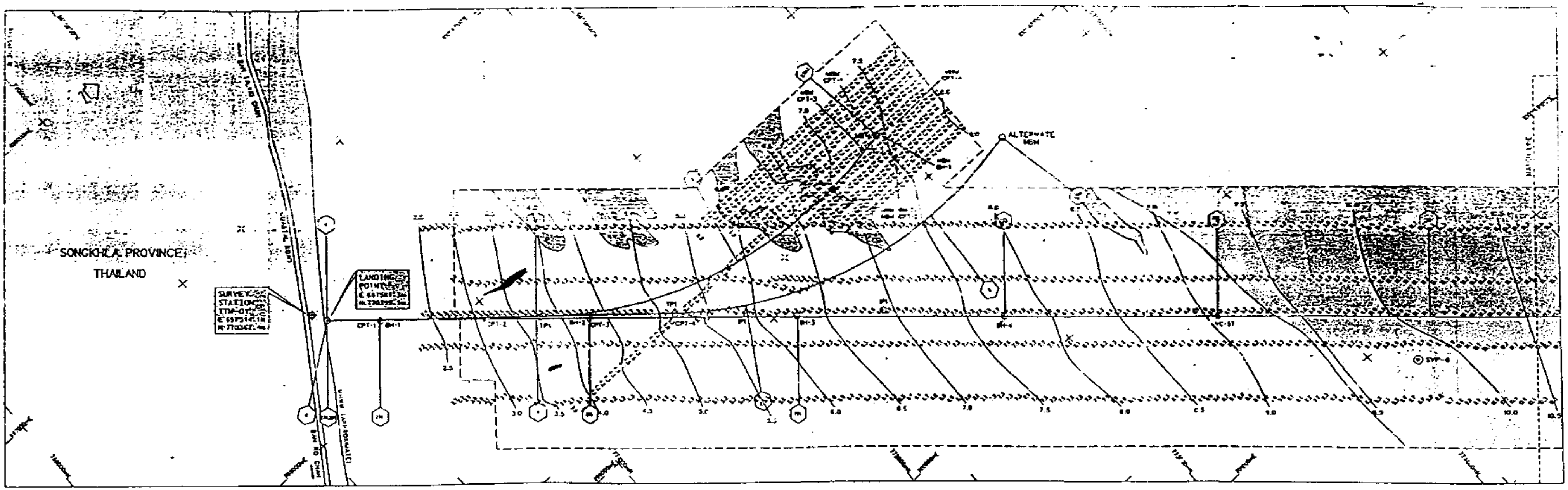

รูปที่ 1.1) ข้อมูลความลึกของท้องทะเลตามแนวท่อส่งก๊าซ จากการสำรวจโดยบริษัท Bechtel International, Inc.

การคำนวณค่าความสูงคลื่นนัยสำคัญในน้ำลึก (Deep water significant wave heights) และค่าคาบนัยสำคัญของคลื่นในน้ำลึก (Deep water significant wave periods) จากข้อมูลลมที่วัดได้โดยวิธี JONSWAP[6] ตัวแปรต่างๆ ที่จำเป็นต่อการคำนวณ คือ ความเร็วลม ทิศทางของลม ช่วงเวลาที่ลมพัด และระยะทางรับลม (Fetch length) โดยนำข้อมูลเหล่านี้มาประมวลเป็นข้อมูลคลื่น ทิศทางของคลื่นในฤดูต่างๆ ในรอบปี ดังแสดงในตารางที่ 1.19 ซึ่งสรุปผลได้ดังนี้

[6] JONSWAP = Joint North Sea Wave Project

เหตุผลในการทำนายคลื่น : เนื่องจากข้อมูลคลื่นของ NRCT (National Research Council of Thailand) มีไม่เพียงพอสำหรับการนำมาคำนวณทางด้านวิศวกรรมชายฝั่ง ข้อมูลที่มีอยู่มีเพียงประมาณ 20% ของข้อมูลทั้งปี โดยข้อมูลที่จะต้องใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วย (ก) ความสูงคลื่น (ข) คาบของคลื่น และ (ค) ทิศทางของคลื่น แต่ข้อมูลของ NRCT ที่มีอยู่ สรุปได้ดังนี้

- ปี 2536 มีข้อมูลใช้การได้ประมาณ 6 เดือน (168 วัน) ไม่ครอบคลุมช่วงฤดูกาลสำคัญ
- ปี 2537 มีข้อมูลใช้การได้ประมาณ 6.5 เดือน (186 วัน)
- ปี 2538 ไม่มีการบันทึก/ไม่มีข้อมูลเลย
- ปี 2539 ไม่มีการบันทึก/ไม่มีข้อมูลเลย
- ปี 2540 มีข้อมูลใช้การได้ประมาณ 1 เดือน (30 วัน) ไม่ครอบคลุมช่วงฤดูกาลสำคัญ
- ปี 2541 มีข้อมูลใช้การได้ประมาณ 1 เดือน (38 วัน) ไม่ครอบคลุมช่วงฤดูกาลสำคัญ
- ปี 2542 มีข้อมูลใช้การได้ประมาณ 2.5 เดือน (87 วัน) ไม่ครอบคลุมช่วงฤดูกาลสำคัญ

เนื่องจากหน่วยงานอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น กรมอุตุนิยมวิทยา (ฝ่ายอุตุนิยมวิทยาทะเลและอากาศชั้นบน) กรมประมง มหาวิทยาลัยต่างๆ กรมเจ้าท่า (ข้อมูลบางส่วน) ก็ล้วนแล้วแต่ได้ข้อมูลคลื่นจากทุ่น SEAWATCH ทั้งสิ้น ในทางวิศวกรรม วิศวกรจะต้องหาหรือสังเคราะห์ข้อมูลคลื่นให้ได้ มิฉะนั้นจะทำการคำนวณเกี่ยวกับชายฝั่งไม่ได้ ดังนั้น เมื่อไม่สามารถหาข้อมูลที่เหมาะสมได้ ก็ต้องทำการสังเคราะห์อย่างมีหลักการ

การสังเคราะห์คลื่นขึ้นมา จากกระบวนการที่เรียกว่า "Wave hindcasting" ทำได้โดยอาศัยข้อมูลลม มาพยากรณ์ลักษณะของคลื่นที่เกิดจากลม (Wind wave) การสร้างความสัมพันธ์ที่เหมาะสม ได้จากหลักการทางกลศาสตร์ หลักการความต่อเนื่อง และการสังเกตเหตุการณ์ที่ผ่านมา

กระบวนการในการพยากรณ์คลื่น อาจทำได้โดยใช้ทฤษฎีหลัก 3 ทฤษฎี คือ

(1) ทฤษฎีของ SMB (Sverndrup, Munk and Bretschneider) ซึ่งมีกระบวนการการคำนวณที่รู้จักกันดีในชื่อ SMB Method โดยใช้ค่าความเร็วลมที่ระดับ Ele. +10m MSL
(2) ทฤษฎีของ PM (Pierson and Morkowitz) ซึ่งมีวิธีการคำนวณที่เรียกว่า PM Method โดยใช้ค่าความเร็วลมที่ระดับ Ele. +19.5 m MSL
(3) ทฤษฎี JONSWAP (Joint North Sea Wave Project) หรือ SPM (1984)[6] โดยใช้ค่าความเร็วลมที่ระดับ Ele. +10.0 m MSL

การศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมในครั้งนี้จะใช้ทฤษฎีที่ 3 ทั้งนี้ เนื่องจากผลการศึกษาวิจัยที่ผ่านมา เช่น เรื่อง "ลักษณะของคลื่นและการเปลี่ยนแปลงชายฝั่งบริเวณสงขลา" โดย สุพจน์ จารุลักษณา (2534) พบว่าทฤษฎีดังกล่าว เป็นทฤษฎีที่ให้ค่าความคลาดเคลื่อนมาตรฐานน้อยที่สุด โดยได้เปรียบเทียบผลกับข้อมูลที่ได้จากการวัดในภาคสนาม

นอกจากนี้ สุทัศน์ วีสกุล (2533) ยังได้ทำการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบการทำนายคลื่นด้วยลม ในบริเวณอ่าวไทยตอนล่าง ด้วยวิธีการทั้ง 3 วิธี โดยอาศัยข้อมูลทางสมุทรศาสตร์ จากการศึกษาพบว่า วิธี SPM (1984) ให้ความแม่นยำในการทำนายมากที่สุด

การทำนายคลื่นด้วยข้อมูลลม เป็นวิธีการที่ยอมรับกันโดยทั่วไป โดยเฉพาะในกรณีที่ไม่สามารถหาข้อมูลคลื่นได้ ในขณะที่ข้อมูลลมเป็นข้อมูลที่สามารถหาได้ง่ายกว่ามาก ทั้งยังมีการวัดอย่างต่อเนื่องเป็นเวลายาวนานโดยใช้ข้อมูลลมของกรมอุตุนิยมวิทยา

ตารางที่ 1.19 ร้อยละของการเกิดคลื่นในช่วงฤดูกาลต่างๆ ในรอบปี

Wave Direction	Percentage of Occurrence of Wave During Various Seasons			
	Year	NE Monsoon	SW Monsoon	Transition
337.5 NNW	0.37	0.03	0.58	0.53
0.0 N	1.30	0.36	1.15	2.23
22.5 NNE	3.48	2.78	2.64	4.79
45.0 NE	5.54	6.74	2.54	7.35
67.5 ENE	12.34	21.38	3.30	12.35
90.0 E	17.77	38.70	2.06	13.39
112.5 ESE	6.69	15.41	0.80	4.06
135.0 SE	0.00	0.00	0.00	0.00
Sub Total	47.49	85.40	13.07	44.70
Calm Condition	52.51	14.60	86.93	55.30
Total	100.0	100.0	100.0	100.0

- *ในรอบ 1 ปี* จะมีช่วงเวลาเกิดคลื่นประมาณ 47.49% ที่เหลืออีก 52.51% เป็นช่วงเวลาที่คลื่นสงบ พบว่าคลื่นที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันออก คิดเป็นประมาณ 17.77 จะเกิดขึ้นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน รองลงมาคือคลื่นที่มาจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือเฉียงตะวันออก (ENE) และคิดเป็นประมาณ 12.34%
- ***ในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ*** จะมีช่วงเวลาที่ทำให้เกิดคลื่นถึง 85.40% ของเวลาทั้งฤดูกาล ส่วนช่วงเวลาที่เหลืออีก 14.60% จะเป็นช่วงเวลาคลื่นสงบ พบว่าคลื่นที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มาจากทิศตะวันออก และทิศตะวันออกเฉียงเหนือเฉียงตะวันออก (ENE) และพบว่าในช่วงมรสุมนี้จะเป็นช่วงที่มีคลื่นลมแรงที่สุด
- ***ในช่วงมรสุมตะวันตกเฉียงใต้*** พบว่าช่วงเวลาส่วนใหญ่เป็นช่วงคลื่นสงบโดยคิดเป็น 86.93% ของเวลาทั้งฤดูกาล ส่วนช่วงเวลาที่เหลืออีก 13.07% จะเป็นช่วงที่มีคลื่น
- ***ในช่วงเปลี่ยนมรสุม*** ช่วงคลื่นสงบจะมากกว่าช่วงเวลาที่มีคลื่นเล็กน้อย โดยจะเป็นช่วงคลื่นสงบประมาณ 55.30% และช่วงที่มีคลื่นประมาณ 44.70% คลื่นที่เกิดในช่วงเปลี่ยนมรสุมส่วนใหญ่จะมาจากตะวันออกและทิศตะวันออกเฉียงเหนือเฉียงตะวันออก

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติทำให้สามารถคำนวณขนาดและความถี่ของขนาดค่าความสูงคลื่นนัยสำคัญ ค่าคาบคลื่นนัยสำคัญ และความเร็วลมในทิศทางต่างๆ (ตารางที่ 1.20)

โครงการวางท่อส่งก๊าซในทะเลนี้ จะไม่มีส่วนในการทำให้ Storm surge เกิดรุนแรงขึ้น เพราะบริเวณพื้นที่นี้มีความถี่ของการเกิดพายุรุนแรงต่ำ จากการตรวจสอบข้อมูลพายุโซนร้อน และพายุใต้ฝุ่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2494 ไม่พบว่ามีพายุโซนร้อนหรือใต้ฝุ่นขึ้นสู่ฝั่งบริเวณแนวท่อส่งก๊าซหรือพื้นที่ใกล้เคียง อย่างไรก็ตาม ในแง่ของการออกแบบโครงสร้างและการวางท่อส่งก๊าซได้มีการออกแบบเผื่อสำหรับการไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้นเนื่องจาก Storm surge แล้ว ภาคผนวก E3 แสดงข้อมูลพายุที่พัดเข้าสู่อ่าวไทย

ตารางที่ 1.20 ร้อยละของชั่วโมงของการเกิดคลื่น-ลมในช่วงต่างๆ ($H_{1/3}$, $T_{1/3}$ and U)

Direction	Ranges of Significant Wave Height (m)											Total
	0-0.5	0.5-1.0	1.0-1.5	1.5-2.0	2.0-2.5	2.5-3.0	3.0-3.5	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	>5.0	(Hours)
NNW	198	63	132	0	0	0	0	0	0	0	0	393
N	735	264	366	0	0	0	0	0	0	0	0	1,365
NNE	1,350	1,023	1,233	27	12	12	0	0	0	0	0	3,657
NE	1,455	1,425	2,703	195	24	9	12	0	0	0	0	5,823
ENE	2,073	2,358	7,722	780	48	0	0	0	0	0	0	12,981
E	2,523	3,225	11,697	1,230	15	0	0	0	0	0	0	18,690
ESE	4,950	2,091	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7,041
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calm												19,608
Wind Blows from Land to Sea												35,634
Total (Hours)	13,284	10,449	23,853	2,232	99	21	12	0	0	0	0	105,192
Percentage	12.63	9.93	22.68	2.12	0.09	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	100.0

Direction	Ranges of Significant Wave Period (s)											Total
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	>10	(Hours)
NNW	0	0	183	51	27	120	12	0	0	0	0	393
N	9	3	600	249	138	354	12	0	0	0	0	1,365
NNE	3	3	1,131	717	540	1,206	30	15	12	0	0	3,657
NE	0	0	1,182	993	744	2,610	243	30	9	12	0	5,823
ENE	0	3	1,539	1,557	1,410	7,299	1,122	51	0	0	0	12,981
E	0	3	2,067	1,776	1,950	11,118	1,761	15	0	0	0	18,690
ESE	4,596	3	333	1,143	966	0	0	0	0	0	0	7,041
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Calm												19,608
Wind Blows from Land to Sea												35,634
Total (Hours)	4,608	15	7,035	6,486	5,775	22,707	3,180	111	21	12	0	105,192
Percentage	4.38	0.01	6.69	6.17	5.49	21.59	3.02	0.11	0.02	0.01	0.00	100.0

Direction	Ranges of Wind Speed (knot)										Total	Percentage
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45->	(Hours)	
NNW	219	141	24	9	0	0	0	0	0	0	393	0.37
N	762	504	99	0	0	0	0	0	0	0	1,365	1.30
NNE	1,611	1,680	333	33	0	0	0	0	0	0	3,657	3.48
NE	1,845	3,006	888	72	12	0	0	0	0	0	5,823	5.54
ENE	3,513	6,420	2,901	147	0	0	0	0	0	0	12,981	12.34
E	3,981	9,165	5,274	270	0	0	0	0	0	0	18,690	17.77
ESE	1,908	2,943	2,046	144	0	0	0	0	0	0	7,041	6.69
SE	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.00
Calm												18.64
Wind Blows from Land to Sea												33.88
Total (Hours)	13,839	23,859	11,565	675	12	0	0	0	0	0		
Percentage	13.16	22.68	10.99	0.64	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.0

หมายเหตุ : เป็นข้อมูลเชิงสถิติและผลการวิเคราะห์คลื่นลมที่สถานีสงขลา (ข้อมูล 12 ปี)

จำนวนข้อมูล	=	21,915	ข้อมูล
ช่วงเวลาที่ลมพัดจากทะเลเข้าสู่พื้นดิน	=	49,950	ชั่วโมง
ช่วงเวลาที่ลมพัดจากพื้นดินลงสู่ท้องทะเล	=	35,634	ชั่วโมง
ช่วงลมสงบ	=	19,608	ชั่วโมง
รวมทั้งหมด (=12*365.25*24)	=	105,192	ชั่วโมง

ความสูงนัยสำคัญของคลื่น ที่เกิดขึ้นมีคุณลักษณะโดยสรุปได้ดังนี้

- ความสูงคลื่นที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมีค่าประมาณ 1.0-1.5 เมตร คิดเป็นช่วงเวลาประมาณ 22.68% ของเวลาทั้งหมดหรือประมาณ 2.7 เดือนในรอบ 1 ปี โดยคลื่นจะเกิดขึ้นในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ
- ความสูงคลื่นขนาด 0.0-0.5 เมตร คิดเป็นช่วงเวลาประมาณ 12.63% ของเวลาทั้งหมดหรือประมาณ 1.5 เดือนในรอบ 1 ปี
- ค่าสูงสุดของความสูงคลื่นมีค่าอยู่ในช่วง 3.0-3.5 เมตร จะเกิดขึ้นประมาณ 0.01% ของเวลาทั้งหมดหรือประมาณ 1 ชั่วโมงในรอบ 1 ปี

คาบนัยสำคัญของคลื่น มีลักษณะดังนี้

- คาบของคลื่นส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในช่วง 5-6 วินาที โดยเกิดขึ้นประมาณ 21.59% ของเวลาทั้งหมดหรือประมาณ 2.6 เดือนในรอบ 1 ปี
- ค่าคาบคลื่นที่อยู่ในช่วง 3-4 วินาที จะเกิดขึ้นประมาณ 6.17% ของเวลาทั้งหมดหรือประมาณ 0.75 เดือนในรอบ 1 ปี
- ค่าคาบคลื่นสูงสุดที่จะเกิดอยู่ในช่วง 9-10 วินาที จะเกิดขึ้นประมาณ 0.01% ของเวลาทั้งหมดหรือประมาณ 1 ชั่วโมงในรอบ 1 ปี และจะเกิดคาบสูงสุดในช่วงมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

ความเร็วลม ในทิศทางต่าง ๆ ในรอบปี มีลักษณะโดยสรุปดังนี้

- ความเร็วลมสูงสุดที่บันทึกได้คือ 20-25 น็อต (40-50 กิโลเมตรต่อชั่วโมง)
- ความเร็วลมโดยเฉลี่ยมีค่าประมาณ 5-10 น็อต (9-18 กิโลเมตรต่อชั่วโมง) ความถี่ของการเกิดลมขนาดนี้มีค่าประมาณ 22.68%

ถ้านำค่าความสูงคลื่นและความถี่ของความสูงคลื่นช่วงต่างๆ ที่ได้จากการวิเคราะห์เชิงสถิติดังข้างต้นมาวิเคราะห์ความน่าจะเป็น (Probability) โดยเขียนลงในกระดาษกราฟความน่าจะเป็น (Probability paper) เพื่อหาโอกาสที่จะเกิดปรากฏการณ์สูงสุด จะได้ค่าดังตารางที่ 1.21 พบว่าในรอบ 10 ปี จะมีคลื่นสูงที่สุดเท่ากับ 3.23 เมตร ขณะที่คาบสูงสุดเท่ากับ 9.0 วินาที และในรอบ 100 ปี จะมีคลื่นสูงที่สุดเท่ากับ 3.74 เมตร ขณะที่คาบสูงสุดเท่ากับ 9.25 วินาที

ตารางที่ 1.21 ผลการทำนายค่าความสูงนัยสำคัญและคาบนัยสำคัญของคลื่นในรอบปีการเกิดซ้ำต่างๆ (Hindcasted Significant Wave Height and Period for Different Recurrence Intervals)

การเกิดซ้ำในรอบปี	ค่าความสูงคลื่นนัยสำคัญ	ค่าคาบคลื่นนัยสำคัญ
0.5	2.54	8.00
1	2.77	8.34
5	3.11	8.80
10	3.23	9.00
20	3.37	9.10
25	3.42	9.15
50	3.63	9.20
100	3.74	9.25

(3) กระแสน้ำ (Current) จากข้อมูลทุติยภูมิ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลกระแสน้ำในอ่าวไทยที่ได้จากการวัดโดยกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ซึ่งได้จากเครื่องตรวจกระแสน้ำแบบเอคแมน (Ekman current meter) ในการบรรยายลักษณะของกระแสน้ำในบริเวณพื้นที่ศึกษา จะอ้างอิงจากผลการวิเคราะห์ที่สถานี 44 สถานี 47 และสถานี 49 ซึ่งตั้งกระจายอยู่ทางทิศตะวันออกของจังหวัดสงขลา และจังหวัดปัตตานี ลักษณะของกระแสน้ำบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ศึกษาในฤดูกาลต่างๆ อาจสรุปได้ดังนี้

- **กระแสน้ำในช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม (มีนาคม-เมษายน)** ในช่วงฤดูมรสุมนี้คลื่นลมสงบเป็นส่วนใหญ่ อิทธิพลของลมจึงมีผลต่อกระแสน้ำค่อนข้างน้อย กระแสน้ำทั้ง 3 ระดับ มีทิศทางการไหลใกล้เคียงกัน กล่าวคือ ขณะน้ำขึ้นน้ำจะไหลเข้าสู่ก้นอ่าวไทย และขณะน้ำลงน้ำจะไหลออกจากอ่าวไทย บริเวณอ่าวไทยตอนล่าง

- **กระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (พฤษภาคม-กันยายน)** ในฤดูมรสุมนี้ส่วนใหญ่แล้วกระแสน้ำขณะน้ำขึ้นยังคงไหลไปทางก้นอ่าวไทย และขณะน้ำลงกระแสน้ำจะไหลออกจากอ่าวไทย แต่กระแสลมยังคงมีผลให้กระแสน้ำบางส่วนไหลเบนแตกต่างไปจากฤดูกาลอื่น สำหรับอ่าวไทยตอนล่างกระแสน้ำชายฝั่งส่วนใหญ่ไหลเลียบชายฝั่งขึ้นไปทางเหนือ

- **กระแสน้ำในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์)** ในฤดูมรสุมนี้กระแสลมทำให้กระแสน้ำบางส่วนเบี่ยงเบนไป โดยบริเวณตอนใต้ของอ่าวไทยตอนล่างกระแสน้ำจะเบี่ยงเบนไปทางทิศตะวันออกและตะวันออกเฉียงใต้ ส่วนอ่าวไทยตอนบนกระแสน้ำบางส่วนจะเบี่ยงเบนไปทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือ

ตารางที่ 1.22 แสดงรายละเอียดของทิศทาง ความเร็ว ของกระแสน้ำ ขณะน้ำขึ้น-น้ำลง ที่ระดับต่างๆ ในช่วงเวลาต่างๆ ภาคผนวก E4 แสดงรูปแบบการไหลเวียนของกระแสน้ำชายฝั่ง

ตารางที่ 1.22 ลักษณะกระแสน้ำ (ข้อมูลทุติยภูมิ)

ลักษณะกระแสน้ำ	ทิศทาง (องศา)	ความเร็ว (น็อต)	ความเร็วสูงสุด (น็อต)	ทิศทางกระแสน้ำ ขณะความเร็วสูงสุด (องศา)
ช่วงเปลี่ยนฤดูมรสุม (ข้อมูลจากสถานี 49)				
ที่ระดับผิวน้ำ				
ขณะน้ำขึ้น	345-080	0.3-0.6	-	040
ขณะน้ำลง	095-140	0.4-1.1	-	140
ที่ระดับกลาง				
ขณะน้ำขึ้น	275-015	0.4-0.7	-	315
ขณะน้ำลง	070-195	0.4-0.9		090
ที่ระดับลึก				
ขณะน้ำขึ้น	265-350	0.3-0.8	-	300
ขณะน้ำลง	140-220	0.2-0.8	-	170
ช่วงฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ข้อมูลจากสถานี 47)				
ที่ระดับผิวน้ำ				
ขณะน้ำขึ้น	280-080	0.1-1.2	0.6-1.2	285-040
ขณะน้ำลง	060-210	0.1-1.2	0.8-1.2	120-185
ที่ระดับกลาง				
ขณะน้ำขึ้น	275-075	0.2-1.4	0.7-1.4	315-010
ขณะน้ำลง	110-240	0.2-1.1	0.3-1.1	130-220
ที่ระดับลึก				
ขณะน้ำขึ้น	270-020	0.1-1.2	0.5-1.2	280-345
ขณะน้ำลง	095-245	0.1-1.1	0.6-1.1	140-230
ในช่วงฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ (ข้อมูลจากสถานี 44)				
ที่ระดับผิวน้ำ				
ขณะน้ำขึ้น	225 - 010	0.2 - 1.3	1.0 - 1.3	250 - 360
ขณะน้ำลง	180 - 060	0.1 - 1.4	0.5 - 1.4	190 - 050
ที่ระดับกลาง				
ขณะน้ำขึ้น	280 - 035	0.2 - 1.3	1.0 - 1.3	310 - 360
ขณะน้ำลง	020 - 260	0.1 - 1.4	0.4 - 1.4	030 - 210
ที่ระดับลึก				
ขณะน้ำขึ้น	280 - 015	0.1 - 0.9	0.4 - 0.9	315 - 005
ขณะน้ำลง	015 - 275	0.1 - 1.1	0.4 - 1.1	160 - 180

(4) **กระแสน้ำ (Current) จากข้อมูลปฐมภูมิ (สำรวจในภาคสนาม)** ได้ทำการตรวจวัดกระแสน้ำ (Tidal current) ควบคู่กับการตรวจวัดน้ำขึ้น-น้ำลง โดยตรวจวัดกระแสน้ำ*ครั้งแรก*ในเดือนกันยายน 2542 ตรวจวัดรายชั่วโมงต่อเนื่องเป็นเวลา 7 วัน ที่ท้องทะเลนอกฝั่งบ้านตลิ่งชัน ณ จุดพิกัด (UTM) 773000N และ 700000E ซึ่งอยู่ในแนวท่อส่งก๊าซห่างจากชายฝั่งประมาณ 3,500 เมตร *ครั้งที่สอง*ในเดือนกันยายน 2544 ตรวจวัดรายชั่วโมงต่อเนื่องเป็นเวลา 15 วัน ณ บริเวณจุดพิกัด 772600N และ 699600E ซึ่งอยู่ในแนวท่อส่งก๊าซเช่นกัน ห่างจากชายฝั่งประมาณ 2,800 เมตร ท้องทะเลมีความลึกประมาณ 7.5 - 8.5 เมตร การตรวจวัดได้กระทำทั้ง 3 ระดับความลึก คือ กระแสน้ำที่ผิวน้ำ (ลึกประมาณ 2 เมตร) กระแสน้ำที่ระดับกลาง (ลึกประมาณ 4 เมตร) และกระแสน้ำที่ท้องน้ำ (ลึกประมาณ 6 เมตร) ผลการตรวจวัดสรุปได้ดังตารางที่ 1.23

ตารางที่ 1.23 ลักษณะกระแสน้ำบริเวณพื้นที่โครงการ (ข้อมูลปฐมภูมิ)

ลักษณะกระแสน้ำ	ทิศทาง (องศา)	ความเร็ว (น็อต)	ความเร็วสูงสุด (น็อต)	ทิศทางกระแสน้ำ ขณะความเร็วสูงสุด (องศา)
ที่ระดับผิวน้ำ				
ขณะน้ำขึ้น	300-330	0.6-1.2	1.4	315
ขณะน้ำลง	090-140	0.5-1.0	1.2	100
ที่ระดับกลาง				
ขณะน้ำขึ้น	275-330	0.6-1.4	1.6	315
ขณะน้ำลง	080-135	0.5-1.2	1.4	095
ที่ระดับท้องน้ำ				
ขณะน้ำขึ้น	265-345	0.4-0.8	1.0	300
ขณะน้ำลง	100-150	0.4-0.8	1.0	140

หมายเหตุ: ข้อมูล ตรวจวัดในเดือนสิงหาคม 2543

(5) **ข้อมูลเกี่ยวกับน้ำขึ้น-น้ำลง (Tide)** ภาคผนวก E1 สรุปผลการบันทึกระดับน้ำขึ้น-น้ำลง ตลอดจนการคำนวณ เพื่ออธิบายลักษณะน้ำขึ้น-น้ำลงในบริเวณพื้นที่ศึกษา

ลักษณะน้ำขึ้น-น้ำลงในท้องทะเลบริเวณอำเภอจะนะ มีพฤติกรรมคล้ายคลึงกับลักษณะน้ำขึ้น-น้ำลงที่สถานีสงขลา ซึ่งจัดเป็นประเภท "Semi-diurnal Tide" กล่าวคือมีน้ำขึ้น-น้ำลงวันละ 2 รอบ จากข้อมูลที่ได้จากสังเกตระดับน้ำขึ้น-น้ำลง ที่ทะเลบริเวณบ้านตลิ่งชัน ณ จุดพิกัด (773000N, 700000E) ซึ่งห่างจากชายฝั่งประมาณ 3,500 เมตร ถ้านำมาคำนวณหาค่าตัวแปรต่างๆ คือ ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย แอมพลิจูด และค่ามุมเฟสของคลื่นน้ำขึ้น-น้ำลงทั้ง 4 องค์ประกอบ และนำค่าเหล่านี้มาคำนวณระดับน้ำขึ้น-น้ำลงที่วัน

เวลาต่างๆ ณ ท้องทะเลบริเวณพื้นที่ศึกษา จะได้กราฟแสดงลักษณะน้ำขึ้น-น้ำลง ดังแสดงใน ภาคผนวก E1

นอกจากนี้ ผู้ศึกษายังได้ทำการตรวจวัดลักษณะน้ำขึ้น-น้ำลง (Tide) เพิ่มขึ้น โดยตรวจวัดรายชั่วโมงต่อเนื่องเป็นเวลา 15 วัน เพื่อให้ครอบคลุม ช่วงน้ำเกิดและน้ำตาย (Spring & neap tide) ผลการตรวจวัดดังกล่าวแสดงไว้ในภาคผนวก E5 เช่นกัน พบว่าแม้จะทำการสำรวจเพิ่มขึ้นจาก 7 วันเป็น 15 วัน ก็พบว่าค่าช่วงน้ำเกิดไม่ได้เพิ่มขึ้นมากนัก โดยพบว่าค่าช่วงน้ำเกิดสูงสุด (Maximum tidal height) ที่ได้จากการสำรวจในช่วง 7 วัน มีค่าเท่ากับ 0.815 เมตร ส่วนค่าช่วงน้ำเกิดสูงสุดที่ได้จากการสำรวจในช่วง 15 วัน มีค่าเท่ากับ 0.820 เมตร ซึ่งเป็นความคลาดเคลื่อนเพียง 0.6% เท่านั้น

(6) **ตะกอนชายฝั่ง** ผลการศึกษาพบว่าตะกอนชายฝั่งส่วนใหญ่เป็นตะกอนทรายละเอียด มีค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 2.65 ผลการร่อน (Sieve) ผ่านตะแกรงขนาดต่างๆ ได้แสดงไว้ในภาคผนวก E ทั้งในรูปของตารางข้อมูลดิบ (ภาคผนวก E6) และกราฟแสดงการกระจายขนาดของตะกอน (ภาคผนวก E7) ตารางที่ 1.24 สรุปคุณสมบัติของตะกอน

สารแขวนลอย ผลการวิเคราะห์พบว่าปริมาณสารแขวนลอยมีค่าประมาณ 77 - 264 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังรายละเอียดในตารางที่ 1.25 เมื่อพิจารณาเฉพาะสถานีเก็บตัวอย่างในรัศมีประมาณ 3 กิโลเมตรจากพื้นที่โครงการ (แรงเงาในตารางที่ 1.25) พบว่าปริมาณสารแขวนลอยบริเวณชายฝั่งอยู่ในช่วง 114 - 174 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่าเฉลี่ยประมาณ 142.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (Standard deviation = 22.6 มิลลิกรัมต่อลิตร) ซึ่งเป็นค่าที่ค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย แต่ก็ถือว่าไม่ผิดปกติเมื่อเปรียบเทียบกับค่าพิสัยตลอดปี (ที่ครอบคลุมทั้งข้อมูลฤดูแล้งและฤดูฝน) ของค่าคุณภาพน้ำบริเวณจังหวัดสงขลาและใกล้เคียง (ดูตารางข้างล่าง)

ปริมาณสารแขวนลอยบริเวณชายฝั่งอ่าวไทยในเขตชายฝั่งจังหวัดต่างๆ

หน่วย : มิลลิกรัมต่อลิตร

จุดสำรวจข้อมูล	ฤดูแล้ง		ฤดูฝน		ตลอดปี	
	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย	ช่วง	เฉลี่ย
นครศรีธรรมราช	18-78	47	95-150	118	18-150	43
สงขลา	12-61	34	144-150	147	12-150	60
ปัตตานี	21-121	49	24-175	58	21-175	47
นราธิวาส	45-93	68	139-151	144	45-151	106

ที่มา : รายงานโครงการสำรวจคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่งในอ่าวไทยและฝั่งอันดามัน (2542)

ตารางที่ 1.24 คุณสมบัติทางกายภาพของตะกอนชายฝั่งบริเวณพื้นที่ศึกษา

Station	Position	D_{10} (mm)	D_{30} (mm)	D_{60} (mm)	Coefficients C_u	Coefficients C_c	พิกัดของตำแหน่ง (N,E)
I	MLWL	0.230	0.350	0.470	2.043	1.133	(774450 , 693600)
	MSL	0.300	0.400	0.550	1.833	0.970	(774150 , 693300)
	MHWL	0.210	0.300	0.410	1.952	1.045	(773980 , 693100)
	Depth 1.80	0.220	0.320	0.420	1.909	1.108	(773980 , 693100)
II	MLWL	0.175	0.195	0.240	1.371	0.905	(773900 ,694200)
	MSL	0.270	0.400	0.600	2.222	0.988	(773600 ,693900)
	MHWL	0.230	0.325	0.380	1.652	1.209	(773350 ,693800)
	Depth 1.80	0.185	0.240	0.350	1.892	0.890	(773350 ,693800)
III	MLWL	0.180	0 260	0.400	2.222	0.939	(773150 ,694950)
	MSL	0.270	0.400	0.700	2.593	0.847	(772850 , 694600)
	MHWL	0.260	0.350	0.430	1.654	1.096	(772650 , 694400)
	Depth 1.80	0.220	0.320	0.420	1.909	1.108	(772650 , 694400)
IV	MLWL	0.200	0.300	0.410	2.050	1.098	(772500 , 695600)
	MSL	0.230	0.320	0.410	1.783	1.086	(772200 , 695350)
	MHWL	0.195	0.290	0.390	2.000	1.106	(771980 , 695180)
	Depth 1.80	0.185	0.250	0.360	1.946	0.938	(771980 , 695180)
V	MLWL	0.200	0.290	0.460	2.300	0.914	(771900 , 696325)
	MSL	0.200	0.280	0.390	1.950	1.005	(771600 , 696010)
	MHWL	0.210	0.310	0.400	1.905	1.144	(771290 , 695820)
	Depth 1.80	0.180	0.220	0.300	1.667	0.896	(771290 , 695820)
VI	MLWL	0.170	0.190	0.250	1.471	0.849	(771220 , 697020)
	MSL	0.320	0.380	0.470	1.469	0.960	(770980 , 696800)
	MHWL	0.185	0.220	0.300	1.622	0.872	(770700 , 696590)
	Depth 1.80	0.200	0.300	0.400	2.000	1.125	(770700 , 696590)
VII	MLWL	0.170	0.220	0.320	1.882	0.890	(770680 , 697950)
	MSL	0.190	0.280	0.380	2.000	1.086	(770300 , 697710)
	MHWL	0.180	0.240	0.380	2.111	0.842	(770080 , 697480)
	Depth 1.80	0.300	0.390	0.500	1.667	1.014	(770080 , 697480)
VIII	MLWL	0.175	0.200	0.270	1.543	0.847	(770120 , 698800)
	MSL	0.300	0.380	0.470	1.567	1.024	(769780 , 698500)
	MHWL	0.190	0.260	0.380	2.000	0.936	(769670 , 698420)
	Depth 1.80	0.180	0.220	0.320	1.778	0.840	(769670 , 698420)
IX	MLWL	0.220	0.320	0.420	1.909	1.108	(769690 , 699650)
	MSL	0.320	0.400	0.530	1.656	0.943	(769280 , 699420)
	MHWL	0.185	0.240	0.350	1.892	0.890	(769025 , 699275)
	Depth 1.80	0.180	0.220	0.300	1.667	0.896	(769025 , 699275)
X	MLWL	0.175	0.220	0.320	1.829	0.864	(769170 , 700420)
	MSL	0.350	0.510	0.950	2.714	0.782	(768720 , 700290)
	MHWL	0.175	0.200	0.250	1.429	0.914	(768520 , 700180)
	Depth 1.80	0.200	0.300	0.420	2.100	1.071	(768520 , 700180)

หมายเหตุ: (1) ดูคำอธิบายสำหรับคำย่อ MSL, MHWL, MLWL หน้า 1-57

(2) Depth 1.80 = ระดับลึก 1.80 เมตร จากผิวดินบนฝั่ง

(3) D_{10} คือ effective size

ตารางที่ 1.25 ปริมาณสารแขวนลอยในน้ำทะเลบริเวณพื้นที่ก่อสร้างท่อส่งก๊าซในทะเล

ลำดับ	สถานีเก็บตัวอย่างน้ำ	SS (mg/L)	พิกัดของตำแหน่ง	
			N (m)	E (m)
1	W07	98	775,676	697,455
2	W20	141	774,580	695,600
3	W22	113	776,160	697,028
4	W23	124	776,921	696,428
5	W04	155	773,459	697,024
6	W40	148	772,559	697,896
7	W47	114	772,036	698,525
8	W58	118	771,558	699,591
9	W62	134	772,917	700,991
10	W65	128	771,272	700,445
11	W77	174	770,294	701,221
12	W81	169	771,923	702,676
13	W82	163	771,406	703,516
14	W85	77	770,102	702,524
15	W94	131	771,013	704,864
16	W98	112	772,559	706,308
17	W99	126	772,010	707,281
18	W106	148	770,366	706,800
19	W107	246	770,812	707,054
20	W181	264	769,291	701,317
21	W187	110	768,793	701,309

(7) **ตะกอนท้องทะเล** ผลการศึกษา พบว่าตะกอนท้องทะเลส่วนใหญ่เป็นโคลนปนทราย โดยมีเปลือกหอยปะปน ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

- ลักษณะสภาพท้องทะเลโดยรวม จากฐานขุดเจาะ JDA ถึง กม.ที่ 5 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก (Very soft clay)
- จาก กม. ที่ 5-กม. ที่ 6 ผิวท้องทะเลส่วนใหญ่เป็นดินเหนียวแข็ง (Stiff Clay)
- จาก กม.ที่ 6-กม. ที่ 15 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก (Very soft to Soft clay)
- จาก กม.ที่ 15-กม.ที่ 22 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก (Very soft clay)
- จาก กม.ที่ 22-กม.ที่ 31 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก
- จาก กม.ที่ 31-กม.ที่ 38 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก
- จาก กม.ที่ 38-กม.ที่ 51 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก
- จาก กม.ที่ 51-กม.ที่ 62 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก
- จาก กม.ที่ 62-กม.ที่ 67 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก
- จาก กม.ที่ 67-กม.ที่ 77 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก
- จาก กม.ที่ 77-กม.ที่ 90 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก
- จาก กม.ที่ 90-กม.ที่ 98 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก
- จาก กม.ที่ 98-กม.ที่ 111 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก
- จาก กม.ที่ 111-กม.ที่ 143 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลวมาก
- จาก กม.ที่ 143-กม.ที่ 215 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก และมีทราย (Sand) กระจายอยู่เป็นหย่อมๆ
- จาก กม. ที่ 215-กม.ที่ 262 มีลักษณะตะกอนชั้นบนเป็นทราย หนาประมาณ 0.6 เมตร ส่วนชั้นล่างเป็นโคลน
- จาก กม. ที่ 262-กม. ที่ 270 มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว-เหลวมาก
- จาก กม.ที่ 270-กม.ที่ 272 มีลักษณะตะกอนชั้นบนเป็นทรายปนเปลือกหอยหนาประมาณ 0.6 เมตร ชั้นล่างเป็นโคลน
- จาก กม.ที่ 272-กม.ที่ 276 (ชายฝั่ง) มีลักษณะตะกอนเป็นโคลนเหลว - เหลวมาก