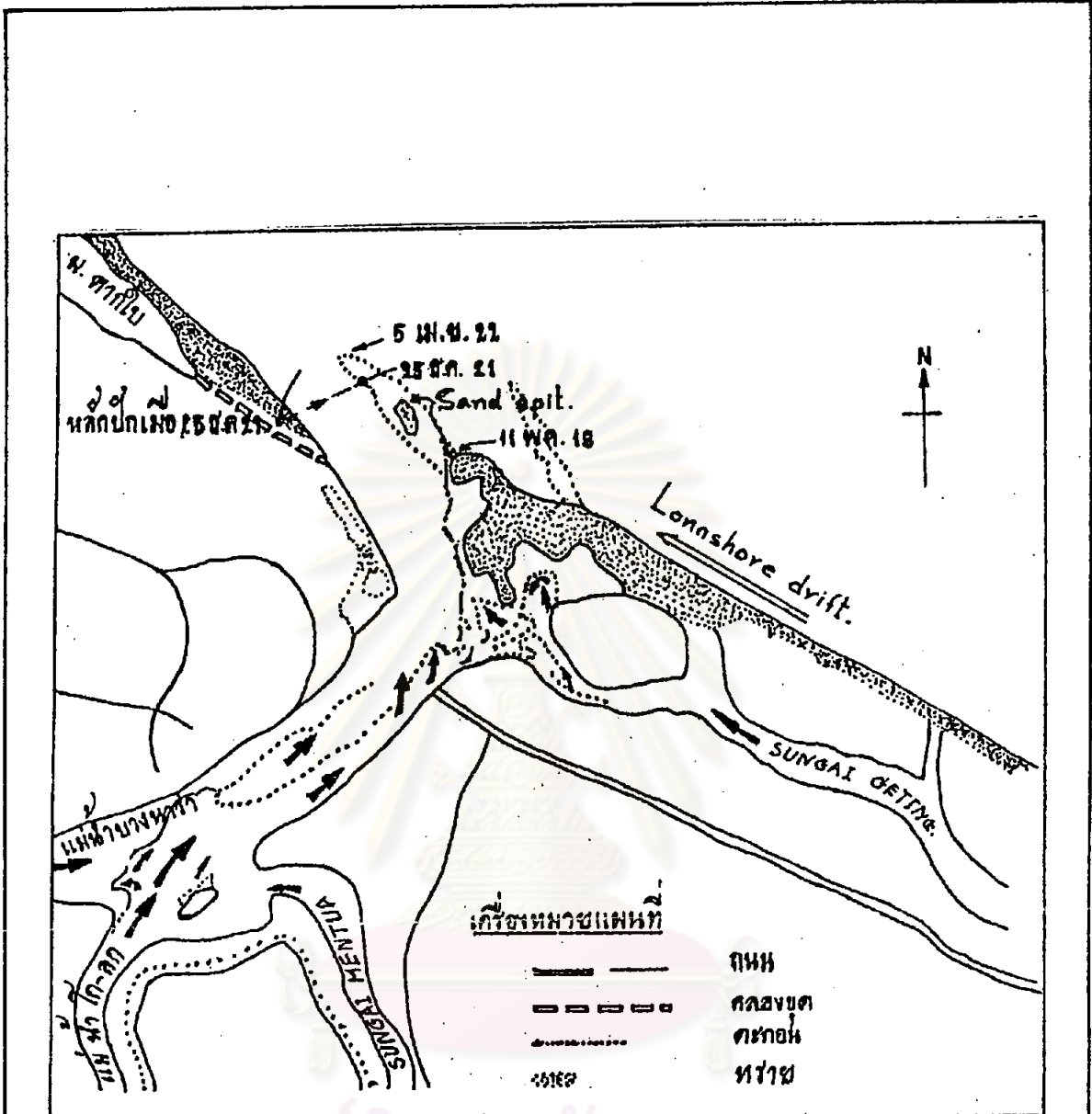
ระยะทางจากเส้นอ้างอิง (กม)

ระยะทางจากเส้นอ้างอิง (กม)

หมายเหตุ : รูปตัดจากแผนที่สำรวจ กรมเจ้าท่า  
 ————— มิย-กย 2526  
 - - - - - สค-มิย 2527



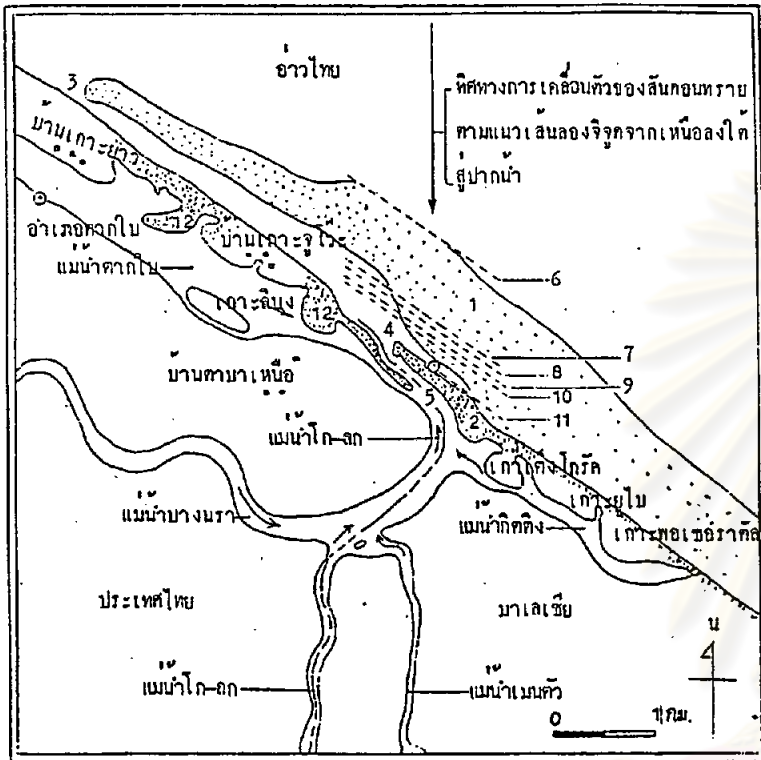
รูป 3-5 รูปตัดท้องทะเลชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา พศ.2526-2527



ภาพที่ • แสดงการงอกของ sandspit บริเวณปากน้ำโก - ดง งอกขวางปากแม่น้ำไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ และแสดงการกัดเซาะถนนจากแม่น้ำโก - ดงและแม่น้ำแม่แก้วสู่ทะเล โดยแปลความหมายจากภาพถ่ายทางอากาศ ซึ่งถ่ายเมื่อ ๑๑ พฤษภาคม ๒๕๑๔  
ที่มา . พิสิษฐ์ วีระดิถ ๒๕๒๒ . ๑๔

จาก พิสิษฐ์ วีระดิถ (2522, อ้างอิง 11)

รูป 3-6 การงอกของแหลมทรายปากแม่น้ำโกลก ระหว่างปี 2518-2521



**เครื่องหมายแผนที่**

-----เขตประเทศ ๐ ละติจูด 6° 14.5' N ลองจิจูด 102° 05.6' E

● ทราย

1 2 3 สันดอนทรายปี พ.ศ. 2453, 2522, ปากน้ำโก-ลกปี พ.ศ. 2453

4 5 6 ปากน้ำโก-ลกปี พ.ศ. 2522, ปากคลองจุก แนวสันดอนทรายคานนอกปี พ.ศ. 2453

7 8 9 แนวสันดอนทรายคานนอกปี พ.ศ. 2493, 2496, 2500

10 11 12 แนวสันดอนทรายคานนอกปี พ.ศ. 2509, 2522 ซันทรายที่เกิดขึ้นใหม่

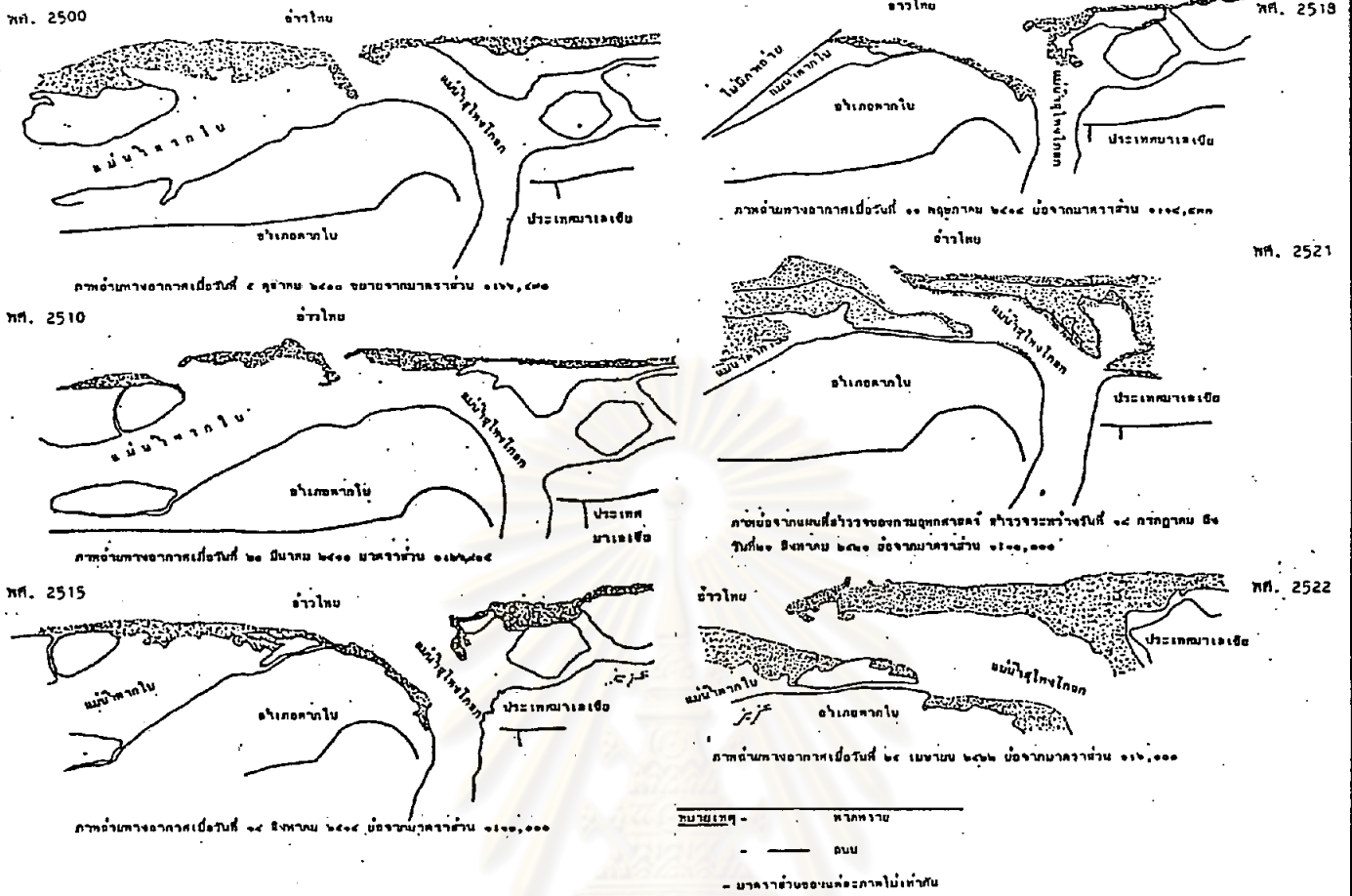
ที่มา : แผนที่และรูปถ่ายทางอากาศที่นำมาศึกษาทั้งหมด

สรุปผลการศึกษาของ ร.ท. ประเสริฐ แสดงลักษณะทางกายภาพของแนวสันดอนทรายบริเวณปากน้ำโก-ลก และการเคลื่อนตัวตามเส้นลองจิจูดจากเหนือลงมาทางใต้ผ่านพิภพหลัก คิดระยะเป็นเมตร

พ.ศ.	ระยะจากพิภพหลักถึงแนวสันคานนอก	ระยะจากพิภพหลักถึงแนวสันคานใน	กว้าง	ยาว	ระยะเคลื่อนตัวของสันคานใน	หมายเหตุ
2453	1,380	380	1,000	3,930	-	
2493	500	380	316	4,435	0	
2496	430	253	190	696	127	
2500	300	225	75	300	28	
2509	280	110	170	500	115	
2513	-	-	-	-	-	สันดอน
2515	-	-	-	-	-	ทรายยาว
2518	-	-	-	-	-	ไม่ถึงพิภพ
2521	0	130	130	250	110	หลัก
2522	10	110	100	420	130	
2523	11	111	100	1,230	-20	
					1	
		รวมทั้งสิ้น			491	

จาก ร.ท. ประเสริฐ ทิพยธรรม (2526, อ้างอิง 10)

รูป 3-7 การเคลื่อนตัวของสันดอนทราย ระหว่าง 2453-2523

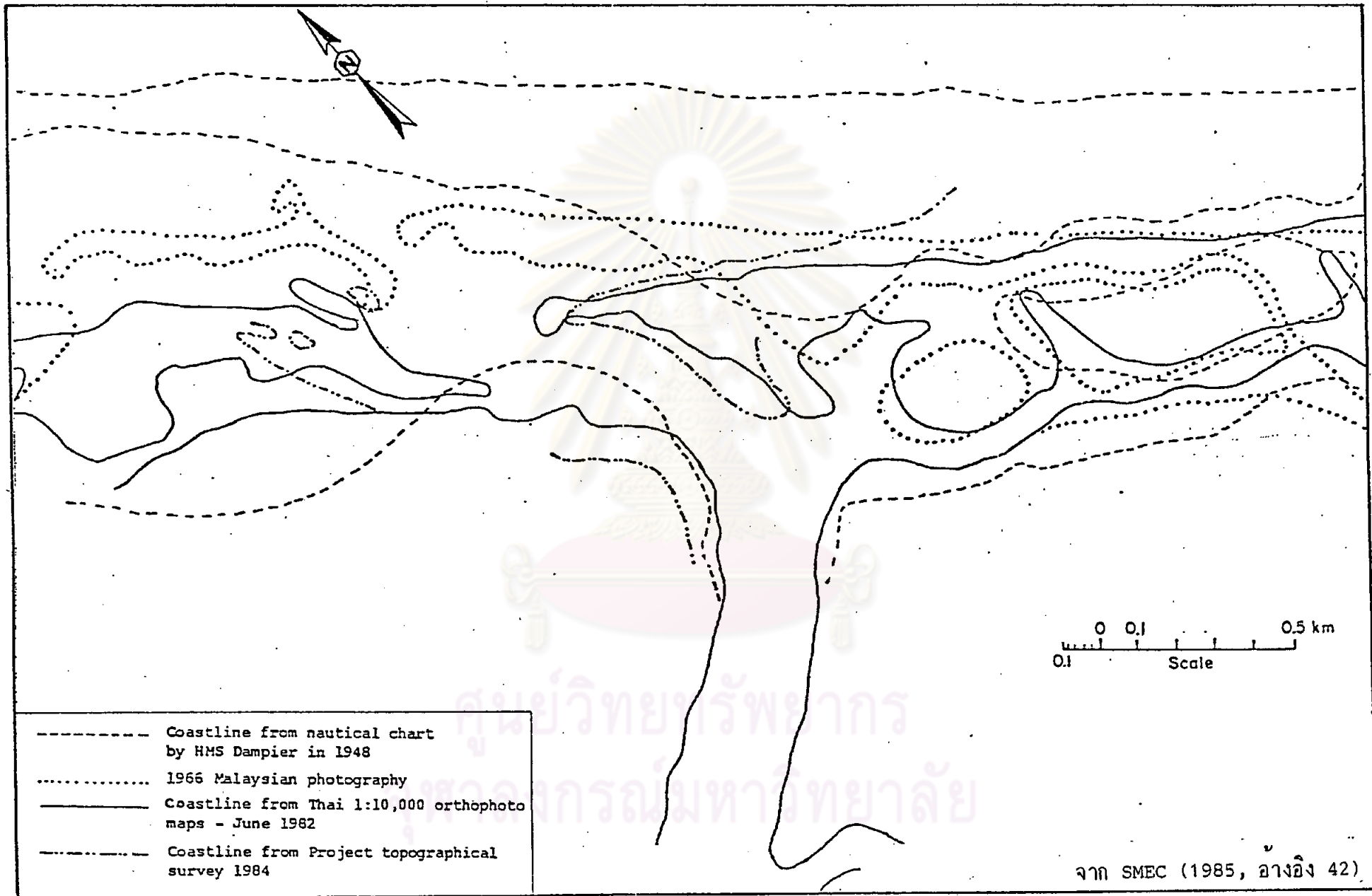


ท.ศ.	ระยะยื่นของหาดทรายจากเส้น สมมุติปานกลาง (เมตร)	ความเปลี่ยนแปลง (เมตร)	ช่วงเวลาของการ เปลี่ยนแปลง (ปี)	อัตราความเปลี่ยนแปลง เมตร/ปี
2500	+ 864.1	-	-	-
2510	+ 1103.1	+ 239.0	10	+ 23.9
2511	+ 1130.1	+ 26.9	1	+ 26.9
2515	- 76.8	- 1206.8	4	- 301.7
2518	+ 118.7	+ 195.5	3	+ 65.2
2522	+ 1341.1	+ 1222.4	4	+ 305.6

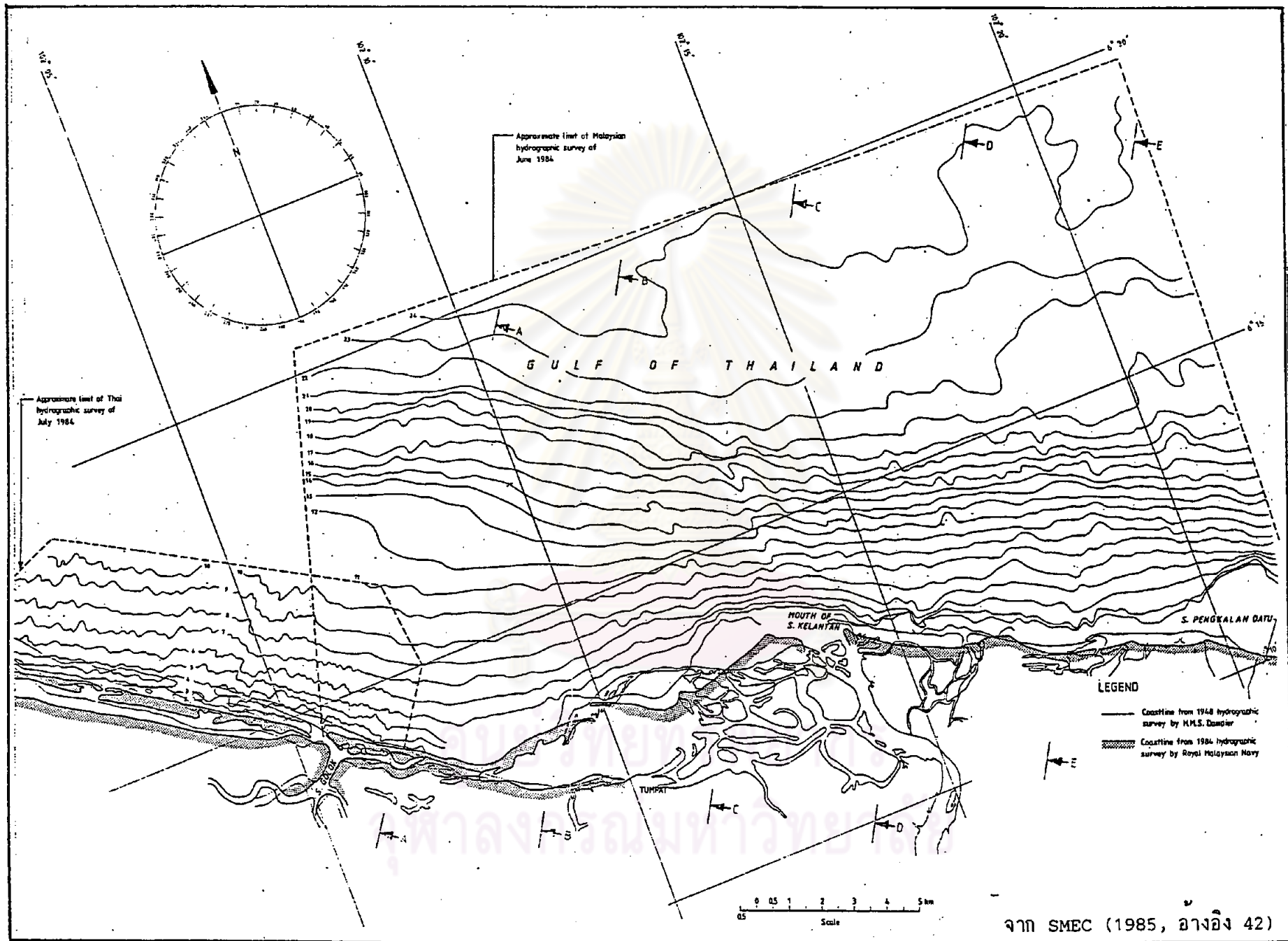
หมายเหตุ เครื่องหมาย + หมายถึงระยะยื่นของหาดทรายขึ้นสู่ประเทศไทย  
เครื่องหมาย - หมายถึงระยะหดของหาดทรายสู่ประเทศมาเลเซีย

จาก สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2526, อ้างอิง 6)

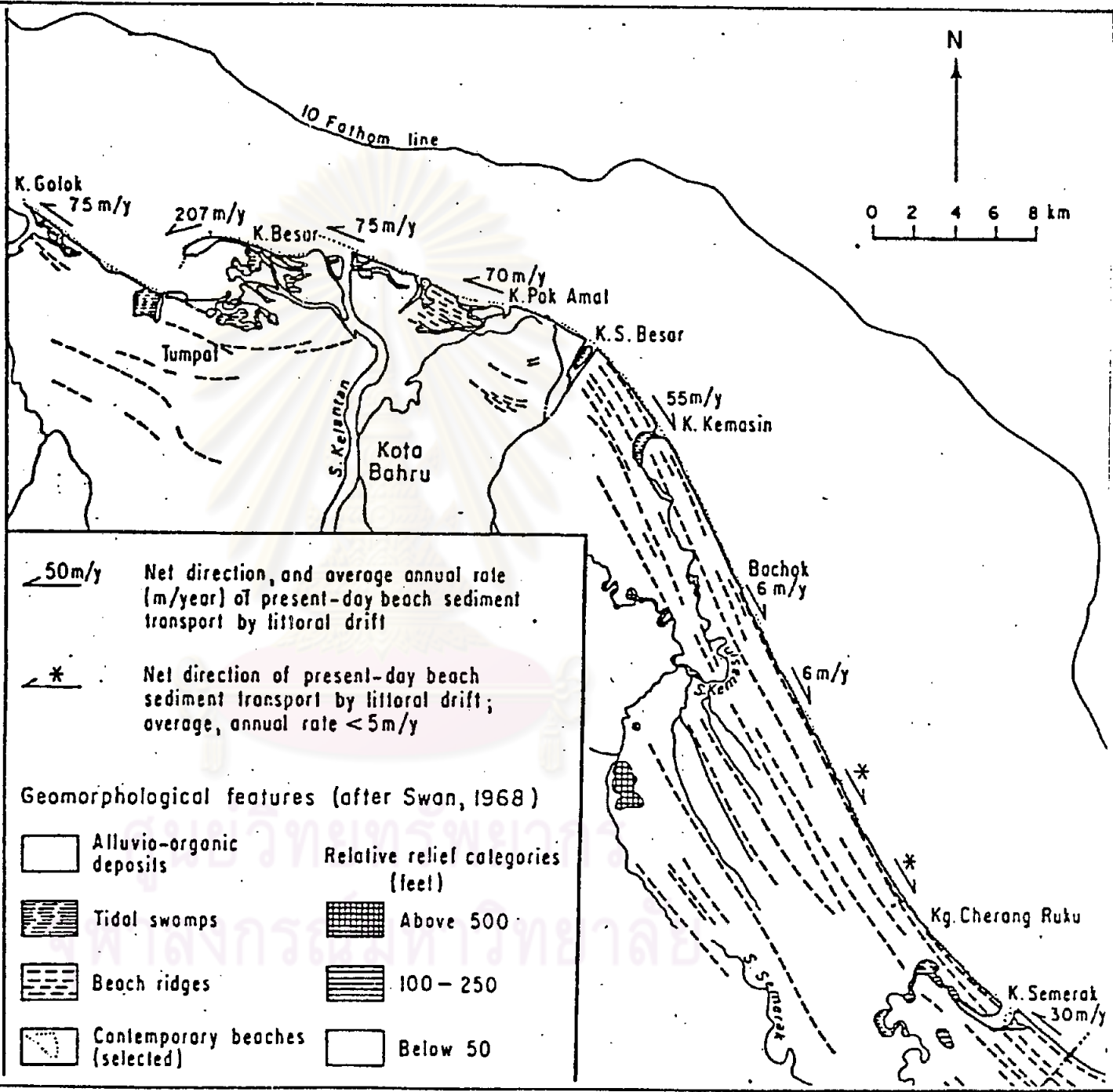
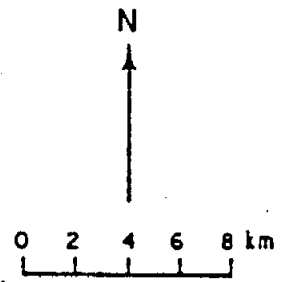
รูป 3-8 สภาพการเปลี่ยนแปลงบริเวณปากแม่น้ำโลก 2500-2522



รูป 3-9 การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่งปากแม่น้ำโขง ปี 1948-1984



รูป 3-10 การเปลี่ยนแปลงสภาพชายฝั่ง ระหว่างปี 1948-1984



จาก DHL (1984, ภาว 16)

after Roj (1982)

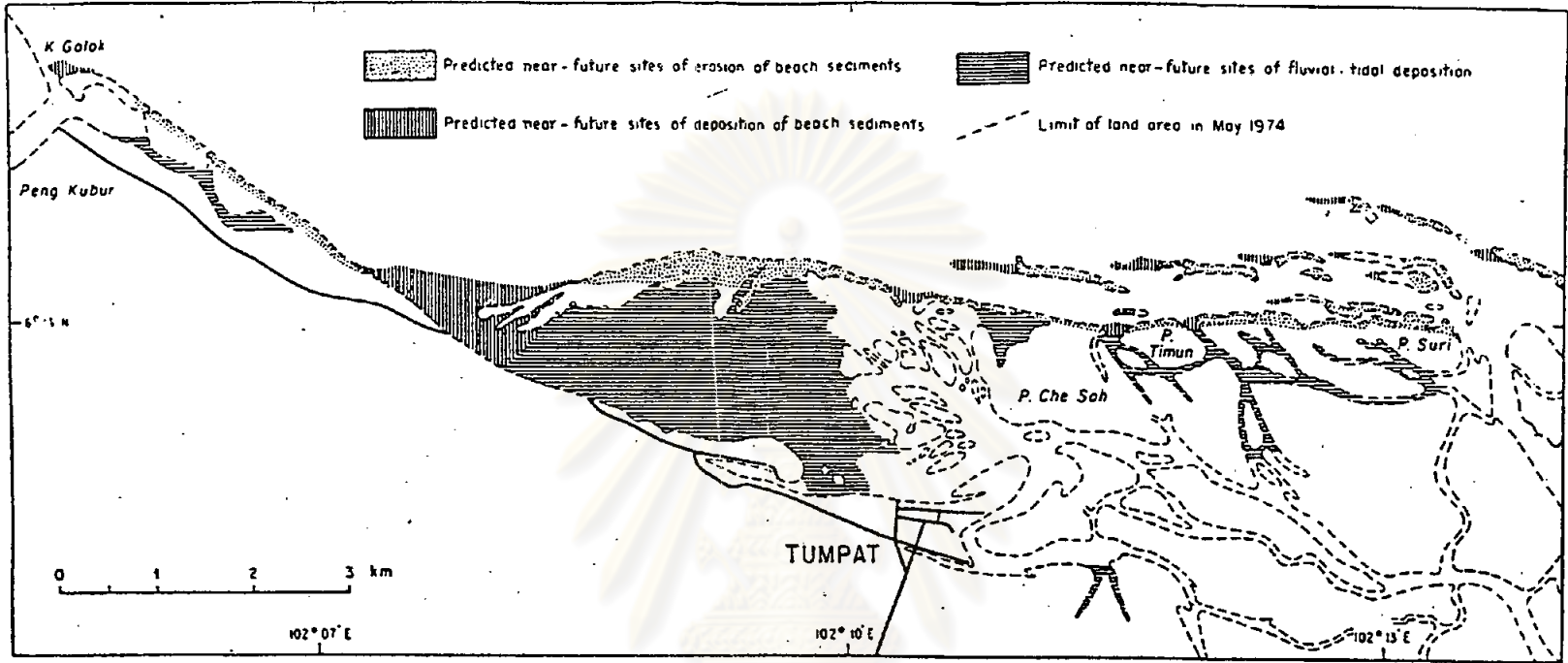
**K. GOLOK TO K. SEMERAK  
NET DIRECTION AND AVERAGE ANNUAL RATE  
OF SPIT GROWTH 1949 - 1974**

DELFT HYDRAULICS LABORATORY

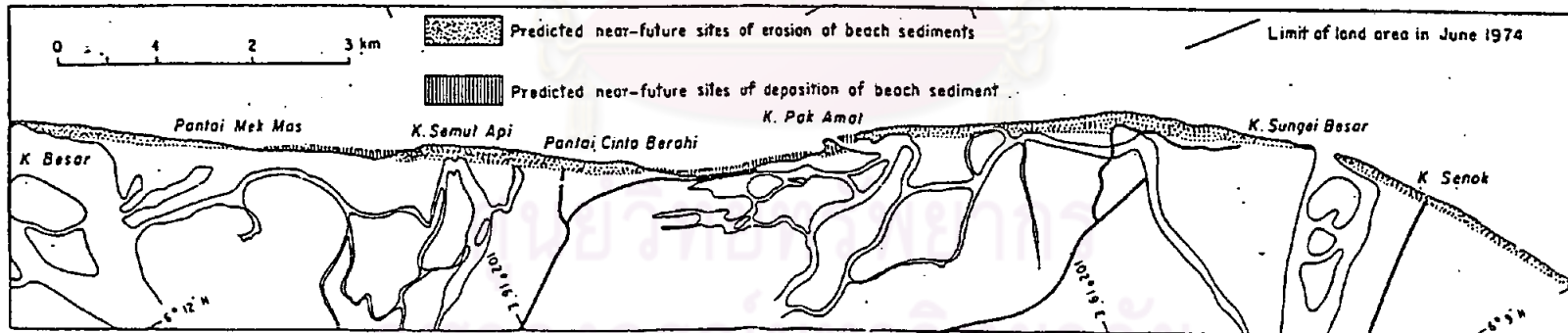
M 1997

FIG. 9

PREDICTED NEAR FUTURE COASTAL CHANGES BETWEEN K GOLOK AND K. BESAR



PREDICTED NEAR FUTURE COASTAL CHANGES BETWEEN K. BESAR AND THE SOUTH OF K. S. BESAR



K GOLOK TO K S BESAR  
PREDICTED COASTAL CHANGES 1974 - 1994

DELFT HYDRAULICS LABORATORY

M: 1997 FIG 14

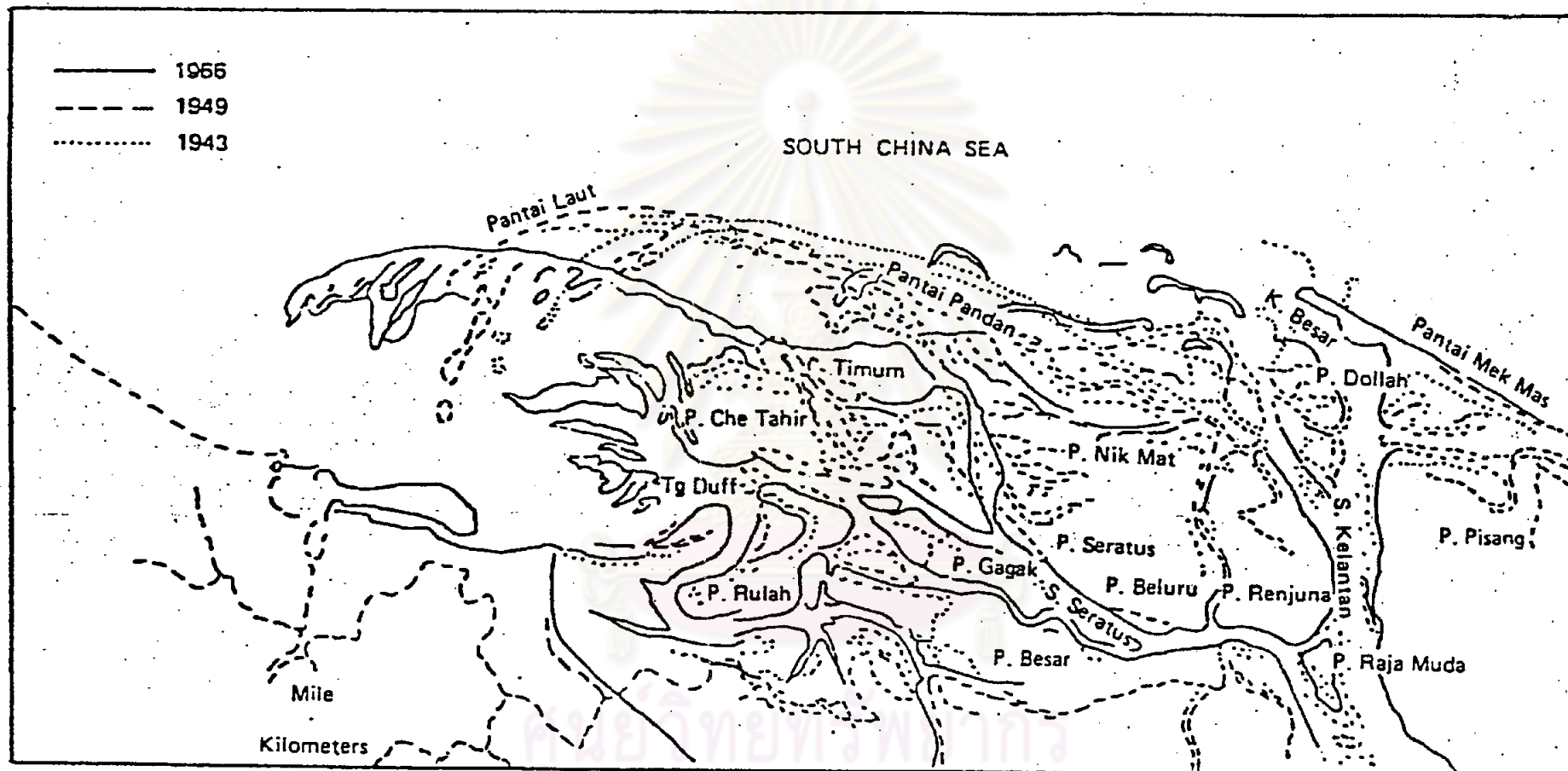
after R., (1984)

จาก DHL (1984, อ้างอิง 16)

รูป 3-12 การพยากรณ์แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งรัฐลันตัน (1974-1994)



# The Deformation of Sandspit in front of Tumpat



Source: Sedimentation in the Kelantan Delta (Malaysia) by B.N KOOPMANS

จาก JICA (1980, อ้างอิง 27)

รูป 3-13 การเปลี่ยนแปลงแหลมทรายปากแม่น้ำลันตัน หน้าเมืองตุมปัต (1943-1966)

### 3.5 การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเล

ชายฝั่งทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษามีการเปลี่ยนแปลงมาเป็นเวลานาน จากหลักฐานภาพถ่ายทางอากาศแสดงให้เห็นการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาเกือบ 80 ปี ดังแสดงในรูป 3-14 และจากการศึกษาเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลจากปากแม่น้ำโขลกจนถึงเขาคันทรง ดังแสดงผลในรูป 3-15 โดยชัยวัฒน์ ผลพิรุฬห์ (2529) ซึ่งจะเห็นได้ว่าชายฝั่งทะเลมีการเปลี่ยนแปลงมากในบริเวณปากแม่น้ำโขลก

การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งในบริเวณพื้นที่ศึกษาได้เกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา แต่ไม่มีใครให้ความสนใจ เพราะชายฝั่งทะเลเหล่านั้นเป็นสมบัติของส่วนรวมอีกทั้งมีใช้พื้นที่เศรษฐกิจ ตลอดจนไม่มีโครงสร้างบริเวณใกล้ชายฝั่งทะเล แต่เมื่อพื้นที่เหล่านั้นพัฒนาขึ้นดังเช่นบริเวณชายฝั่งปากแม่น้ำโขลก ราคาที่ดินสูงขึ้นและมีเอกชนมาจับจองและลงทุนทำโครงการเมืองใหม่ตาบา และตามแนวชายฝั่งทะเล มีถนนลูกรังเชื่อมระหว่างหมู่บ้านชาวประมงเพื่อใช้เป็นทางสัญจร เป็นต้น การกัดเซาะชายฝั่งเหล่านี้ก็เริ่มเป็นปัญหาที่จะนำมาขบคิดกัน เพราะการที่ชายฝั่งถูกกัดเซาะ หมายถึงการสูญเสียที่ดินหรือสูญเสียสิ่งก่อสร้างตามชายฝั่งไปด้วย รูป 3-16 เป็นภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณปากแม่น้ำโขลก ระหว่าง พย.2526-สค 2528 ส่วนรูป 3-17 และ 3-18 เป็นภาพถ่ายการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งทะเลบริเวณ กม.ที่ 7-8 จากปากแม่น้ำโขลก

### 3.6 ข้อมูลคลื่นในทะเลจีนใต้และอ่าวไทยตอนล่าง

สำนักงานอุตุนิยมวิทยาของอังกฤษ (Royal Meteorological Office) ได้รวบรวมข้อมูลคลื่นที่เกิดขึ้นในน้ำลึก ซึ่งได้จากการวัดในบริเวณทะเลจีนใต้ (Lat.5 — 9° N, Long. 101° — 106° E) โดยเรือสังเกตการณ์ (Ship Observation) ซึ่งมีการบันทึก 26,396 ครั้งในช่วง ปี 2492-2525 ซึ่งข้อมูลสถิติความสูงคลื่นคิดเป็นเปอร์เซ็นต์การเกิดขึ้นในรอบปีในคาบเวลาต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก ก. ส่วนรูป 3-19 แสดงสถิติความสูงคลื่นที่เกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ธค.-มีค.) ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มิย.-กย.) และช่วงมรสุมเปลี่ยนแปลง (เมย.-พค. และ ตค.-พย.) ซึ่งพบว่า สภาพคลื่นที่รุนแรงจะเกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ โดยมีทิศทางคลื่นในแนว N 60° E ซึ่งเกิดขึ้น 12.91% และ 9.25%

ในรอบปีตามลำดับ และช่วงมรสุมเปลี่ยนแปลงในทิศดังกล่าว ซึ่งเกิดขึ้น 6.28% และ 5.54% ในรอบปีเช่นกัน สำหรับในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้คลื่นมีขนาดเล็กกว่าในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ ทิศทางคลื่นในทะเลจีนใต้ที่มีผลต่อคลื่นบริเวณชายฝั่งที่ศึกษาอยู่ในช่วง N30°W ถึง N90°E จากสถิติความสูงคลื่น (Visual Wave Height,  $H_V$ ) ที่ไต่บันทึกจากเรือสังเกตการณ์ (Ship Observation) สามารถคำนวณหาความสูงคลื่นนัยสำคัญ (Significant Wave Height,  $H_S$  หรือ  $H_{1/3}$ ) ได้จาก Nordenstorm Conversion ดังนี้

$$H_S = 1.68 H_V^{0.75}$$

สถิติความสูงคลื่น ( $H_V$ ) และความสูงคลื่นนัยสำคัญ ( $H_S$ ) คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เกิดขึ้นในแต่ละฤดูกาล ได้แสดงไว้ในตาราง 3-4 รูป 3-20 และ 3-21 ได้แสดงการกระจายความสูงคลื่นนัยสำคัญที่คำนวณได้ในแต่ละฤดูกาล ส่วนตาราง 3-5 และรูป 3-22 ได้แสดงเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดในรอบปีของความสูงคลื่น ( $H_V$ ) แต่ละฤดูกาล ตาราง 3-6 และรูป 3-23 ได้แสดงเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดในรอบปีของคาบเวลาคลื่น ( $T$ ) แต่ละฤดูกาล

ตาราง 3-4 สถิติความสูงคลื่น( $H_V$ ) และความสูงคลื่นนัยสำคัญ( $H_S$ ) ตามเปอร์เซ็นต์การเกิดในแต่ละฤดูกาล

SEASONAL PERCENT WAVE HEIGHT EXCEEDANCE				
VISUAL WAVE HEIGHT $H_V$ (m)	SIGNIFICANT WAVE HEIGHT $H_S$ (m)	PERCENT EXCEEDANCE		
		NE MONSOON	SW MONSOON	TRANSITION
0.50	1.00	94.00	90.81	87.94
1.00	1.68	69.70	54.86	46.40
1.50	2.28	40.82	23.34	19.95
2.00	2.83	21.80	8.35	7.93
2.50	3.34	10.71	2.46	2.88
3.00	3.83	5.23	1.00	1.34
3.50	4.30	2.24	0.44	0.45
4.00	4.75	1.05	0.15	0.21
4.50	5.19	0.44	0.04	0.06
5.00	5.62	0.24	-	0.04

หมายเหตุ วิเคราะห์จากข้อมูล 2492-2525 (อ้างอิง 42)

ตาราง 3-5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดในรอบปีของความสูงคลื่น( $H_V$ ) แต่ละฤดูกาล

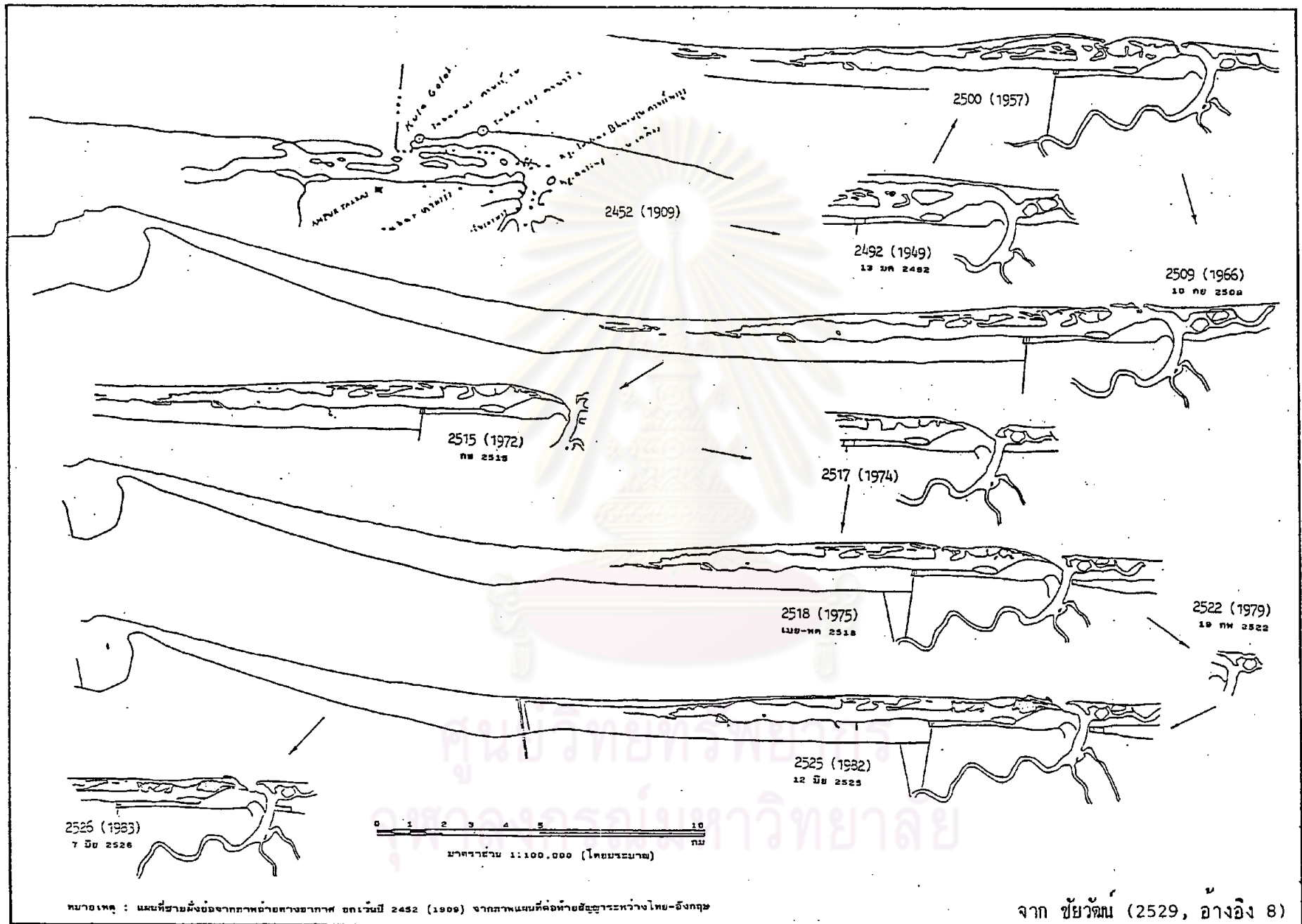
ANNUAL PERCENTAGE WAVE HEIGHT OCCURRENCE			
VISUAL WAVE HEIGHT $H_V$ (m)	PERCENT OCCURRENCE		
	NE MONSOON	SW MONSOON	TRANSITION
0.00-0.49	2.02	3.12	3.90
0.50-0.99	8.19	12.19	13.46
1.00-1.49	9.73	10.68	8.57
1.50-1.99	6.41	5.08	3.90
2.00-2.49	3.73	2.00	1.64
2.50-2.99	1.85	0.50	0.50
3.00-3.49	1.01	0.19	0.29
3.50-3.99	0.40	0.10	0.08
4.00-4.49	0.21	0.04	0.05
4.50-4.99	0.07	0.01	0.01
5.00-GREATER	0.08	-	0.01

หมายเหตุ วิเคราะห์จากข้อมูล 2492-2525 (อ้างอิง 42)

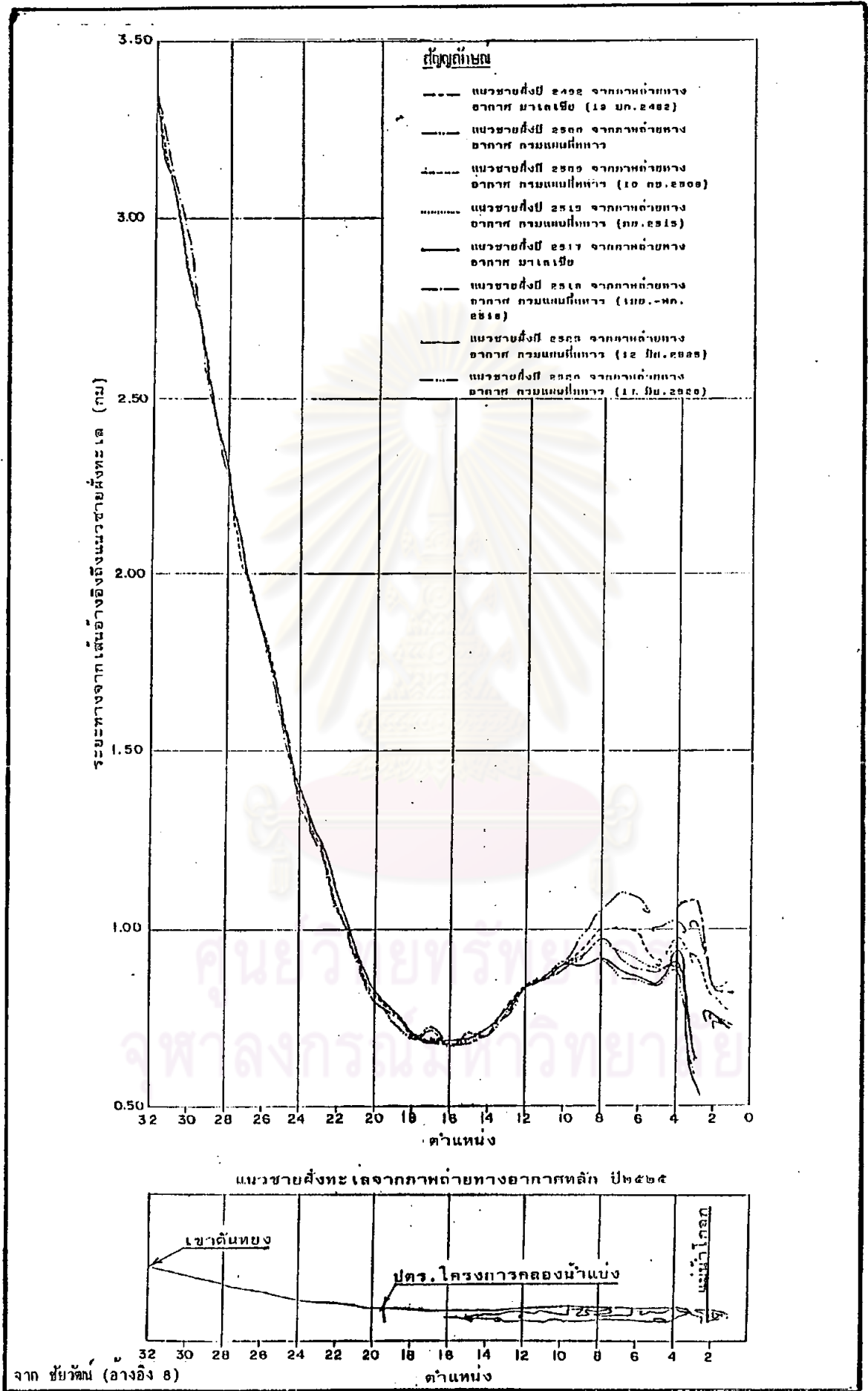
ตาราง 3-6 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การเกิดในรอบปีของคาบเวลากคลื่น (T) แต่ละฤดูกาล

ANNUAL PERCENTAGE WAVE PERIOD OCCURRENCE			
VISUAL WAVE PERIOD T (s)	PERCENT OCCURRENCE		
	NE MONSOON	SW MONSOON	TRANSITION
IND	1.32	1.73	1.51
0-5	19.78	24.67	23.87
6-7	8.17	5.37	4.72
8-9	3.05	1.17	1.48
10-11	0.64	0.26	0.25
12-13	0.33	0.32	0.24
14-15	0.39	0.38	0.32

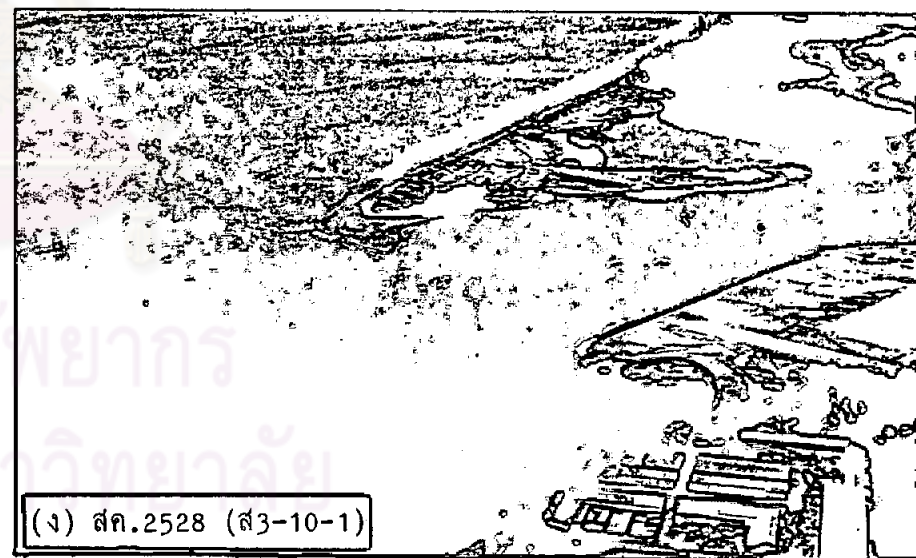
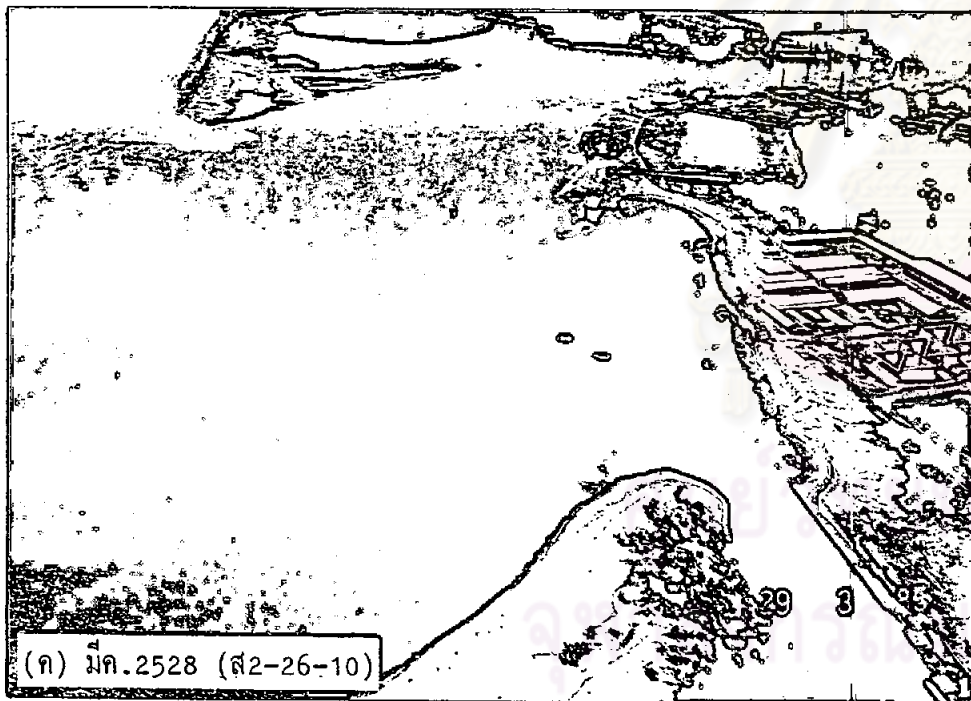
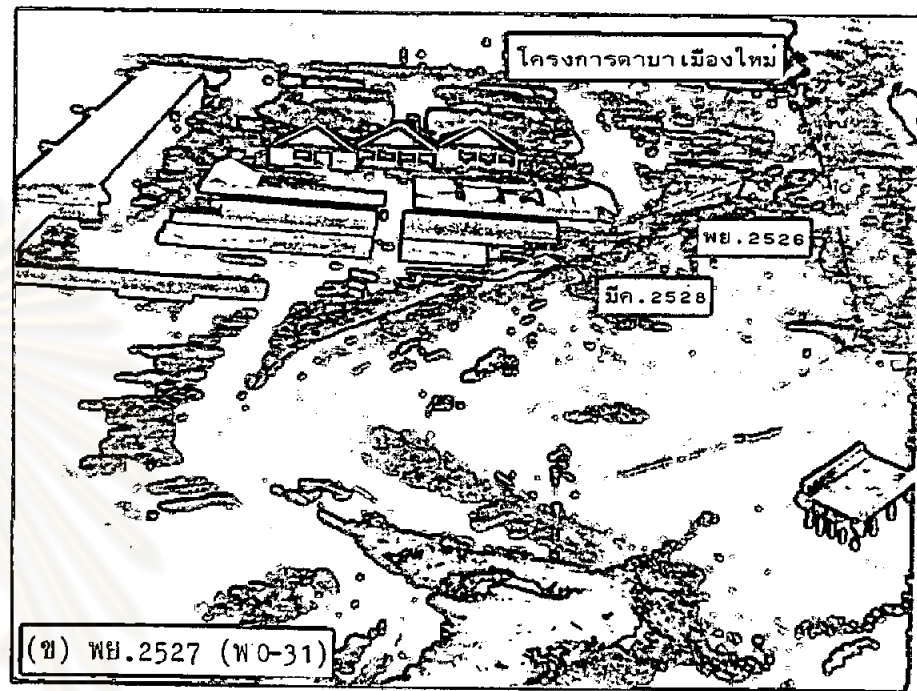
หมายเหตุ วิเคราะห์จากข้อมูล 2492-2525 (อ้างอิง 42)



รูป 3-14 การเปรียบเทียบชายฝั่งทะเลตั้งแต่ 2452-2526

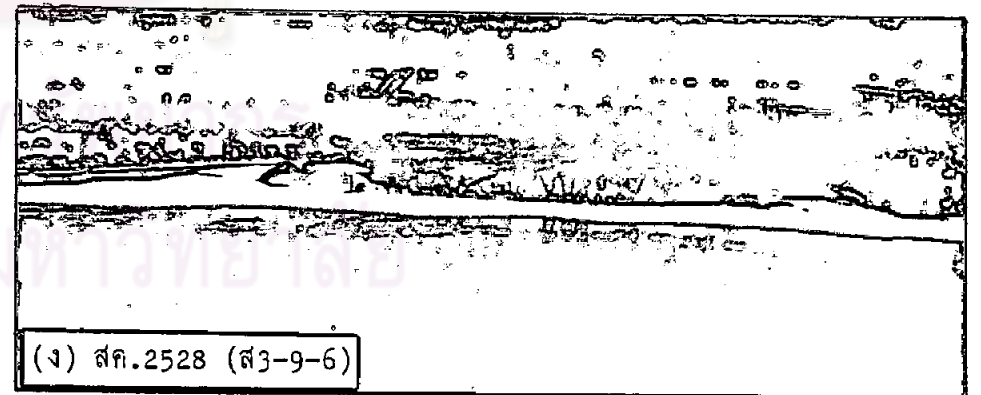
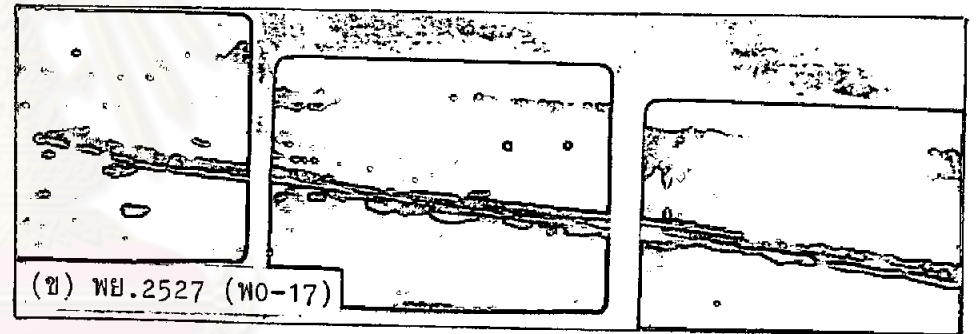
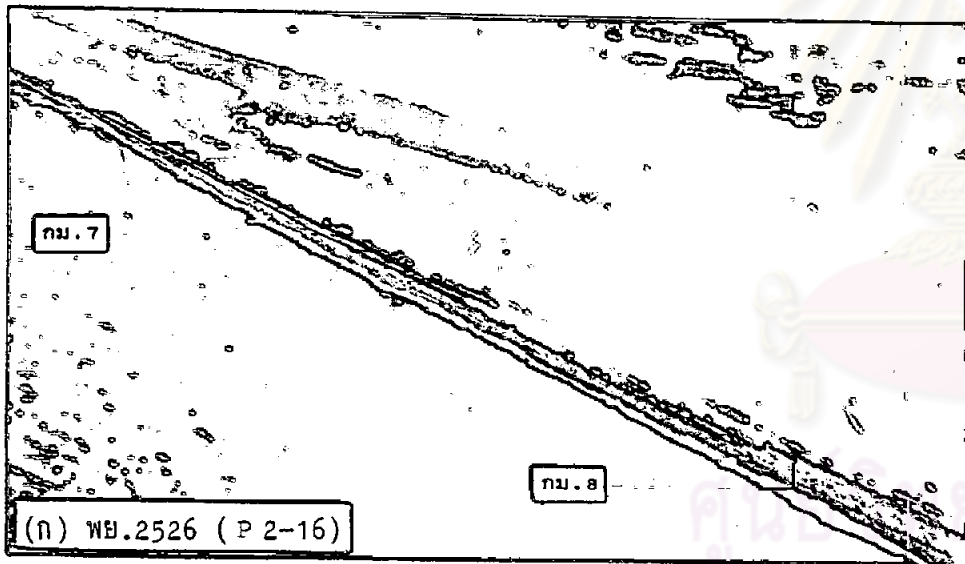
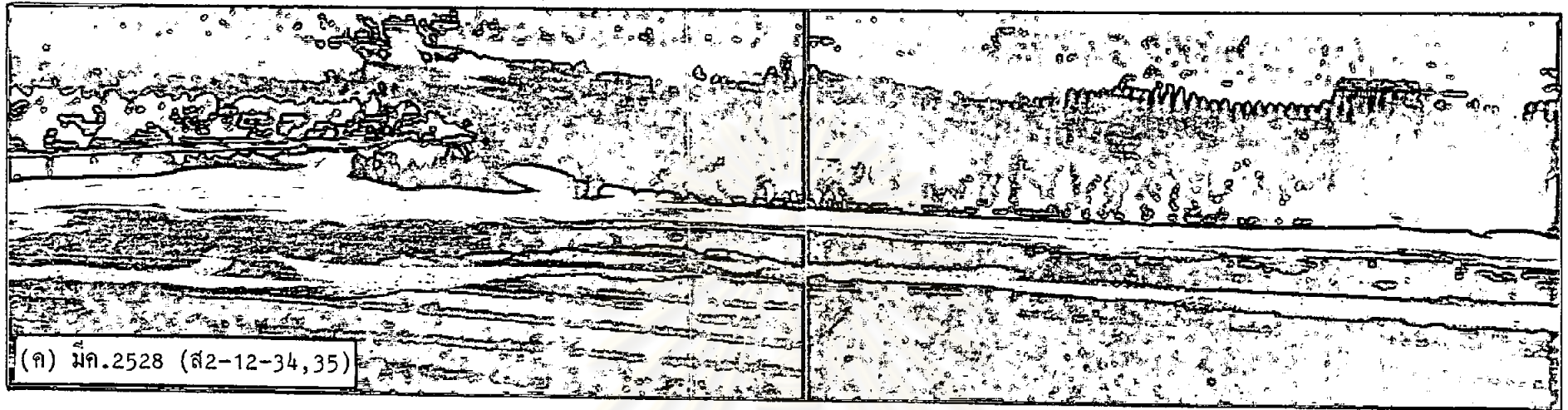


รูป 3-15 การเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงชายฝั่ง



- การกีดเซาะชายฝั่งด้านในเริ่มส่งผลเสียหายต่อตึกใหม่และชุมชนบ้านตึกใหม่ (ดูรูป ก.ข) ระหว่าง มค-มีย 2528 ได้มีการถมทรายกลับคืนจนถึงสะพาน รพช.

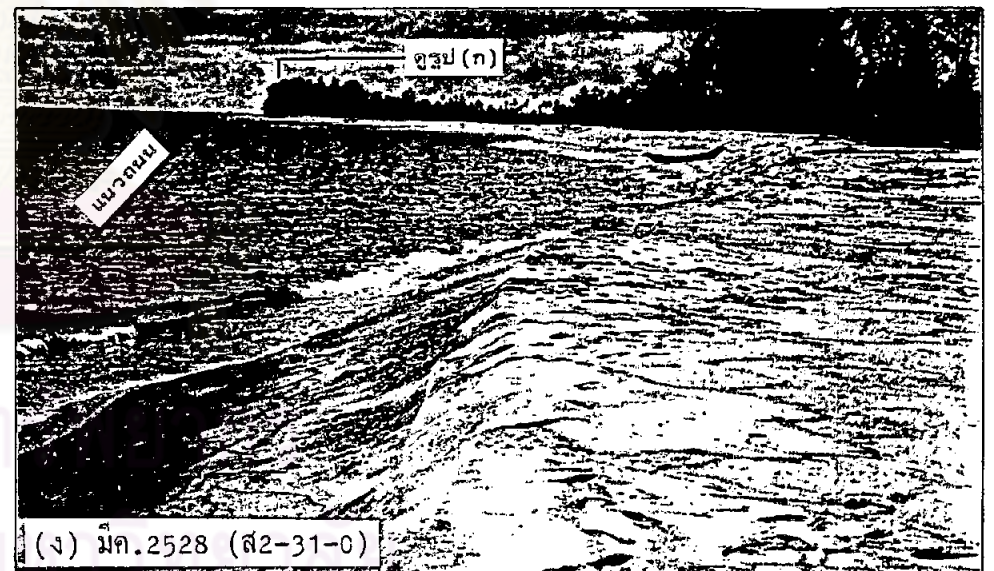
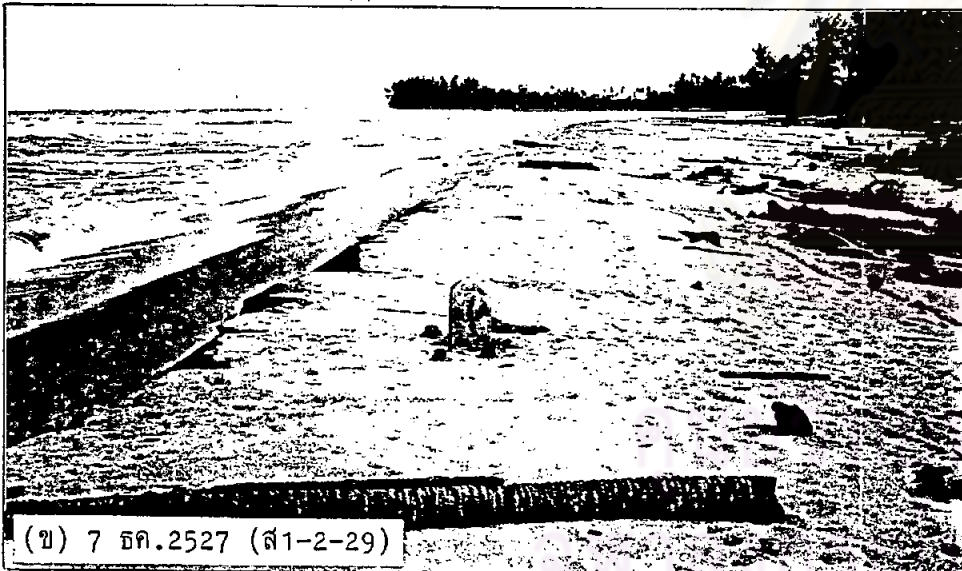
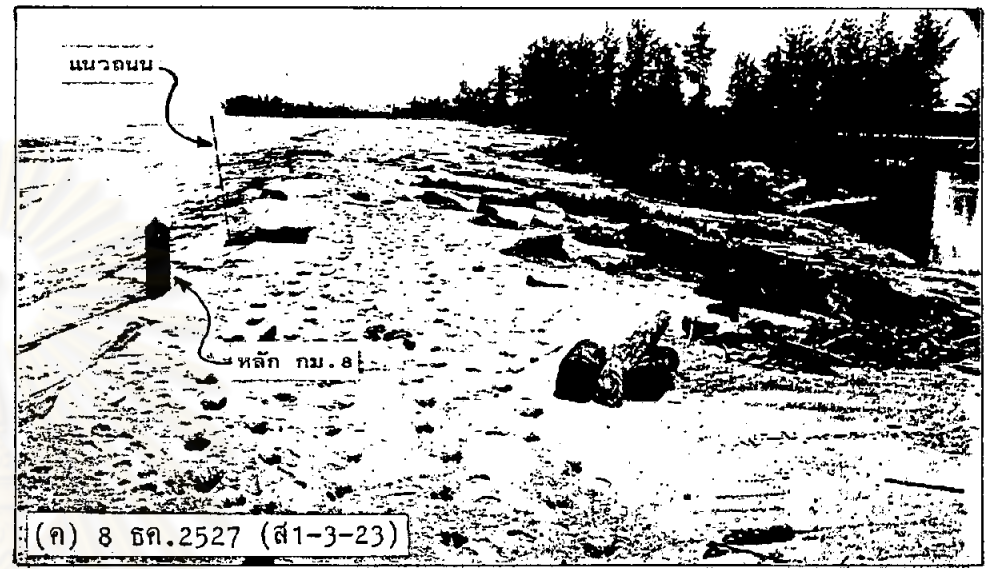
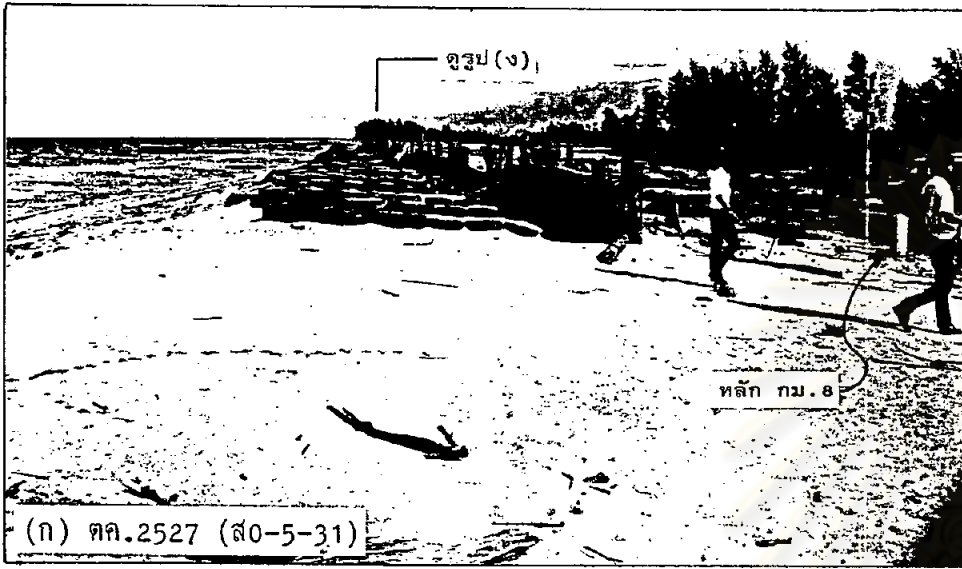
รูป 3-16 การเปรียบเทียบชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำโกโลกระหว่าง พย.2526-ส.ค.2528



- ช่วง กม.7-8 ถูกกัดเซาะเข้าไป 30-100 ม.
- ถนนที่สมบูรณ์เมื่อ พย 26 ได้สิ้นสภาพเมื่อ ธค 27 และสูญหายไป(กม.5.5-8.3)ทั้งหมดเมื่อ มีค 28
- บริเวณ กม.7+500 ขาดออกจากกันเมื่อ มีค-เมย 27 และปิดลงก่อน มีค 28 และชายฝั่งถอยเข้าด้านในประมาณ 100 ม.
- มีการเปลี่ยนแปลงน้อยมากระหว่าง มีค-สค 28

รูป 3-17 การเปรียบเทียบชายฝั่งบริเวณ กม.7-8 จากปากแม่น้ำโกสละทราย พย.2526-สค.2528

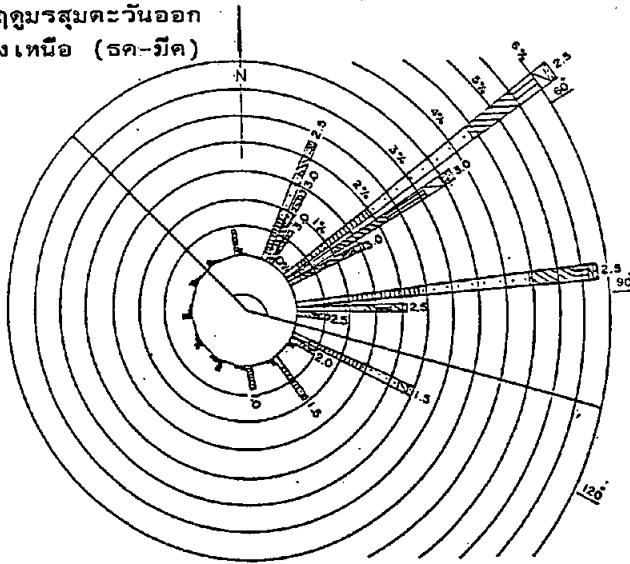




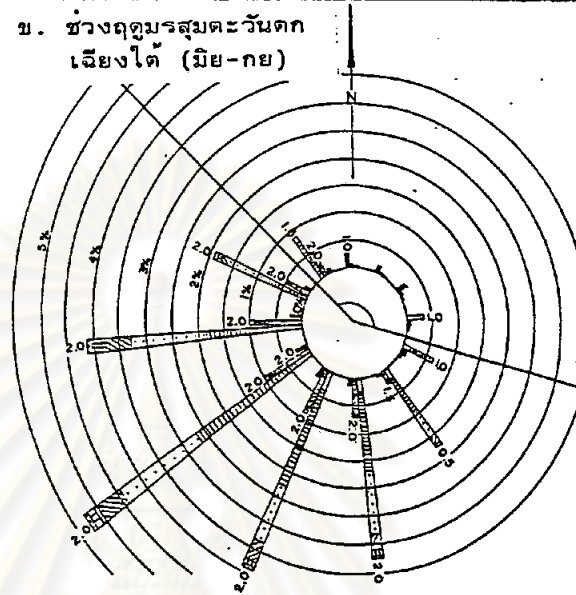
- ชายฝั่ง กม. 7-8 ถูกคลื่นกัดเซาะรุนแรงมากระหว่าง ตค 2527 - มีค 2528 ซึ่งสังเกตได้จากหลัก กม.8 ที่คงอยู่เมื่อ ตค 2527
- โครงสร้างคันกั้นน้ำและยางรถยนต์ (อุรุบ ก) สร้างขึ้นเพื่อป้องกันคลื่นซัดทรายมากจนถนน เมื่อปี 2526 ยาวประมาณ 1.5 กม. ถูกกัดเซาะหายไปหมดสิ้นเมื่อ ตค 2527

รูป 3-18 การเปรียบเทียบชายฝั่งบริเวณ กม.7-8 จากปากแม่น้ำโขงระหว่าง ตค.2527-มีค.2528

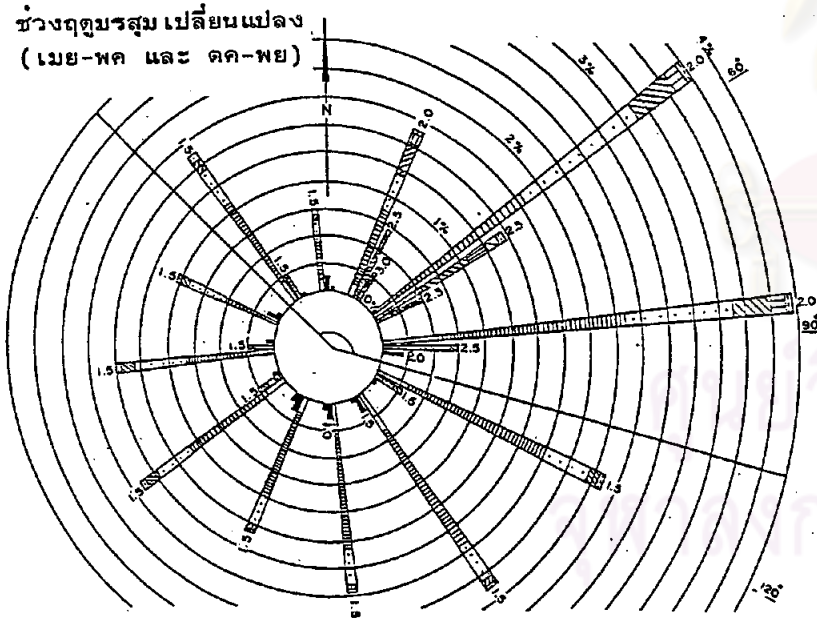
ก. ช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ธค-มีค)



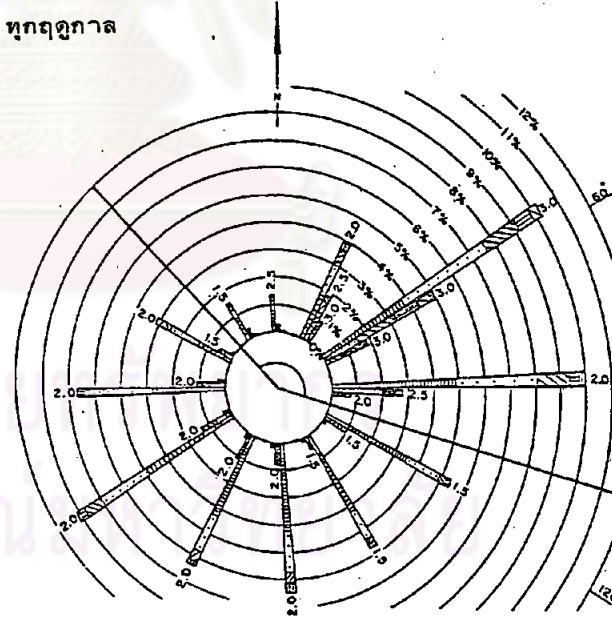
ข. ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มิย-กย)



ค. ช่วงฤดูมรสุมเปลี่ยนแปลง (เมย-พค และ ตค-พย)



ง. ทุกฤดูกาล



LEGEND.

VISUAL HEIGHTS OF OCEAN WAVES.

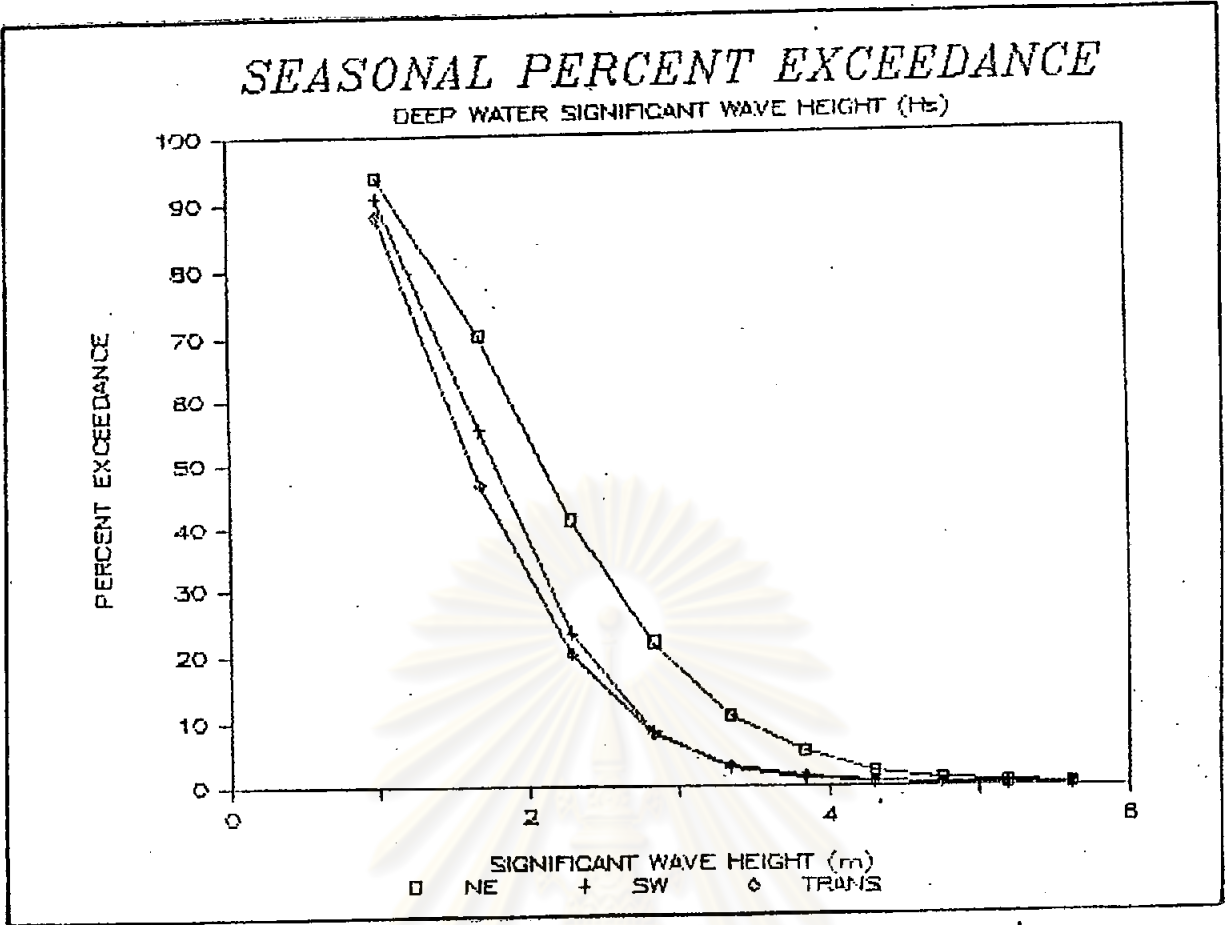
- All heights
- 0 m.
- 0.5 m.
- 1.0 m.
- 1.5 m.
- 2.0 m.
- 2.5 m.
- 3.0 m.
- This zone represents the percentage occurrence of waves larger than the heights shown at the end of each bar.
- Range of ocean wave directions generating attack on the Study area coast.

NOTES.

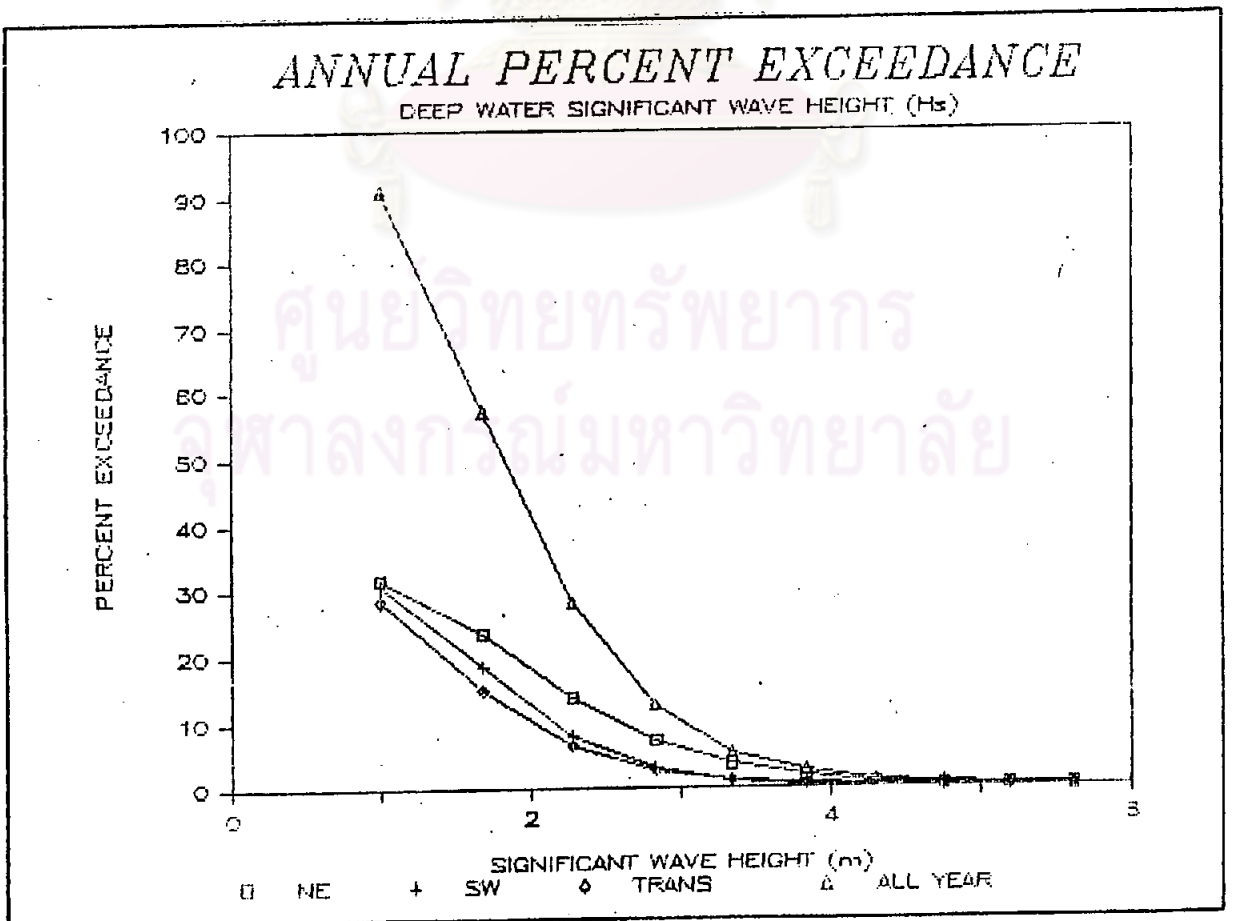
1. Data represents an analysis of 33 years (26396) of ship observation of waves for the South China Sea for latitude 5° to 9° North and longitude 101° to 106° East.
2. Circular scale represent percentage occurrence of conditions on a yearly basis.
3. Sequence of bars in clockwise direction at each angle represents 0-5 sec. 6-7 sec and 8-9 sec waves respectively.

จาก SMEC (อ้างอิง 42)

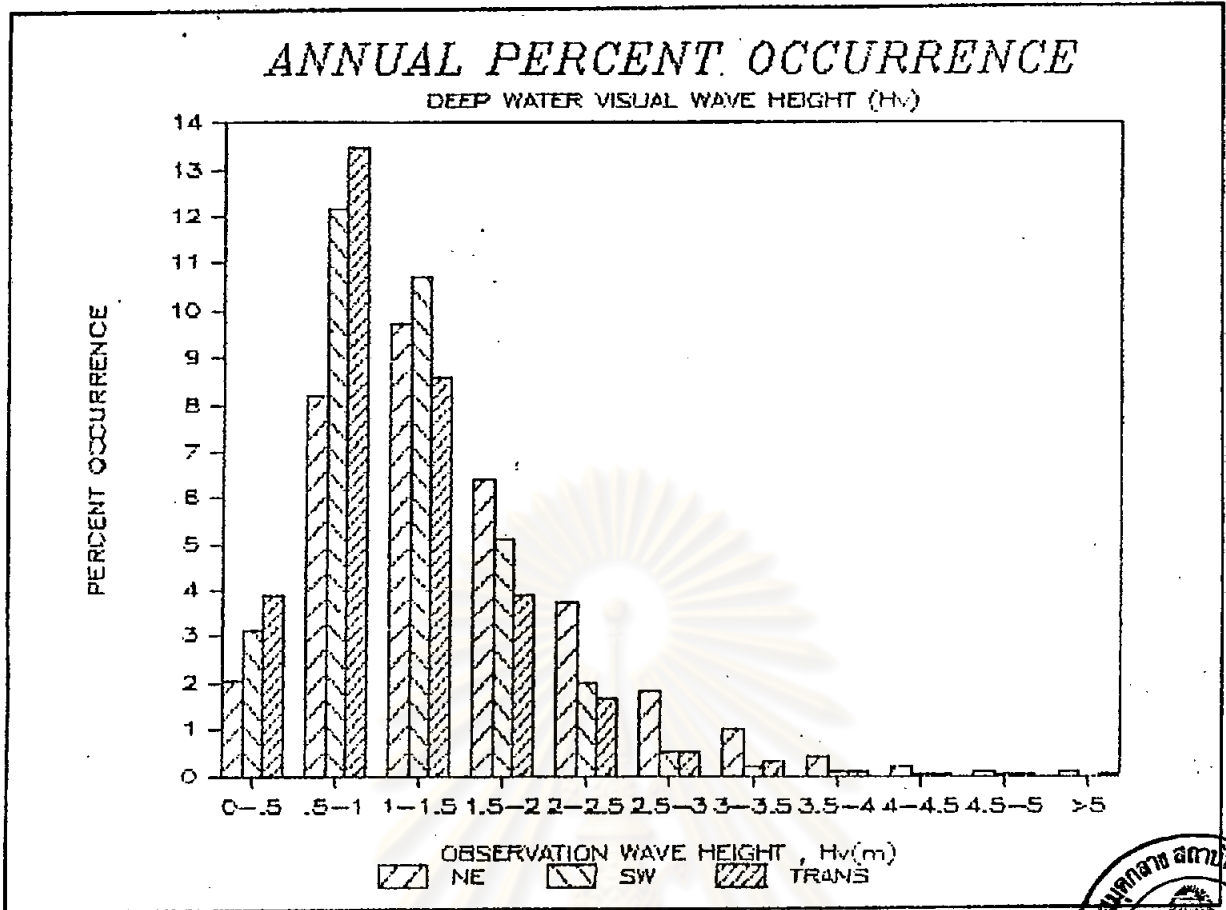
รูป 3-19 สถิติความสูงคลื่นในฤดูกาลต่าง ๆ



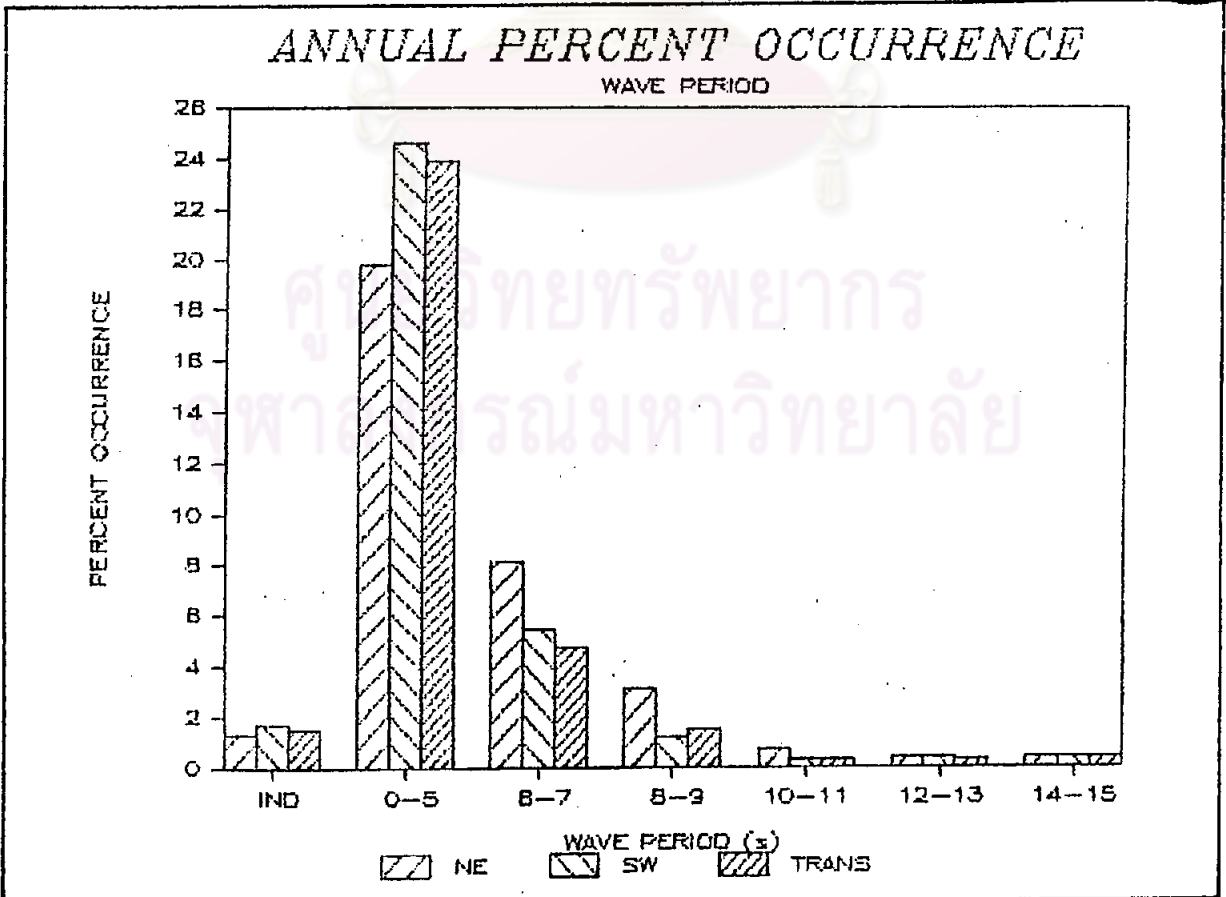
รูป 3-20 การกระจายความสูงคลื่นนัยสำคัญ ตามเปอร์เซ็นต์การเกิดในแต่ละฤดูกาล



รูป 3-21 การกระจายความสูงคลื่นนัยสำคัญ ตามเปอร์เซ็นต์การเกิดในรอบปี



รูป 3-22 เปรียบเทียบความสูงคลื่นแต่ละฤดูกาล



รูป 3-23 เปรียบเทียบคาบเวลาคลื่นแต่ละฤดูกาล

### 3.7 การศึกษาการเคลื่อนที่กระแสน้ำและตะกอนชายฝั่งที่ผ่านมา

ในการศึกษาการปรับปรุงปากแม่น้ำโลก โดย SMEC ในปี ค.ศ. 1985 [42] ได้ทำการประเมินการเคลื่อนที่ตะกอนตามแนวชายฝั่ง โดย SMEC ได้พยายามที่จะเสนอปริมาณการเคลื่อนที่ออกมาเป็นตัวเลข โดยประมาณจากข้อมูลแผนที่ท้องทะเลบริเวณชายฝั่ง (bathymetry) ดังนี้

- 1) แผนที่ Admiralty Chart ปี 1948 เป็นแผนที่เดินเรือเข้าเมืองชุมพุด ซึ่งมีรายละเอียดไม่มากนัก (เข้าใจว่าเป็นแผนที่เดินเรือของกองทัพเรืออังกฤษ)
- 2) แผนที่จากการสำรวจอุทกศาสตร์ (Hydrographic Survey) จัดทำโดยกองสำรวจและสร้างแผนที่ กรมเจ้าท่า เมื่อ กย. 2526 และ กค. 2527
- 3) แผนที่จากการสำรวจอุทกศาสตร์ จัดทำโดยกองทัพเรือมาเลเซีย ระหว่าง เมย. - มิย. 2527

SMEC ได้พบว่า ระหว่างปี 1948-1984 พื้นที่บริเวณชายฝั่งสามเหลี่ยมปากน้ำกลันตัน ตั้งแต่ปากน้ำ Pengkalan Datu จนถึงปากน้ำโลก (Long  $102^{\circ} 05' E - 102^{\circ} 20' E$ ) จากฝั่งถึงบริเวณน้ำลึก 2 ม. ได้มีการสูญเสียตะกอนชายฝั่ง (net loss) ประมาณ  $8 \times 10^6$   $m^3$  หรือเฉลี่ย  $0.22 \times 10^6$   $m^3$ /ปี ทั้งนี้แม่น้ำกลันตันได้ปล่อยตะกอนสู่ทะเลประมาณ  $1.7 \times 10^6$   $m^3$ /ปี ชายฝั่งบริเวณดังกล่าวมีการเปลี่ยนแปลง โดยเกิดการกัดเซาะกระจายทั่วไป โดยเฉพาะแหลมทราย (sand spit) ด้านตะวันออกของเมืองชุมพุดมีแนวโน้มนตกตะกอนบริเวณชายฝั่งทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นพื้นที่ท้ายน้ำ (down drift) และมีแหลมทรายเป็นยื่นออกมาจากฝั่งด้านในบริเวณอ่าวหน้าเมืองชุมพุด นอกจากนี้ยังได้พบว่า การทับถมตะกอนบริเวณนอกชายฝั่งที่มีความลึกระหว่าง 5 ถึง 20 ม. แต่เกิดการกัดเซาะและสูญเสียตะกอนท้องทะเลที่ลึกกว่า 21 ม. ดังแสดงในรูป 3-24

สำหรับชายฝั่งปากแม่น้ำโลก-ตากใบในไทย ปรากฏว่าได้เกิดการกัดเซาะอย่างมาก ตั้งแต่แนวชายฝั่งออกไปจนถึงความลึก 10 ม. ขึ้นไป ซึ่งห่างออกไปจากฝั่ง 4 กม. เหนือที่ครอบคลุมโดยแผนที่กรมเจ้าท่าในระหว่างฤดูมรสุมปี 2526/2527 (กย. 2526-กค. 2527) จากการประเมินจากแผนที่อุทกศาสตร์ของกรมเจ้าท่า ได้พบว่าชายฝั่งด้านไทยเฉพาะความยาวประมาณ 8 กม. จากปากแม่น้ำโลก ได้สูญเสียตะกอนท้องน้ำ  $8.1 \times 10^6$   $m^3$  และมีการตกตะกอนในพื้นที่บางส่วน

ประมาณ  $1.4 \times 10^6$  ม<sup>3</sup> ซึ่งมีการสูญเสียสุทธิ (net loss) ประมาณ  $6.7 \times 10^6$  ม<sup>3</sup> รูป 3-24  
 โดแสดงผลสรุปว่าในระหว่าง กย.2526-กค.2527 ว่าพื้นที่ชายฝั่งด้านไทยมีการสูญเสียตะกอน  
 ทองน้ำ ประมาณ  $1.5 \times 10^6$  ม<sup>3</sup> ในบริเวณ Surf Zone (จากแนวฝั่งจนถึงน้ำลึกประมาณ 3 ม.)  
 และประมาณ  $6.5 \times 10^6$  ม<sup>3</sup> ในบริเวณท้องทะเลลึก (Offshore ระหว่างความลึก 3-10 ม.  
 4 กม. จากฝั่ง)

SMEC ได้สรุปว่า ในอดีตที่ผ่านมาชายฝั่งปากแม่น้ำโลก-ตากใบของไทยประสบกับการ  
 กัดเซาะอย่างรุนแรง นอกจากจะมีการทดของแนวชายฝั่งแล้ว ยังพบว่าการสูญเสียตะกอน  
 ทองน้ำทั้งในบริเวณ Surf Zone และทะเลลึก (Offshore) สำหรับชายฝั่งด้านมาเลเซียก็ประ  
 สบปัญหาเช่นเดียวกันนี้ ทว่าปัญหาจะบรรเทาลงกว่าและสลับซับซ้อนกว่า เนื่องจากมีพื้นที่สาม  
 เหลี่ยม (Delta) ของปากน้ำกลันตัน ตลอดจนถึงตะกอนไหลออกมาจากแม่น้ำกลันตัน ดังนั้น SMEC  
 จึงได้คาดว่าชายฝั่งด้านไทยจะถูกกัดเซาะต่อไปเช่นที่เป็นมา ในขณะที่ชายฝั่งด้านมาเลเซีย (จาก  
 ปากแม่น้ำโลกถึงคุมปัด) จะมีการทับถมของตะกอน โดยการเคลื่อนตัวของแหลมทรายนอกฝั่งเข้า  
 มาด้านในมากขึ้นในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ ซึ่งคาดว่าจะมีผลต่อปากแม่น้ำโลก เพราะว่าพื้นที่  
 สามเหลี่ยมปากแม่น้ำกลันตันทางออกไปเพียง 4-5 กม. เท่านั้น

SMEC ได้คำนวณปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง (Longshore Tran-  
 sport) จากข้อมูลคลื่นและรูปแบบของการหักเหของคลื่น โดยอาศัยสมการของ Komar Equa-  
 tion ดังนี้

$$Q_s = 0.024 g^{0.5} H_b^{2.5} \sin 2\alpha_b$$

โดย  $Q_s$  = อัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง, (ม<sup>3</sup>/วินาที)

$g$  = ความเร่งโน้มถ่วงของโลก, (ม/วินาที<sup>2</sup>)

$H_b$  = ความสูงคลื่นขณะแตกตัว, (ม)

$\alpha_b$  = มุมที่ทิศทางการเคลื่อนที่ทำมุมกับแนวชายฝั่งขณะแตกตัว

จากการคำนวณหาอัตราการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง ได้อาศัยข้อมูลสถิติของการเกิดคลื่นใน  
 รอบปี (อัตราส่วนร้อยละ) ซึ่งสรุปผลการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งปากแม่น้ำโลกในแต่ละ  
 ฤดูกาล โดยคาบวก (+) แสดงทิศทางการเคลื่อนที่จากมาเลเซียมาทางไทย (NW) และ คาบ (-) จาก  
 ไทยไปมาเลเซีย (SE) ดังแสดงผลในตาราง 3-7

จากตาราง 3-7 ได้บ่งบอกว่าคลื่นในแนว  $N 60^\circ E$  และ  $N 90^\circ E$  มีผลต่อการเคลื่อน

ที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่งมากที่สุดถึง 99.6% และประมาณ 77% ของตะกอนที่เคลื่อนมาทางชายฝั่งของไทยเกิดขึ้นในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ธค.-มีค.) ในเกณฑ์เฉลี่ยตะกอนจะเคลื่อนที่มาทางไทยประมาณ  $2.188 \times 10^6$  ม<sup>3</sup>/ปี และไปทางมาเลเซียประมาณ  $0.149 \times 10^6$  ม<sup>3</sup>/ปี ฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (มิย.-กย.) มีผลน้อยมากต่อการเคลื่อนที่ของตะกอนตามแนวชายฝั่ง

SMEC ได้เปรียบเทียบผลคำนวณที่ได้กับปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนบริเวณปากแม่น้ำ Kemasin รัฐกลันตัน ซึ่ง Delft Hydraulic Lab (DHL) [17] คำนวณได้ประมาณ  $0.4 \times 10^6$  ม<sup>3</sup>/ปี โดยพิจารณาสภาพแนวชายฝั่งและทิศทางของคลื่น ได้พบว่าลักษณะแนวชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำ Kemasin ได้ลดอิทธิพลความรุนแรงของคลื่นได้มากกว่าชายฝั่งปากแม่น้ำโกลกมาก SMEC จึงเชื่อมั่นว่าผลการคำนวณในตาราง 3-7 มีความถูกต้องและสอดคล้องกับการศึกษาของ DHL

DHL ในปี ค.ศ.1984 [17] ในการศึกษาโครงการท่าเรือ Kelantan Minor Port ระหว่างปากแม่น้ำ Pengkalan Datu และ Kemasin ได้ทำการสำรวจและศึกษาการเคลื่อนที่ตะกอนตามแนวชายฝั่ง โดยแบ่งชายฝั่งเป็น 5 ส่วน (segment) โดยเริ่มจากแม่น้ำ Kemasin ดังแสดงในรูป 3-25 และได้วิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงชายฝั่งส่วนที่เป็นหัวหาด (headland) ของรัฐกลันตันในช่วง 20 ปี โดยแสดงให้เห็นผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการมีเขื่อน (Jetty) ที่ยื่นออกจากปากแม่น้ำ Pengkalan Datu และ Kemasin ในรูป 3-26

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

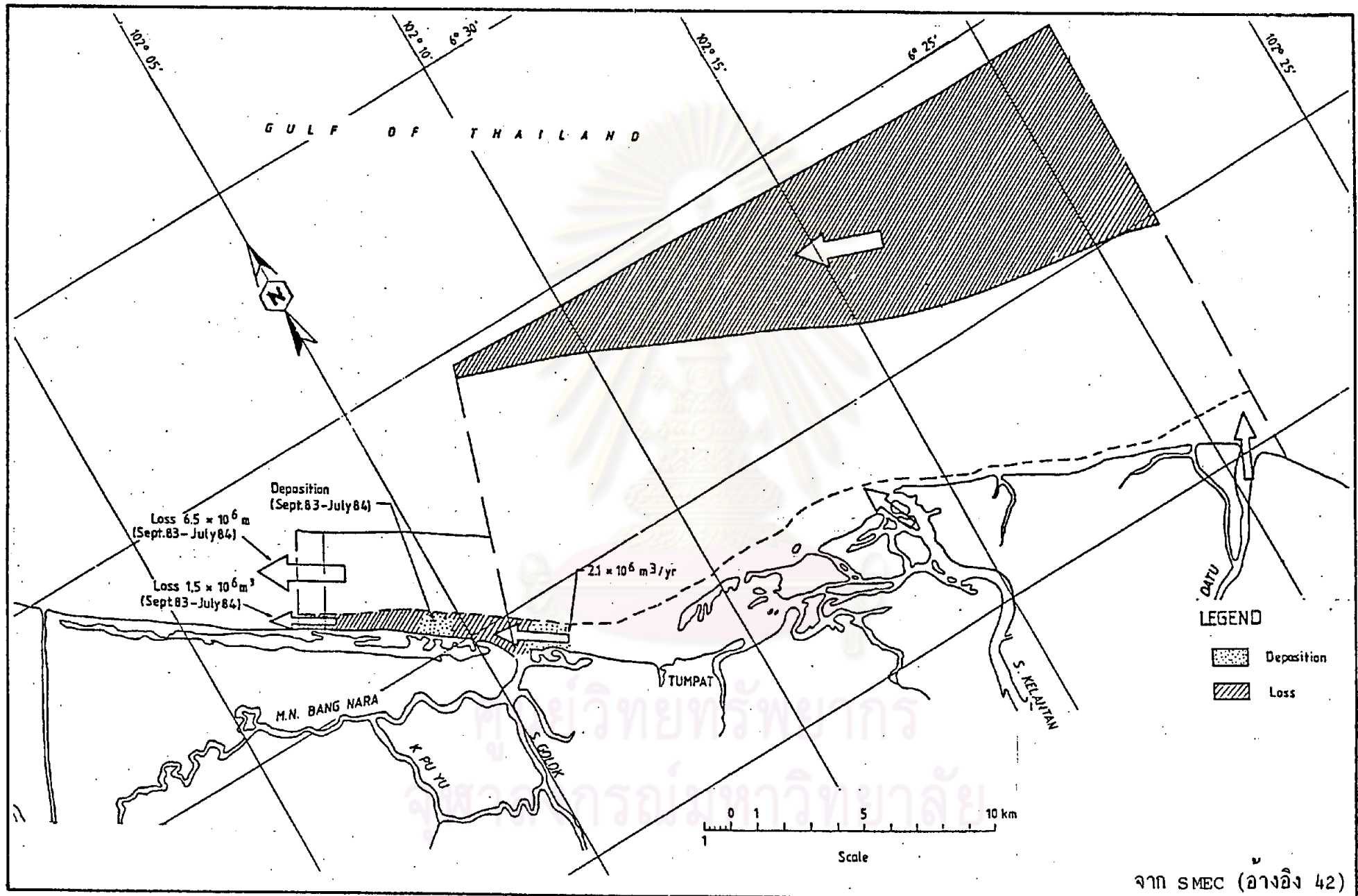
ตาราง 3-7 ผลการเคลื่อนที่ตะกอนตามแนวชายฝั่งปากแม่น้ำโขง ในแต่ละฤดูกาล

SUMMARY OF THE LONGSHORE SEDIMENT TRANSPORT CALCULATION		
BEARING OF OCEAN WAVE °N	SEASON	SEDIMENT TRANSPORT m <sup>3</sup> /year
0	Dec - Mar	-4 500
	Jun - Sep	-1 400
	Transition	-7 300
30	Dec - Mar	+4 610
	Jun - Sep	-70 240
	Transition	+4 300
60	Dec - Mar	+970 670
	Jun - Sep	+1 860
	Transition	+260 930
90	Dec - Mar	+699 630
	Jun - Sep	+4 100
	Transition	+241 540
330	Dec - Mar	-
	Jun - Sep	-37 490
	Transition	-14 840
TOTALS	ALL SEASONS	+2 187 730 -148 620

จาก SMEC (อ้างอิง 42)

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





รูป 3-24 การเคลื่อนที่ของตะกอน ตามแนวชายฝั่งบริเวณปากแม่น้ำโขงและกลันตัน

ปริมาณตะกอนเคลื่อนที่ตามแนวชายฝั่ง ระหว่าง  
P. Datu และ Kemasin

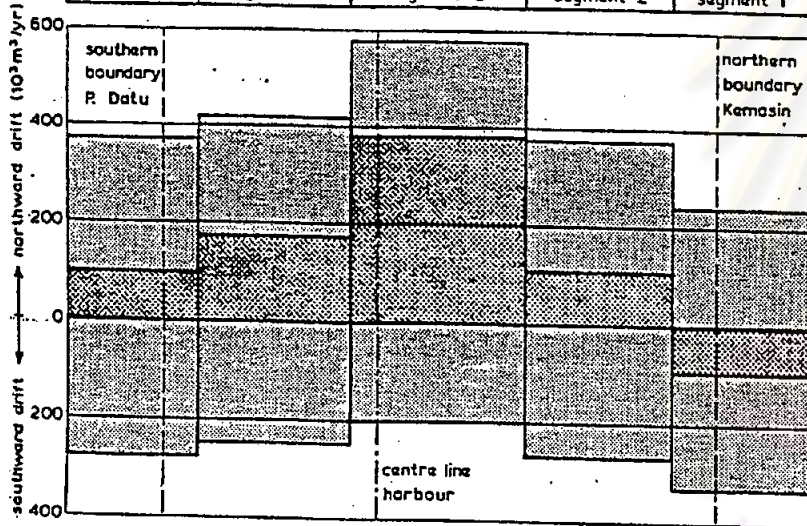
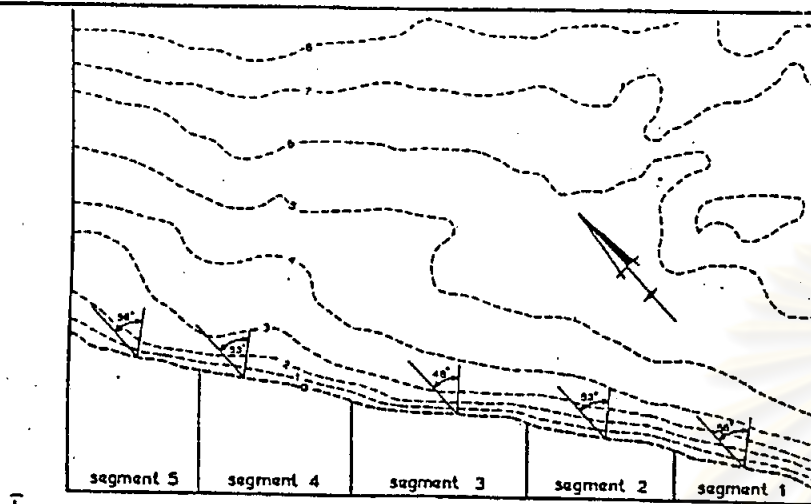
segment	gross longshore transport ( $m^3/yr$ )					
	southward			northward		
	NE-monsoon	SW-monsoon	total	NE-monsoon	SW-monsoon	total
1	201,270	108,230	309,500	212,305	17,620	229,925
2	192,825	69,330	262,155	320,100	27,490	347,590
3	130,895	53,685	184,580	471,080	43,245	514,325
4	179,520	57,585	237,105	357,560	31,300	388,860
5	197,970	60,660	258,630	311,590	32,375	343,965

segment	net longshore transport ( $m^3/yr$ )					
	southward			northward		
	NE-monsoon	SW-monsoon	total	NE-monsoon	SW-monsoon	total
1	-	90,610	79,575	11,035	-	-
2	-	41,840	-	127,275	-	85,435
3	-	10,440	-	340,185	-	329,745
4	-	26,285	-	178,040	-	151,755
5	-	28,285	-	113,620	-	85,335

Seasonal Transports

segment	gross longshore transport ( $m^3/yr$ )		net longshore transport ( $m^3/yr$ )	
	southward	northward	southward	northward
1	331,500	239,545	91,955	-
2	268,805	376,005	-	107,200
3	200,130	580,235	-	380,105
4	245,500	417,500	-	172,000
5	275,770	372,540	-	96,770

Yearly Transports



gross annual transport rate per segment

net annual transport rate per segment

ANNUAL RATES OF LITTORAL DRIFT

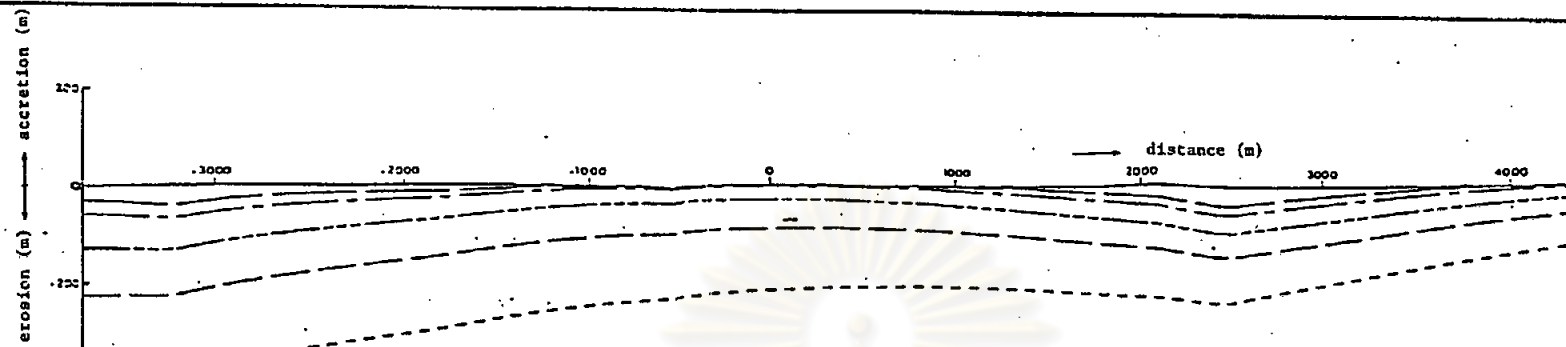
DELFT HYDRAULICS LABORATORY

M 1998

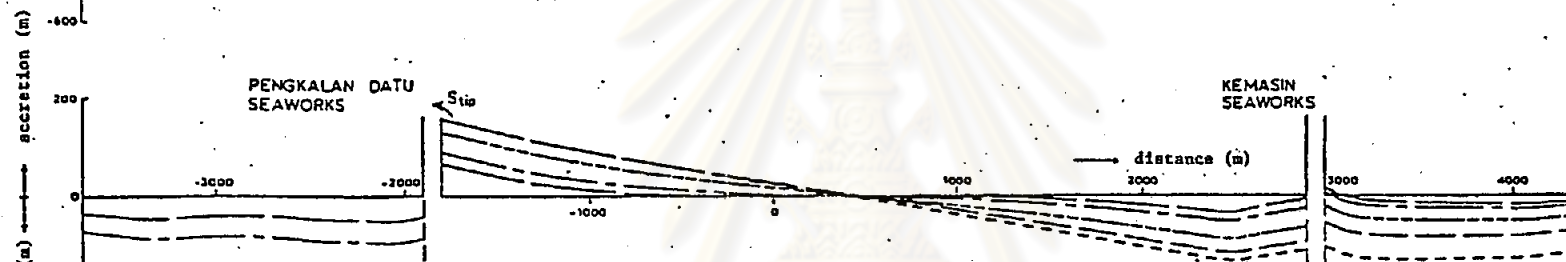
FIG. 14

จาก Delft (อ้างอิง 18)

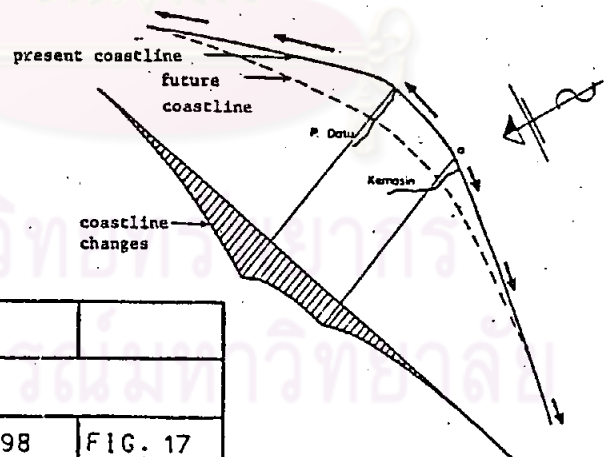
รูป 3-25 ปริมาณการเคลื่อนที่ของตะกอนชายฝั่งประจำปี ระหว่าง P.Datu และ Kemasin



a. no seaworks at river mouths



b. with seaworks at river mouths



- BASELINE
- - - - - CHANGES AFTER 1 YEAR
- · - · - CHANGES AFTER 2 YEARS
- · - · - CHANGES AFTER 3 YEARS
- · · · · CHANGES AFTER 10 YEARS
- · - · - CHANGES AFTER 20 YEARS

FORECAST COASTLINE CHANGES SITUATION WITHOUT HARBOUR WORKS		
	DELFT HYDRAULICS LABORATORY	M 1998

จาก Delft (อ้างอิง 18)

รูป 3-26 การพยากรณ์ผลกระทบของเขื่อนกันคลื่น (Jetty) ต่อการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งที่ปากแม่น้ำ P.Datu และ Kemasin รัฐกลันตัน