ตารางที่ 4.19 คุณภาพน้ำสระน้ำบ้านคลองปอม

สถานี	พิกัดจุดเก็บตัวอย่าง		อุณหภูมิ	pH	Conductivity	DO	SS	PO_4	NO_2	NO_3+ NO_2
	E	N	(°C)		(us/cm)	(mg/L)	(mg/L)	(µg-as P/L)	(µg-as N/L)	(µg-as N/L)
#1	665050	760861	32.95 ± 0.05	6.86 ± 0.04	10.13 ± 0.04	7.11 ± 0.01	10.0	0.553	0.005	0.005
#2	665077	760779	31.53 ± 0.38	7.27 ± 0.22	9.48 ± 0.33	6.85 ± 0.03	20.5	0.282	0.002	0.002
#3	665031	760780	31.50 ± 0.00	7.43 ± 0.09	7.74 ± 0.22	6.15 ± 0.02	8.0	0.365	0.002	0.002
#4	665006	760786	31.50 ± 0.00	7.46 ± 0.01	7.65 ± 0.15	7.01 ± 0.09	7.0	0.129	0.001	0.001
#5	665040	760690	31.50 ± 0.00	7.46 ± 0.01	7.60 ± 0.00	6.86 ± 0.39	8.0	0.141	0.001	0.001

หมายเหตุ: เก็บตัวอย่างน้ำในเดือนกรกฎาคม 2544

ตารางที่ 4.20 คุณภาพน้ำคลองนาทับ

ฤดู	อุณหภูมิ	pH	DO	BOD	NO_3	โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	ฟีคอลโคลิฟอร์ม
	(°C)		(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(MPN/100 mL)	(MPN/100 mL)
ฤดูแล้ง	29.5	6.33	4.32	1.86	0.022	4,000	1,250
ฤดูฝน	29.2	6.50	3.05	5.29	0.025	1,100	< 2

หมายเหตุ: เก็บตัวอย่างน้ำในเดือนกรกฎาคม 2544

4.7.1.4 บทสรุป

(1) ระยะก่อสร้าง

ในระยะก่อสร้าง การเปิดหน้าดิน การขุดร่องเพื่อวางท่อส่งก๊าซ จะทำให้ตะกอนไหลลงสู่ลำคลองที่ท่อส่งก๊าซพาดผ่าน และ/หรือ ทำให้รูปแบบการระบายน้ำตามธรรมชาติเปลี่ยนแปลงไป จะต้องมีมาตรการควบคุมที่เพียงพอ เพื่อป้องกันการกีดขวางเส้นทางระบายน้ำตามธรรมชาติและที่มนุษย์สร้างขึ้น รวมถึงการจัดสร้างระบบการระบายน้ำชั่วคราว เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำจากบริเวณเนินเขาด้วย หากมีการดำเนินการตามมาตรการควบคุมอย่างเพียงพอและมีประสิทธิภาพ คาดว่าผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการระบายน้ำในท้องถิ่นและการเกิดน้ำท่วมบริเวณท้ายน้ำ จะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

นอกจากนี้ การกั้นคลองและทางน้ำในระหว่างก่อสร้างยังทำให้เกิดสภาพน้ำนิ่ง ซึ่งอาจทำให้สังคมสิ่งมีชีวิตที่เคยอยู่ในสภาพน้ำไหล ที่มีออกซิเจนค่อนข้างสูง ลดจำนวนลง และจะเปลี่ยนเป็นสังคมสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาพน้ำนิ่ง ซึ่งต้องการออกซิเจนน้อยกว่า ผลกระทบจะเกิดขึ้นในช่วงที่ต้องปิดกั้นทางน้ำโดยเฉพาะทางน้ำขนาดเล็ก เพื่อทำการขุดและฝังท่อ ขึ้นอยู่กับเวลาที่ใช้ในการก่อสร้าง ถ้าขั้นตอนฝังและกลบท่อในช่วงที่ผ่านทางน้ำใช้เวลานาน จะส่งผลกระทบมาก แต่ถ้าดำเนินการอย่างรวดเร็ว (1-2 วัน) ก็จะไม่มีผลกระทบมาก และถ้าดำเนินการในช่วงฤดูฝน ผลกระทบก็จะรุนแรงขึ้น อย่างไรก็ตาม ผลกระทบจะเกิดขึ้นเฉพาะในระยะก่อสร้าง คาดว่าเมื่อเสร็จสิ้นการวางท่อแล้ว ระบบนิเวศจะฟื้นตัวได้ในระยะเวลาสั้น

การวางท่อส่งก๊าซผ่านคลองสายหลักบางสาย จะใช้วิธีเจาะลอด ซึ่งจะทำให้เกิดผลกระทบเนื่องจากการรบกวนท้องน้ำน้อยกว่าวิธีอื่นๆ อย่างไรก็ตาม การเจาะลอดจะก่อให้เกิดโคลนเบนโทไนท์เหลือใช้ ซึ่งอาจปนเปื้อนลงในแหล่งน้ำใกล้เคียงได้ หากขาดการควบคุมที่ดี

ท่อส่งก๊าซที่ติดตั้งเสร็จสมบูรณ์แล้ว จะต้องได้รับการทดสอบก่อนการใช้งาน โดยวิธี Hydrostatic testing *สำหรับท่อส่งก๊าซในทะเล* จุดสูบน้ำและปล่อยน้ำทิ้งจะอยู่บริเวณปลายท่อกล่าวคือที่บริเวณแท่นขุดเจาะ และที่บริเวณทุ่นเทียบเรือขนถ่ายก๊าซ NGL ตามลำดับ การทดสอบท่อส่งก๊าซในทะเล จะใช้น้ำทะเลผสมกับสารป้องกันการกัดกร่อนซึ่งเป็นสารที่เจ้าของโครงการมีประสบการณ์เคยใช้ในโครงการอื่นๆ และยืนยันว่า ณ ความเข้มข้นที่ใช้ ไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อระบบนิเวศสัตว์น้ำ *ส่วนท่อส่งก๊าซบนบก* จุดสูบน้ำและปล่อยน้ำทิ้งของการทดสอบท่อก่อนการใช้งาน อยู่ที่แอ่งน้ำบริเวณบ้านคลองปอมใน ตำบลบ้านพรุ ซึ่งมีความจุประมาณ 1,000,000 ลูกบาศก์เมตร ปัจจุบันไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำนี้ การใช้น้ำจืดทำให้ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องใช้สารเคมีป้องกันการกัดกร่อนใดๆ การปล่อยน้ำออกจากท่อจะต้องมีมาตรการควบคุมอย่างระมัดระวัง เพื่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำน้อยที่สุด เช่นการป้องกันมิให้มีการกัดเซาะของแอ่งน้ำ มิให้มีการกวนตะกอน (Resuspension) หรือให้มีน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เป็นต้น คาดว่าหากมีการดำเนินการตามมาตรการเหล่านั้น ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจะมีเพียงเล็กน้อย และอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ ส่วน

การทดสอบท่อช่วงสั้นๆ เพื่อตรวจสอบความเรียบร้อยของท่อส่วนที่ก่อสร้างโดยวิธีเจาะลอด จะใช้น้ำทั้งจากคลองนาทับ และแอ่งน้ำใกล้คลองปอม ขึ้นอยู่กับว่าจุดก่อสร้างอยู่ใกล้แหล่งน้ำใด

ในกรณีที่ไม่มีการจัดการน้ำทิ้ง และการรบกวนบริเวณท้องน้ำอย่างเหมาะสม กิจกรรมการวางท่อส่งก๊าซ อาจก่อให้เกิดผลกระทบที่สำคัญต่อคุณภาพน้ำและระบบนิเวศทางน้ำ รวมทั้งผู้ใช้น้ำบริเวณท้ายน้ำของพื้นที่ก่อสร้างได้ ทั้งนี้รวมถึงมาตรการควบคุมการไหลชะตะกอนดิน การจัดให้มีระบบการระบายน้ำชั่วคราวตามความเหมาะสม สาธารณูปโภคด้านสุขอนามัย เช่น ห้องสุขา รวมถึงระบบการจัดการโครงการที่ดี เพื่อป้องกันไม่ให้เศษวัสดุและมูลฝอยต่างๆ ลงไปในแหล่งน้ำผิวดิน การจัดให้มีมาตรการจัดการโคลนเบนโทไนท์เหลือใช้ หากมีการดำเนินการตามมาตรการที่ได้เสนอไว้ คาดว่าผลกระทบจะมีเพียงเล็กน้อย

(2) ระยะดำเนินการ

คาดว่าการดำเนินการของโครงการท่อส่งก๊าซจะไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อคุณภาพน้ำหรือลักษณะทางอุทกวิทยาของแหล่งน้ำผิวดิน

4.7.2 คุณภาพน้ำใต้ดิน

หัวข้อนี้ เป็นการบ่งชี้และประเมินผลกระทบที่สำคัญที่กิจกรรมการก่อสร้างและการดำเนินการของโครงการอาจมีต่อคุณภาพน้ำใต้ดิน

4.7.2.1 แหล่งกำเนิดผลกระทบที่สำคัญ - ระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ

การเตรียมพื้นที่ งานดิน กิจกรรมการก่อสร้างทั่วไป และการวางท่อส่งก๊าซ อาจทำให้เกิดผลกระทบกับแหล่งน้ำใต้ดินได้ ทั้งผลกระทบจากการปนเปื้อน และการเปลี่ยนแปลงลักษณะการไหลของน้ำใต้ดิน โดยหากไม่มีการควบคุม อาจเกิดผลกระทบที่สำคัญ เช่น

(1) การปนเปื้อนของแหล่งน้ำใต้ดินที่อยู่ในพื้นที่ดำเนินการ ซึ่งเกิดจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของน้ำมันเชื้อเพลิง การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น การกำจัดของเสียอย่างไม่เหมาะสม ซึ่งทำให้เกิดการปนเปื้อน โดยซึมผ่านลงในพื้นดิน

(2) การรบกวนการไหลของน้ำใต้ดินในบริเวณนั้น เนื่องจากการวางท่อส่งก๊าซ

(3) การลดลงของน้ำที่จะซึมลงในชั้นน้ำใต้ดิ น เนื่องจากการวางท่อส่งก๊าซ

4.7.2.2 การประเมินผลกระทบ – ระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ

ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชั่วคราว และกิจกรรมเกี่ยวกับการเติมน้ำมันเชื้อเพลิงในระหว่างการก่อสร้าง จะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของน้ำใต้ดินได้ โดยน้ำมันเชื้อเพลิงที่รั่วไหลจากถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชั่วคราว มีโอกาสที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของดินและน้ำใต้ดินได้ ส่วนน้ำมันเชื้อเพลิงที่หกในระหว่างการเติมน้ำมันเชื้อเพลิง น้ำมันหล่อลื่นหรือน้ำมันไฮดรอลิก การกรองน้ำมัน รวมถึงการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันจากอุปกรณ์การก่อสร้างและยานพาหนะ ก็อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนในพื้นที่นั้นได้เช่นกัน

ความเสี่ยงของการปนเปื้อนในน้ำใต้ดิน สามารถควบคุมได้โดยการควบคุมการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพ (การจัดการกิจกรรมต่างๆ เช่น การเติมน้ำมันเชื้อเพลิง การบรรจุและการถ่ายเทน้ำมันเชื้อเพลิง การเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่น การเก็บและการกำจัดกากของเสีย วิธีการทำความสะอาดน้ำมันเชื้อเพลิงที่หก เป็นต้น) รวมทั้งกำหนดให้มีอุปกรณ์ควบคุม สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ เกี่ยวกับการเก็บกัก (เช่น การจัดให้มีพื้นที่จัดเก็บที่มีคันเขื่อนล้อมรอบ การเติมน้ำมันเชื้อเพลิงในพื้นที่ที่มีพื้นผิวแข็ง และมีเครื่องกั้นที่ของเหลวไม่สามารถซึมผ่านได้ พื้นที่ที่ปลอดภัยสำหรับการจัดเก็บวัสดุ เป็นต้น) การกำหนดให้มีมาตรการดังกล่าว และมีการดำเนินการตามมาตรการเหล่านี้อย่างมีประสิทธิภาพ จะสามารถควบคุมความเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ (ดูบทที่ 5)

ในบางบริเวณที่ท่อถูกฝังอยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน การฝังท่อส่งก๊าซใต้ดินจะทำให้การไหลของน้ำใต้ดินที่อยู่ใกล้ผิวดินเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะความลาดเอียง และในกรณีที่รุนแรง ผลกระทบเหล่านี้อาจจะทำให้เกิดการชะล้างพังทลายบริเวณใต้ผิวดินและการยุบตัวของดิน ซึ่งผลกระทบเหล่านี้คาดว่าจะได้รับการแก้ไข หรือบรรเทาลงในระหว่างการก่อสร้างด้วยการใช้เครื่องอุดที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ (Impermeable plugs) วางไปตามท่อส่งก๊าซ เป็นวิธีหนึ่งที่มักจะใช้ในการควบคุมการไหลของน้ำใต้ดิน หากมีการดำเนินตามมาตรการดังกล่าวอย่างเหมาะสม คาดว่าจะไม่มีผลกระทบที่สำคัญเกิดขึ้น เนื่องจากการวางท่อส่งก๊าซ

4.7.2.3 บทสรุป

การก่อสร้างเพื่อวางท่อส่งก๊าซ จะต้องรวมมาตรการลดผลกระทบหลายๆ ด้าน เข้าไว้ด้วยกัน (ทั้งการออกแบบและวิธีปฏิบัติ) ซึ่งจะควบคุมการจัดเก็บ การจัดการ และการใช้วัตถุที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม เพื่อลดความเสี่ยงของการปนเปื้อนของดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน ดังนั้น จึงคาดว่าจะไม่มีผลกระทบที่สำคัญเกิดขึ้นในระยะก่อสร้าง

ในระหว่างการดำเนินโครงการท่อส่งก๊าซ คาดว่าจะไม่เกิดผลกระทบที่สำคัญต่อแหล่งน้ำใต้ดิน

4.8 นิเวศทางทะเล

4.8.1 การประเมินผลกระทบ – ระยะก่อสร้าง

(1) รายละเอียดสภาพพื้นทะเลและวิธีวางท่อส่งก๊าซที่ระยะต่าง ๆ ตามแนวท่อ จากการศึกษาสภาพพื้นทะเลและสังคมสัตว์หน้าดินบริเวณทะเลลึก และชายฝั่งทะเล ตามแนวท่อส่งก๊าซ พบว่าสภาพพื้นทะเลส่วนใหญ่เป็นโคลน ยกเว้นบริเวณประมาณ KP 225 ซึ่งห่างจากฝั่งอำเภอจะนะ ประมาณ 50 กิโลเมตร มีสภาพพื้นเป็นทราย โดยทั่วไป น้ำทะเลค่อนข้างสะอาด และมีสัตว์หน้าดินอาศัยอยู่มาก ผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการวางท่อส่งก๊าซแต่ละบริเวณจะขึ้นอยู่กับสภาพพื้นทะเลและวิธีการวางท่อ (ตารางที่ 4.21) ดังนี้

ตารางที่ 4.21 ลักษณะการวางท่อส่งก๊าซในทะเล ที่ตำแหน่งและความลึกต่างๆ

ช่วง KP	ความลึก	ลักษณะการวางท่อ
KP 0 – KP 175 (175 กิโลเมตร)	> 47 เมตร	เป็นการวางท่อบนพื้นท้องทะเล แล้วปล่อยให้จมลงเองด้วยแรงน้ำหนักท่อ
KP 175 - KP 200 (25 กิโลเมตร)	47 เมตร (ที่ KP 175) ถึง 40 เมตร (ที่ KP 200)	เป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเล (Open trench) โดยให้หลังท่ออยู่ต่ำกว่าพื้นท้องทะเลประมาณ 1 เมตร แล้วปล่อยให้กลบเองโดยการพัดพาของตะกอนบริเวณท้องทะเล
KP 200 - KP 271.251 (~71.25 กิโลเมตร)	40 เมตร (ที่ KP 200) ถึง 11 เมตร (ที่ KP 271.251)	เป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเลโดยการพ่นทราย (Jetting) หรือตักทราย (Ploughing) แล้วฝังกลบท่อหนาประมาณ 1 เมตรเหนือหลังท่อ
KP 271.251 - KP 275.351 (4.1 กิโลเมตร)	11 เมตร (ที่ KP 271.251) ถึง 4 เมตร (ที่ KP 275.351)	เป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเลโดยการใช้เรือขุดชนิดตัดและดูด (Cutter suction dredger) แล้วฝังกลบท่อหนาประมาณ 3 เมตรเหนือหลังท่อ
KP 275.351 - KP 276.355 (~1 กิโลเมตร)	4 เมตร (ที่ KP 275.351) ถึง 3 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	เป็นการวางท่อโดยวิธีเจาะลอดชายฝั่ง แบบ Horizontal directional drilling ท่อจะอยู่ใต้ดินลึก 10-20 เมตร
KP 276.355 - KP 277.055 (700 เมตร)	0-3 เมตรเหนือระดับน้ำทะเล	เป็นการขุดร่องช่วงใกล้โรงแยกก๊าซ โดยใช้ Backhoe แล้วฝังกลบท่อหนาประมาณ 3 เมตร เหนือหลังท่อ

หมายเหตุ : ตำแหน่งที่ระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุดคือ ที่ KP 276.251

• **ท่อส่งก๊าซส่วนกลางทะเล (Offshore)** บริเวณ KP 0 – KP 175 ตั้งแต่แหล่งก๊าซในพื้นที่พัฒนาร่วมฯ จนถึงประมาณ 100 กิโลเมตรจากชายฝั่ง (ที่ระดับน้ำลึกมากกว่า 47 เมตร) จะเป็นการวางท่อลงไปบนพื้นทะเลโดยตรง โดยไม่มีการขุดร่อง ไม่ว่าจะเป็นก่อนหรือหลังการวางท่อ และไม่มีการดำเนินการใดๆ ที่จะปกป้องท่อส่งก๊าซภายหลังจากที่ได้วางท่อลงบนพื้นทะเลแล้ว และท่อส่งก๊าซจะจมตัวลงใต้พื้นทะเลด้วยแรงน้ำหนักท่อในระยะเวลาไม่นาน ดังนั้น ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการวางท่อด้วยวิธีนี้ จะมีเพียงการรบกวนพื้นทะเลในระยะก่อสร้าง เฉพาะบริเวณที่ถูกท่อทับลงไป ซึ่งคาดว่าจะมีเพียงการทำให้เกิดความขุ่น การแพร่กระจายของตะกอนเพิ่มขึ้นเล็กน้อย จากการคำนวณโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้จัดทำขึ้น (ภาคผนวก E9) ชี้ให้เห็นว่าเมื่อพื้นที่ก่อสร้างอยู่ใกล้กับแหล่งปะการังบริเวณเกาะโลซินมากที่สุด (ประมาณ 10 กิโลเมตร จากแนวท่อ) จะมีตะกอนอันเป็นผลกระทบจากการวางท่อส่งก๊าซทับถมบริเวณเกาะโลซิน 0.00025 มิลลิเมตร ขณะที่ตะกอนขนาดเล็กที่สุดมีขนาด 0.001 มิลลิเมตร เท่านั้น ซึ่งหมายความว่าเกาะโลซินจะไม่ได้รับผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการวางท่อส่งก๊าซในทะเล

• **ท่อส่งก๊าซในช่วงกลาง** บริเวณ KP 175 - KP 271.251 ตั้งแต่ประมาณ 100 กิโลเมตรจากชายฝั่ง จนถึงประมาณ 5 กิโลเมตรจากชายฝั่ง (ที่ระดับน้ำลึกประมาณ 47 เมตร ถึง 11 เมตร) โดยจะวางท่อส่งก๊าซลงบนพื้นทะเล แล้วทำการขุดร่องภายหลัง (Post-trenched) โดยใช้อุปกรณ์พิเศษในการพ่นน้ำ (Water jetting) เพื่อไถให้เกิดเป็นร่อง ทั้งนี้ จะแบ่งออกเป็นสองส่วน โดยในช่วง KP 175 - KP 200 จะไม่มีการกลบท่อ แต่จะปล่อยให้ท่อถูกฝังกลบเองโดยกระบวนการปรับสภาพของพื้นทะเลตามธรรมชาติ ส่วนในช่วง KP 200 – KP 271.251 จะมีการฝังกลบท่อไว้ภายในร่อง โดยให้หลังท่ออยู่ที่ความลึกประมาณ 1 เมตรจากระดับพื้นทะเลเดิม ในการวางท่อส่งก๊าซทั้งสองส่วน จะทำให้ความขุ่นของน้ำทะเลในพื้นที่ใกล้เคียงเพิ่มขึ้น อันเนื่องมาจากการเป่าพ่นน้ำเพื่อขุดร่อง ผลจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ (ภาคผนวก E9) แสดงให้เห็นว่าตะกอนที่แพร่กระจายส่วนใหญ่จะตกตะกอนกลับลงสู่พื้นทะเลในรัศมี 200 เมตรจากแนวท่อ และจะมีเพียงตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กมากที่จะลอยตัวออกไปตกอยู่ห่างจากแนวท่อเป็นระยะ 1,000 เมตร ในทั้งสองด้านของแนวท่อ ซึ่งอาจมีผลกระทบต่อการประมงในพื้นที่ใกล้เคียงบ้าง

• **ท่อส่งก๊าซส่วนที่อยู่ใกล้กับชายฝั่ง** บริเวณ KP 271.251 - KP 275.351 ตั้งแต่ประมาณ 5 กิโลเมตรจากชายฝั่ง จนถึงประมาณ 0.9 กิโลเมตรจากชายฝั่ง เป็นระยะทางประมาณ 4.1 กิโลเมตร (ที่ระดับน้ำลึกประมาณ 11 เมตร ถึง 4 เมตร) ตั้งแต่ตำแหน่งที่ท่อส่งก๊าซลอดผ่านชายหาด (โดยวิธีเจาะลอด) มาโผล่ในทะเล ซึ่งเป็นเขตน้ำตื้นที่จะได้รับอิทธิพลจากคลื่นและกระแสน้ำ ทำให้ต้องฝังกลบท่อหนาประมาณ 3 เมตรเหนือหลังท่อ โดยในการขุดร่องที่พื้นท้องทะเล จะใช้เรือขุดชนิดตัดและดูด (Cutter suction dredger) และนำตะกอนที่ได้จากการขุด มากองไว้บนพื้นทะเล ที่ระยะประมาณ 100-200 เมตรจากแนวท่อ เพื่อนำกลับมาฝังกลบท่อภายหลังจากการวางท่อ ทำให้เกิดการทับถมสัตว์หน้าดิน การพ่นตะกอนออกจากท่อดูดตะกอน ทั้งตอนขุดร่องและตอนกลบท่อส่งก๊าซ ทำให้เกิด

การฟุ้งกระจายของตะกอน และอาจส่งผลกระทบต่อแพลงก์ตอนและสัตว์หน้าดินในแนวท่อและบริเวณใกล้เคียง ก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งมีชีวิตในน้ำหรือแหล่งประมงต่างๆ

ผลจากการวิเคราะห์โดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์พบว่าตะกอนส่วนใหญ่จะกลับตกตะกอนลงสู่พื้นทะเลเป็นระยะ 100-200 เมตรจากแนวท่อ และจะมีตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กกว่า ตกตะกอนที่ระยะ 80-100 เมตรถัดออกไป ทำให้เกิดตะกอนสะสมในบริเวณดังกล่าว มีความหนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ในทิศตะวันตกเฉียงเหนือ หรือตะวันออกเฉียงใต้ และจากผลของการวิเคราะห์พบว่าแหล่งปะการังที่เกาะขามซึ่งอยู่ห่างจากแนวท่อส่งก๊าซออกไป 6 กิโลเมตร จะไม่ได้รับผลกระทบจากการก่อสร้าง

(2) **ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยและระยะเวลาที่ตะกอนฟุ้งกระจายอยู่ในทะเล**[23] การขุดร่องทุกวิธีจะก่อให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนดินในกระแสน้ำรอบๆ มากบ้างน้อยบ้าง ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- คุณสมบัติของดินที่พื้นท้องทะเลซึ่งมีการขุดลอกหรือได้รับการรบกวน
- วิธีการขุดร่อง
- สภาพทางชลพลศาสตร์ (Hydrodynamic regime)

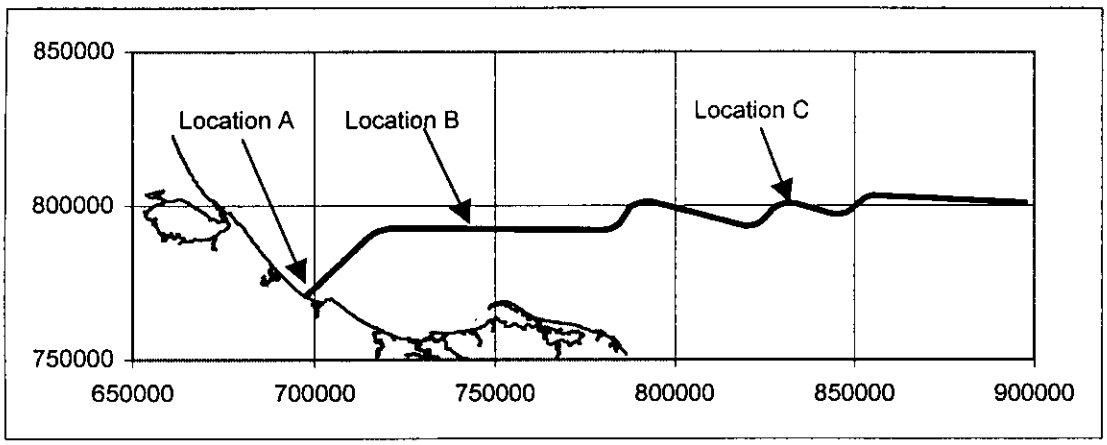
การคาดการณ์ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยรอบๆ อุปกรณ์ขุดร่องที่ท้องทะเลอย่างถูกต้องแม่นยำจึงเป็นสิ่งที่ทำได้ยาก อย่างไรก็ดี ได้มีผลการศึกษาและสำรวจอย่างเพียงพอที่จะนำมาใช้คาดการณ์พิสัยของความเข้มข้นของตะกอนดินแขวนลอย ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับวิธีการและอุปกรณ์ก่อสร้างหลายชนิด

จากการประมวลผลโดยใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ (ภาคผนวก E9) เพื่อประเมินผลกระทบที่จะเกิดขึ้นจากการขุดร่องและวางท่อส่งก๊าซ ด้วยวิธีต่างๆ ในแต่ละช่วงของท่อส่งก๊าซ โดยสมมุติเหตุการณ์กรณีที่เลวร้ายที่สุด (Worst case scenario) รูปที่ 4.1 แสดงแนวท่อส่งก๊าซในทะเล ซึ่ง ณ ตำแหน่ง A B C จะมีวิธีการวางท่อที่ต่างๆ กัน

---

[23] การวิเคราะห์ผลกระทบจากการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติในทะเล ที่ปรากฏในภาคผนวก E9 ได้มุ่งเน้นในการคาดการณ์ ขอบเขตของการพัฒนาของตะกอนดินซึ่งถูกรบกวนจากการวางท่อและตกตะกอนกลับลงสู่พื้นท้องทะเลอีกครั้งหนึ่ง โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการวิเคราะห์ผลกระทบอันอาจเกิดขึ้นกับแหล่งทรัพยากรสิ่งแวดล้อมทางทะเลซึ่งมีความไวต่อการได้รับความเสียหาย

เพื่อให้ทราบรูปแบบการแพร่กระจายความเข้มข้นของสารแขวนลอย คณะผู้ศึกษาได้ทำการคำนวณปริมาณตะกอนที่เกิดขึ้นจากการขุดลอกในแต่ละช่วงของการวางท่อส่งก๊าซในทะเล อนึ่ง ระดับความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยไม่ได้เป็นผลโดยตรงจากการคำนวณโดยอาศัยแบบจำลอง ซึ่งพัฒนาขึ้นเพื่อทำนายพฤติกรรมการตกตะกอนดังที่ได้กล่าวข้างต้น แต่เพื่อให้สามารถพิจารณาผลกระทบของตะกอนแขวนลอย จึงจำเป็นต้องตั้งสมมติฐานที่เกี่ยวข้องกับการสูญเสียตะกอนดินที่เกิดจากการขุดลอกไปในกระแสน้ำ (Loss of dredged material to the water column) ระหว่างการขุดลอกพื้นท้องทะเลด้วยวิธีการต่างๆ โดยการตั้งสมมติฐานดังกล่าว ได้พิจารณาถึงวิธีและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขุดลอก ประสบการณ์ในอดีต ผลการติดตามตรวจสอบ และการศึกษาวิจัยในอดีตของวงการอุตสาหกรรมการขุดลอก โดยมีข้อมูลพื้นฐานและสมมติฐานที่เกี่ยวข้อง ตามที่ระบุในรายงาน



รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงแนวท่อส่งก๊าซในทะเล แสดงตำแหน่งต่างๆ ที่มีวิธีการวางท่อส่งก๊าซต่างๆ กัน

ระยะเวลาที่ตะกอนแขวนลอยอยู่ในกระแสน้ำ ได้คำนวณโดยอาศัยกรณีที่เลวร้ายที่สุดในแต่ละจุดที่เป็นกรณีศึกษา โดยอาศัยข้อมูลความเร็วในการตกตะกอน (Settling velocities) ซึ่งคำนวณมาจากความหนาแน่น และการแจกแจงขนาดของตะกอน ทั้งนี้ การประมวลโดยใช้แบบจำลองนี้ไม่สามารถให้ผลโดยละเอียดได้ เนื่องจากความไม่แน่นอนอันเนื่องมาจากการแปรปรวนของกระแสน้ำ (Turbulence) หรือความสูงในกระแสน้ำที่ตะกอนแพร่กระจายออกไป

ในอดีต มีงานวิจัยเป็นจำนวนไม่มากนักที่ให้ความสำคัญกับประเด็นดังกล่าว แต่เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการศึกษาวิจัยโดยการวัดปริมาณตะกอนที่เกิดการแขวนลอยจากการทำงานของอุปกรณ์การขุดลอกหลายชนิด โดยการวางอุปกรณ์ตรวจวัดในลักษณะเป็นตารางกริดทุกระยะ 35 - 50 เมตร เป็นระยะ 150 เมตร จากอุปกรณ์การขุดลอก แล้ววัดความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยที่ตำแหน่งดังกล่าว ในระดับความลึกต่างๆ โดยอาศัยอุปกรณ์วัดความขุ่นซึ่งได้ทำการวัดทั้งก่อนและหลังการขุดร่อง เพื่อให้ทราบค่าความขุ่นที่เพิ่มขึ้นจากค่าปกติ

ปริมาณรวมของตะกอนดินที่เกิดการแขวนลอยสามารถคำนวณได้ดังนี้

ปริมาณของตะกอนดินที่กลับขึ้นไปแขวนลอย = (ระยะเวลาในการขุดลอก) X (ค่าเฉลี่ยในการแขวนลอย/ระยะเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการตกตะกอน)

ระยะเวลาที่ใช้ในการตกตะกอนอาจต่างกันออกไปในแต่ละสถานการณ์ แต่โดยทั่วไปจะมีระยะเวลาอยู่ในช่วง 30 นาที ถึง 3 ชั่วโมง

สมการข้างต้นได้ถูกปรับปรุงเพื่อให้รวมถึงปริมาณตะกอนขุดลอกและเพื่อให้สามารถทำการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างอุปกรณ์การขุดลอกแต่ละชนิด ซึ่งนำไปสู่การกำหนดค่าสัมประสิทธิ์ ***"S"*** ขึ้นดังนี้

S = ปริมาณตะกอนที่กลับมาแขวนลอยใหม่/ปริมาณของตะกอนที่ขุดลอก (kg/m^3)

ค่าสัมประสิทธิ์ ***"S"*** สามารถนำมาใช้ในการประมาณการปริมาณตะกอนซึ่งผ่านออกไปจากพื้นที่ขุดลอกที่ระยะ *d* เมตร จากอุปกรณ์ขุดลอก

ตะกอนที่กลับมาแขวนลอยใหม่ สามารถคำนวณได้ดังนี้ (ดูตำแหน่งต่างๆ ที่อ้างถึงตามแนวท่อในรูปที่ 4.2)

(2.1) บริเวณใกล้ชายฝั่ง (Location A) – (ระดับความลึก 0 – 11 เมตร) ซึ่งเป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเลโดยการใช้เรือขุดชนิดตัดและดูด (Cutter suction dredger) โดยมีสมมติฐานว่าเรือขุดดังกล่าวสามารถขุดร่องประมาณ 1 ล้านลูกบาศก์เมตร ในเวลา 28 วัน ด้วยประสิทธิภาพ 80% (ทำงานวันละ 19 ชั่วโมง) ปริมาณของตะกอนที่จะทำการขุดลอกเท่ากับ 35,700 ลูกบาศก์เมตร

สัมประสิทธิ์ ***"S"*** สำหรับกรณีเรือขุดชนิดตัดและดูด จะมีค่าประมาณ 5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เอกสารทางวิชาการซึ่งเป็นผลมาจากการวิจัยโดยการทดลองในฮ่องกงได้แนะนำค่าสัมประสิทธิ์ ***"S"*** ทั้งในกรณี Grab dredging และ Trailer dredging พบว่าทำให้เกิดการสูญเสียปริมาตรเป็นจำนวน 1.22% ซึ่งเท่ากับประมาณ 10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จากการศึกษาวิจัยและการทดลองได้แนะนำว่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยอาจมีค่าประมาณ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกระแสน้ำใกล้กับพื้นท้องทะเลที่มีการขุดลอก แต่ในกรณีที่มีข้อกำหนดและการควบคุมการก่อสร้างที่เหมาะสม ความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยโดยรวมระหว่างการขุดลอกควรมีค่าน้อยกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการวิเคราะห์แบบจำลองเพื่อหาความเร็วในการตกตะกอน พบว่าร้อยละ 12 ของตะกอนท้องน้ำทั้งหมด เป็นส่วนที่มีอนุภาคละเอียดที่สุด จะยังคงอยู่ในกระแสน้ำต่อไปโดยไม่มีกำหนด ร้อยละ 86 ของตะกอนท้องน้ำจะตกตะกอนกลับลงสู่พื้นทะเลภายในเวลา 3 ชั่วโมงนับตั้งแต่เริ่มถูกรบกวน ซึ่งหมายความว่าอาจมีค่าความเข้มข้นของตะกอนได้ถึงประมาณ 400 มิลลิกรัมต่อลิตร ขณะทำการขุดร่อง ผลจากการวิเคราะห์แบบจำลองพบว่าตะกอนจะแพร่กระจายครอบคลุมพื้นที่ 400 เมตร X 1,000 เมตร ซึ่งสำหรับค่า ***"S"*** ประมาณ 5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะทำให้ระดับเริ่มต้นของความเข้มข้นตะกอนที่ความลึกเฉลี่ยเท่ากับ 12.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และสำหรับค่า ***"S"*** เท่ากับ 10 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ค่าเฉลี่ยจะมีปริมาณเป็น 2 เท่าคือ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตะกอนแขวนลอยส่วนนี้จะยังคงแขวนลอยอยู่ในน้ำทะเล เป็นระยะเวลายาวนานมาก โดยทั่วไป ในทะเลจะเกิด Flocculation[24] ตามธรรมชาติ เนื่องจากมีปัจจัยเอื้อต่อกระบวนการ Flocculation มาก เช่น ในทะเลมี Trivalent flocculant มาก มีการกวนน้ำโดยธรรมชาติมาก เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นปัจจัยช่วยเร่งกระบวนการ Flocculation [Weber, 1972] ดังนั้น การตกตะกอนของตะกอนแขวนลอยจะใช้เวลาน้อยกว่าที่ได้จากการประเมินมาก ซึ่งในที่นี้จะ

[24] Flocculation คือกระบวนการที่อนุภาคตะกอนขนาดเล็กมารวมตัวกัน (อาจมีสารช่วยในการเกาะยึด เรียกว่า Flocculant) จนมีขนาดใหญ่ขึ้น จนใหญ่พอที่จะตกตะกอนได้

ไม่นำประเด็นนี้มาพิจารณา โดยเผื่อไว้เป็น Safety factor และถือว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยที่เป็นผลกระทบจากการก่อสร้างจะเหลืออยู่อีกประมาณ 25 มิลลิกรัมต่อลิตร

จึงสรุปได้ว่า หลังจากการปล่อยตะกอน 3 ชั่วโมง ปริมาณสารแขวนลอยจะมีค่าสูงขึ้นอยู่ในช่วงพิสัย 114 (+25) ถึง 174 (+25) หรือเท่ากับ 139 ถึง 199 มิลลิกรัมต่อลิตร[25] (นำเสนอในรูป Minimum value - Maximum value) หรือหากนำเสนอในรูบแบบทางสถิติโดยใช้ค่า Mean + Standard Deviation (นำเสนอโดยใช้ค่า Mean + Standard Deviation ซึ่งโดยหลักการทางสถิติ ควรครอบคลุมประมาณ 66% ของข้อมูลทั้งหมด) ก็จะได้ประมาณ 142.5 (+ 22.6) + 25 หรือเท่ากับ 167.5 + 22.6 มิลลิกรัมต่อลิตร

ในหน้า 4-71 มีข้อมูลและรายละเอียดเพิ่มเติมสำหรับการวิเคราะห์และประมวลผลแบบจำลองในส่วนนี้

(2.2) บริเวณใกล้ชายฝั่ง (Location B) – (ระดับความลึก 11 - 47 เมตร) ซึ่งเป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเลโดยการพ่นทราย (Jetting) หรือตักทราย (Ploughing) แล้วฝังกลบท่อหนาประมาณ 1 เมตรเหนือหลังท่อ สมมติให้ปริมาณตะกอนพื้นท้องทะเลที่ถูกรบกวนมีปริมาตร 4,500 ลูกบาศก์เมตร หรือเป็นระยะทาง 500 เมตรต่อวัน ซึ่งค่าดังกล่าวนี้เป็นการตั้งสมมติฐานในกรณีที่เลวร้ายที่สุด (Worst case)[26] ตะกอนดินจะถูกทำให้แขวนลอยในลักษณะเดียวกับอุปกรณ์ "Bed leveller" หรือ "Plough" ซึ่งมักใช้ในการขุดบำรุงรักษาร่องน้ำเดินเรือและบริเวณกลับเรือในเขตท่าเรือ จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยมีค่าอยู่ในช่วง 500 - 900 มิลลิกรัมต่อลิตร[27] ในกรณีอุปกรณ์ Bed leveller ทำการขุดเป็นปริมาตร 600 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าประมาณสองเท่าของการขุดที่จุด B โดยมีค่า ***"S"*** เท่ากับ 5 - 6 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

จากสมมติฐานแบบจำลองสำหรับความเร็วในการตกตะกอน พบว่าตะกอนท้องน้ำร้อยละ 10 ซึ่งเป็นส่วนที่มีความละเอียดที่สุด จะยังคงแขวนลอยในกระแสน้ำต่อไปโดยไม่มีกำหนด ร้อยละ 88 ของตะกอนแขวนลอยทั้งหมดจะตกตะกอนกลับลงสู่พื้นท้องทะเลภายในเวลา 2 ชั่วโมง นับตั้งแต่ถูกรบกวน โดยมีสมมติฐานให้ตะกอนแขวนลอยในกระแสน้ำในระดับต่ำ (5 เมตร) การเพิ่มขึ้นเฉลี่ยของตะกอนแขวนลอยสัมพันธ์กับค่า ***"S"*** เท่ากับ 5 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร จะมีความเข้มข้นประมาณ 90 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการวางท่อและลดลงเหลือน้อยกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร ในกระแสน้ำโดยรอบภายหลังสิ้นสุดการทำงาน

---

[25] ข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ นำมาจากหน้า 4-71

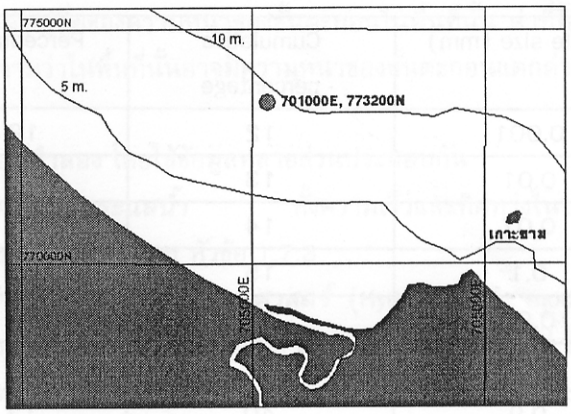
[26] ข้อมูลนี้ ได้จากการหารือกับบริษัทที่ปรึกษาของเจ้าของโครงการ (Bechtel International) ซึ่งพบว่าในหนึ่งวันจะสามารถทำการขุดร่องด้วยวิธี Jetting ได้เฉลี่ยประมาณ 500 เมตร โดยการขุดจะเซาะได้ร่องที่มีขนาดกว้างประมาณ 3 เมตร

[27] ภายใต้สมมติฐานว่าอนุภาคของตะกอนดินจะถูกรบกวนจนถึงจุดสูงสุดที่ระดับความสูง 5 เมตรในกระแสน้ำ ทำให้สามารถคำนวณหาปริมาตรของน้ำที่ตะกอนแพร่กระจายเข้าไปได้เท่ากับ 500 x 5 x 3 หรือ 7,500 ลูกบาศก์เมตรต่อวัน ; ความหนาแน่นของตะกอนที่ใช้ในการคำนวณสำหรับกรณีศึกษาที่จุดนี้ได้แก่ 1,500 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ซึ่งทำให้มีมวลโดยรวมเท่ากับ 500 x 3 x 3 x 1,500 กิโลกรัมต่อวัน หรือ 6,750 ตันต่อวัน จึงสามารถคำนวณหาความเข้มข้นของตะกอนดินได้เท่ากับ (6,750/7,500)*1,000 หรือ 900 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ในปริมาตรของน้ำดังกล่าว

รายละเอียดของการวิเคราะห์แบบจำลองบริเวณ Location A

(1) จุดที่ทำแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ได้ทำการเลือกจุดที่ใช้ทำแบบจำลองที่ระยะทางประมาณ 4 กิโลเมตร จากชายฝั่ง ดังแสดงในรูปข้างล่าง ที่พิกัดประมาณ 701000E, 773200N โดยจุดดังกล่าวเป็นจุดที่แนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติในทะเลอยู่ใกล้กับแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญคือแหล่งปะการังที่เกาะขามมากที่สุด คือมีระยะห่างออกไปประมาณ 6 กิโลเมตร และมีระดับความลึกประมาณ 10 เมตร

จุดที่จัดทำแบบจำลอง



(2) ข้อมูลลักษณะและองค์ประกอบของตะกอนดินบริเวณดังกล่าว ได้มาจากการสำรวจของบริษัท Fugro ซึ่งเป็นบริษัทที่ปรึกษาด้านวิศวกรรมของโครงการ ทั้งนี้ได้นำเสนอไว้ในรูปตาราง Particle size distribution

ค่าดังที่แสดงได้ถูกนำมาใช้ในการคำนวณ Sediment settling velocities และความหนาแน่นของตะกอนดิน โดยอาศัยทฤษฎีของ Dyer (1986) และ Sleath (1984) และรายละเอียดใน Bryden & Carles (1998) พบว่าตะกอนดินที่จุดดังกล่าวจะมีอัตราการรบกวนตะกอนประมาณ 461 ลบ.เมตรต่อวัน (Volume disturbance rate: 19.2 m^3/hr) Disturbance volume: x=10 , y=178 , z=10 และ Density: 0.775g/cm^3

(3) การนำเสนอการคำนวณโดยการใช้แบบจำลองการเคลื่อนตัวของตะกอน ปริมาตรของตะกอนดินในแต่ละกรณีศึกษาอาศัยอนุภาคของตะกอน 30,000 อนุภาคสุ่มเป็นตัวแทน ทำการจำลองแบบโดยให้ตะกอนดินถูกรบกวนเป็นระยะเวลา 1 วันสำหรับแต่ละกรณี จากนั้นจึงปล่อยให้แบบจำลองทำงานต่อไป จนตะกอนดินตกตะกอนกลับลงสู่พื้นท้องทะเลทั้งหมด เพื่อให้สามารถบ่งชี้ถึงขอบเขตการแพร่กระจายตัวเพื่อไปตกตะกอนสะสม ของตะกอนดิน ซึ่งได้รับการรบกวนเป็นระยะเวลา 1 วันปกติในการก่อสร้างเพื่อวางท่อส่งก๊าซในทะเล สำหรับที่จุด A และจุด B จะทำแบบจำลองจุด ละ 2 ช่วงเวลา คือในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ แต่สำหรับที่จุด C จะทำแบบจำลองเฉพาะในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้เท่านั้น

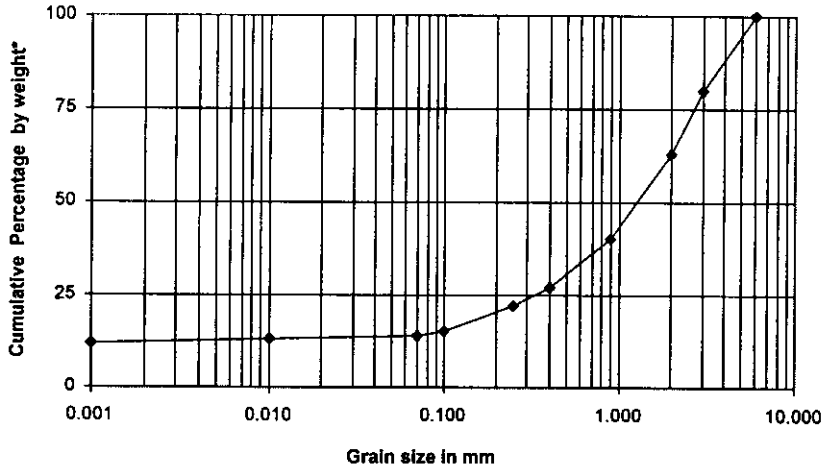
รายละเอียดของการวิเคราะห์แบบจำลองบริเวณ Location A (ต่อ)

ตารางและรูปข้างล่างแสดง Particle size distribution ของตะกอนในทะเล ค่าเวลาในการตกตะกอน (Settling time) เป็นค่าที่ได้จากการคำนวณโดยประมาณ โดยสมมุติให้อนุภาคเป็นทรงกลม (Spherical)

Particle size distribution และการคำนวณ Settling time

Particle size (mm)	Cumulative percentage	Percentage	Settling time*
0.001	12	12	39.8 days
0.01	13	1	9.6 hrs
0.07	14	1	0.2 hrs
0.1	15	1	0.1 hrs
0.25	22	7	0.9 mins
0.4	27	5	0.4 mins
0.9	40	13	0.1 mins
2	63	23	0.9 sec
3	80	17	0.4 sec
6	100	20	0.1 sec

หมายเหตุ : * สมมุติให้ ความลึก = 3 เมตร



Particle size distribution ของตะกอนดินบริเวณที่ทำแบบจำลอง

(หมายเหตุ : * = % สะสมของตะกอนดินขนาด ≤ d)

รายละเอียดของการวิเคราะห์แบบจำลองบริเวณ Location A (ต่อ)

แบบจำลองจะคำนวณเพื่อหาแนวทางการเคลื่อนตัวของอนุภาคของตะกอน (Particle tracking) ในแต่ละช่วงลำดับเวลา ซึ่งได้กำหนดไว้ช่วงละ 90 วินาที ระหว่างการปล่อยตะกอน กำหนดให้แบบจำลองปล่อยตะกอนทุกๆ 15 นาที โดยมีตารางกริดของแบบจำลองในแนวราบ แบ่งออกเป็นเซลล์ แต่ละเซลล์มีขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ปริมาณของตะกอนซึ่งสะสมตัวบนพื้นท้องทะเลระหว่างการรบกวนพิจารณา โดยอาศัยการคำนวณจำนวนของอนุภาคที่สะสมตัวอยู่ในแต่ละเซลขนาด 20 เมตร x 20 เมตร ดังกล่าว ปริมาตรของแต่ละอนุภาคคำนวณจากปริมาตรที่ปล่อยออกมา ปริมาตรทั้งหมดในเซลล์กริด หารด้วยพื้นที่ของเซลล์ (ในกรณีนี้เท่ากับ 400 ตารางเมตร) เพื่อหาค่าเฉลี่ยของความหนาของชั้นตะกอนในพื้นที่นั้น ค่าที่ได้จากการคำนวณเป็นค่าเฉลี่ย ซึ่งหมายความว่าในพื้นที่นั้นอาจมีความหนาของชั้นตะกอนแตกต่างกันได้

(4) **การศึกษาแบบจำลอง โดยใช้ข้อมูลหลายส่วนประกอบกัน**

- ***การศึกษาข้อมูลกระแสน้ำ*** ทั้งความเร็วและทิศทางในบริเวณที่มีการเปลี่ยนแปลงวิธีการก่อสร้าง ดู Sector report หัวข้อ 1.7.3
- ***การจัดทำแบบจำลองด้านสมุทรศาสตร์*** (Hydrodynamic model) ในการจัดทำแบบจำลอง Hydrodynamic model มีการนำข้อมูล มาจากหลายแหล่ง ได้แก่ ข้อมูลจากทุ่นสำรองตามโครงการ Seawater ของสภาวิจัยแห่งชาติ ; ข้อมูลการน้ำขึ้นน้ำลง จากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือ ; ข้อมูลการสำรวจกระแสน้ำ ของกองทัพเรือ ; ข้อมูลสภาพอากาศจากกรมอุตุนิยมวิทยา ; ข้อมูลจากการสำรวจเพื่อใช้ในการทดสอบแบบจำลอง
- ***การทำแบบจำลอง*** Hydrodynamic model อาศัยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ MIKE 21 ของ Danish hydraulic institute เพื่อทำแบบจำลองลักษณะ 2 Dimensional finite–difference model โดยทำตามแบบจำลองครอบคลุมพื้นที่ตลอดแนวท่อจากพื้นที่ JDA จนถึงชายฝั่งที่อำเภอจะนะ จังหวัดสงขลา
- ***ข้อมูลจากทุ่นสำรวจ*** จะถูกนำมาวิเคราะห์ แบบ Harmonic ด้วยวิธี Admiralty method โดยนำค่าคงที่ฮาร์โมนิค (Harmonic constants) มาใช้ในการคาดการณ์องค์ประกอบของกระแสน้ำในส่วนที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำ (Tidal component) ซึ่งจะช่วยให้สามารถทราบค่าการไหลของน้ำจากอิทธิพลขององค์ประกอบอื่นๆ ที่เหลือ (Residual flow) ได้

เพื่อทำการเปรียบเทียบแบบจำลอง จะมีการนำข้อมูลการขึ้นลงของน้ำจากแบบจำลองดังกล่าวข้างต้นมาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลจากกรมอุทกศาสตร์ กองทัพเรือด้วย

ทุ่นสำรวจของสภาวิจัยทำการสำรวจความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำและลม โดยทุ่นที่อยู่ในเขตจังหวัดสงขลาตั้งอยู่ที่ พิกัด 7.27°N, 101.144°E ระหว่าง พ.ศ. 2536 ถึง พ.ศ. 2537 ซึ่งบริเวณดังกล่าวอยู่ใกล้กับแนวการวางท่อส่งก๊าซ (ใกล้กับจุด B)

ข้อมูลดังกล่าวได้รับการปรับค่า เพื่อแยกชุดกระแสน้ำที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำออกจากกระแสน้ำซึ่งเกิดมาจากปัจจัยอื่น ภายหลังจากที่ได้ทำการเติมข้อมูลที่ขาดหายไปด้วยข้อมูลจากการ Interpolate แล้ว กระแสน้ำซึ่งเกิดมาจากการขึ้นลงของน้ำถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่า Tidal constituents ซึ่งจำเป็นต้องนำมาใช้ในการคาดการณ์กระแสน้ำจากการขึ้นลงของน้ำในทั้งสองฤดูมรสุม และหาค่าเฉลี่ยขององค์กระกอบอื่นๆ ของกระแสน้ำในแต่ละฤดู

รายละเอียดของการวิเคราะห์แบบจำลองบริเวณ Location A (ต่อ)

เพื่อทดสอบแบบจำลอง และปรับเทียบข้อมูลกระแสน้ำในแบบจำลอง ได้มีการตรวจวัดความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำโดยอาศัยอุปกรณ์ Current meter โดยทำการตรวจวัดระหว่างเวลา 12.00 น. ของวันที่ 20 สิงหาคม 2542 ถึงเวลา 14.00 น. ของวันที่ 24 สิงหาคม 2542 ที่ความลึก 8 เมตร

แบบจำลองที่ใช้ในการคาดการณ์การเคลื่อนตัว และการแพร่กระจายของสารแขวนลอยในน้ำทะเลได้แก่ PROTEUS เป็นแบบจำลองชนิดสามมิติ ซึ่งจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์ ดังที่ได้ทำ Model มาแล้วข้างต้นมาเป็นตัวขับในการจำลองการเคลื่อนตัว (Advection) และการแพร่กระจาย (Dispersion) ของตะกอนดิน ในเบื้องต้นพบว่าคลื่นซึ่งเกิดจากการขึ้นลงของน้ำในจังหวัดสงขลามีลักษณะรอบครึ่งวัน (Semi-diurnal) และยังได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล และกระแสน้ำซึ่งเกิดมาจากปัจจัยอื่น (Residual currents) ด้วย

ในการนำมาใช้งานในการทำแบบจำลอง ผู้ดำเนินโครงการพบว่าข้อมูลจากฐานข้อมูล ไม่มีความละเอียดเพียงพอแก่การนำมาใช้งานที่จุด A และจุด B แต่มีความเหมาะสมที่จะนำมาใช้ที่จุด C ซึ่งอยู่ในเขตทะเลเปิด นอกจากนี้ ยังพบว่าองค์ประกอบของกระแสน้ำส่วนที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นลงของน้ำที่ได้จากทุ่นสำรวจของสภาวิจัยฯ ซึ่งอยู่ใกล้กับจุด B ไม่เพียงพอที่จะนำมาใช้กับอีกสองจุด คือจุด A และจุด C เนื่องจากทั้งสองจุดอยู่ห่างออกไปมากกว่า 50 กิโลเมตร ดังนั้น ที่จุด A จึงมีความจำเป็นต้องอาศัยข้อมูลจากฐานข้อมูลในส่วนของกระแสน้ำที่เกิดมาจากการขึ้นลงของน้ำ มาใช้ประกอบกับข้อมูลจากทุ่นสำรวจในส่วนของกระแสน้ำที่เกิดมาจากปัจจัยอื่น แต่จำเป็นต้องมีการปรับข้อมูลลงเนื่องจากจุดดังกล่าวอยู่ใกล้กับชายฝั่ง

ที่จุด B ข้อมูลกระแสน้ำ ทั้งในส่วนที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำ และที่เกิดจากปัจจัยอื่น จากทุ่นสำรวจดังกล่าวถูกนำมาใช้ และที่จุด C ใช้ข้อมูลจากฐานข้อมูลทั้งในส่วนที่เกิดจากการขึ้นลงของน้ำ และที่เกิดจากปัจจัยอื่น

ลักษณะของกระแสน้ำในอ่าวไทย มีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการจำลองผลของการชุดลอก และชุดร่องด้วยวิธี Jetting (ที่จุด A และ จุด B ตามลำดับ) ที่ความสูงของฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ และฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (เดือนมกราคม และเดือนกรกฎาคม) ซึ่งจะช่วยให้สามารถเห็นถึงกรณีที่ดีที่สุดและกรณีที่เลวร้ายที่สุดได้ ณ จุดที่เป็นกรณีศึกษาทั้งสามกรณี เฉพาะที่จุด C เนื่องจากเกาะโลซินอยู่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของจุดที่ศึกษา จึงได้ทำแบบจำลองเฉพาะฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ (ฤดูร้อน) เท่านั้น เนื่องจากเป็นกรณีที่เลวร้ายที่สุด

ในการทำแบบจำลอง ได้อาศัยชุดข้อมูล Time series ของความเร็วและทิศทางของกระแสน้ำช่วงคาบ 30 ชั่วโมง เริ่มต้นจากระดับน้ำสูงที่สุดในเดือนมกราคม และเดือนกรกฎาคม กระแสน้ำได้รับการปรับขนาดโดยอาศัยกฎ $1/7^{th}$ power law

อย่างไรก็ดี เนื่องจาก Time series ครอบคลุมรอบ Tidal springs/neaps หลายรอบ ดังนั้น จึงจะมีค่าที่แตกต่างกันได้เล็กน้อย หากใช้เวลาที่เริ่มแบบจำลองต่างกัน

- ***ผลของแบบจำลอง*** จากการประมวลผล และทำการทดสอบแบบจำลองจากข้อมูลที่ทำการสำรวจเพิ่มเติม สามารถนำเสนอผลของแบบจำลอง Hydrodynamic model ได้ตามที่นำเสนอในภาคผนวก E9

รายละเอียดของการวิเคราะห์แบบจำลองบริเวณ Location A (ต่อ)

(5) ข้อมูลคุณภาพน้ำทะเลบริเวณดังกล่าวในแต่ละช่วงฤดูกาล ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ได้แสดงไว้ในรายงาน "รายละเอียดสภาพแวดล้อมปัจจุบัน" รูปที่ 1.18 หน้า 1-59 และตารางที่ 1.25 หน้า 1-70

(6) สรุปผลการศึกษาประเมินรูปแบบการแพร่กระจายความเข้มข้นของสารแขวนลอยจากการขุดลอกพื้นท้องทะเล จากการศึกษาด้วยแบบจำลอง พบว่า 86% ของสารแขวนลอยทั้งหมดที่เกิดจากการขุดลอกด้วย Cutter suction dredger จะตกตะกอนกลับลงสู่พื้นท้องทะเลภายในระยะเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง และพบว่า 12% ของสารแขวนลอยทั้งหมดที่เกิดจากการขุดลอกจะยังคงแขวนลอยอยู่ในน้ำทะเล เป็นระยะเวลายาวนานมาก (Indefinite period) โดยจะเกิดความเข้มข้นของสารแขวนลอยจากการขุดลอก ดังนี้

- ที่หัวขุด ระหว่างการขุดลอก ประมาณ 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร และที่ระยะ 200 เมตร จากหัวขุด ประมาณ 100-450 มิลลิกรัม/ลิตร
- ในพื้นที่ 1000 เมตร x 400 เมตร ภายหลังการขุดลอก 3 ชั่วโมง 12.5-25 มิลลิกรัม/ลิตร ทั้งนี้ในกรณีขุดลอกในฤดูมรสุมตะวันตกเฉียงใต้สารแขวนลอยจะถูกพัดพาไปในทางทิศเหนือ ห่างจากแนวที่ทำการขุดลอกประมาณ 1000 เมตร และในทางทิศใต้ประมาณ 200 เมตร และทิศทางการกระจายของสารแขวนลอยจะกลับกันหากทำการขุดลอกในฤดูมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ

จะเห็นได้ว่า ขอบเขตการแพร่กระจายของตะกอนดินในน้ำทะเล จะไม่ส่งผลกระทบต่อแหล่งปะการังที่เกาะขามแต่อย่างใด เนื่องจากแหล่งปะการังดังกล่าวอยู่ห่างออกไปถึง 6 กิโลเมตร ดังกล่าวมาแล้วข้างต้น

(2.3) บริเวณกลางทะเล (Location C) – (ระดับความลึกมากกว่า 47 เมตร) ซึ่งเป็นการวางท่อลงบนพื้นท้องทะเลโดยตรงด้วยเรือวางท่อ โดยไม่มีการขุดหรือเครื่องมือกลใดๆ ที่ทำการเคลื่อนย้ายตะกอนจากพื้นท้องทะเล

ผลการวิเคราะห์แบบจำลองพบว่า ตะกอนที่ถูกรบกวน 72% จะตกตะกอนกลับลงสู่พื้นท้องทะเลภายในเวลา 1 สัปดาห์หลังถูกรบกวน และพบว่า 28% ที่เหลือจะยังคงแขวนลอยอยู่ในระดับน้ำลึกเป็นเวลานานมาก อย่างไรก็ดี พบว่าปริมาณตะกอนที่ถูกรบกวนมีน้อยมาก จนผลกระทบจากความเข้มข้นของตะกอนแขวนลอยไม่มีนัยสำคัญ จากการประเมินการถูกรบกวนของตะกอนจากการวางท่อลงบนพื้นท้องทะเลโดยตรง พบว่าความเข้มข้นของตะกอนที่ความลึก 5 เมตรจากพื้นท้องทะเลอาจเพิ่มขึ้นเพียง 15 - 30 มิลลิกรัมต่อลิตร ระหว่างการวางท่อ ซึ่งจะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็วจนไม่มีนัยสำคัญเมื่อสิ้นสุดการทำงาน

โดยสรุป ผลลัพธ์จากการประมาณค่าความเข้มข้นของตะกอนดินแขวนลอย เนื่องมาจากการขุดลอกและการก่อสร้างที่พื้นท้องทะเล **มีพื้นฐานอยู่บนข้อมูลทางวิชาการสำหรับ**ลักษณะการขุดลอกและการทำงานแต่ละวิธี และผลลัพธ์จากการคำนวณแบบจำลองการแพร่กระจายของตะกอนดินซึ่งได้ดำเนินการในโครงการนี้ สรุปได้ว่า

- ***Location A***
  - ที่หัวขุดลอก ระหว่างการขุดลอก : 1,000 มิลลิกรัม/ลิตร (ประมาณ 3 ชั่วโมงแรก หลังจากปล่อยตะกอน) แต่การตกตะกอนส่วนใหญ่จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว
  - ในระยะ 200 เมตรจากอุปกรณ์ขุดลอก ระหว่างการขุดลอก : 100 - 450 มิลลิกรัม/ลิตร
  - ในพื้นที่ 1,000 เมตร X 400 เมตร รอบๆ พื้นที่ขุดลอก ภายหลังการปล่อยตะกอน 3 ชั่วโมง : 12.5 -25 มิลลิกรัม/ลิตร
- ***Location B***
  - ที่พื้นท้องทะเล ระหว่างการ "Jetting / Ploughing" : 500 มิลลิกรัม/ลิตร
  - ภายในระยะ 100 เมตร จากท่อ ระหว่างการ "Jetting / Ploughing" : 90 มิลลิกรัม/ลิตร
  - ภายในพื้นที่ 1,600 เมตร X 200 เมตร ภายหลังการ "Jetting / Ploughing" : 2.0 มิลลิกรัม/ลิตร
- ***Location C***
  - ภายในระยะความลึก 5 เมตรจากพื้นท้องทะเล และ 10 เมตรจากแนวท่อระหว่างการวางท่อ : 15 - 30 มิลลิกรัม/ลิตร
  - ภายในกระแสน้ำรอบๆ ภายหลังการวางท่อ : น้อยมาก

การนำผลลัพธ์ดังกล่าวไปใช้ จะต้องทำบนพื้นฐานความเข้าใจที่ว่ายังมีตัวแปรต่างๆ ที่อาจส่งผลต่ออัตราการรบกวนตะกอนพื้นท้องทะเล ให้แขวนลอยในระหว่างการขุดร่องและการวางท่อ อีกทั้งการประมาณการ ทั้งโดยการใช้แบบจำลองและจากข้อมูลทางวิชาการ ได้ทำก่อนการคัดเลือกผู้รับเหมาก่อสร้าง ซึ่งจะเป็นผู้กำหนดอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ รวมทั้งวิธีการที่จะนำมาใช้ในการทำงาน การประมาณการปริมาณการรบกวนพื้นท้องทะเลเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่นๆ นอกเหนือจากคุณสมบัติของตะกอนที่พื้นท้องทะเล และสมุทรศาสตร์ เช่น ชนิดของอุปกรณ์การขุดลอกที่นำมาใช้ ลักษณะการทำงาน ฯลฯ

ซึ่งปัจจัยต่างๆ เหล่านี้อาจส่งผลต่อปริมาณตะกอนให้มากหรือน้อยกว่าค่าประมาณการได้ถึง 1 - 2 เท่า

(3) **ผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ** ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการวางท่อส่งก๊าซที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงชนิด จำนวน ปริมาณ และคุณลักษณะ ของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทั้งในทะเล บริเวณชายฝั่ง ชายหาด และในคลองธรรมชาติ จะมีลักษณะและความรุนแรงแตกต่างกันออกไปดังนี้

- *บริเวณ KP 0 - KP 175 (ความลึกมากกว่า 47 เมตร)* ซึ่งเป็นการวางท่อโดยการปล่อยให้ท่อจมลงไปเอง การวางท่อลักษณะนี้จะมีผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำน้อยมาก กล่าวคือจะมีเฉพาะกับสัตว์หน้าดินที่อยู่ในบริเวณที่แนวท่อพาดผ่านเล็กน้อย แต่จะไม่ส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงชนิดของสัตว์หน้าดิน

- *บริเวณ KP 175 - KP 200 (ความลึก 47 ถึง 40 เมตร)* ซึ่งเป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเล โดยให้หลังท่ออยู่ต่ำกว่าพื้นท้องทะเลประมาณ 1 เมตร แล้วปล่อยให้กลบเองตามธรรมชาติ ผลกระทบที่เกิดจากการวางท่อลักษณะนี้คือตะกอนที่จะเกิดจากการขุดพื้นท้องทะเล แต่เนื่องจากเป็นบริเวณที่ทะเลค่อนข้างลึก ตะกอนส่วนใหญ่จึงไม่กระจายขึ้นมายังผิวน้ำ เนื่องจากความลึกและความดันที่สูง ผลกระทบที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะได้แก่การเปลี่ยนสภาพหน้าดินใต้ท้องทะเลที่ถูกขุด ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อชนิดและปริมาณของสัตว์หน้าดิน สัตว์หน้าดินที่จะได้รับผลกระทบจากการวางท่อลักษณะนี้จะอยู่ในบริเวณกว้างประมาณ 10 เมตร ตลอดความยาวของแนวที่ขุดเพื่อการวางท่อ

- *บริเวณ KP 200 - KP 271.251 (ความลึก 40 ถึง 11 เมตร)* เป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นโดยการพ่นทราย (Jetting) แล้วฝังกลบหนา 1 เมตร เหนือหลังท่อ ผลกระทบที่เกิดจากการวางท่อลักษณะนี้คือจะทำให้มีการฟุ้งกระจายของตะกอน ซึ่งจะเป็นเหตุให้สิ่งมีชีวิตในน้ำเช่นปลา หลบไปจากบริเวณนั้นชั่วคราว ทำให้ชนิดและปริมาณของสัตว์น้ำลดลงในระยะก่อสร้าง ความรุนแรงของผลกระทบขึ้นอยู่กับปริมาณตะกอนที่ฟุ้งกระจาย[28] หากมีการควบคุมที่ดีที่ทำให้การฟุ้งกระจายของตะกอนเกิดขึ้นน้อย ก็จะช่วยลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้นได้ เมื่อการวางท่อเสร็จสิ้นและทะเลกลับสู่สภาพเดิม สิ่งมีชีวิตต่างๆ ก็จะกลับมาตามเดิม ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสัตว์หน้าดิน จะเป็นไปในลักษณะเดียวกับที่บริเวณ KP 175 - KP 200

- *บริเวณ KP 271.251 - KP 275.351 (ความลึก 11 ถึง 4 เมตร)* เป็นการวางท่อในร่องที่ขุดขึ้นที่พื้นท้องทะเลโดยการใช้เรือขุดชนิดตัดและดูด (Cutter suction dredger) แล้วฝังกลบท่อหนาประมาณ 3 เมตรเหนือหลังท่อ ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะเป็นในลักษณะเดียวกับที่บริเวณ KP 200 - KP 271.251 แต่มีปริมาณตะกอนมากกว่าหลายเท่า

- *การวางท่อส่งก๊าซผ่านชายหาด* โดยวิธีเจาะลอด ซึ่งจะไม่มีการรบกวนบริเวณชายหาดโดยตรงแต่อย่างใด อย่างไรก็ตาม การที่มีคนงานก่อสร้างจำนวนมากมาทำงาน

[28] สำหรับตะกอนที่ยังคงเหลือแขวนลอยอยู่ในน้ำทะเลภายหลังการขุดลอกเป็นระยะเวลายาวนานดังกล่าวในตอนต้น เป็นตะกอนที่มีความละเอียดสูง ซึ่งตามปกติ ตะกอนที่มีความละเอียดสูงขนาดนี้ จะเกิดการแขวนลอยเองจากการกัดกร่อนโดยกระแสน้ำตามธรรมชาติอยู่แล้ว ไม่ว่าจะมีการรบกวนพื้นท้องทะเลหรือไม่ก็ตาม รวมทั้งขอบเขตดังกล่าวก็ไม่ได้ครอบคลุมพื้นที่มากนัก ดังนั้นสัตว์น้ำจะสามารถว่ายหลบออกจากพื้นที่ดังกล่าวเองได้

บริเวณใกล้ชายหาด อาจมีการจับสัตว์บางชนิดที่อาศัยอยู่บริเวณชายหาด ที่สำคัญ ได้แก่ หอยเสียบ และจักจั่นทะเล ไปนำบริโภคเป็นอาหาร ซึ่งต้องมีมาตรการควบคุมที่เหมาะสม

(4) ผลกระทบต่อสัตว์พื้นทะเล ผลจากการศึกษาสังคมสิ่งมีชีวิตหน้าดินบริเวณทะเลลึกและชายฝั่งทะเล พบว่าสภาพพื้นทะเลส่วนใหญ่เป็นโคลน การวางท่อส่งก๊าซในทะเลลึก (ที่ระดับความลึกมากกว่า 47 เมตร) จะไม่ส่งผลกระทบต่อสัตว์พื้นทะเลมากนัก เพราะเป็นการปล่อยให้ท่อจมตัวลงไปเอง ส่วนการวางท่อส่งก๊าซที่ระดับความลึกน้อยกว่า 47 เมตร จะเป็นการวางท่อโดยวิธีการต่างๆ (ตารางที่ 4.20) ซึ่งจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอน และตกตะกอนกลับลงมาทับถมยังบริเวณหน้าดิน ซึ่งจะมีความหนาของตะกอนตั้งแต่ 0.0025 จนถึง 798 มิลลิเมตร ในระยะทางประมาณ 5 กิโลเมตร จากแนวท่อ โดยพื้นที่ส่วนใหญ่ที่มีความหนาของตะกอนมากกว่า 1 มิลลิเมตร จะอยู่ในระยะ 200 เมตรจากแนวท่อ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสัตว์หน้าดินในระยะก่อสร้าง สำหรับการวางท่อที่ระดับความลึกน้อยกว่า 11 เมตร จะทำโดยใช้เรือขุดและฝังกลบซึ่งอาจทำให้มีตะกอนฟุ้งกระจายเช่นกัน ผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อสัตว์หน้าดินจะอยู่ในรัศมีประมาณ 1 กิโลเมตรจากแนวท่อส่งก๊าซ

(5) ผลกระทบต่อแนวปะการัง แนวปะการังสามารถพบได้บริเวณรอบเกาะขาม สภาพของสังคมปะการังประกอบไปด้วยปะการังชนิดที่สามารถปรับตัวให้อยู่รอดได้ในพื้นที่ที่มีอัตราการตกตะกอนสูง เช่น *Platygyra sinensis*, *Pavona decrussata*, *Porites lutea*, *Turbinaria frondes*, *Turbinaria peltata*, *Montipora* spp. และ *Pocillopora damicornis* จากการศึกษาพบว่าบริเวณนี้มีสารแขวนลอยในน้ำ และอัตราการตกตะกอนสูงมาก โดยเฉพาะในทิศตะวันตก ซึ่งสารแขวนลอยเหล่านี้จะไปลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านไปยังปะการัง ทำให้ปะการังต้องใช้พลังงานไปในการกำจัดตะกอน นอกจากนี้ ความขุ่นที่เกิดจากตะกอนจะไปลดประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของ Zooxanthellae ซึ่งเป็นสาหร่ายเซลล์เดียวที่อาศัยอยู่ร่วมกับปะการัง และมีผลต่อการเติบโตของปะการัง

จากการศึกษา (ดูภาคผนวก E9) พบว่าตะกอนที่เกิดขึ้นจากการวางท่อส่งก๊าซบริเวณชายฝั่ง จะทำให้เกิดการทับถมของตะกอนบริเวณเกาะขาม (ซึ่งอยู่ห่างจากแนวท่อประมาณ 6 กิโลเมตร) ไม่ถึง 0.01 มิลลิเมตร ซึ่งถือว่าน้อยมาก โดยจากการศึกษาอัตราการตกตะกอนในแนวปะการังรอบเกาะขามในปัจจุบันซึ่งยังไม่มีโครงการนี้ พบว่ามีค่าเท่ากับ 775 – 2,109 กรัมต่อตารางเมตรต่อสัปดาห์[29] (ดูใน "รายละเอียดสภาพแวดล้อมปัจจุบัน" ตาราง 2.4 หน้า 2-25) หรือเทียบเท่ากับ 0.33 – 0.89 มิลลิเมตรต่อสัปดาห์ ส่วนแนวปะการังที่เกาะโลซิน (ซึ่งห่างจากแนวท่อประมาณ 10 กิโลเมตร) จะได้รับผลกระทบจากการวางท่อน้อยกว่านี้มาก โดยพบว่าจะมีตะกอนทับถมเพียง 0.00025 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าที่ทำนายจากแบบจำลองคณิตศาสตร์ หรืออาจกล่าวได้ว่าแทบไม่มีตะกอนไปถึงตำแหน่งดังกล่าวเลย

[29] 1 กรัมต่อตารางเมตร = 10^{-6}/2.4 ลูกบาศก์เมตร/ตารางเมตร = 0.00042 มิลลิเมตร

(6) **ผลกระทบต่อการใช้อุปกรณ์ประมงในบริเวณที่มีการวางท่อส่งก๊าซในทะลโดยไม่ได้มีการกลบฝัง** การวางท่อส่งก๊าซในทะเลโดยไม่มีการกลบฝังจะทำในบริเวณที่ทะเลมีความลึกมากกว่า 47 เมตร ซึ่งจะอยู่ห่างจากฝั่งมากกว่า 100 กิโลเมตร ดังนั้น ผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นกับการใช้อุปกรณ์ประมงจะมีเพียงอุปกรณ์เดียว คือเรืออวนลาก อย่างไรก็ตาม โดยปกติท่อส่งก๊าซจะจมตัวลงบางส่วนในตอนเริ่มต้นอันเนื่องมาจากน้ำหนักของท่อเอง และจะถูกกลบฝังไปโดยธรรมชาติ ซึ่งเมื่อท่อถูกกลบฝังแม้จะเป็นบางส่วน แต่โดยลักษณะสัณฐานของท่อที่โค้งมน จึงไม่น่าส่งผลต่อแผ่นตะเข้ของเรืออวนลาก อันอาจทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ประมงหรือตัวท่อส่งก๊าซได้ อนึ่ง ท่อส่งก๊าซอื่นๆ ในอ่าวไทย ที่วางในลักษณะเดียวกันกับที่จะใช้ในโครงการนี้ก็ไม่เคยปรากฏว่ามีอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากอุปกรณ์ประมงของเรืออวนลากเลย

(7) **ผลกระทบจากการปนเปื้อนคราบน้ำมันสารเคมีและน้ำเสียชุมชนจากกิจกรรมการก่อสร้าง** การปนเปื้อนของคราบน้ำมันและสารเคมีจากกิจกรรมทุกประเภทที่ดำเนินการในระยะก่อสร้าง ไม่ว่าจะเป็นการตักและดูดของเรือขุดหรือ Jetting จะไม่มีคราบน้ำมัน และ/หรือ สารเคมีปนเปื้อนลงสู่ทะเลในระดับที่มีนัยสำคัญ อย่างไรก็ตาม จะต้องมีมาตรการควบคุมผู้ก่อสร้างอย่างรัดกุม มิให้ปล่อยหรือสารเคมีปนเปื้อนลงสู่ทะเลโดยเด็ดขาด

สำหรับน้ำเสียอันเกิดจากคนงานจำนวน 200 คน ในเรือวางท่อ ซึ่งคาดว่าจะมีประมาณวันละ 40 ลูกบาศก์เมตร จะผ่านระบบบำบัดในเรือจนได้มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งก่อนปล่อยลงสู่ทะเล ส่วนกากของเสียของคนงาน คาดว่าจะมีประมาณวันละ 200 กิโลกรัม จะต้องนำมาทิ้งบนบก โดยมีผู้รับเหมาช่วงนำไปกำจัดอย่างเหมาะสม

(8) **ผลกระทบทางอ้อมอันเนื่องมาจากการแพร่กระจายและการตกตะกอนของสารแขวนลอย** จะเกิดขึ้นในบริเวณที่มีการวางท่อส่งก๊าซบริเวณชายฝั่งทะเล ซึ่งการฟุ้งกระจายของตะกอนแขวนลอยที่เกิดขึ้นอาจไปเกาะติดกับสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กเช่นแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ และทำให้จมตัวลงสู่พื้นด้วย ซึ่งจะทำให้ความชุกชุมของแพลงก์ตอนพืชและแพลงก์ตอนสัตว์ลดลง นอกจากนี้ ตะกอนแขวนลอยที่อยู่ในน้ำจะไปลดปริมาณแสงที่ส่องผ่านลงไปในน้ำ เป็นเหตุให้สิ่งมีชีวิตพวกสาหร่าย มีประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงน้อยลง ซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตเบื้องต้น ทำให้ผลผลิตของแพลงก์ตอนในบริเวณนี้ลดลง และเนื่องจากแพลงก์ตอนเหล่านี้ จะเป็นอาหารของสัตว์น้ำอื่นๆ จึงส่งผลต่อเนื่องไปยังสัตว์น้ำชนิดต่างๆ ที่อยู่ในบริเวณนี้ด้วย แต่ผลกระทบที่เกิดขึ้นจะเป็นแบบชั่วคราว เมื่อกิจกรรมการขุดร่องที่พื้นท้องทะเลเสร็จสิ้น ผลกระทบเหล่านี้ก็จะลดลงตามลำดับ สำหรับสัตว์น้ำที่มีขนาดใหญ่อื่นๆ เช่น ปลาโลมาหรือเต่าทะเล ตะกอนแขวนลอยเหล่านี้จะไม่ส่งผลกระทบโดยตรง เนื่องจากสัตว์พวกนี้สามารถที่จะว่ายน้ำหนีไปยังแหล่งอื่นๆ ได้ หรือตะกอนอาจส่งผลต่อปริมาณสัตว์น้ำอื่นที่สัตว์น้ำเหล่านี้ใช้เป็นอาหารโดยทำให้สัตว์น้ำต่างๆ อพยพหรือย้ายไปหาอาหารยังแหล่งอื่นๆ แต่เมื่อสภาพแวดล้อมกลับคืนสู่สภาพปกติ ก็คาดว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านี้ก็จะสามารถกลับคืนสู่ถิ่นเดิม ซึ่งสำหรับกรณีนี้คาดว่าจะใช้เวลาไม่มากนัก ทั้งนี้เพราะตะกอนที่เพิ่มขึ้นก็เป็นตะกอนที่มา

จากบริเวณใกล้เคียงนั่นเอง เปรียบเสมือนการเกิดการกวนตะกอน (Resuspension) ซึ่งในธรรมชาติ Resuspension อย่างรุนแรง ก็อาจเกิดขึ้นได้ เช่น จากพายุ

(9) **ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (NGL)** ในระยะดำเนินการจะมีการขนถ่าย NGL ทางทะเลประมาณเดือนละครั้ง ในการปฏิบัติงานอาจมีโอกาสเสี่ยงต่อการปนเปื้อน NGL ลงทะเล เจ้าของโครงการจะต้องกำหนดมาตรการเตรียมความพร้อมก่อนการสูบถ่าย ในขณะที่ทำการสูบถ่าย ภายหลังการสูบถ่าย และกำหนดมาตรการระงับเหตุฉุกเฉินกรณีเกิดการรั่วไหลของ NGL โดยมีแผนรองรับ ตั้งแต่ระดับรั่วไหลเล็กน้อยซึ่งเจ้าของโครงการสามารถจัดการได้เอง จนถึงการรั่วไหลขนาดใหญ่ซึ่งต้องประสานงานเพื่อนำมาตรการของแผนระดับชาติมาใช้

(10) **ผลกระทบต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง** เนื่องจากในบริเวณชายฝั่งทะเลบริเวณที่จะขุดร่องวางท่อส่งก๊าซไม่มีการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จึงไม่มีผลต่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำโดยตรง แต่จะส่งผลทำให้สัตว์น้ำที่อาศัยอยู่เดิมหลบหนีไปจากบริเวณที่มีการวางท่อส่งก๊าซ และส่งผลทำให้น้ำบริเวณชายฝั่งมีความขุ่นเพิ่มขึ้นซึ่งจะส่งผลต่อผลผลิตเบื้องต้นที่เกิดจากแพลงก์ตอนพืชลดลง สิริ ทุกข์วินาศ (2528) ศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบจากตะกอนแขวนลอยประเภทอนินทรียสาร ต่อการทำประมงในแหล่งน้ำธรรมชาติ และพบว่าถ้ามีค่าสารแขวนลอยอยู่น้อยกว่า 25 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไม่มีผลกระทบ และมีปริมาณเหมาะสมในช่วง 25 - 80 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่จะมีผลกระทบบ้างเมื่อสารแขวนลอยอยู่ในระดับ 80 - 400 มิลลิกรัมต่อลิตร และจะกระทบมากจนไม่สามารถเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำได้ เมื่อมีค่าสูงกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตรขึ้นไป ซึ่งจากการวิเคราะห์ พบว่าการขุดร่องวางท่อในช่วงใกล้ฝั่งจะส่งผลกระทบให้เกิดความเข้มข้นของสารแขวนลอยสูงในขณะขุดและจะลดลงอย่างรวดเร็วภายใน 3 ชั่วโมง โดยหลังจากนั้นจะมีปริมาณสารแขวนลอยสูงกว่าระดับปกติ (Background level) ประมาณ 25 มิลลิกรัม จึงพอสรุปได้ว่าผลกระทบระยะสั้น (3 ชั่วโมงแรก) รุนแรง แต่ผลกระทบระยะยาวมีนัยสำคัญต่ำ

4.8.2 การประเมินผลกระทบ – ระยะดำเนินการ

คาดว่าการดำเนินการของโครงการท่อส่งก๊าซจะไม่มีผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อระบบนิเวศทางทะเล

4.9 สภาพการใช้ที่ดิน

จากการศึกษาข้อมูลทางด้านการใช้ที่ดินในปัจจุบันตามแนวท่อส่งก๊าซ พบว่าแนวท่อส่งก๊าซส่วนใหญ่อยู่ในแนวเขตทางหลวงหมายเลข 43 และแนวเขตสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ มีบางส่วนของท่อส่งก๊าซจะผ่านพื้นที่เกษตร ทั้งส่วนที่เป็นนา/พืชไร่ สวนยางพารา และสวนไม้ผล

การวางท่อส่งก๊าซจะใช้เวลาประมาณ 8 เดือน และในช่วง 3 เดือนที่มีการทำงานสูงสุดจะมีจำนวนคนงานที่ใช้แรงงานประมาณ 1,200 คน ซึ่งเป็นจำนวนมากพอที่จะทำให้เกิดผลกระทบทางด้านที่อยู่อาศัยและความเป็นอยู่ของคนในพื้นที่ในช่วงระยะเวลาสั้นๆ ได้

การวางท่อส่งก๊าซอาจมีผลต่อรูปแบบการใช้ที่ดินบริเวณรอบพื้นที่โครงการ ผลการศึกษาของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [2542] ได้เสนอพื้นที่ที่มีศักยภาพการเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ซึ่งสามารถนำก๊าซธรรมชาติมาใช้ได้โดยตรงคือ บริเวณตำบลบ้านพรุ-ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ และบริเวณตำบลสำนักขาม อำเภอสะเดา อย่างไรก็ตาม การพัฒนาพื้นที่อุตสาหกรรมจะต้องมีกระบวนการ และการปฏิบัติเป็นขั้นเป็นตอน ทั้งในส่วนของการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม และการมีส่วนร่วมในการตัดสินใจของประชาชนในพื้นที่ ตามบทบัญญัติในรัฐธรรมนูญ

4.9.1 การประเมินผลกระทบ – ระยะก่อสร้าง

(1) ผลกระทบทางด้านการเกษตร การวางท่อส่งก๊าซในพื้นที่เกษตร จะทำลายพืชผลของเกษตรกรในระยะกว้าง 20 เมตรตามแนวท่อ โดยในพื้นที่ 10 เมตรจะมีการขอรอนสิทธิ์ และอีก 10 เมตรจะขอเช่าจากเจ้าของที่ดินเพื่อใช้ชั่วคราวในระยะก่อสร้าง สำหรับพื้นที่สวนยางพาราที่จะต้องถูกโค่นเพื่อวางท่อส่งก๊าซ และเป็นพื้นที่ทำงานชั่วคราวในพื้นที่โครงการมีประมาณ 150 ไร่ และพื้นที่นี้ประมาณ 75 ไร่ ไม่สามารถนำมาใช้ปลูกยางพาราได้อีก แต่เจ้าของที่ดินสามารถนำพื้นที่เหล่านั้นมาใช้ประโยชน์อย่างอื่นได้อีก ตามความตกลงระหว่างเจ้าของโครงการและเจ้าของที่ดิน ดังนั้น ผลกระทบนี้จะเป็นผลกระทบในระยะยาว แต่มีผลกระทบน้อย ขึ้นอยู่กับการตกลงระหว่างเจ้าของโครงการกับเจ้าของที่ดิน

(2) กิจกรรมที่เกิดขึ้นในระหว่างการวางท่อส่งก๊าซ มีผลกระทบทั้งทางด้านกายภาพและทางสังคมต่อการใช้ที่ดิน และต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียง เช่น การชะล้างพังทลายของดิน การรบกวนการคมนาคม และการลดคุณค่าของที่ดินข้างเคียง แต่ผลกระทบเหล่านี้เป็นผลกระทบในระยะสั้น

(3) ผลกระทบทางด้านที่อยู่อาศัยของคนงานและช่าง คาดว่าจะมีคนงานและช่างในการก่อสร้างโครงการนี้ (ระยะเวลาก่อสร้าง 8 เดือน) โดยเฉลี่ยประมาณ 450 คน และในช่วงการก่อสร้างเร่งด่วนซึ่งจะกินเวลาประมาณ 3 เดือน จะมีประมาณ 1,200 คน จากประสบการณ์ของเจ้าของโครงการสำหรับงานประเภทนี้ คาดว่าประมาณร้อยละ 10 ของแรงงานจะเป็นคนในพื้นที่ และอีกร้อยละ 90 ของคนงานจะมาจากที่อื่นเช่น จังหวัดพัทลุง จังหวัดนครศรีธรรมราช และ 5 จังหวัดชายแดนภาคใต้ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคนงานที่ใช้แรงงาน เจ้าของโครงการไม่อนุญาตให้มีการสร้างที่พักคนงานในพื้นที่ก่อสร้าง แต่จะให้เป็นความรับผิดชอบของผู้รับเหมาก่อสร้างในอันที่จะจัดหาที่พักให้คนงาน ในบริเวณใกล้เคียงพื้นที่ก่อสร้างตามแนวท่อส่งก๊าซ ซึ่งกระจายตั้งแต่อำเภอจะนะ อำเภอนาหม่อม อำเภอหาดใหญ่ จนถึงอำเภอสะเดาโดยอาจเป็นบ้านเช่า ห้องแถว หรืออาจเช่าที่ดินสร้างที่พักชั่วคราว แรงงานที่มีฝีมือหรือช่างในระดับสูงซึ่งมีอยู่น้อยก็จะเช่าบ้านอยู่ตามความพอใจได้ คาดว่าอำเภอจะนะ อำเภอนาหม่อม อำเภอหาดใหญ่ และอำเภอสะเดา สามารถที่จะรองรับความต้องการที่อยู่อาศัยของคนงานทั้งหมดได้ ดังนั้น ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเพิ่มคนงานต่อการใช้ที่ดินจะน้อย และเป็นผลกระทบระยะสั้น แต่ถ้าจำเป็นต้องให้คนงานอยู่รวมกันเป็นจำนวนมาก ก็จะต้องมีมาตรการที่จะลดผลกระทบที่จะมีต่อผู้ที่อยู่อาศัยในบริเวณใกล้เคียง

4.9.2 การประเมินผลกระทบ – ระยะดำเนินการ

(1) ผลกระทบทางด้านการเกษตร หลังจากฝังกลบท่อส่งก๊าซแล้ว ดินบนจะถูกเติมลงไปที่เดิม และเจ้าของที่ดินสามารถใช้พื้นที่เหล่านั้นในการทำการเกษตรได้ตามข้อตกลงกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตฯ และเจ้าของโครงการ ดังนั้น ผลกระทบต่อสภาพการใช้ที่ดินทางการเกษตรจะน้อยมาก โดยเฉพาะบริเวณอำเภอจะนะ ซึ่งพื้นที่ส่วนใหญ่จะเป็นดินที่ใช้ทำนาและเป็นพืชไร่อยู่เดิมแล้ว ยกเว้นพื้นที่ที่เป็นสวนยางพาราในแนว 10 เมตรตามแนวท่อส่งก๊าซจะไม่สามารถนำมาใช้ปลูกยางพาราได้อีก แต่สามารถปลูกพืชล้มลุกอื่นได้

(2) ผลกระทบทางด้านที่อยู่อาศัยของคนงาน หลังจากการกลบฝังท่อส่งก๊าซเสร็จเรียบร้อย จำนวนคนงานจะลดลงและหมดไป และจะไม่ส่งผลกระทบทางด้านที่อยู่อาศัยในบริเวณแนวท่อส่งก๊าซ

(3) ผลกระทบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดิน การเปลี่ยนแปลงจากพื้นที่เกษตรไปเป็นพื้นที่อุตสาหกรรมใกล้แนวท่อส่งก๊าซที่อาจจะเกิดขึ้น เนื่องจากการมีท่อส่งก๊าซ จะเป็นผลกระทบในระยะยาว และมีผลกระทบมาก จะต้องมีมาตรการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น โดยเฉพาะบริเวณที่มีศักยภาพที่จะได้รับการพัฒนาเป็นพื้นที่อุตสาหกรรม ตามรายงานของสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ [2542] คือ บริเวณตำบลบ้านพรุ-ตำบลพะตง อำเภอหาดใหญ่ และตำบลสำนักขาม อำเภอสะเดา

4.10 การคมนาคมขนส่ง

กิจกรรมการวางท่อส่งก๊าซ จะมีผลกระทบต่างๆ หลายอย่างต่อสภาพการจราจร จากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ จากวิธีการก่อสร้าง และจากปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น ฯลฯ ที่จะกระทบต่อปริมาณการจราจรที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน ต่อความไม่สะดวกในการสัญจร ความปลอดภัยในการจราจร และสภาพแวดล้อมที่อาจเสื่อมลงที่ระยะทางและระยะเวลาต่างๆ เช่น จากฝุ่น เสียง ควัน การสั่นสะเทือน ฯลฯ ดังนั้น จึงต้องกำหนดแผนปฏิบัติการในการป้องกันแก้ไข ควบคุม ตลอดจนติดตามตรวจสอบผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น

ท่อส่งก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว และขนาด 8 นิ้ว สำหรับระยะทางความยาว 88.5 กิโลเมตร ซึ่งแต่ละท่อนมีความยาว 12 เมตร จะทำให้มีจำนวนการขนส่งท่อส่งก๊าซขนาดละ 7,375 ท่อน ซึ่งคาดว่าจะทำให้เกิดปริมาณการจราจรเพิ่มขึ้นประมาณ 2,500 เที่ยว รถบรรทุก เส้นทางการเดินทางส่วนใหญ่คาดว่าจะมีจุดเริ่มต้นที่ท่าเรือน้ำลึกสงขลา มาตามเส้นทางผ่านเกาะยอถึงห้าแยกน้ำกระจาย ส่วนหนึ่งจะไปตามทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 414 ลพบุรีราเมศวร์ ผ่านทางเลี่ยงเมืองหาดใหญ่ เพื่อไปยังทางหลวงหมายเลข 4 ช่วงหาดใหญ่-สะเดา และอีกส่วนหนึ่งไปตามทางหลวงหมายเลข 408 ไปทางบ้านทุ่งหวัง และบ้านควนมีด ถึงจุดเชื่อมต่อกับทางหลวงหมายเลข 43 จากทางหลวงเหล่านี้ การนำท่อส่งก๊าซเข้าไปยังแนวร่องที่ขุดสำหรับการวางท่อจะต้องควบคุมให้ผ่านทางหลวงท้องถิ่นที่เหมาะสมบางสายเพื่อลดผลกระทบให้เหลือน้อยที่สุด

ผลกระทบต่อการจราจรในระยะก่อสร้าง มีทั้งในส่วนของผลกระทบต่อความสะดวกในการจราจร ผลกระทบต่อปริมาณการจราจร และผลกระทบต่อความปลอดภัยการจราจรบนทางหลวงและเส้นทางท้องถิ่นที่แนวท่อส่งก๊าซตัดผ่าน ในพื้นที่ที่มีความลาดชัน หรือเป็นร่องหุบเขา ตามแนวทางหลวงหมายเลข 43 บริเวณอำเภอนาหม่อม การวางท่อส่งก๊าซริมทางหลวงบางเวลาอาจมีความจำเป็นต้องใช้ผิวจราจรส่วนหนึ่งในการก่อสร้าง โดยเฉพาะผิวจราจรด้านจากอำเภอจะนะไปอำเภอหาดใหญ่ ซึ่งจะเป็นผลกระทบช่วงสั้นๆ

ผลกระทบต่อการจราจรในระยะดำเนินการท่อส่งก๊าซจะมีน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับในขณะก่อสร้าง จำนวนพาหนะที่จะเข้าไปตรวจสอบสภาพท่อและสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) จะมีน้อยมาก

ในหัวข้อนี้จะเป็นการวิเคราะห์ถึงประเด็นหลัก และความสำคัญของผลกระทบต่อการคมนาคมขนส่งทางบก อาจเกิดขึ้นเนื่องจากการก่อสร้างและการดำเนินการโครงการ

4.10.1 แหล่งกำเนิดผลกระทบที่สำคัญ – ระยะก่อสร้าง

ในการก่อสร้างโครงการ จะมีการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์ และคนงาน ไปยังพื้นที่โครงการและบริเวณที่ใช้เก็บวัสดุอุปกรณ์ แนวท่อส่งก๊าซจะมีการตัดผ่านถนน และบริเวณการก่อสร้างจะอยู่ใกล้กับทางหลวงหมายเลข 43 โดยผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นในระยะก่อสร้าง ได้แก่

(1) ปริมาณการจราจรที่เพิ่มมากขึ้น อาจส่งผลให้เกิดปัญหาการจราจรติดขัดในเส้นทางที่เกี่ยวข้อง

(2) การรบกวน และข้อขัดแย้งกับผู้ใช้ถนน บริเวณที่มีท่อส่งก๊าซตัดผ่าน และยานพาหนะที่มุ่งหน้าไปทางทิศตะวันตกตามทางหลวงหมายเลข 43

(3) ความเสียหายของถนน เนื่องจากรถบรรทุกหนักที่ใช้ขนส่ง วัสดุอุปกรณ์ในการก่อสร้างและท่อส่งก๊าซ ไป-มา ในพื้นที่ก่อสร้าง

(4) ความเดือดร้อนรำคาญจากปัญหาการจราจรคับคั่ง มลพิษทางอากาศ การสั่นสะเทือนและเสียงที่เพิ่มขึ้น ตลอดจนอุบัติเหตุจากการจราจร

(5) การสะสมของของเสีย ขยะ และเศษดินทรายบนถนน

4.10.2 การประเมินผลกระทบ – ระยะก่อสร้าง

(1) **การจราจรอันเนื่องมาจากการก่อสร้าง** การก่อสร้างโครงการจะทำให้ปริมาณการจราจรบนทางหลวงหมายเลข 4, 42, 43 และ 408 เพิ่มมากขึ้น ตารางที่ 4.22 แสดงปริมาณการจราจรที่คาดการณ์ไว้ในระยะก่อสร้าง ซึ่งข้อมูลเหล่านี้ได้อ้างอิงมาจากการก่อสร้างโครงการท่อส่งก๊าซส่วนบนบกทั่วไปที่มีขนาดเดียวกัน

ผลกระทบที่สำคัญต่อการจราจรในระยะก่อสร้าง น่าจะเกิดขึ้นจากการกองท่อส่งก๊าซในพื้นที่กองท่อ (Pipe yard) ในช่วงเริ่มต้น โดยคาดว่าผู้รับเหมาจะใช้พื้นที่เพื่อกองท่อ 2 แห่ง โดยแห่งแรกจะอยู่ภายในระยะ 30 กิโลเมตรแรกของแนวท่อ และแห่งที่สองจะอยู่ภายในระยะ 40 กิโลเมตรสุดท้ายของแนวท่อ คาดว่าท่อส่งก๊าซที่เคลือบแล้วจะถูกส่งมายังท่าเรือสงขลา และจากนั้นจะขนส่งโดยรถบรรทุกหรือรถพ่วง เพื่อไปยังพื้นที่กองท่อ และไปยังพื้นที่ก่อสร้าง ครั้งละ 3 ท่อ[30] ซึ่งแต่ละท่อมีความยาวประมาณ 12 เมตร ดังนั้น คาดว่าจะมีการใช้รถบรรทุกทั้งหมดประมาณ 2,500 เที่ยว ทั้งนี้ ปริมาณการขนส่งสูงสุดไปยังพื้นที่กองท่อแต่ละแห่ง กำหนดไว้ประมาณ 60 เที่ยวต่อวัน โดยเส้นทางที่คาดว่าจะใช้ในการขนส่งท่อ ได้แก่ ทางหลวงหมายเลข 43 และทางหลวงหมายเลข 4 ทางทิศใต้ของจังหวัดสงขลา การขนส่งท่อส่งก๊าซจากพื้นที่กองท่อไปยังหน้างานตรงบริเวณทางเข้า-ออก จะมีปริมาณสูงสุด 60 เที่ยวต่อวันเช่นกัน

---

[30] ท่อทั้งหมดประกอบด้วยท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมและท่อส่งก๊าซหุงต้มขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว และ 8 นิ้ว ตามลำดับ การคำนวณข้างต้น ตั้งอยู่บนสมมุติฐานที่ว่าท่อส่งก๊าซหุงต้มถูกวางเรียงแทรกมาในรถที่ขนท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม ซึ่งหากมีเหตุผลทางเทคนิคที่ทำให้การจัดวางท่อเช่นนั้นไม่ได้ ก็จะต้องเพิ่มจำนวนเที่ยวอีกประมาณ 200-300 เที่ยว

ตารางที่ 4.22 ปริมาณการจราจรที่คาดการณ์ไว้ในระยะก่อสร้างท่อส่งก๊าซ

กิจกรรม	จำนวน	ความถี่ของการจราจร	จำนวนวัน	จำนวนยานพาหนะสูงสุดต่อวัน	PCU สูงสุดต่อวัน[1]
• *การวางท่อส่งก๊าซบนบก (ต่อช่วงของการวางท่อ)*					
การขนส่งท่อส่งก๊าซ (จากแหล่งผลิตไปยังที่สำหรับกองท่อ)[2]					
- รถบรรทุก[3]	30-60	1 รอบ/วัน	4-8	60	150
การเตรียมพื้นที่ก่อสร้าง					
- รถแทรกเตอร์เกลี่ยดิน	8-10	1 รอบ/วัน	2	10	25
การวางท่อ เชื่อมท่อ จัดท่อ					
- รถแทรคเตอร์สำหรับยกท่อ (Sideboom tractors)	8-12	1 รอบ/วัน	2	12	30
- รถสำหรับจัดแนวท่อ (Stringing trucks)	8-17	1 รอบ/วัน	2	17	42.5
- รถยก (Loaders)	6-8	1 รอบ/วัน	2	8	20
การขุดร่อง					
- รถแบคโฮ	5-15	1 รอบ/วัน	2	15	37.5
การกลบทับ					
- รถบรรทุกสำหรับเทวัสดุ	10-20	1 รอบ/วัน	2	20	50
การทดสอบท่อ					
- รถบรรทุก	2	1 รอบ/วัน	7	2	5
กิจกรรมทั่วไป					
- รถบรรทุกน้ำมัน	1	1 รอบ/สัปดาห์	7	1	2.5
- รถกระบะ และรถยนต์ส่วนบุคคล	20-30	1 รอบ/สัปดาห์	7	30	75
• ***การก่อสร้างสถานีควบคุมก๊าซ***[4]					
- รถบรรทุก	5	1 รอบ/สัปดาห์	8	5	12.5
- รถบรรทุกสำหรับเทวัสดุ	5	1 รอบ/สัปดาห์	8	5	12.5
- รถกระบะ และรถยนต์ส่วนบุคคล	2	1 รอบ/สัปดาห์	7	2	5
• ***การก่อสร้าง PIG Trap***[5]					
- รถบรรทุก	5	1 รอบ/สัปดาห์	3	5	12.5
- รถบรรทุกสำหรับเทวัสดุ	5	1 รอบ/สัปดาห์	3	5	12.5
- รถกระบะ หรือรถยนต์ส่วนบุคคล	2	1 รอบ/สัปดาห์	7	2	5
รวม PCU สูงสุดในแต่ละช่วงต่อวัน					***497.5***
รวม PCU สูงสุดทั้งหมด (PCU/day) สำหรับ 3 spreads					***1,492.5***

หมายเหตุ : (1) PCU = หน่วยรถยนต์โดยสาร = ปริมาณยานพาหนะ * 2.5 (สำหรับรถขนาดใหญ่)

(2) ปริมาณการขนส่งสูงสุดไปยังพื้นที่กองท่อแต่ละแห่ง กำหนดอยู่ที่ประมาณ 60 เที่ยวต่อวัน โดยในแต่ละเที่ยวจะบรรทุกท่อส่งก๊าซขนาดความยาว 12 เมตร จำนวน 3 ท่อ

(3) สมมติว่ายานพาหนะทั้งหมดเป็นรถบรรทุกหนัก

(4) มีสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) ทั้งหมด 8 แห่ง โดยผู้รับเหมาจะทำการก่อสร้างทีละแห่ง

(5) PIG Trap มีอยู่ทั้งหมด 3 แห่ง (PIG = Pipeline Inspection Gauge)

ที่มา : Bechtel International, 2542

นอกจากการกองท่อในพื้นที่กองท่อแล้ว การก่อสร้างโครงการจะส่งผลให้ปริมาณการจราจรในเส้นทางที่เกี่ยวข้องหนาแน่นขึ้น ซึ่งผลกระทบจะมีมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับปริมาณการจราจรและมาตรฐานของถนนแต่ละแห่ง อย่างไรก็ตาม ในการกำหนดเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งระหว่างการก่อสร้างนั้น ควรปรึกษาหารือกับทางตำรวจทางหลวง หรือเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องด้วย เพื่อให้แน่ใจว่าจะมีผลกระทบน้อยที่สุดจากจำนวนยานพาหนะที่เพิ่มขึ้น

การประเมินว่าปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการก่อสร้างโครงการ บนทางหลวงหมายเลข 4, 42, 43 และ 408 อยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่นั้น ได้กระทำโดยการคำนวณอัตราส่วน V/C ดังนี้

$$V/C = (A+B)/D$$

โดยที่ V/C = ปริมาณการจราจรในหน่วยรถยนต์โดยสาร ต่อความจุที่สามารถรองรับ (Traffic volume in passenger car unit; pcu per day)

A = ปริมาณการจราจรที่มีอยู่เดิม (Existing traffic volume)

B = ปริมาณการจราจรเนื่องจากโครงการ (Traffic volume due to the project)

D = ความสามารถในการรองรับของถนน (Capacity of the road)

ในการประเมินความสามารถในการรองรับปริมาณการจราจรของถนนในการศึกษานี้ ได้ถือมาตรฐานของประเทศออสเตรเลีย [Underwood, 1996] เป็นหลัก สำหรับถนนที่การไหลไม่ถูกรบกวน (Uninterupted flow) ปริมาณการจราจรในช่องเดินรถ (เลน) หนึ่งๆ ที่เป็นอิสระจะสามารถรองรับการไหลสูงสุดได้ประมาณ 1,800 คัน/ชั่วโมง (รถแล่นทิ้งช่วง 2 วินาที) แต่สำหรับถนน 2 เลน ที่รถสวนกันโดยไม่มีเกาะกลาง ความสามารถสูงสุดในการรองรับทั้ง 2 เลนรวมกันจะเหลือเพียงประมาณ 2,800 คัน/ชั่วโมง หรือเพียงทิศทางละ 1,400 คัน/ชั่วโมง บนถนนที่การไหลถูกรบกวน (Interupted flow) ดังเช่นในกรณีการศึกษานี้ ช่องจราจรที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (เช่นเลนที่อยู่ติดเกาะกลางถนน) จะสามารถรองรับได้เพียงประมาณ 1,000 คัน/ชั่วโมง เลนที่ถูกรบกวนบ้าง (เช่นเลนกลางบนถนนที่แต่ละทิศทางมี 3 เลน) จะสามารถรองรับได้ประมาณ 900 คัน/ชั่วโมง และเลนที่ถูกรบกวนมากพอสมควร (เช่นเลนชิดขอบทางเท้าบนถนน 6 เลน) จะสามารถรองรับได้ประมาณ 600 คัน/ชั่วโมง เป็นต้น

ในกรณีทางหลวงหมายเลข 4 ช่วงที่ศึกษา การใช้งานปัจจุบันเป็นถนน 6 เลนมีเกาะกลาง แต่เลนชิดขอบทางเท้ามักมียานพาหนะจอดตลอดแนว หากสมมุติว่าเลนนี้รองรับปริมาณการจราจรไม่ได้เลย ความสามารถในการรองรับของถนนนี้ (รวมทั้งสองทาง) จะเท่ากับประมาณ 3,800 คัน/ชั่วโมง

ในกรณีทางหลวงหมายเลข 42 ช่วงที่ศึกษา การใช้งานปัจจุบันเป็นถนน 2 เลน ไม่มีเกาะกลาง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชนบท แทบไม่มียานพาหนะจอดข้างทาง ความสามารถในการรองรับของถนนนี้จะเท่ากับประมาณ 2,800 คัน/ชั่วโมง

ในกรณีทางหลวงหมายเลข 43 ช่วงที่ศึกษา การใช้งานปัจจุบันเป็นถนน 4 เลน มีเกาะกลาง ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ชนบท แทบไม่มียานพาหนะจอดข้างทาง ความสามารถในการรองรับของถนนนี้จะเท่ากับประมาณ 4,000 คัน/ชั่วโมง

ในกรณีทางหลวงหมายเลข 408 ช่วงที่ศึกษา การใช้งานปัจจุบันเป็นเหมือนทางหลวงหมายเลข 42 จึงสมมุติว่าความสามารถในการรองรับเท่ากัน คือ 2,800 คัน/ชั่วโมง

ในส่วนของการคิดปริมาณการจราจรที่มีอยู่เดิมนั้น ได้พิจารณาจากข้อมูลการสำรวจปริมาณการจราจรของกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง ระหว่างปี พ.ศ. 2538 - 2540 ซึ่งปรากฏว่าหลายที่มีลักษณะข้อมูลแตกต่างกระจัดกระจายจนไม่สามารถประเมินอัตราการเพิ่มการจราจรอย่างมั่นใจได้มากนัก อย่างไรก็ตาม คณะผู้ศึกษาได้พยายามคาดคะเน โดยส่วนใหญ่เป็นการหาอัตราการเพิ่มจากความสัมพันธ์ในลักษณะดอกเบี้ยทบต้น $F = P(1+r)^n$ เพื่อคำนวณหาปริมาณที่คาดว่าน่าจะเป็นไปได้มากที่สุดสำหรับปี พ.ศ. 2545 ซึ่งเป็นปีที่คาดว่าใกล้เคียงกับช่วงที่อาจเริ่มมีการก่อสร้าง (ยกเว้นกรณีทางหลวงหมายเลข 42 ที่ข้อมูลปริมาณการจราจรลดลงตลอด 3 ปี จึงเลือกใช้ค่าสูงสุดเป็นข้อมูลปี พ.ศ. 2545) ดังนี้

ทางหลวง	ประมาณการจราจร (PCU/วัน)				หมายเหตุ
หมายเลข	ปี 2538	ปี 2539	ปี 2540	ปี 2545	
4	22,914	26,857	24,867	30,509	คิดจาก ปี 2538 และ 2540
4	13,793	16,502	16,779	18,235	คิดจาก ปี 2539 และ 2540
4	5,420	6,945	7,367	9,894	คิดจาก ปี 2539 และ 2540
42	4,819	4,236	3,195	4,819	คิดจากค่าสูงสุด ปี 2538
43	10,609	15,490	12,672	19,759	คิดจาก ปี 2538 และ 2540
408	7,282	10,342	9,167	16,299	คิดจาก ปี 2538 และ 2540
408	4,705	7,803	8,059	9,471	คิดจาก ปี 2539 และ 2540

ค่าที่คาดคะเนเหล่านี้ ควรได้รับการตรวจสอบกับข้อมูลกองวิศวกรรมจราจร กรมทางหลวง ในปีที่จะมีการดำเนินการจริงอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งมีโอกาสจะมากกว่าหรือน้อยกว่าที่ประมาณการนี้ได้พอๆ กัน (จากการพิจารณาข้อมูล ปี 2538 2539 และ 2540 ที่ขึ้นลงอย่างไม่เป็นระบบในบางครั้ง ซึ่งอาจเป็นผลจากการมีกิจกรรมพิเศษเกิดขึ้นในช่วงต่างๆ กันก็ได้)

วิธีการคำนวณปริมาณการจราจรต่อหน่วยรถยนต์โดยสารต่อวันที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากกิจกรรมของโครงการแสดงไว้ในตารางที่ 4.22 ซึ่งเป็นการคาดคะเนกรณีที่จะมีผลกระทบรุนแรงที่สุดโดยคิดค่าสูงสุดของทุกๆ ระบบการขนส่ง และคิดผลรวมของค่าสูงสุดเหล่านี้ ซึ่งหมายถึงการเกิดค่าสูงสุดขึ้นพร้อมๆ กันทุกอย่าง อันเป็นสมมุติฐานแบบอนุรักษ์มาก

ตารางที่ 4.23 แสดงการคำนวณอัตราส่วน V/C ซึ่งในการแปลงค่าปริมาณการจราจรต่อวันไปเป็นต่อชั่วโมงนั้น สมมุติให้[31]

ปริมาณการจราจรต่อชั่วโมงสูงสุด = 0.1 X (ปริมาณการจราจรต่อวัน)

จากตารางที่ 4.23 จะเห็นว่าปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นอันเนื่องมาจากการก่อสร้างล้วนยังไม่เกินขีดความสามารถในการรองรับของถนนสายต่างๆ (V/C < 1) นั่นคือโดยทั่วไปอัตราการจราจรที่เพิ่มขึ้นถือว่ายังอยู่ในขีดความสามารถของถนนที่รองรับได้ อย่างไรก็ตาม พบว่า บนทางหลวงหมายเลข 4 ช่วงคอหงส์-คลองแงะ ในปีที่จะเริ่มก่อสร้าง ในชั่วโมงเร่งด่วน ปริมาณการจราจรที่คาดคะเนไว้ เมื่อรวมกับปริมาณการจราจรที่คาดว่าจะเพิ่มขึ้นจากกิจกรรม การก่อสร้างของโครงการ จะมีค่าประมาณเกือบเท่ากับความสามารถในการรองรับที่คาดคะเนไว้ตามสมมติฐานข้างต้น ซึ่งหมายความว่าแม้ผลกระทบที่เกิดขึ้นยังไม่นับว่าเป็นปัญหา แต่ภาพของการแก่งแย่งทรัพยากรกับชุมชน (ความสามารถในการรองรับของถนน) เริ่มจะปรากฏ และจะต้องมีมาตรการบรรเทาผลกระทบที่เหมาะสม

หากมีการขนส่งวัสดุ อุปกรณ์ และของเสียต่างๆ อย่างเหมาะสม ด้วยยานพาหนะที่มีสภาพดี และด้วยการควบคุมที่เข้มงวด คาดว่าจะไม่เกิดการหกหล่นของเศษวัสดุต่างๆ บนพื้นถนน ส่วนผลกระทบอื่นๆ เช่น การเกิดเสียงและฝุ่นละออง คาดว่าจะมีไม่มากนัก

(2) การวางท่อผ่านถนนและการก่อสร้างภายในเขตทางของทางหลวง การก่อสร้างท่อส่งก๊าซบนบก จำเป็นต้องตัดผ่านทางหลวงสายหลัก (ทางหลวงหมายเลข 42 และ 43) และถนนสายย่อยต่างๆ (ดูตารางที่ 2.22 ในบทที่ 2) ซึ่งคาดว่าการวางท่อส่งก๊าซจะไม่ทำให้เกิดผลกระทบที่สำคัญบนถนนเหล่านี้ การจราจรสามารถดำเนินการต่อไปได้ในขณะที่มีการขุดเจาะและการวางท่อ หากได้มีการเลือกวิธีการก่อสร้างและกำหนดมาตรการที่เหมาะสม

การก่อสร้างเพื่อวางท่อผ่านถนนสายย่อย จะทำโดยวิธีการขุดเปิด ซึ่งวิธีนี้อาจมีผลกระทบต่อผู้ใช้รถใช้ถนนบ้าง อย่างไรก็ตาม หากจำเป็น จะมีการสร้างทางเบี่ยงชั่วคราวขึ้นมาเพื่อให้ความปลอดภัยต่อคนเดินเท้า และผู้ขับขี่ยวดยานพาหนะ

การก่อสร้างภายในเขตทางของทางหลวงหมายเลข 43 อาจทำให้จราจรไม่สะดวกและมีผลกระทบต่อผู้ขับขี่ยวดยานพาหนะ ดังนั้น การปฏิบัติงานในพื้นที่เหล่านี้ จะต้องกระทำอย่างระมัดระวัง เพื่อบรรเทาผลกระทบที่เกิดจากการรบกวน และความขัดแย้งในการใช้เส้นทางดังกล่าว ส่วนในประเด็นการจัดการจราจร จะต้องกำหนดไว้ในแผนการจัดการจราจรซึ่งจะร่างขึ้นมา โดยปรึกษาหารือกับเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องด้วย

---

[31] จากข้อมูลปริมาณการจราจรในจังหวัดสงขลาในงานวิจัยของผู้ศึกษา พบว่าอัตราส่วนระหว่าง ***ปริมาณการจราจรต่อชั่วโมงสูงสุด*** ต่อ ***ปริมาณการจราจรต่อวัน*** อยู่ในช่วง 0.086-0.093 ดังนั้นการใช้ค่า "0.1" ข้างต้น ถือว่าเป็นค่าที่ผนวกเอาค่าสัดส่วนความปลอดภัยเข้าไว้แล้ว แม้ไม่มากนัก

ตารางที่ 4.23 อัตราส่วน V/C ในระยะการก่อสร้าง

เส้นทางหมายเลข	จาก-ถึง	หลักกิโลเมตรที่ (KP)	ปริมาณการจราจร ปี 2545 (PCU/วัน)	ปริมาณการจราจรที่เพิ่มช่วงก่อสร้าง (PCU/วัน)	ปริมาณการจราจรทั้งหมด (PCU/วัน ในระยะก่อสร้าง)	V/C Ratio		
						ในช่วงก่อนการก่อสร้าง	ในช่วงระยะการก่อสร้าง	% ของปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้น
4	สามแยกคอหงส์ - สามแยกคลองแงะ	34+550	30,509	1,493	32,002	0.80	0.84	4.9
4	สามแยกคลองแงะ - คลองพรวน	53+600	18,235	1,493	19,728	0.48	0.52	8.2
4	สามแยกคลองแงะ - คลองพรวน	74+400	9,894	1,493	11,387	0.26	0.30	15.1
42	สามแยกคลองแงะ - สี่แยกนาทวี	10+480	4,819	1,493	6,312	0.17	0.23	31.0
43	หาดใหญ่ - จะนะ	30+500	19,759	1,493	21,252	0.49	0.53	7.6
408	สี่แยกโตทุ่งหวัง - ทางหลวงหมายเลข 43	17+000	16,299	1,493	17,792	0.58	0.64	9.2
408	ทางหลวงหมายเลข 43 - สี่แยกนาทวี	52+400	9,471	1,493	10,964	0.34	0.39	15.8

หมายเหตุ: เนื่องจากมีการเสนอให้ปรับเปลี่ยนแนวเส้นท่อส่งก๊าซและตำแหน่งโรงแยกก๊าซ ทำให้ระยะทางจริง (นับเป็นกิโลเมตร) ของท่อส่งก๊าซนับตั้งแต่ KP 9+300 เป็นต้นไป มีค่าเท่ากับ (ค่าของ KP ตามที่ระบุ) + 1,700 เมตร

(3) การวางท่อส่งก๊าซผ่านทางรถไฟ ท่อส่งก๊าซจะผ่านทางรถไฟสายใต้ระหว่างสถานีนาหม่อม-ควนมีด บริเวณบ้านทุ่งม้อ ตำบลนาหม่อม อำเภอนาหม่อม จังหวัดสงขลา โดยการก่อสร้างจะใช้วิธีเจาะลอด (Horizontal directional drilling : HDD) ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อการคมนาคมทางรถไฟ เนื่องจากการขนส่งวัสดุอุปกรณ์ทั้งหมดจะเป็นการขนส่งทางถนน

(4) ผลกระทบกับเส้นทางคมนาคมทางน้ำในแผ่นดิน แนวท่อส่งก๊าซจะพาดผ่านคลองและทางน้ำประมาณ 40 แห่ง (ดูตารางที่ 2.21 ในบทที่ 2) ทั้งหมดไม่ใช่เส้นทางคมนาคม ดังนั้น การตัดผ่านคลองและทางน้ำเหล่านี้จะไม่เกิดผลกระทบต่อการคมนาคมเลย

(5) ผลกระทบกับเส้นทางคมนาคมทางน้ำในน่านน้ำ ท่อส่งก๊าซในทะเลที่จะวางที่ระดับท้องทะเลส่วนที่อยู่นอกชายฝั่ง จะมีผลกระทบต่อการคมนาคมทางน้ำด้วยเรือเดินสมุทรน้อยมาก ยกเว้นในระยะก่อสร้าง ซึ่งจะมีเรือวางท่อแล่นตัดกับแนวทางการเดินเรือสมุทรบ้าง อย่างไรก็ตาม ปริมาณการเดินเรือผ่านแนวท่อมีไม่มาก และความถี่ของเรือวางท่อก็มีน้อย ความลึกของท่อที่ท้องน้ำนอกชายฝั่ง ก็อยู่ลึกกว่าที่เรือเดินสมุทรเหล่านี้ใช้งานมาก (ส่วนใหญ่กินน้ำลึกประมาณ 10-12 เมตร) ประเด็นสำคัญที่ต้องพิจารณาคือโอกาสที่สมอเรือจะกระทบกับท่อส่งก๊าซ ซึ่งคาดว่าไม่น่าจะมีการทอดสมอของเรือเดินสมุทรที่กำลังแล่น เพราะเรือที่กำลังแล่นจะไม่ทอดสมอหากไม่มีเหตุสุดวิสัย โดยทั่วไป เรือจะต้องลดความเร็วจนช้าลงมาก หรือเกือบหยุดนิ่งแล้วจึงจะทอดสมอ และหากมีการทอดสมอ ณ บริเวณนี้จริง โอกาสที่ท่อส่งก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 34 นิ้ว ที่วางอยู่ก้นอ่าวไทย จะถูกกระทบโดยตรงจากการทิ้งสมอก็มีน้อยมาก โดยเฉพาะในกรณีนี้ ซึ่งเจ้าของโครงการจะจัดส่งแบบแปลนงานก่อสร้างจริงพร้อมทั้งพิกัดแนวท่อส่งก๊าซ ให้กรมเจ้าท่าและกรมอุทกศาสตร์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการเดินเรือทะเลในน่านน้ำไทย แน่นอนว่าหากมีการถูกกระทบจริงก็จะมีความเสียหายมาก อย่างไรก็ตาม ท่อส่งก๊าซในทะเลส่วนใหญ่จะถูกฝังจนมิดท่อที่ก้นทะเล ยกเว้นช่วงที่ห่างเกิน 100 กิโลเมตรจากฝั่ง ซึ่งจะจมอยู่ที่ก้นทะเลประมาณ 3 ใน 4 ของท่อ (ดูรายละเอียดตารางที่ 2.20 บทที่ 2)

(6) ผลกระทบกับเส้นทางคมนาคมทางน้ำระหว่างชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลากับแหล่งพลังงานในอ่าวไทย จากข้อมูลที่ได้สอบถามจากผู้ปฏิบัติการเดินเรือของบริษัท ปตท. สผ. จำกัด มหาชน และบริษัท ยูโนแคล ไทยแลนด์ จำกัด ปริมาณการเข้า-ออกทางน้ำระหว่างชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลากับแหล่งพลังงานในอ่าวไทยมีรวมทั้งสองบริษัทประมาณปีละ 800-1000 เที่ยว ซึ่งจะไม่มีหรือไม่ได้รับผลกระทบโดยตรง เนื่องจากแหล่งพลังงานที่กล่าวถึงข้างต้นทั้งหมดตั้งอยู่เหนือแนวท่อส่งก๊าซ อย่างไรก็ตาม ในระยะก่อสร้าง คาดว่าจะมีปริมาณการเดินเรือขนส่งวัสดุอุปกรณ์เข้า-ออกท่าเรือชายฝั่งทะเลจังหวัดสงขลาจำนวนมากขึ้น

(7) **ผลกระทบกับเส้นทางคมนาคมทางน้ำระหว่างชายฝั่งทะเลบ้านตลิ่งชันและหมู่บ้านใกล้เคียงกับแหล่งประมงชายฝั่งในอ่าวไทย** จากการสำรวจพบว่ามีเรือประมงที่จะมีโอกาสที่จะได้รับผลกระทบจากโครงการ โดยเฉพาะผลกระทบทางด้านการประกอบอาชีพในช่วงการวางท่อส่งก๊าซที่ระยะ 3-5 กิโลเมตรจากชายฝั่ง จำนวนกว่า 870 ลำ ในตำบลตลิ่งชัน อำเภอจะนะและพื้นที่ใกล้เคียง ผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในส่วนของการคมนาคมคือการเพิ่มของจำนวนเรือที่เกี่ยวกับกิจกรรมการวางท่อที่จะมีในระยะก่อสร้าง

(8) **จุดทางเข้า-ออก** การเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ก่อสร้าง และยานพาหนะขนาดใหญ่และหนักที่วิ่งบนถนน อาจทำให้ถนนเหล่านี้เกิดความเสียหายได้ วัสดุ อุปกรณ์ในการก่อสร้างจะถูกขนส่งไป-มา ระหว่างพื้นที่ก่อสร้างผ่านจุดเข้า-ออก ที่กำหนดไว้โดยผู้รับเหมาก่อนการก่อสร้าง

(9) **ความเดือดร้อนรำคาญ** ยานพาหนะขนาดใหญ่และหนักที่วิ่งบนถนนในชุมชนอาจทำให้เกิดความเดือดร้อนรำคาญขึ้นได้ ทั้งนี้เนื่องจากปัญหาการจราจรที่มากขึ้น ควันเสียงดัง การสั่นสะเทือน ฝุ่นละออง และเศษวัสดุที่ตกหล่นบนพื้นถนน ฯลฯ

4.10.3 แหล่งกำเนิดผลกระทบที่สำคัญ และการประเมินผลกระทบ – ระยะดำเนินการ

ปริมาณการจราจรที่เพิ่มขึ้นในช่วงดำเนินการโครงการ เนื่องจากการเดินทางไปตรวจสอบสถานีควบคุมก๊าซเป็นประจำทุกสัปดาห์ คาดว่าจะมีผลกระทบในส่วนนี้จะเกิดขึ้นน้อยมาก และไม่มีผลกระทบต่อถนนอื่นๆ

4.10.4 บทสรุป

คาดว่าผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากการจราจรที่เพิ่มขึ้น สามารถจัดการให้อยู่ในระดับที่ยอม รับได้ ด้วยแผนการจัดการจราจรที่มีประสิทธิภาพ ดังนั้น ต้องมีการกำหนดประเด็นทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับการจราจร รวมถึงการพัฒนาและนำแผนการจัดการจราจรมาใช้ โดยการร่างแผนนี้ ต้องมีการปรึกษาหารือกับเจ้าหน้าที่ราชการที่เกี่ยวข้องด้วย

4.11 การประเมินความเสี่ยง

การประเมินความเสี่ยงในครั้งนี้ เป็นการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (Quantitative risk assessment) โดยจะครอบคลุมถึงความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales gas) และท่อส่งก๊าซหุงต้ม (LPG) เพื่อตรวจสอบว่า ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซนั้น อยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่ โดยเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเสี่ยงสากล และเพื่อกำหนดมาตรการจัดการเพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น โดยในการประเมินความเสี่ยงในครั้งนี้ ได้พิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ที่อาจมีผลต่อความเสี่ยง ซึ่งได้แก่ ลักษณะของท่อส่งก๊าซ ลักษณะพื้นที่ที่ท่อส่งก๊าซผ่าน สาเหตุที่อาจทำให้เกิดความเสียหายต่อท่อส่งก๊าซ ความถี่หรือโอกาสที่ความเสียหายต่างๆ จะเกิดขึ้น รวมทั้งลักษณะและความรุนแรงของเหตุการณ์อันตราย

ภาคผนวก J1 แสดงรายละเอียดของวิธีการ และสมมติฐานที่ใช้ในการศึกษา โดยผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยง สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

4.11.1 แหล่งกำเนิดผลกระทบที่สำคัญ - ระยะดำเนินการ

การระบุอันตราย (Hazard identification) เป็นวิธีการที่เป็นระบบ เพื่อระบุลักษณะการเกิดอันตรายที่สำคัญในกรณีต่างๆ ที่เป็นไปได้ เช่น อันตรายซึ่งอาจส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บหรือเสียชีวิต ทั้งนี้ได้มีการระบุและบันทึกเหตุการณ์อันตรายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสี่ยง (Hazard analysis) ด้วย

(1) ลักษณะของท่อส่งก๊าซ

ท่อส่งก๊าซทั้งสองได้รับการออกแบบตามข้อกำหนด[32] และมาตรฐานสากล เพื่อให้มีความแข็งแรงและความปลอดภัยสูงสุด อันที่จริง ท่อส่งก๊าซยังได้รับการออกแบบให้มีความปลอดภัยสูงกว่าที่มาตรฐานได้กำหนดไว้ โดยลักษณะของท่อส่งก๊าซดังกล่าว ได้สรุปไว้ในตารางที่ 4.24

---

[32] นอกเหนือจากการที่ท่อส่งก๊าซได้รับการออกแบบตามข้อกำหนด และมาตรฐานสากล รวมทั้งการจัดให้มีมาตรการเสริมในด้านความปลอดภัยต่างๆ แล้ว ในการเลือกเส้นทางแนวท่อส่งก๊าซนั้น บริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ ยังได้พิจารณาตามหลักเกณฑ์ต่างๆ เช่น

(1) หลีกเลี่ยงแหล่งชุมชนให้มากที่สุด
(2) หลีกเลี่ยงการพาดผ่านภูเขา
(3) เลี่ยงจุดทำงานที่อาจมีความเสี่ยง
(4) พื้นที่ที่มีการปฏิบัติงานและการบำรุงรักษาอุปกรณ์ ต้องเข้า-ออกได้สะดวก

ตารางที่ 4.24 ลักษณะของท่อส่งก๊าซ

	ท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม		ท่อส่งก๊าซหุงต้ม	
	โครงการนี้	มาตรฐาน ASME B31.8	โครงการนี้	มาตรฐาน ASME B31.4
ลักษณะของท่อส่งก๊าซ				
ความยาว (กิโลเมตร)	88.5		88.5	
ระยะห่างระหว่างสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) (กิโลเมตร)	<12	16-24	<12	12
เส้นผ่านศูนย์กลาง (นิ้ว)	36		8	
ความหนา (นิ้ว)	0.514	0.514	0.250	0.165
ความลึกจากผิวดิน (เมตร)	>1.50	0.76	>2.00	0.92
ความดัน (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)	1,000		1,470	
อุณหภูมิสูงสุด (องศาฟาเรนไฮต์)	200		200	
อุณหภูมิต่ำสุด (องศาฟาเรนไฮต์)	-20		-20	
มาตรการด้านความปลอดภัย				
การตรวจแนวเชื่อมด้วยวิธี X-Ray	100% ของแนวเชื่อม	40% ของแนวเชื่อม	100% ของแนวเชื่อม	10% ของแนวเชื่อม
ระยะเวลา Hydrotesting (ชั่วโมง)	24	2	24	4
การลาดตระเวนตามแนวท่อ	ทุก 2 วัน	6 เดือน	ทุก 2 วัน	1 สัปดาห์
ระบบ SCADA	กำหนดให้มี	ไม่ได้กำหนด	กำหนดให้มี	ไม่ได้กำหนด
การสื่อสารด้วยระบบ Fibre optic	กำหนดให้มี	ไม่ได้กำหนด	กำหนดให้มี	ไม่ได้กำหนด
ระบบตรวจจับก๊าซรั่ว	กำหนดให้มี	ไม่ได้กำหนด	กำหนดให้มี	ไม่ได้กำหนด
Cathodic protection	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี
ระบบป้องกันไฟฟ้าแรงสูง AC mitigation	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี
การเคลือบท่อ	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี	กำหนดให้มี

ก๊าซภายในท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมและท่อส่งก๊าซหุงต้มนั้น มีประมาณ 750 ล้านลูกบาศก์ฟุตต่อวัน และ 1,166 ตันต่อวัน ตามลำดับ องค์ประกอบของก๊าซภายในท่อส่งก๊าซทั้งสอง ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 องค์ประกอบของก๊าซภายในท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม และท่อส่งก๊าซหุงต้ม

องค์ประกอบ	(%Mol)	
	ก๊าซเชื้อเพลิง	ก๊าซหุงต้ม
Carbon dioxide (CO_2)	5.22	0
Nitrogen (N_2)	1.92	0
Methane (CH_4)	86.79	0
Ethane (C_2H_6)	5.09	0
Propane (C_3H_8)	0.99	45.35
n-Butane($n-C_4H_{10}$)	0	30.76
i-Butane ($i- C_4H_{10}$)	0	22.81
n-Pentane ($n-C_5H_{12}$)	0	0.96
i-Pentane ($i-C_5H_{12}$)	0	0.11
Hexane (C_6H_{14})	0	0
Heptane (C_7H_{16})	0	0
Octane (C_8H_{18})	0	0
Nonane (C_9H_{20})	0	0
C_{10+}	0	0

ที่มา : บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซีย (ประเทศไทย) จำกัด, 2544

(2) อันตรายที่เกิดจากก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales gas hazards)

ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม จะประกอบด้วย ก๊าซมีเทน (CH_4) นอกจากนี้ อาจจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และสารไฮโดรคาร์บอนอื่นๆ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงในปริมาณเล็กน้อย ก๊าซ CH_4 เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และสามารถติดไฟได้ ซึ่งทำให้เกิดภาวะการขาดก๊าซออกซิเจน (Asphyxiant) เพลิงไหม้ หรือเกิดระเบิดได้ เมื่อสัมผัสกับความร้อนหรือเปลวไฟ นอกจากนี้ ก๊าซ CH_4 สามารถทำปฏิกิริยาอย่างรุนแรงได้กับสารออกซิไดซ์ ไอระเหยของก๊าซมีเทน จะไม่ทำให้เกิดอาการระคายเคืองต่อตา จมูก และคอ แต่อาจทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ หายใจติดขัด และหมดสติได้ ถ้าสูดดมเข้าไป ก๊าซ CH_4 ที่อยู่ในรูปของของเหลวจะไม่เป็นอันตรายต่อผิวหนัง เนื่องจากมีคุณสมบัติในการระเหยกลายเป็นไอได้อย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม อาจทำให้เนื้อเยื่อตายได้เนื่องจากความเย็นจัด (Frostbite)

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และเป็นก๊าซที่ไม่ลุกติดไฟได้ง่าย แต่ทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจน (Asphyxiant) ได้ นอกจากนี้ การสัมผัสกับก๊าซ CO_2 ที่อยู่ในรูปของของแข็ง อาจทำให้เกิดอาการไหม้ในบริเวณผิวหนังที่สัมผัสได้ ส่วนการสูดดมก๊าซ CO_2 อาจทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะและหายใจติดขัด ก๊าซ CO_2 มีค่าความเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพ (Immediately dangerous to life and health value : IDLH) เท่ากับ 40,000 ppm และค่า Threshold limit เท่ากับ 5,000 ppm ทั้งนี้ ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม จะประกอบด้วยก๊าซ CO_2 ประมาณ 5% หรือประมาณ 50,000 ppm ซึ่งสูงกว่าค่า IDLH เล็กน้อย ดังนั้น จึงคาดว่าก๊าซ CO_2 ที่อาจแพร่ออกมาจากการรั่วไหลของก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมจากท่อ จะมีความเข้มข้นต่ำกว่า IDLH และถือว่าไม่ก่อให้เกิดอันตรายจากความเป็นพิษของก๊าซดังกล่าว

ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม จะประกอบด้วย ก๊าซ CH_4 ประมาณร้อยละ 87% ดังนั้น ถือว่าเป็นสาเหตุหลักที่อาจก่อให้เกิดอันตราย หากมีการรั่วไหลออกจากท่อส่งก๊าซ และเนื่องจากก๊าซ CH_4 เป็นก๊าซที่ไวไฟ ดังนั้น อันตรายที่จะเกิดขึ้น คือ การเกิดเพลิงไหม้หลังการจุดระเบิดของก๊าซที่รั่วไหล

(3) อันตรายที่เกิดจากก๊าซหุงต้ม (LPG Hazards)

ก๊าซหุงต้ม เป็นก๊าซไวไฟที่ไม่มีสี และมีกลิ่นน้อยมากในสภาวะปกติ[33] อันตรายที่เกิดขึ้นได้แก่ไฟไหม้ และระเบิดเมื่อสัมผัสกับความร้อน หรือเปลวไฟ ไอของก๊าซหุงต้มไม่ระคายเคืองต่อตา จมูกหรือคอ แต่การหายใจเอาก๊าซหุงต้มเข้าไปอาจทำให้เวียนศีรษะ หายใจลำบาก หรือหมดสติ และอาจทำให้หายใจขัดหากมีความเข้มข้นสูง ก๊าซหุงต้ม (LPG) ในรูปของเหลวถือว่าไม่มีอันตรายต่อผิวหนังเนื่องจากระเหยอย่างรวดเร็ว แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่รุนแรง อาจทำให้เนื้อเยื่อตายได้เนื่องจากความเย็นจัด (Frostbite)

ส่วนประกอบที่สำคัญของก๊าซหุงต้ม ได้แก่ โพรเพน (Propane) เอน-บิวเทน (n-butane) และ ไอโซ-บิวเทน (iso-butane) เนื่องจากคุณสมบัติไวไฟของโพรเพนและบิวเทน อันตรายที่เกิดขึ้นส่วนมากจะเกิดจากไฟไหม้หลังจากการจุดระเบิดของก๊าซหุงต้มที่รั่วไหลออกมาจากท่อส่งก๊าซ

(4) ลักษณะของอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น (Potential accident scenario)

การรั่วไหลของท่อส่งก๊าซ อาจเกิดได้จากสาเหตุหลักๆ ดังต่อไปนี้

- การกัดกร่อนบริเวณภายในหรือภายนอกของท่อส่งก๊าซ (Corrosion - internal and external)

---

[33] โดยทั่วไป จะมีการเติมกลิ่นก๊าซหุงต้มด้วยสารเติมกลิ่น (Odorant) ปริมาณน้อยๆ เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ในกรณีเกิดการรั่วไหลของก๊าซ สารที่นิยมใช้ในการเติมกลิ่นก๊าซหุงต้มเป็นสาร Ethyl mercaptan ($HS-CH_2-CH_3$)

- ความบกพร่องจากวัสดุที่ใช้ (Material defect)
- ความบกพร่องจากการก่อสร้าง (Construction defect)
- ความบกพร่องที่เกิดขึ้นเนื่องจากความดัน (Defect caused by pressure cycling)
- การดำเนินการที่ผิดพลาด (Improper operations) เช่น การใช้แรงดันมากเกินไป (Over-pressurisation)
- การถูกรบกวนจากผู้ที่ไม่เกี่ยวข้อง (Third party interference) เช่น การก่อสร้างถนน การก่อสร้างสาธารณูปโภคอื่นๆ ใต้ดิน การขุดเจาะเพื่อเก็บตัวอย่างดิน การก่อสร้างในพื้นที่ข้างเคียง เป็นต้น
- ปัจจัยภายนอกอื่นๆ เช่น การเกิดน้ำท่วม แผ่นดินทรุด เป็นต้น

ทั้งนี้ การประมาณความถี่ของการเกิดความผิดพลาด (Failure frequency) จากการดำเนินงานของโครงการท่อส่งก๊าซ ได้มีการนำปัจจัยที่กล่าวข้างต้นมาพิจารณาร่วมกับข้อมูลอ้างอิง

4.11.2 สาเหตุของการเกิดอันตราย

จากข้อมูลในประเทศไทยซึ่งรวบรวมโดยการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (2525-2540) และในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งรวบรวมโดย Pipeline Research Committee, American Gas Association (1985-1994) พบว่าสาเหตุหลักๆ ที่ทำให้ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหาย ได้แก่

(1) สาเหตุภายนอก โดยเฉพาะจากการกระทำของบุคคลที่สาม

(2) ความผิดพลาดของระบบท่อส่งก๊าซ เช่น การกัดกร่อน การเชื่อมไม่สมบูรณ์ และความไม่สมบูรณ์ของอุปกรณ์ต่างๆ

(3) ความผิดพลาดในการดำเนินการ เช่น ความผิดพลาดในการควบคุมการดำเนินการของอุปกรณ์ต่างๆ

ตารางที่ 4.26 และตารางที่ 4.27 ได้สรุปสาเหตุที่อาจทำให้ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหาย และนำไปสู่การเกิดอันตรายในประเทศสหรัฐอเมริกาและประเทศไทย ตามลำดับ

ตารางที่ 4.26 สาเหตุที่ทำให้ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหายและนำไปสู่การเกิดอันตรายขึ้น ในประเทศสหรัฐอเมริกา

สาเหตุ	ลักษณะเหตุการณ์	จำนวนครั้งที่เกิดเหตุการณ์ (ปี 2528 - 2537)	คิดเป็นร้อยละของเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นทั้งหมด
สาเหตุภายนอก		**281**	**53.9**
สภาพอากาศ		***63***	***12.1***
การเคลื่อนตัวของแผ่นดิน	การทรุดตัว การเคลื่อนตัวของแผ่นดิน	17	3.3
ฝนตกหนัก น้ำท่วม	ถูกน้ำเซาะ การลอยตัว Scouring	38	7.3
ฟ้าผ่า		2	0.4
ความหนาวเย็น	Thermal stress, การแข็งตัว, Frost heave	6	1.2
การบุกรุกโดยบุคคลที่สาม		***218***	***41.8***
การกัดกร่อน		**122**	**23.4**
ภายนอก	ความผิดพลาดจากการเชื่อม	78	15.0
ภายใน		38	7.3
การกัดกร่อนบริเวณรอยแตก	เกิดรอยแตก	6	1.2
การเชื่อมวัสดุ		**64**	**12.3**
รอยเชื่อมไม่สมบูรณ์	ความผิดพลาดจากบริเวณรอยเชื่อม (longitudinal seams of ERW, DSAW & lap welded pipe)	19	3.6
การเชื่อมไม่สมบูรณ์ แบบ Fabrication weld	การเชื่อมบริเวณท่อย่อย, Hot taps, Weld-o-lets, Sleeve repairs	12	2.3
การเชื่อมไม่สมบูรณ์ แบบ Girth weld		15	2.9
ความเสียหายจากการก่อสร้าง	Wrinkle bends, gouges	6	1.2
ท่อมีสภาพไม่สมบูรณ์	กระบวนการผลิตไม่สมบูรณ์ - Hard spots, laminations	12	2.3
อุปกรณ์และการดำเนินงาน		**29**	**5.6**
ความผิดพลาดของอุปกรณ์	ความผิดพลาดในการควบคุมอุปกรณ์และความไม่สมบูรณ์ของชิ้นส่วนต่างๆ	17	3.3
การดำเนินงานที่ไม่ถูกต้อง		12	2.3
อื่นๆ		**25**	**4.8**
สาเหตุอื่นๆ		3	0.6
ไม่ทราบสาเหตุ		22	4.2
รวม		**521**	**100**

ที่มา: Pipeline research committee, American gas association, 1996

ตารางที่ 4.27 สาเหตุที่ทำให้ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหาย และนำไปสู่การเกิดเหตุการณ์อันตรายขึ้น ในประเทศไทย

สาเหตุของความผิดพลาด	จำนวนครั้งที่เกิดเหตุการณ์ (ระหว่างปี พ.ศ. 2525-2540)	คิดเป็นร้อยละของเหตุการณ์ที่เคยเกิดขึ้นทั้งหมด (%)	ลักษณะของเหตุการณ์
สาเหตุจากภายนอก	**5**	**71.4**	
สภาพอากาศ		***14.3***	
การเคลื่อนตัวของแผ่นดิน	1	14.3	ก๊าซรั่วเนื่องจากแผ่นดินทรุดตัวบริเวณหน้าแปลนที่สถานีตรวจวัดก๊าซหน้าบริษัท SPG (ปท.1) อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
บุคคลอื่น		***57.1***	
การบุกรุกโดยบุคคลภายนอก	4	57.1	- ท่อรั่วระหว่าง BV#6 และ BV#7 ก่อนข้ามสะพานบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (สาเหตุเกิดจากการก่อสร้างของบุคคลอื่น) ต้องหยุดส่งก๊าซ - ปท.1 บริษัทผู้รับเหมากรมทางหลวงตอกเสาเข็มทะลุท่อส่งก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 นิ้ว บริเวณ BV #8 จังหวัดฉะเชิงเทรา & BV #9 จังหวัดสมุทรปราการ ต้องหยุดส่งก๊าซ 4 วัน (บริษัทไม่ได้รับอนุญาตจาก ปตท.) - ก๊าซรั่วที่แนวท่อส่งก๊าซขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 นิ้ว จาก BV #6 จังหวัดฉะเชิงเทรา ไปยังโรงไฟฟ้า (เกิดจากการก่อสร้าง) - เกิดไฟฟ้าลัดวงจรจากเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคผ่านรถกระเช้าของการไฟฟ้าฯ ลงพื้นดินและไหลเข้าสู่ระบบ ท่อแล้วไหลสู่ ground ในบริเวณข้างเคียง ทำให้ผนังท่อทะลุขนาดเท่าเข็ม [illegible] ก๊าซรั่ว แต่ไม่เกิดการระเบิด ที่บริเวณสถานีโรงแยกก๊าซ จังหวัดระยอง (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 28 นิ้ว)
การเชื่อมวัสดุ		**14.3**	
ความเสียหายจากการก่อสร้าง	1	14.3	ก๊าซรั่วซึมที่ Insulating joint ที่ผู้รับเหมา [illegible] ดินขนาด 28 นิ้ว) ข้าง [illegible] จังหวัดฉะเชิงเทรา
อุปกรณ์และการดำเนินงาน		**14.3**	
ความผิดพลาดของอุปกรณ์	1	14.3	ก๊าซรั่วจากหัวอัด Sealant [illegible] ท่อส่งก๊าซก่อนเข้าโรงงานอิน[illegible] อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา [illegible] ชำรุด
รวม	**7**	**100**	

ที่มา : การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย, 2544

เนื่องจากท่อส่งก๊าซได้รับการออกแบบให้มีมาตรการเสริมในด้านความปลอดภัย โดยมีระบบป้องกันการกัดกร่อน รวมทั้งมีการเคลือบทั้งภายนอกและภายใน รวมถึงมีระบบการดำเนินการที่เหมาะสม เช่นเดียวกันตลอดแนวท่อ ดังนั้น สาเหตุสำคัญที่อาจทำให้ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหาย ได้แก่ การกระทำของบุคคลที่สาม

จากประสบการณ์การดำเนินการกว่า 20 ปีของ ปตท พบว่า บริเวณที่มีศักยภาพในการเกิดอันตรายร้ายแรงสูงกว่าบริเวณอื่นๆ ได้แก่ บริเวณที่ท่อส่งก๊าซวางอยู่ใกล้กับถนน ทั้งนี้เนื่องจากในบริเวณดังกล่าวมีกิจกรรมต่างๆ เช่น การขยายถนน การวางท่อสาธารณูปโภคอื่นๆ การติดตั้งระบบไฟฟ้า ซึ่งอาจเป็นสาเหตุทำให้ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหาย หากไม่มีการควบคุมและการจัดการอย่างเหมาะสม

นอกจากนี้ บริเวณชุมชนซึ่งมีผู้อยู่อาศัยเป็นจำนวนมาก ถือว่าเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงกว่าบริเวณอื่น เนื่องจากหากมีเหตุการณ์ใดๆ เกิดขึ้นในบริเวณดังกล่าวแล้ว จะทำให้มีผู้ได้รับผลกระทบเป็นจำนวนมาก

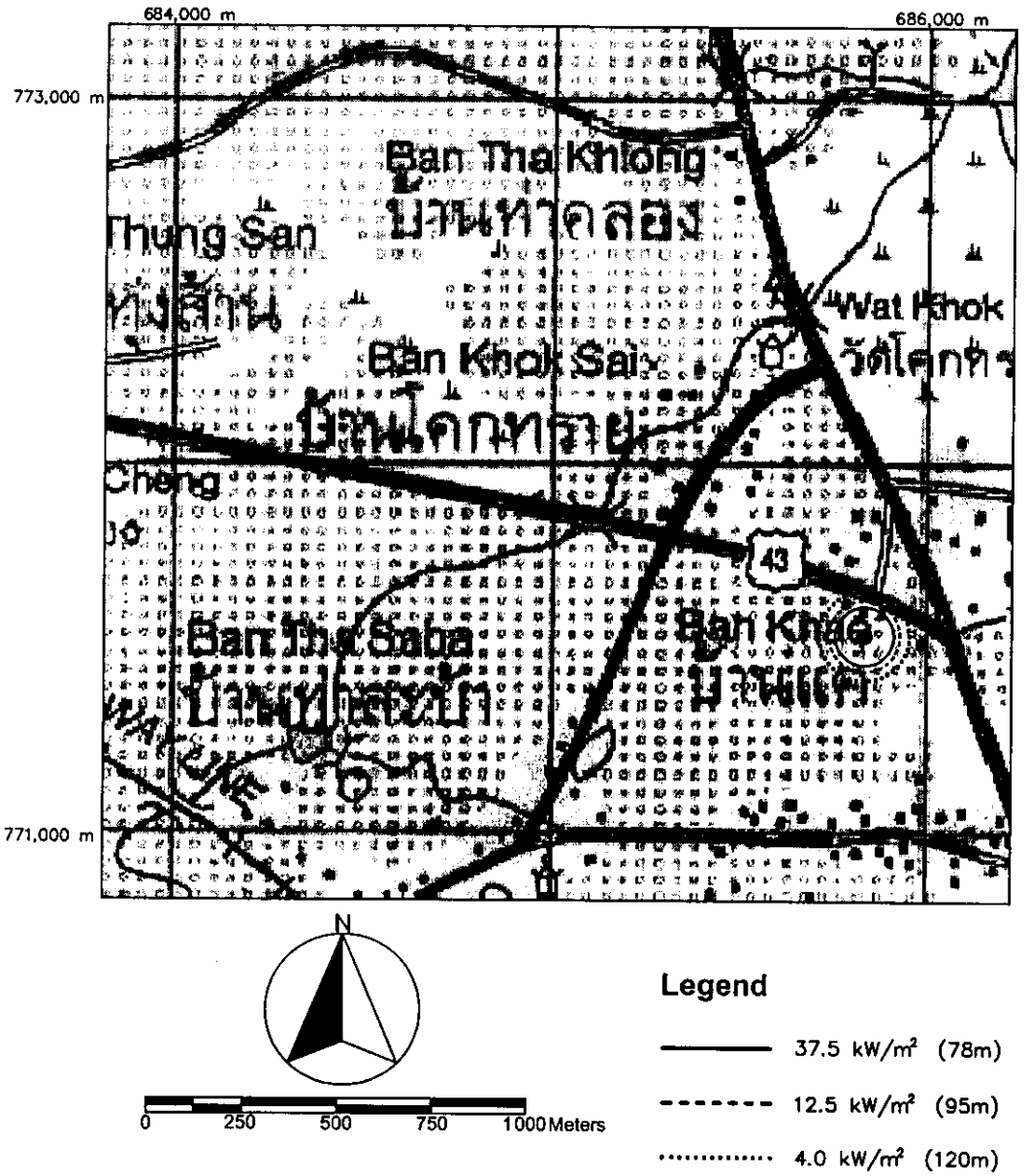
จากทั้งสองปัจจัยดังกล่าวข้างต้น พบว่า บริเวณบ้านโคกทราย อำเภอจะนะ ซึ่งเป็นบริเวณชุมชนที่อยู่ใกล้กับทางหลวงหมายเลข 43 และมีกลุ่มบ้านอยู่ห่างจากแนวท่อส่งก๊าซประมาณ 10 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นกลุ่มบ้านที่อยู่ใกล้กับแนวท่อส่งก๊าซมากที่สุดนั้น (รูปที่ 4.2) เป็นบริเวณที่มีศักยภาพในการเกิดอันตรายร้ายแรง ซึ่งอาจก่อให้เกิดผลกระทบและสร้างความเสียหายต่อชุมชนมากกว่าบริเวณอื่นๆ

4.11.3 ความถี่ (โอกาส) ที่ท่อส่งก๊าซจะได้รับความเสียหาย

การคำนวณความถี่ (หรือโอกาส) ที่ท่อส่งก๊าซจะได้รับความเสียหาย ทำได้โดยใช้ข้อมูลสถิติการเกิดเหตุการณ์อันตรายจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซบนบกต่างๆ ทั่วโลก ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้นำข้อมูลสถิติของ Pipeline research committee, American gas association (1985-1994) ประกอบกับข้อมูลจากปตท. (2525-2540) มาพิจารณาความถี่ที่ท่อส่งก๊าซจะได้รับความเสียหายซึ่งคำนวณได้จากข้อมูลสถิติดังกล่าว ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.28

ตารางที่ 4.28 ความถี่ที่ท่อส่งก๊าซได้รับความเสียหาย

	Pipeline Research Committee, American Gas Aassociation (1985-1994)	ปตท. (2525-2540)
จำนวนครั้งที่เกิดรูรั่ว	521	7
การดำเนินการของท่อส่งก๊าซทั้งหมด (กิโลเมตร-ปี)	4.54×10^{6}	19,740
ความถี่ (ต่อกิโลเมตรต่อปี)	1.15×10^{-4}	3.55×10^{-4}



รูปที่ 4.2 รัศมีความร้อนที่เกิดจากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว บนท่อส่งก๊าซหุงต้ม

จากการวิเคราะห์เหตุการณ์ โดยใช้ฐานข้อมูลของ Pipeline Research Committee, American Gas Association (1985-1994) และ European Gas Pipeline (1970-1972) พบว่า ความเสียหายที่เกิดขึ้นนั้นจะสัมพันธ์กับขนาดของรูรั่วขนาดต่างๆ บนท่อส่งก๊าซ ตามสัดส่วนที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4.29 ซึ่งข้อมูลในตาราง ได้มาจากฐานข้อมูลของอัตราการเกิดความผิดพลาดของท่อส่งก๊าซในสหรัฐอเมริกา (US Gas Pipeline failure rate database)

ตารางที่ 4.29 ความถี่ของการเกิดรูรั่วขนาดต่างๆ บนท่อส่งก๊าซ

ลักษณะของการเกิดรอยรั่ว	ขนาดของรู (นิ้ว)	ความถี่ของการเกิดความผิดพลาด (ต่อ กม ต่อ ปี)	คิดเป็นร้อยละ
รอยแตก (Rupture)	6	5.75×10^{-6}	5
รูเจาะ (Puncture)	4	1.73×10^{-5}	15
รู (Hole)	2	3.45×10^{-5}	30
รอยรั่ว (Leak)	1	5.75×10^{-5}	50
รวม		**1.15×10^{-4}**	**100**

จากข้อมูลดังกล่าว พบว่า รูรั่วขนาด 1 นิ้ว มีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้มากที่สุด คือเป็นร้อยละ 50 ของเหตุการณ์ทั้งหมด

4.11.4 ลักษณะการเกิดอันตรายและความรุนแรง

(1) **ลักษณะการเกิดอันตราย** การวิเคราะห์ลักษณะของการเกิดอันตรายต่างๆ จากความเสียหายดังกล่าวข้างต้น ทำได้โดยใช้ Event tree analysis ทั้งนี้ จากการวิเคราะห์พบว่า เหตุการณ์อันตรายที่อาจเกิดขึ้น สามารถแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ Jet fire, Flash fire และ Fireball ซึ่งมีรายละเอียดในตารางที่ 4.30

ตารางที่ 4.30 ลักษณะการเกิดอันตราย

เหตุการณ์	ลักษณะ
Fire ball	การรั่วไหลของก๊าซ จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วมากในช่วงแรก จากนั้นจะลดลงอย่างรวดเร็ว และหากมีการจุดระเบิด เนื่องจากการเกิดไฟฟ้าสถิตย์หรือการเกิดประกายไฟ จะทำให้เกิด fire ball และอาจตามด้วย Jet fire อันตรายของ fire ball ส่วนใหญ่จะเกิดจากปริมาณการแผ่รังสีความร้อน ที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมหาศาลในเวลาอันรวดเร็ว แต่เนื่องจาก fire ball จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้นๆ ในขณะที่ Jet fire จะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง เป็นระยะเวลานาน ดังนั้น เมื่อเกิดรอยแตกขึ้นแล้ว ความเสียหายที่เกิดจาก Jet fire จะมีความรุนแรงมากกว่าความเสียหายที่เกิดจาก fire ball
Jet fire	Jet fire เกิดจากก๊าซที่รั่วไหลออกจากท่อส่งก๊าซ แล้วเกิดการจุดระเบิดในทันที และเกิดการลุกไหม้ในลักษณะคล้ายคบเพลิง (blow torch) ทั้งนี้เปลวไฟที่เกิดขึ้น จะครอบคลุมระยะทางเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของรูรั่ว และความดันในเส้นท่อ ความร้อนที่แผ่กระจายออกมาจากเปลวไฟของ Jet fire จะขึ้นอยู่กับประเภทของก๊าซที่รั่วออกมา โดยทั่วไปอุณหภูมิของเปลวไฟจะอยู่ในช่วง 1,600 - 2,000 องศาเซลเซียส ทั้งนี้เนื่องจาก jet fire มีปริมาณความร้อนสูง (high heat flux) ดังนั้นจึงทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ หรือโครงสร้างใดๆ ที่สัมผัสกับเปลวไฟโดยตรง
Flash fire	ภายหลังจากที่ก๊าซเกิดการรั่วไหล กลุ่มหมอกก๊าซจะแพร่กระจายไปตามทิศทางลม ซึ่งถูกทำให้เจือจางลงโดยอากาศที่เข้ามารวมกับกลุ่มหมอกก๊าซนี้ ทั้งนี้การแพร่จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของก๊าซ ลักษณะและสภาพของการรั่วไหล และสภาพภูมิอากาศ Flash fire เกิดจากการที่กลุ่มหมอกก๊าซเหล่านั้นเกิดการจุดระเบิดขึ้นอย่างฉับพลัน (instantaneous) ดังนั้นผู้ที่อยู่ในบริเวณดังกล่าวจึงไม่สามารถหลบหนีได้ทัน จึงอาจส่งผลให้มีอัตราการสูญเสียชีวิตสูง แต่เนื่องจาก flash fire เกิดขึ้นอย่างฉับพลัน และความเข้มของรังสีความร้อนไม่สูงมากนัก ทำให้ผู้ที่อยู่บริเวณรอบนอกของกลุ่มหมอกก๊าซที่ติดไฟนั้น ไม่ได้รับอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต นอกจากนี้ เหตุการณ์ดังกล่าวไม่น่าจะก่อให้เกิดความเสียหายร้ายแรงต่อทรัพย์สิน นอกเสียจากว่าจะเกิดเพลิงไหม้อย่างต่อเนื่อง จากวัตถุที่ติดไฟในขณะที่เกิดการลุกไหม้

หากนำเหตุการณ์ความเสียหายที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (นั่นคือ การเกิดรูรั่วขนาด 1 นิ้ว) มาวิเคราะห์โดยใช้ Event tree analysis (รูปที่ 4.3) จะเห็นได้ว่า อันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น ได้แก่ Jet fire ในกรณีที่เกิด Immediate Ignition หรือ Flash Fire ในกรณีที่ไม่เกิด Immediate Ignition แต่เกิด Delayed Ignition

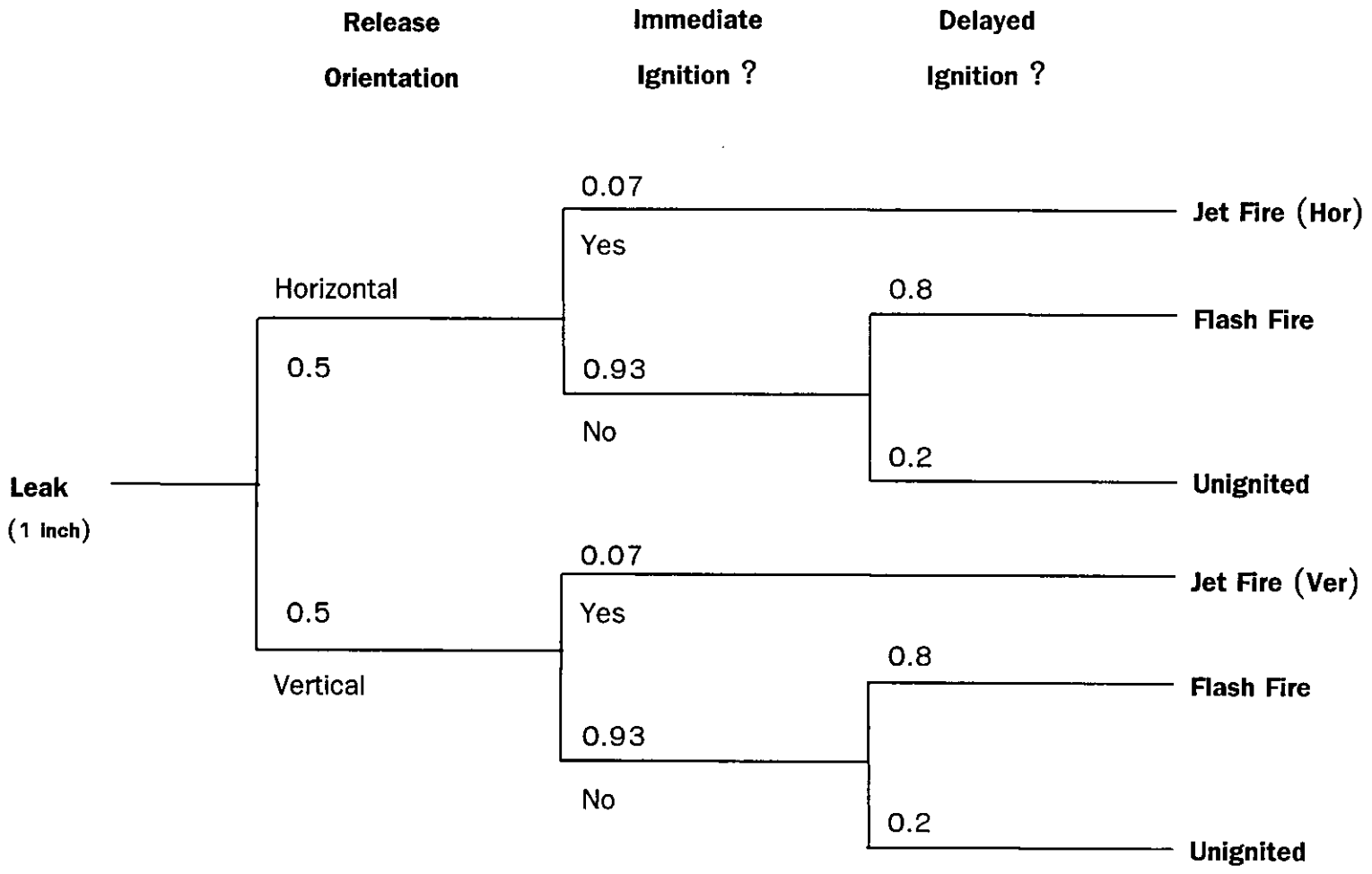
จาก Event tree analysis จะเห็นได้ว่า โอกาสที่จะเกิด Jet fire นั้น ค่อนข้างน้อย เนื่องจากโอกาสที่จะเกิด Immediate ignition นั้นมีเพียง 0.07 ในขณะที่โอกาสที่จะไม่เกิด Immediate Ignition นั้นมีถึง 0.93 (Cox AW, FP Lees and ML Ang, 1990) ส่วนโอกาสที่จะเกิด Delayed ignition และ เกิด Flash fire นั้น มี 0.8 ในขณะที่โอกาสที่จะไม่เกิด Ignition เลย มี 0.2

(2) ความรุนแรง ในกรณีสุดวิสัยที่ไม่สามารถป้องกันได้ ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดเหตุการณ์อันตรายขึ้น เหตุการณ์ดังกล่าวจะทำให้เกิดรังสีความร้อน ซึ่งมีผลกระทบต่อผู้คนและทรัพย์สิน ที่อยู่ในบริเวณที่เกิดเหตุการณ์นั้น ในกรณีที่เกิดรูรั่วขนาด 1 นิ้ว เหตุการณ์อันตรายที่ร้ายแรงที่สุดจะทำให้เกิดรังสีความร้อน ดังได้แสดงในรูปของการแผ่รังสีความร้อนจากจุดศูนย์กลางของการเกิดเหตุการณ์ ดังแสดงในรูปที่ 4.3 และสามารถสรุปได้ดังตารางที่ 4.31

ตารางที่ 4.31 รังสีความร้อนในกรณีที่เกิดเหตุการณ์อันตรายอันเนื่องมาจากการเกิดรูรั่วขนาด 1 นิ้ว

รังสีความร้อน (กิโลวัตต์ ต่อ ตร.ม.)	ความรุนแรง		ระยะทางจากจุดศูนย์กลางของเหตุการณ์ (เมตร)
	ต่อบุคคล	ต่ออุปกรณ์	
4.0	ทำให้เกิดความเจ็บปวดบ้างแต่ไม่น่าจะถึงขั้นเกิดเป็นแผลพุพอง	-	120
12.5	มีอัตราการตายร้อยละ 1 ในเวลาประมาณ 1 นาที และเกิด 1st degree burn ใน 10 วินาที	ความร้อนขั้นต่ำที่ทำให้ไม้ติดไฟ และทำให้ท่อพลาสติกละลาย	95
37.5	ผู้ที่อยู่ในรัศมีจะเสียชีวิตทั้งหมดภายใน 1 นาที และมีอัตราการตายร้อยละ 1 ในเวลา 10 วินาที	ความร้อนที่ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เสียหาย	78

ที่มา: World bank technical paper, ISSN 0253-7454; no 55 หน้า 87



รูปที่ 4.3 Generic ecent tree analysis ของการเกิดรูรั่วขนาด 1 นิ้ว

4.11.5 ความเสี่ยง

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการคำนวณความเสี่ยงในรูปของความเสี่ยงส่วนบุคคล (Individual risk) ทั้งนี้ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานความเสี่ยงสากล นอกจากนี้ ความเสี่ยงส่วนบุคคลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ ยังสามารถนำไปเปรียบเทียบกับความเสี่ยงส่วนบุคคลที่เกิดขึ้นจากโครงการ หรือกิจกรรมอื่นๆ ได้

ความเสี่ยงส่วนบุคคลนั้น สามารถคำนวณได้โดยใช้โปรแกรม RISKPLOT ซึ่งเป็นโปรแกรมคำนวณความเสี่ยงที่นักวิชาการในหลายประเทศใช้กันอย่างแพร่หลาย และเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานราชการทั้งในอังกฤษ และสิงคโปร์

ข้อมูลที่ป้อนเข้าสู่โปรแกรม RISKPLOT ได้แก่

(1) ความถี่ (โอกาส) ของการเกิดเหตุการณ์อันตรายต่างๆ
(2) ความรุนแรงของเหตุการณ์อันตรายที่เกิดขึ้น
(3) สภาพภูมิอากาศ

รายละเอียดของการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้ได้นำเสนออยู่ในภาคผนวก J

จากนั้นโปรแกรม RISKPLOT จะทำการคำนวณ และแสดงผลออกมาในรูปของความเสี่ยงส่วนบุคคล ซึ่งหมายถึง โอกาสที่บุคคลใดบุคคลหนึ่งจะเสียชีวิต อันเนื่องมาจากเหตุการณ์อันตรายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ ทั้งนี้ ได้ตั้งสมมติฐานว่า บุคคลคนนั้นอยู่ในบริเวณที่มีโอกาสเกิดเหตุการณ์อันตรายตลอดเวลา (24 ชั่วโมงต่อวัน และ 7 วันต่อสัปดาห์) ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว จะไม่มีบุคคลใดๆ อยู่ในบริเวณดังกล่าวตลอดเวลา

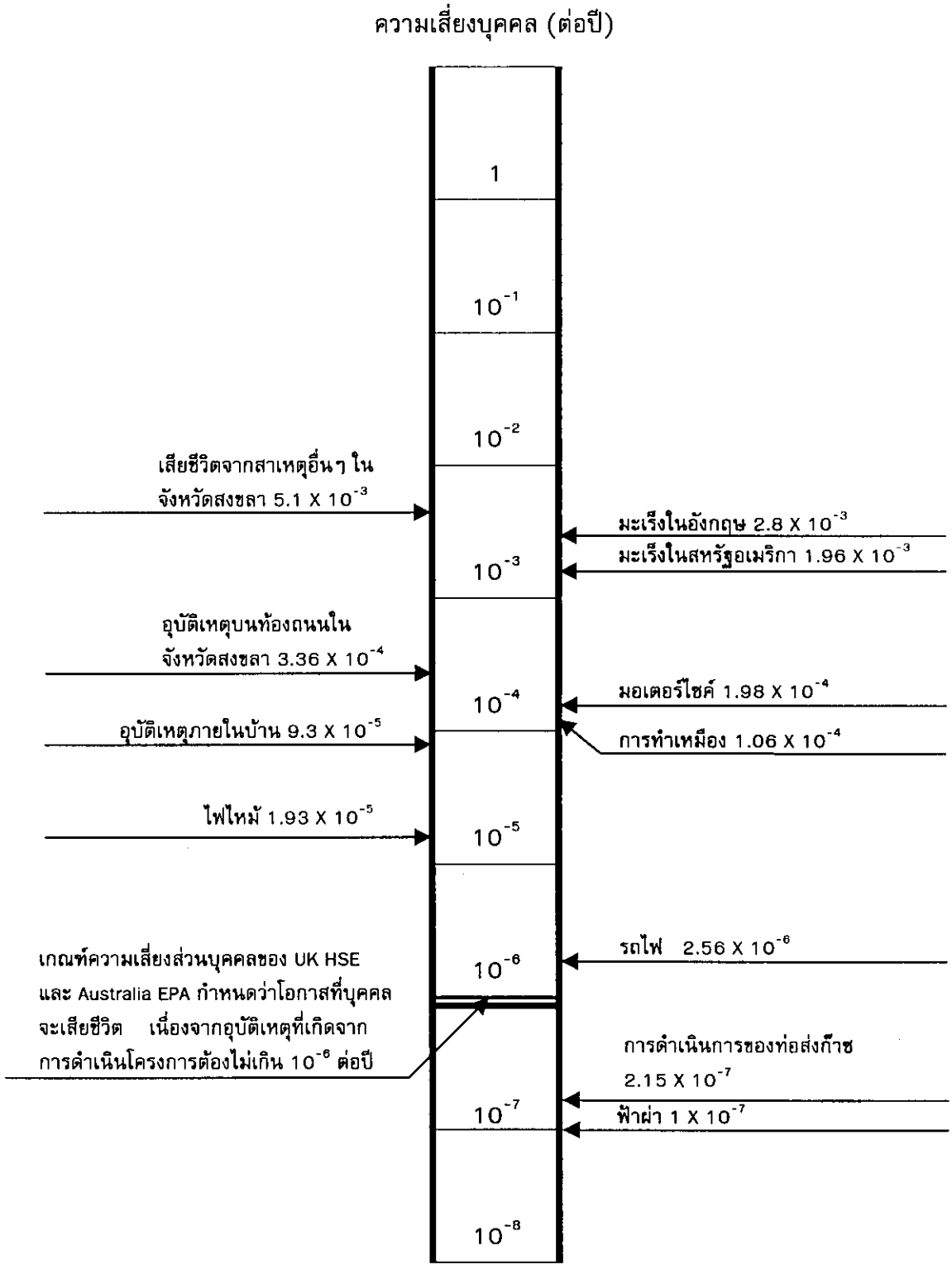
ผลจากการคำนวณพบว่า ค่าความเสี่ยงส่วนบุคคลสูงสุดจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ (Maximum individual risk) มีค่าเท่ากับ 2.15×10^{-7} ต่อปี (หรืออัตราการเสียชีวิตประมาณ 1 คนใน 5 ล้านปี) ซึ่งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล ซึ่ง UK Health and Safety Executive และ Australia EPA กำหนดว่า โอกาสที่บุคคลจะเสียชีวิตเนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของโครงการ (Individual risk) ต้องไม่เกิน 1×10^{-6} ต่อปี

ตารางที่ 4.32 แสดงความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมอื่นๆ และเมื่อนำข้อมูลดังกล่าวมาแสดงในรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าความเสี่ยงส่วนบุคคลจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซต่ำกว่าความเสี่ยงจากการเสียชีวิตด้วยสาเหตุอื่นๆ

จากการประเมินความเสี่ยงในครั้งนี้ สามารถสรุปได้ว่า ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซนั้น อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล นอกจากนี้ ความเสี่ยงที่เกิดจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซนั้น ถือว่าไม่สูง เมื่อเปรียบเทียบกับความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมอื่นๆ และหาก บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซียฯ สามารถดำเนินการตามมาตรการต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการจริงของท่อส่งก๊าซ จะต่ำกว่าที่ได้ประเมินไว้ในเบื้องต้น

ตารางที่ 4.32 ความเสี่ยงส่วนบุคคลจากกิจกรรมอื่นๆ

กิจกรรม	ความเสี่ยงส่วนบุคคล (ต่อปี)
จากสถิติในจังหวัดสงขลา	
- อุบัติเหตุบนท้องถนน	3.36×10^{-4}
- เสียชีวิตจากสาเหตุอื่นๆ	5.10×10^{-3}
จากสถิติในประเทศอังกฤษ	
- ฟ้าผ่า	1.0×10^{-7}
- มะเร็ง	2.8×10^{-3}
- การทำเหมือง	1.06×10^{-4}
- อุบัติเหตุภายในบ้าน	9.3×10^{-5}
จากสถิติในประเทศสหรัฐอเมริกา	
- มะเร็ง	1.96×10^{-3}
- มอเตอร์ไซด์	1.98×10^{-4}
- ไฟไหม้	1.93×10^{-5}
- รถไฟ	2.56×10^{-6}



รูปที่ 4.4 แสดงการเปรียบเทียบความเสี่ยงส่วนบุคคลจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซกับกิจกรรมอื่นๆ

4.11.6 ผลตอบแทนทางเศรษฐกิจกรณีที่ความเสี่ยงลดลงอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่คาดว่าจะเกิดขึ้นจากการดำเนินการตามมาตรการลดความเสี่ยงที่ได้เสนอไว้ กับมูลค่าความเสียหายที่ บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซียฯ จะต้องรับผิดชอบ หากเกิดเหตุการณ์อันตรายขึ้น พบว่าค่าใช้จ่ายที่ทางบริษัทฯ จะต้องตั้งงบประมาณในการดำเนินการแผนปฏิบัติการเพื่อลดและป้องกันอุบัติภัย 2 ส่วน กล่าวคือ งบประมาณในระยะก่อสร้าง 900,000 บาท และในระยะดำเนินการสำรองไว้ 500,000 บาทต่อปี อีกส่วนหนึ่งเป็นการจัดซื้อประกันภัยบุคคลที่ 3 เพื่อประกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากอุบัติเหตุต่อประชาชน และสิ่งปลูกสร้างที่อยู่ในแนวท่อ ในระยะก่อสร้าง เป็นวงเงิน 8 ล้านบาท และในระยะดำเนินการ เป็นวงเงินประมาณ 27-36 ล้านบาทต่อปี ทั้งนี้ เพื่อเป็นการป้องกันความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นกับสิ่งปลูกสร้างของโครงการที่มีมูลค่าถึง 45,000 ล้านบาท อนึ่ง การดำเนินงานของ บริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ นั้น จะมีรายได้ที่เกิดขึ้นจากการจัดส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมและก๊าซหุงต้มเป็นหลัก โดยจะต้องจัดส่งก๊าซในลักษณะที่ต่อเนื่องไปยังลูกค้าซึ่งจะใช้ก๊าซดังกล่าวเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้า เป็นการสร้างรายได้เข้ารัฐอย่างสม่ำเสมอตลอดอายุโครงการ 40 ปี ในสัญญาการซื้อ-ขายกำหนดให้มีบทปรับหากเกิดเหตุการณ์ที่เป็นเหตุให้ต้องหยุดส่งก๊าซให้ลูกค้า ถ้าหากไม่จัดเตรียมการประกันภัยไว้หรือเตรียมการฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินอย่างเป็นระบบ และสม่ำเสมอ อาจทำให้เกิดความเสียหายที่ทางบริษัทจะต้องจ่ายค่าปรับตามสัญญา ประเทศก็จะสูญเสียรายได้ที่จะได้รับจากการจัดเก็บภาษีรายได้ของบริษัทฯ ในการที่จะนำเงินส่วนนี้ไปพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานอื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อเศรษฐกิจของประเทศโดยรวม

4.11.7 ความเสี่ยงทางสังคม

ความเสี่ยงทางสังคม เป็นความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มบุคคล เนื่องจากการดำเนินการของโครงการ ความเสี่ยงทางสังคมสามารถแสดงได้ในรูปของ FN curve ซึ่ง F หมายถึงความถี่ที่จะเกิดเหตุการณ์อันตรายต่างๆ ซึ่งทำให้มีจำนวนผู้เสียชีวิต $\geq$N คน โดยทั่วไป FN curve นี้ จะแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงทางสังคมในกรณีเกิดอุบัติเหตุที่อาจทำให้มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากกว่า 1 คน

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้มีการแสดงผลของความถี่ทางสังคมในรูปของ FN curve ซึ่งได้มาจากความถี่ (โอกาส) และอัตราการเสียชีวิต (N) จากเหตุการณ์อันตรายต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ ดังรายละเอียดที่ได้แสดงไว้ในภาคผนวก J

รูปที่ 4.5 เป็น FN curve ของท่อส่งก๊าซที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเสี่ยงที่เกิดขึ้นระหว่างการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ กับความเสี่ยงจากเหตุการณ์อื่นๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา ส่วนรูปที่ 4.6 เป็น FN curve ที่แสดงการเปรียบเทียบระหว่างความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ กับความเสี่ยงจากการดำเนินการของโครงการอื่นๆ

ดังที่ได้แสดงในรูปที่ 4.6 FN curve ของท่อส่งก๊าซ บริเวณที่มีความเสี่ยงสูงสุดนั้นอยู่ใน ALARP Region (ระดับที่ยอมรับได้หากมีการดำเนินการมาตรการจัดการความเสี่ยงที่ได้เสนอไว้ข้างต้น) ทั้งนี้ เนื่องจากประเทศไทยยังไม่มีข้อกำหนดใดๆ ที่เกี่ยวกับความเสี่ยงทางสังคม ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ จึงใช้เกณฑ์ของประเทศฮ่องกง ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่ได้รับการยอมรับจากนานาประเทศว่ามีความเข้มงวดมากที่สุด

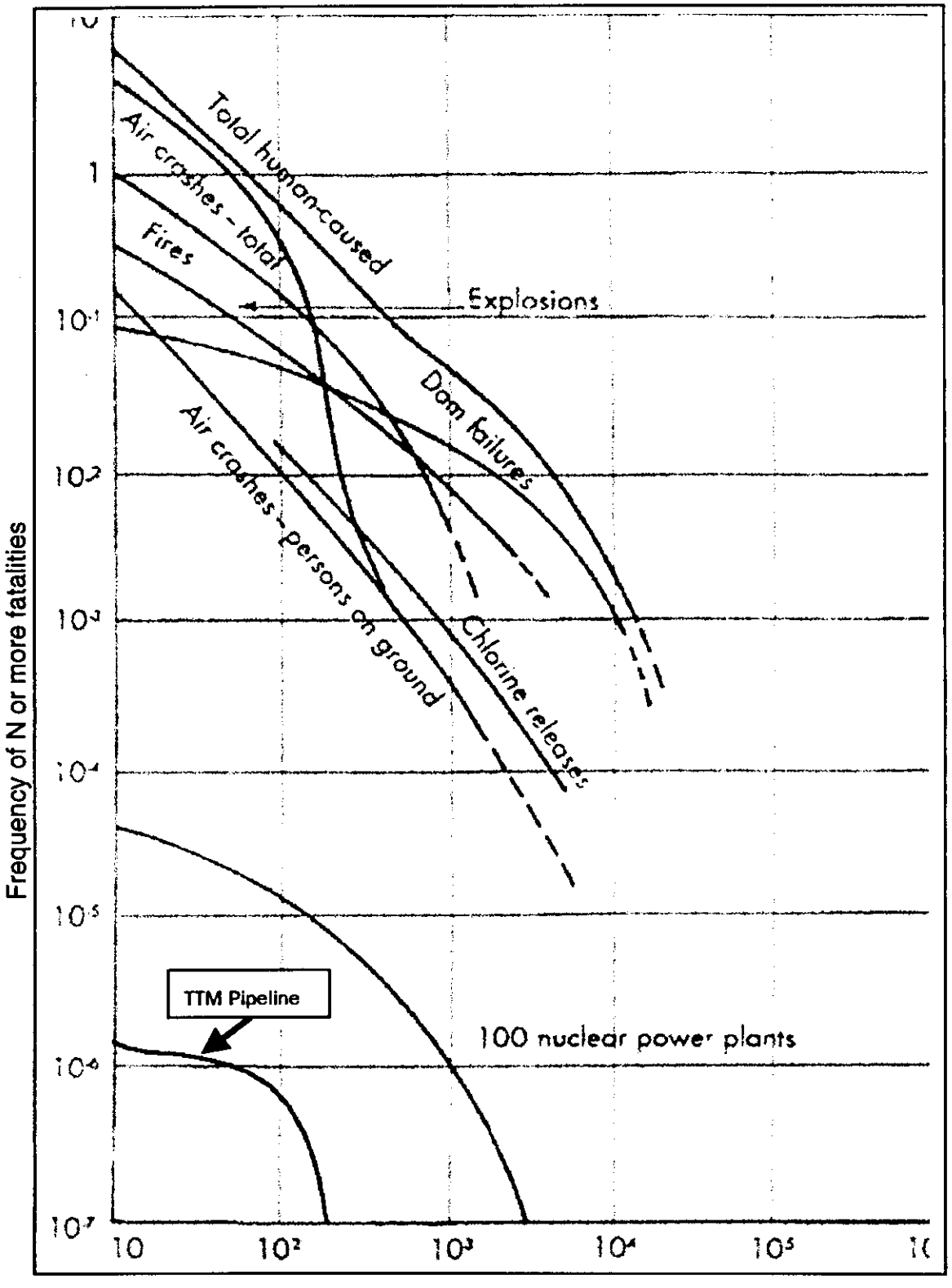
4.11.8 บทสรุป

ในปัจจุบันยังไม่มีข้อกำหนดหรือมาตรฐานความเสี่ยงบุคคลในประเทศไทย ดังนั้นจึงได้มีการนำค่ามาตรฐานของ UK Health and Safety Executive และ Australia EPA มาใช้ ซึ่งกำหนดว่า โอกาสที่บุคคลจะเสียชีวิตเนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของโครงการ (Individual risk) ต้องไม่เกิน 1 คนใน 1 ล้านปี (หรือ $1x10^{-6}$ ต่อปี)

ค่าความเสี่ยงส่วนบุคคลสูงสุด (Maximum individual risk) จากการดำเนินการของโครงการท่อส่งก๊าซไทย-มาเลเซีย มีค่าเท่ากับ $2.15x\ 10^{-7}$ ต่อปี (หรืออัตราการเสียชีวิตประมาณ 1 คนใน 5 ล้านปี) ซึ่งต่ำกว่าค่าที่มาตรฐานข้างต้นได้กำหนดไว้ ดังนั้นจึงไม่จำเป็นต้องมีมาตรการเพิ่มเติม เพื่อลดระดับของความเสี่ยงแต่อย่างใด

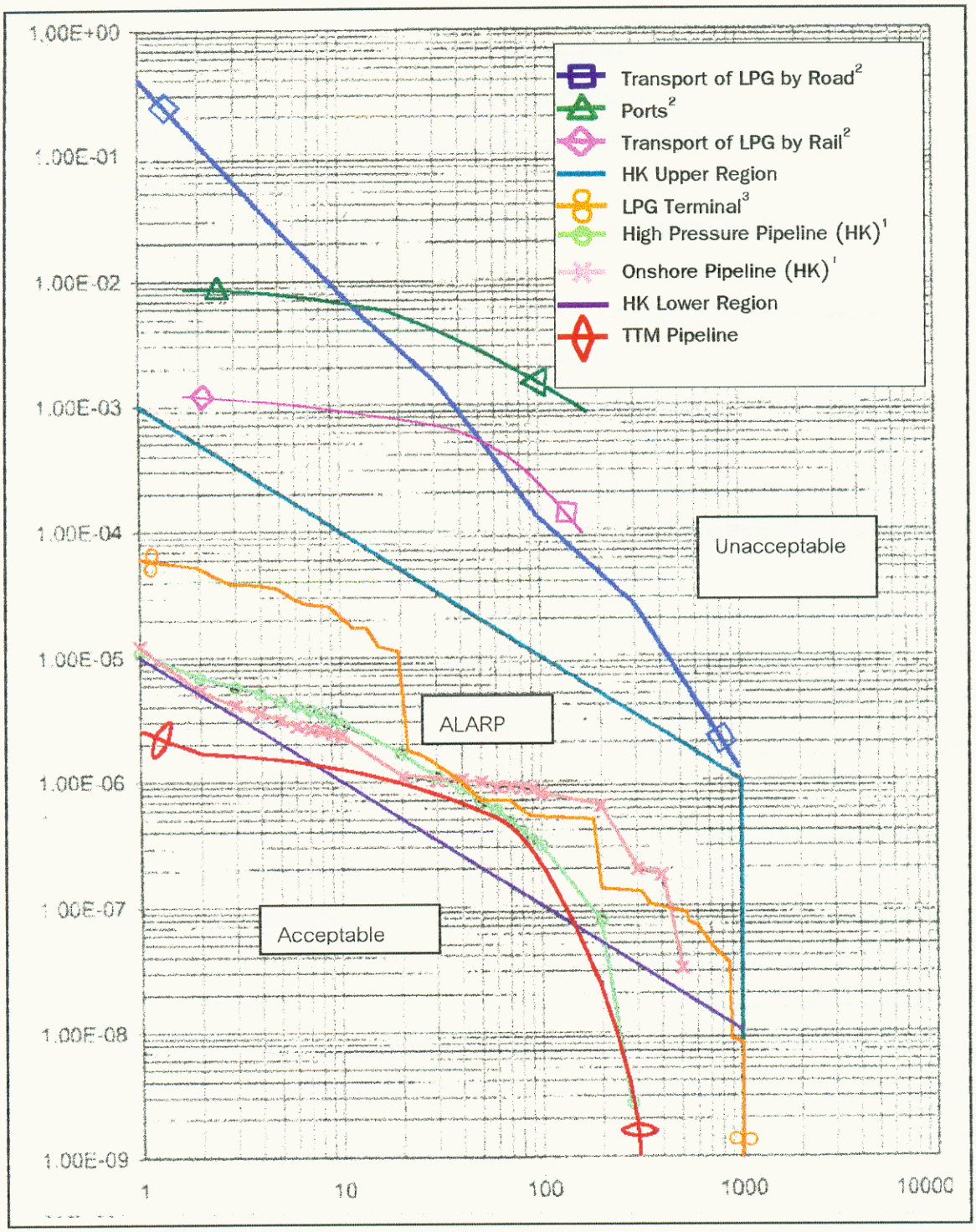
อย่างไรก็ตาม ระดับความเสี่ยงจะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานดังกล่าว ก็ต่อเมื่อท่อส่งก๊าซได้รับการออกแบบ ก่อสร้าง ดำเนินการและบำรุงรักษา ตามมาตรฐานที่กำหนดไว้เท่านั้น

ยิ่งไปกว่านั้น ถึงแม้ว่าความเสี่ยงที่ประเมินได้ จะอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานสากล แต่เพื่อให้การดำเนินการของโครางการท่อส่งก๊าซมีความปลอดภัยสูงยิ่งขึ้น บริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ ได้กำหนดมาตรการป้องกันและจัดการความเสี่ยง โดยจัดทำแผนฉุกเฉินเพื่อระงับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ซึ่งมีรายละเอียดอยู่ในแผนปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม "หัวข้อที่ (11) แผนปฏิบัติการป้องกันและลดอุบัติภัย"



ที่มา : Atomic Energy Commission, 1975

รูปที่ 4.5 เปรียบเทียบระหว่างความเสี่ยงที่เกิดขึ้นระหว่าง TTM กับความเสี่ยงจากเหตุการณ์อื่นๆ



รูปที่ 4.6 เปรียบเทียบความเสี่ยงที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของท่อส่งก๊าซ (TTM Pipeline) กับโครงการอื่นๆ

4.12 ประเด็นที่บริษัท ทรานส์ ไทย – มาเลเซียฯ ไม่สามารถดำเนินการตามลำพังได้

โครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย เป็นโครงการขนาดใหญ่ที่มีรายละเอียดมาก มีพัฒนาการของการดำเนินงานต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน ตั้งแต่ปี 2522 ทำให้มีประเด็นปัญหาที่มาเกี่ยวข้องกับโครงการนี้มาก เกินกว่าที่บริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ จะสามารถแก้ไขปัญหาได้โดยลำพัง เช่น

(1) ประชาชนส่วนใหญ่ไม่ต้องการให้มีอุตสาหกรรมต่อเนื่อง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

(2) ประชาชนส่วนหนึ่งต้องการเห็นแผนพัฒนาในภาพรวมของภูมิภาค และต้องการมีส่วนร่วมในการวางแผน และกำหนดทิศทางของการพัฒนา

(3) ประชาชนส่วนหนึ่งไม่เชื่อว่ารัฐจะสามารถควบคุมมลพิษจากอุตสาหกรรมได้ เพราะมีประสบการณ์ตรงจากบางกรณีที่รัฐยังไม่สามารถจัดการได้

(4) ความจำเป็นต้องนำพลังงานมาใช้ในภาคใต้และประเทศไทย มีแค่ไหน?

(5) ข้อตกลงแบ่งผลประโยชน์ระหว่างประเทศไทยและมาเลเซียในพื้นที่พัฒนาร่วม ไทย - มาเลเซียฯ ทำให้ประเทศไทยเสียเปรียบหรือไม่?

(6) ความไม่ชัดเจนเกี่ยวกับการนำก๊าซไปใช้ อุตสาหกรรม/ลูกค้า ที่จะใช้ก๊าซจะอยู่บริเวณไหน และมีอุตสาหกรรมประเภทใดบ้าง?

(7) ชุมชนแตกความสามัคคี (ซึ่งบริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ จะต้องจัดให้มีกระบวนการปรึกษาประชาชน เพื่อทำความเข้าใจให้ประชาชนในพื้นที่เกิดการยอมรับก่อนดำเนินการก่อสร้าง)

การชี้แจงและทำความเข้าใจกับชุมชน เกี่ยวกับข้อกังวลและข้อสงสัยประเด็นต่างๆ เหล่านี้ จำเป็นต้องขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานอื่น เช่น สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ กรมโรงงานอุตสาหกรรม ฯลฯ ตลอดจน "รัฐบาล" เพื่อชี้แจงทำความเข้าใจ ลดความวิตกกังวล และทำให้เกิดความเชื่อถือในหน่วยงานรัฐ

จึงเห็นควรให้บริษัท ทรานส์ ไทย – มาเลเซียฯ ขอความร่วมมือและขอรับการสนับสนุนจากหน่วยงานอื่นที่รับผิดชอบโดยตรง เข้ามาช่วยทำความเข้าใจกับชุมชน ให้ข้อมูลที่ถูกต้อง ชัดเจน โปร่งใส และตรงประเด็นแก่ชุมชน ในส่วนที่บริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ ไม่สามารถดำเนินการได้โดยลำพัง ตลอดจนขอการสนับสนุนเชิงนโยบาย