ตารางที่ 1.1 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

(4) การวางท่อส่งก๊าซขึ้นฝั่งโดยวิธีเจาะลอด (HDD: Horizontal directional drilling) ช่วง KP 275.351 - KP 276.355 ความยาวประมาณ 1,000 เมตรเศษ เริ่มจากตำแหน่งที่ห่างออกไปในทะเลประมาณ 900 เมตร คือที่ KP 275.351 จนถึงตำแหน่งที่ตั้งของแท่นเจาะลอด ซึ่งห่างจากตำแหน่งที่ระดับน้ำทะเลขึ้นสูงสุด (KP 276.251) ประมาณ 100 เมตร คือที่ KP 276.355 ซึ่งจะเป็นจุดเชื่อมต่อกับท่อส่งก๊าซบนบกที่จะเข้าสู่โรงแยกก๊าซ

การเจาะลอดชายฝั่ง จะทำที่ระดับความลึกประมาณ 10-20 เมตร จากนั้นจะทำการเชื่อมต่อท่อบนเรือวางท่อ (Laybarge) ซึ่งลอยตัวอยู่ในทะเล ณ จุดที่ท่อโผล่ขึ้นมาจากท้องทะเล และเรือวางท่อจะทำการวางท่อต่อไปยังแท่นเจาะบริเวณแหล่งผลิตเจดีเอ

ขั้นตอนที่จำเป็นของการวางท่อส่งก๊าซขึ้นฝั่งโดยวิธีเจาะลอด มีดังนี้

- ต้องจัดเตรียมโคลนเหลวหรือเบนโทไนท์ ที่ใช้ในการช่วยเจาะ โดยจัดเก็บไว้ในคอนเทนเนอร์ เบนโทไนท์ทำหน้าที่สำคัญหลายอย่างในการเจาะลอด เช่น ใช้ในการขับเคลื่อนชิ้นส่วนสว่าน หล่อลื่น และเกาะยึดโพรงเจาะ โคลนเบนโทไนท์อาจรั่วซึมสู่ผิวดิน และสูญเสียสู่ท้องน้ำในระยะการเจาะช่วงสุดท้ายเมื่อทะลุสู่พื้นทะเล ซึ่งจะต้องมีมาตรการจัดการและกำจัดสารที่ใช้แล้วเหล่านี้อย่างเหมาะสม

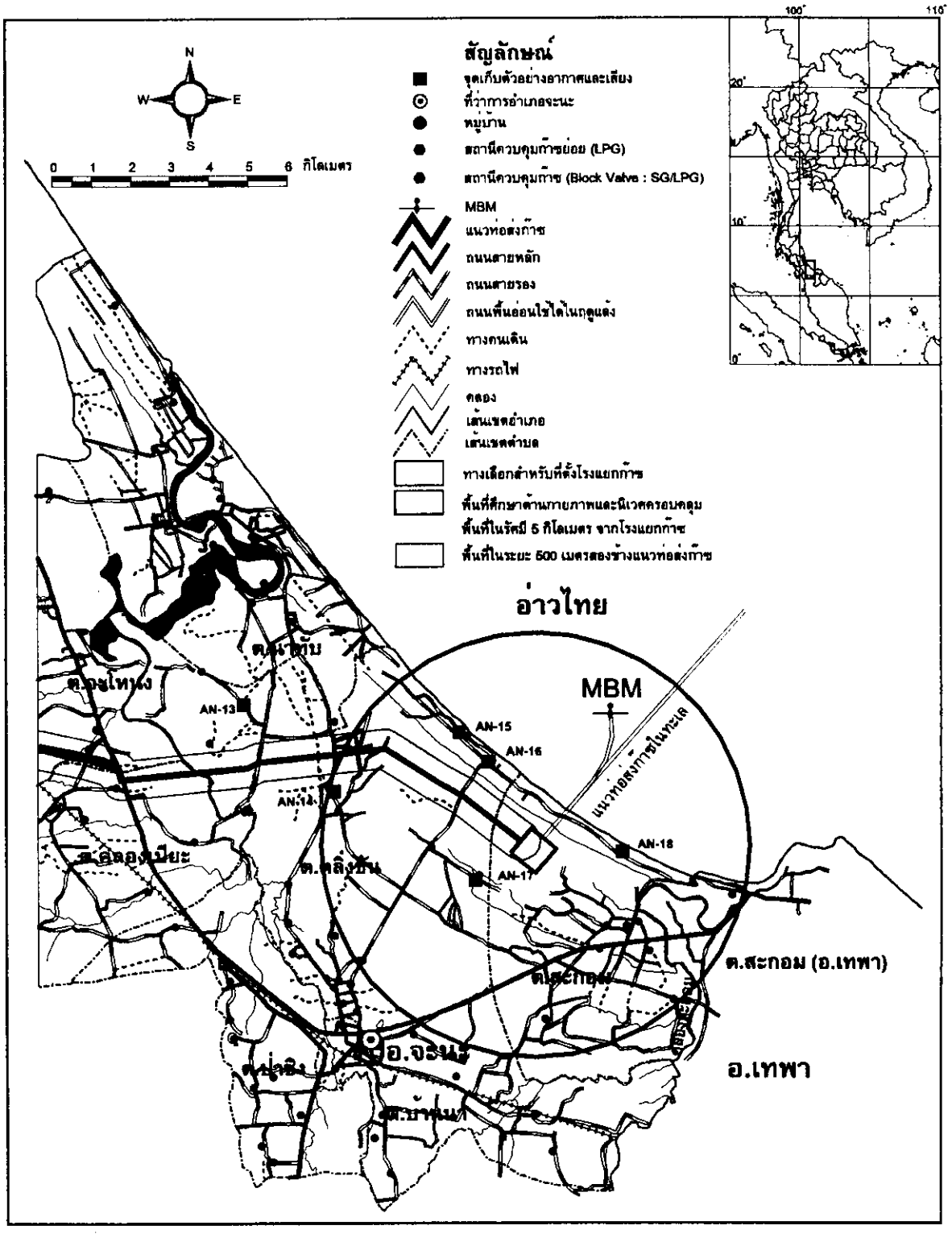
- ในขณะเดียวกันที่นอกชายฝั่ง จะมีการขุดร่องเพื่อวางท่อลึกประมาณ 4 เมตร ตามแนวท่อ เริ่มที่ตำแหน่งห่างจากฝั่งประมาณ 900 - 1,000 เมตร ที่ซึ่งจะเป็นจุดออกของท่อที่เจาะลอดชายฝั่ง โดยมีเรือวางท่อลอยลำอยู่บริเวณดังกล่าว
- มีการเจาะนำด้วยเครื่องมือขุดเจาะจากบนชายฝั่งตามแนวที่กำหนดไว้จนกระทั่งถึงจุดออกของท่อ เรือวางท่อที่ลอยลำอยู่ใกล้ๆ จะเคลื่อนที่มาจับส่วนปลายของแกนสว่านไว้ แล้วเปลี่ยนหัวเจาะเป็นหัวคว้าน หัวคว้านขนาดต่างๆ จะทำการคว้านเข้า-คว้านออก จนกว่าจะได้โพรงที่พอดีกับขนาดของท่อส่งก๊าซ
- เมื่อขุดเจาะโพรงแล้ว เรือวางท่อจะเริ่มเชื่อมท่อส่งก๊าซเข้าด้วยกันและติดตั้งแกนสว่านไว้ที่ปลายท่อ หลังจากนั้น เครื่องขุดเจาะบนฝั่งจะดึงท่อลงน้ำกลับไปตามโพรงที่เจาะไว้จนกระทั่งทะลุถึงจุดปากโพรงบนฝั่ง เป็นอันสิ้นสุดวิธีการวางท่อแบบเจาะลอดชายฝั่ง ซึ่งจะได้ทำการทดสอบท่อด้วยแรงดันน้ำต่อไปเพื่อตรวจสอบว่าท่อที่เชื่อมไม่มีความเสียหายระหว่างการดึงท่อกลับ

(5) ทุ่นขนส่งผลิตภัณฑ์ก๊าซโซลีนธรรมชาติ (NGL) ทางทะเล (Multi buoy mooring: MBM) โรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย - มาเลเซีย สามารถผลิต NGL ได้ประมาณ 43,000-152,200 ตันต่อปี หรือ ประมาณ 118-417 ตันต่อวัน ผลิตภัณฑ์ NGL ที่ได้จะถูกเก็บไว้ในถังรูปทรงกระบอก ขนาดบรรจุประมาณ 2,226 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง ออกแบบให้สำรองผลิตภัณฑ์ได้ 7 วัน ก่อนจะถูกสูบส่งผ่านท่อขนาด 10 นิ้ว และสามารถขนส่งก๊าซโซลีนธรรมชาติได้สูงสุด 300 ตันต่อชั่วโมง เป็นระยะทาง 4.5 กิโลเมตร จากโรงแยกก๊าซ ไปยังทุ่นขนส่งผลิตภัณฑ์ฯ (MBM) ซึ่งประกอบด้วยทุ่นลอยสำหรับยึดเรือเพื่อเตรียมขนถ่ายก๊าซโซลีนธรรมชาติ จำนวน 8 ทุ่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.8 เมตร ยาว 3 เมตร โดยมีตำแหน่งทุ่นลอยห่างจากตัวเรือในขณะขนถ่าย ประมาณ 20 เมตร การติดตั้งจะทำโดยเรือ ใช้เวลาในการติดตั้งประมาณ 3 เดือน ตำแหน่งทุ่นขนส่งผลิตภัณฑ์ฯ อยู่ห่างจากชายฝั่งประมาณ 3.5 กิโลเมตร บริเวณสูบถ่ายก๊าซโซลีนธรรมชาติอยู่ห่างจากแนวท่อก๊าซโซลีนธรรมชาติประมาณ 30-40 เมตร และห่างจากแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติดิบประมาณ 800 เมตร ซึ่งเป็นบริเวณที่ระดับน้ำลึกประมาณ 8-9 เมตร ตามรายละเอียดรูปที่ 1.5

ทุ่นขนส่งผลิตภัณฑ์ฯ สามารถรับเรือขนาด 5,000 - 6,600 DWT[7] โดยจะใช้เวลาในการขนถ่ายก๊าซโซลีนธรรมชาติ ลงเรือประมาณ 20 ชั่วโมง ความถี่ในการขนส่งขึ้นอยู่กับปริมาณก๊าซโซลีนธรรมชาติที่จะผลิตได้ ในระยะแรกคาดว่าประมาณ 1 ลำต่อเดือนเพื่อขนส่งไปยังเมือง Kerteh ประเทศมาเลเซีย

---

[7] DWT = Dead weight tonnage หมายถึง ขนาดบรรทุกเต็มพิกัด ซึ่งรวมถึงสินค้า อุปกรณ์ เชื้อเพลิง ลูกเรือ ฯลฯ ทั้งหมด โดยปกติใช้หน่วย Long ton ; ดังนั้น 1 DWT = 2,240 ปอนด์



รูปที่ 1.5 ตำแหน่งทุ่นขนส่งผลิตภัณฑ์ทางทะเล (MBM)

1.3.6 รายละเอียดการวางท่อส่งก๊าซบนบก

ท่อส่งก๊าซบนบกส่วนที่อยู่ในการศึกษาครั้งนี้ได้แก่ส่วนที่วางจากโรงแยกก๊าซ ถึงชายแดนไทย-มาเลเซีย ความยาวประมาณ 88.5 กิโลเมตร ประกอบด้วย (1) ท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม (Sales gas) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 นิ้ว (2) ท่อส่งก๊าซหุงต้ม (LPG) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 นิ้ว ซึ่งมีรายละเอียดในการก่อสร้างดังนี้

(1) การจัดซื้อจัดหาที่ดินสำหรับการวางท่อส่งก๊าซ: การขอรอนสิทธิ์และการซื้อที่ดิน

(1.1) ***การขอรอนสิทธิ์*** ท่อส่งก๊าซส่วนบนบก ระยะทางประมาณ 88.5 กิโลเมตร จากโรงแยกก๊าซที่อำเภอจะนะ จนถึง ชายแดน ไทย-มาเลเซีย อำเภอสะเดา จะวางพาดผ่านที่ดิน 3 ประเภทใหญ่ๆ ประกอบด้วย

- ***ที่ดินในเขตทาง*** ของทางหลวงหมายเลข 43 (จะนะ-หาดใหญ่) ระยะทางประมาณ ..... 24 กิโลเมตร
- ***ที่ดินเอกชน*** (ที่ยังไม่เคยมีการรอนสิทธิ์ใดๆ มาก่อน) ประกอบด้วย*ช่วงแรก* จากโรงแยกก๊าซ ถึงทางหลวงหมายเลข 43 ในเขตอำเภอจะนะ 11 กิโลเมตร *ช่วงที่สอง* บริเวณตำบลปริก อำเภอสะเดา 3.5 กิโลเมตร และ*ช่วงที่สาม* บริเวณตำบลสำนักขาม อำเภอสะเดา 7 กิโลเมตร ระยะทางรวมประมาณ..... 21.5 กิโลเมตร
- ***ที่ดินเอกชน*** ที่อยู่ใต้แนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (กฟผ.) และเคยถูกขอรอนสิทธิ์ โดย กฟผ. มาก่อน ระยะทางประมาณ ..... 43 กิโลเมตร

การวางท่อส่งก๊าซ จะต้องกันที่ดินไว้เป็น "แนวท่อส่งก๊าซ" กว้าง 10 เมตร ตลอดแนวท่อ[8] เพื่อการวางท่อและการบำรุงรักษาท่อ ในส่วนของที่ดินในเขตทางของทางหลวงหมายเลข 43 ต้องดำเนินการขอใช้ที่ดินจากกรมทางหลวง ส่วนที่ดินเอกชน มีขั้นตอนและหลักเกณฑ์ในการขอรอนสิทธิ์จากเจ้าของที่ดิน[9] เพื่อวางท่อส่งก๊าซ ตามกระบวนการที่กำหนดไว้ในพระราชบัญญัติการปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย พ.ศ. 2521 ซึ่งจะต้องมีการแต่งตั้งคณะอนุกรรมการปรองดองราคาและกำหนดราคาทดแทนทรัพย์สิน โดยมีผู้ว่าราชการจังหวัดสงขลาหรือผู้แทน เป็นประธานคณะอนุกรรมการฯ

---

[8] ในระหว่างก่อสร้าง ยังต้องการที่ดินกว้างอีกประมาณ 10 เมตร เป็นการชั่วคราว เพื่อกองวัสดุและกิจกรรมการก่อสร้างอื่นๆ ซึ่งบริษัท ทรานส์ ไทย – มาเลเซียฯ จะต้องเจรจาขอเช่าที่ดินจากเจ้าของที่ดิน

[9] การรอนสิทธิ์ มิใช่การโอนกรรมสิทธิ์ แต่เป็นการขอใช้ที่ดินเพื่อกิจกรรมบางประเภท (ในกรณีนี้คือการวางท่อส่งก๊าซ) โดยจำกัดสิทธิ์ของเจ้าของที่ดินสำหรับการใช้ที่ดินบางลักษณะ (เช่น มิให้ปลูกสร้างอาคาร จำกัดประเภทและขนาดของพืชที่ปลูก เป็นต้น)

โดยหลักการ ปตท. จะจ่ายค่าทดแทนทรัพย์สิน และค่าเสียโอกาสในการใช้ที่ดินให้เจ้าของที่ดินดังนี้: (ก) ค่าทดแทนที่ดิน ค่าเสียโอกาสในการใช้ที่ดิน (รอนสิทธิ์) (ข) ค่าพืชผล ต้นไม้ (ถ้ามี) (ค) ค่าสิ่งปลูกสร้าง (ถ้ามี) และ (ง) ค่าเสียหายอื่นที่ไม่ได้ระบุใน (ก)-(ค) เช่น ศาลพระภูมิ บ่อน้ำ เป็นต้น

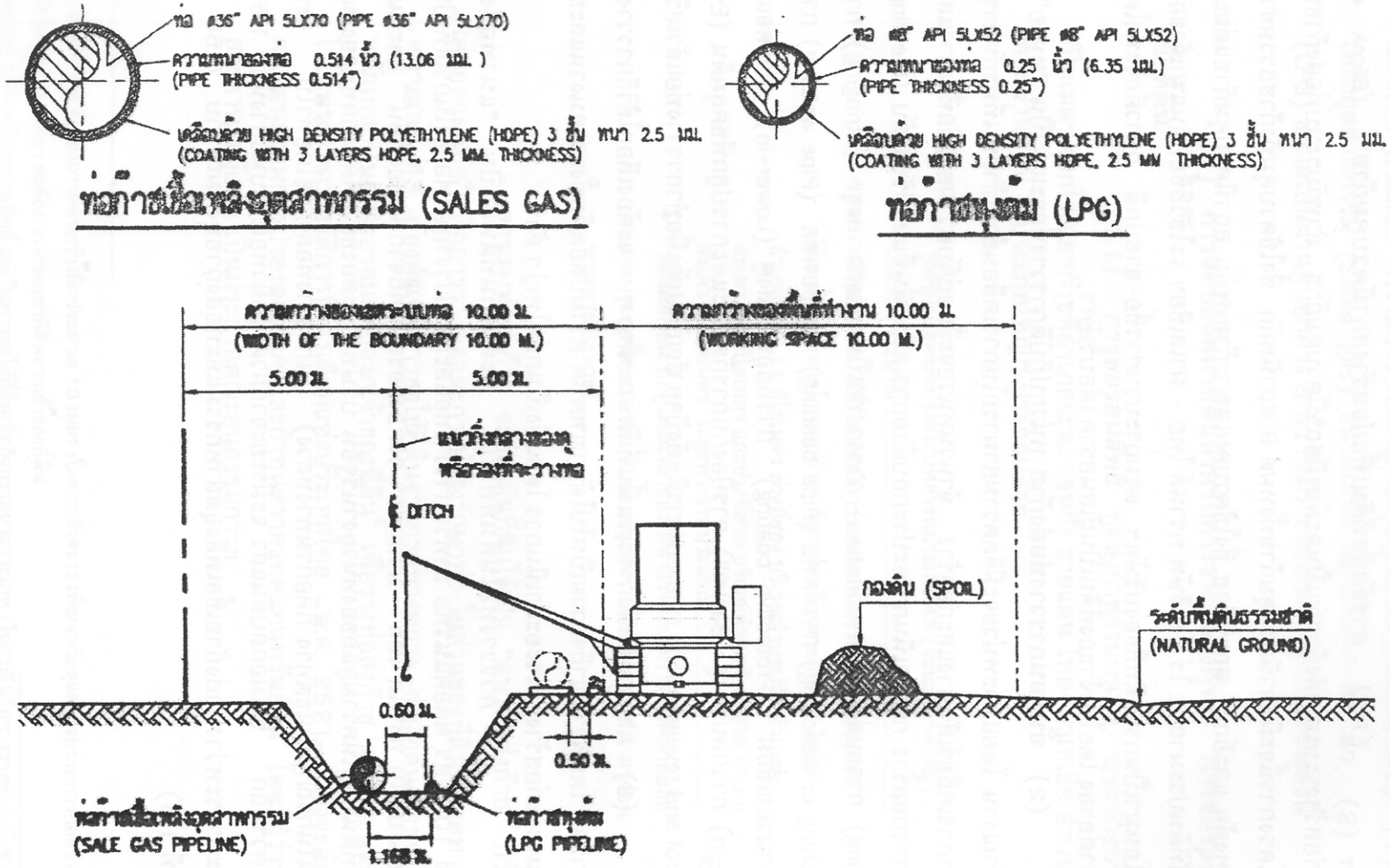
(1.2) ***การจัดซื้อที่ดินเพื่อก่อสร้างสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve)*** การก่อสร้างระบบท่อส่งก๊าซจำเป็นจะต้องมีสถานีควบคุมก๊าซ สำหรับระบบท่อส่งก๊าซบนบกของโครงการนี้จะมีสถานีควบคุมก๊าซทั้งหมด 8 สถานีหลัก ซึ่งใช้ควบคุมทั้งก๊าซธรรมชาติและก๊าซหุงต้ม และอีก 1 สถานีย่อย ซึ่งใช้ควบคุมเฉพาะก๊าซหุงต้ม สถานีควบคุมก๊าซแต่ละสถานีจะใช้ที่ดินประมาณ 2 ไร่ ซึ่งบริษัท ทรานส์ ไทย - มาเลเซียฯ จะใช้วิธีซื้อที่ดินจากเจ้าของที่ดินและโอนมาเป็นกรรมสิทธิ์ของบริษัทฯ ตามกระบวนการซื้อ-ขายปกติ กล่าวคือจะทำโดยการเจรจาต่อรอง โดยให้เจ้าของที่ดินเป็นผู้เสนอราคาต่อบริษัทฯ

(2) ขั้นตอนการวางท่อส่งก๊าซ หน่วยปฏิบัติการวางท่อจะแบ่งเป็น "หน่วย" ตามปริมาณงาน โดยแต่ละหน่วยจะมีขีดความสามารถในการเคลื่อนย้ายเข้าสู่พื้นที่ทุรกันดารเพื่อที่จะทำการเคลียร์เส้นทางและก่อสร้าง จำนวนหน่วยจะขึ้นอยู่กับความยาวท่อที่จะวางและเวลาของการก่อสร้าง การดำเนินการจะประกอบด้วยการเคลียร์พื้นที่และปรับระดับ (Clearing and grading) การขนส่ง (Transportation) การวางท่อเป็นแนวตามร่องขุด (Stringing) การขุดคู (Ditching or trenching) การดัดท่อ (Pipe bending) การเชื่อมท่อ (Pipe welding) การพอกท่อตามรอยเชื่อม (Protective coating) การหย่อนท่อลงคู (Lower-in) การต่อแนวท่อ (Tie-in) การกลบร่องคู (Backfill) การป้องกันการกัดเซาะและการปลูกพืชคลุมดิน (Erosion control and revegetation) ตลอดจนการติดตั้งป้าย สัญลักษณ์ เมื่อทำการวางท่อแล้วเสร็จ

(3) การวางท่อส่งก๊าซผ่านพื้นที่ลักษณะต่าง ๆ จะต้องเลือกใช้วิธีการวางท่อให้เหมาะสม โดยพิจารณาถึงความเป็นไปได้ทางเทคนิค ความปลอดภัยทั้งของคนงานและของท่อทั้งในระยะก่อสร้างและระยะดำเนินการ โดยแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

- *การวางท่อในพื้นที่ทั่วไป* จะต้องกันที่ดินไว้เป็น "แนวท่อส่งก๊าซ" กว้าง 10 เมตร ตลอดแนวท่อ สำหรับการวางท่อและการบำรุงรักษาท่อ ซึ่งในกรณีที่เป็นที่ดินเอกชน บริษัท ทรานส์ ไทย – มาเลเซียฯ จะต้องขอรอนสิทธิ์จากเจ้าของที่ดิน[10] และในกรณีที่เป็นที่ดินที่อยู่ในความดูแลของหน่วยงานรัฐอื่น บริษัทฯ จะต้องขอใช้ที่ดินจากหน่วยงานรัฐนั้น (เช่นในกรณีที่เป็นเขตทาง ก็คือกรมทางหลวง) ในการวางท่อส่งก๊าซโดยทั่วไป จะขุดร่องให้มีความลึก ซึ่งเมื่อกลบดินแล้ว จะมีระยะจากผิวดินถึงผิวท่อด้านบนอย่างน้อย 1.5 เมตร ระยะห่างระหว่างท่อส่งก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรมและท่อส่งก๊าซหุงต้มเท่ากับ 0.60 เมตร (รูปที่ 1.6)

[10] ดูคำอธิบายเรื่อง *การรอนสิทธิ์* ในเชิงอรรถหน้า 1-14



รูปที่ 1.6 รายละเอียดการวางท่อส่งก๊าซในพื้นที่ปกติทั่วไป

• *การวางท่อส่งก๊าซตามแนวสายส่งไฟฟ้าแรงสูง* จะวางในแนวขนานด้านใดด้านหนึ่งของสายส่ง ซึ่งกว้างข้างละประมาณ 25 เมตร คูที่ขุดมีระยะห่างระหว่างแนวกึ่งกลางคูกับแนวด้านนอกของเขตสายส่งประมาณ 5 เมตร คูที่ขุดให้มีความลึกซึ่งเมื่อกลบดินแล้วให้มีความหนาของดินอย่างน้อย 1.5 เมตรจากผิวด้านบนของท่อ

• *การวางท่อลอดถนน* ในการวางท่อลอดถนน ท่ออาจทำแบบหุ้ม (Cased pipeline) หรือไม่หุ้ม (Uncased pipeline) ซึ่งสำหรับท่อประเภทไม่หุ้ม จะใช้ท่อที่มีความหนาเป็นพิเศษ ท่อหุ้มจะมีการปิดปลาย (Seal) ทั้งสองปลาย มีท่อระบายอากาศ และมีการลงสมอเพื่อยึดท่อ การวางท่อจะอยู่ลึกลงไปประมาณ 3.5 เมตรจากพื้นถนน โดยทั่วไป จะเริ่มต้นด้วยการเจาะช่อง (Boring) ลอดถนนโดยใช้สว่านเจาะ (Boring auger) สำหรับการวางท่อลอดถนนลูกรังและถนนที่ปูพื้นผิวจราจรขนาดเล็ก โดยปกติจะทำแบบขุดเปิดและฝังกลบหลังจากวางท่อเสร็จ ระหว่างการก่อสร้างจะทำทางเบี่ยงหรือใช้แผ่นเหล็กปูเพื่อให้การจราจรผ่านได้ การขุดเปิดบนถนนต้องดำเนินการให้แล้วเสร็จภายใน 4-6 ชั่วโมง

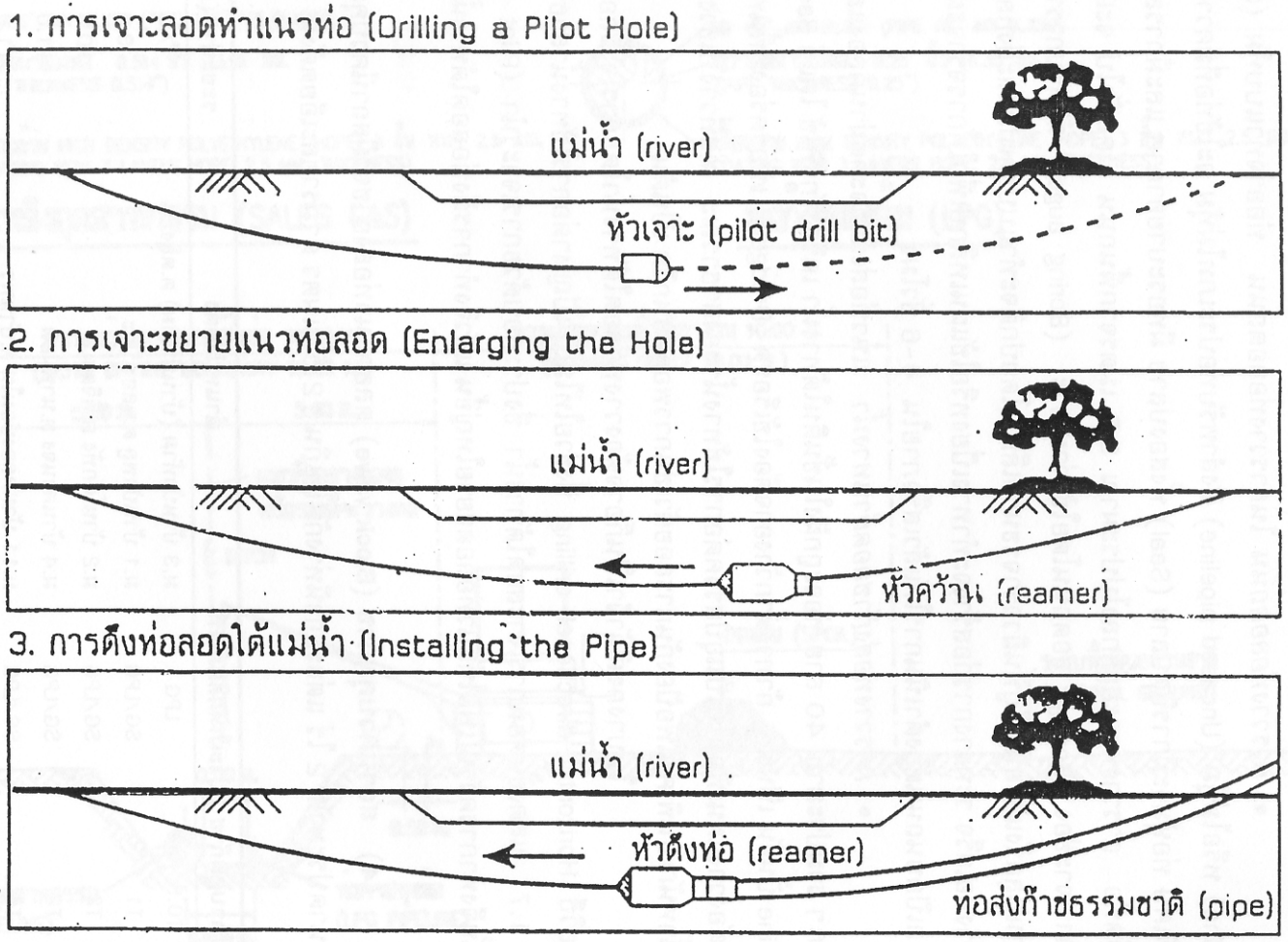
• *การวางท่อส่งก๊าซลอดผ่านทางน้ำ* แนวท่อส่งก๊าซจะตัดผ่านคลองและทางน้ำเล็กๆ รวมประมาณ 40 สาย ท่อจะถูกฝังในชั้นดินใต้ทางน้ำ เครื่องจักรที่ใช้ ได้แก่ Backhoe Dragline ปั้นจั่น เป็นต้น ถ้าทางน้ำกว้างอาจต้องใช้เรือขุด (Dredger) เพื่อขุดร่องที่พื้นทางน้ำ ซึ่งจะต้องวางแผนเพื่อมิให้เป็นอุปสรรคต่อการใช้ทางน้ำของสาธารณะ ท่อที่วางในช่วงนี้ต้องเพิ่มน้ำหนักเป็นพิเศษเพื่อป้องกันการลอยตัวเช่นการพอกคอนกรีต เป็นต้น

ในบางกรณีถ้าจำเป็นก็อาจต้องวางท่อลอดใต้ทางน้ำโดยการเจาะลอดทางน้ำโดยวิธี Horizontal directional drilling ซึ่งช่วยให้ไม่เป็นปัญหาต่อการใช้ทางน้ำสาธารณะ รูปที่ 1.7 แสดงขั้นตอนการเจาะลอดใต้ทางน้ำ ซึ่งประกอบด้วยการเจาะรูนำ (Pilot hole) จากนั้นจึงทำการคว้าน เพื่อให้แนวท่อลอดขยายใหญ่ขึ้น แล้วจึงทำการดึงท่อลอดใต้ทางน้ำ

(4) สถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) ตลอดแนวท่อส่งก๊าซจะมีสถานีควบคุมก๊าซ ซึ่งมีขนาดประมาณ 2 ไร่ แต่ละสถานีห่างกันไม่เกิน 12 กิโลเมตร ตามรายละเอียดดังนี้

สถานีควบคุมก๊าซ	ประเภทผลิตภัณฑ์	ตำแหน่งที่ตั้ง	ระยะห่าง (กม.)
T0.5	LPG	ม.3 บ้านป่าห้าม (บ้านป่างาม) ต.ตลิ่งชัน	7.5
T1	SG/LPG	ม.1 บ้านป่าพลู ต.คลองเปียะ	3.8
T2	SG/LPG	ม.2 บ้านโคกทัง ต.พิจิตร	10.5
T3	SG/LPG	ม.4 บ้านควนจง ต.นาหม่อม	11.0
T4	SG/LPG	ม.11 บ้านคลองปอมใน ต.บ้านพรุ	11.0
T5	SG/LPG	ม.2 บ้านวังปริง ต.เขามีเกียรติ์	11.6
T6	SG/LPG	ม.2 บ้านลุ่มอ้อย ต.ปริก	10.0
T7	SG/LPG	ม.8 บ้านแปดร้อยไร่ ต.สำนักแต้ว	11.9
T8	SG/LPG	ม.2 บ้านด่านนอก ต.สำนักขาม	9.5

หมายเหตุ : Tn = สถานีควมคุมก๊าซที่ n ; SG = ก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม ; LPG = ก๊าซหุงต้ม



รูปที่ 1.7 เทคนิคการวางท่อลอดใต้ท้องน้ำโดยวิธี Horizontal directional drilling

Central Library
Prince of Songkla University

- ***สำหรับท่อในทะเล*** กำหนดให้ทดสอบด้วยวิธี Hydrostatic pressure test ตามมาตรฐาน ANSI[11] 31.8 โดยทดสอบที่ความดัน 1.25 เท่าของความดันที่ออกแบบ (Maximum allowable operating pressure: MAOP) คือที่ 2,500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขณะทดสอบมีการวัดความดันและอุณหภูมิ เพื่อตรวจสอบการรั่วไหล โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - *ตัวกลางในการทดสอบ:* ใช้น้ำทะเลผสมสารป้องกันการกัดกร่อน (Corrosion inhibitor/oxygen scavenger) สารป้องกันการกัดกร่อนที่เจ้าของโครงการจะใช้สำหรับทดสอบท่อในทะเลของโครงการนี้ ได้แก่ Blacksmith O-3670 และ Blacksmith fluorescein dye
  - *ระยะเวลาทดสอบ:* 24 ชั่วโมง
  - *การทำให้แห้ง:* ท่อที่ทำการทดสอบแล้วจะถูกทำให้แห้ง ด้วยการทำ PIG driving โดยใช้ Compressed air
  - *จุดสูบน้ำและปล่อยน้ำทิ้ง* สำหรับการทดสอบท่อส่งก๊าซดิบ จะอยู่ที่บริเวณแท่นขุดเจาะ ส่วนจุดสูบน้ำและปล่อยน้ำทิ้งสำหรับท่อส่งก๊าซธรรมชาติเหลว (NGL) จะอยู่ที่บริเวณทุ่นเทียบเรือขนถ่ายก๊าซ NGL (Multi-buoy mooring : MBM)
- ***สำหรับท่อบนบก*** กำหนดให้ทดสอบด้วยวิธี Hydrostatic pressure test ตามมาตรฐาน ANSI 31.8 โดยทดสอบที่ความดัน 1.4 เท่า ของความดันที่ออกแบบไว้ (MAOP) คือที่ 1,400 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ในขณะทดสอบมีการวัดความดันและอุณหภูมิ เพื่อตรวจสอบการรั่วไหล การทดสอบท่อส่งก๊าซส่วนบนบกนั้นให้ทดสอบช่วงละ 12 กิโลเมตร ซึ่งจะใช้น้ำทดสอบช่วงละประมาณ 7,600 ลูกบาศก์เมตร แล้วใช้น้ำนั้นซ้ำสำหรับการทดสอบในขั้นต่อไปได้อีก โดยมีรายละเอียดดังนี้
  - *ตัวกลางในการทดสอบ:* ใช้น้ำจืดจากสระน้ำ ใกล้คลองปอม ซึ่งจะทำให้ไม่ต้องใช้สารป้องกันการกัดกร่อนใดๆ เป็นพิเศษ
  - *ระยะเวลาทดสอบ:* 24 ชั่วโมง
  - *การทำให้แห้ง:* ท่อที่ทำการทดสอบแล้วจะถูกทำให้แห้ง ด้วยการทำ PIG driving โดยใช้ Compressed air
  - *จุดสูบน้ำและปล่อยน้ำทิ้ง* สำหรับการทดสอบท่อส่งก๊าซบนบก ได้แก่ แอ่งน้ำบริเวณใกล้ KP 44 บ้านคลองปอมใน ตำบลบ้านพรุ ซึ่งเป็นแอ่งดินขนาดใหญ่เกิดจากการขุดหน้าดินไปใช้ ความจุประมาณ 1,000,000 ลูกบาศก์เมตร ปัจจุบัน ไม่ปรากฏว่ามีผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ โดยเฉพาะเพื่อการอุปโภค-บริโภค

(5) **Buckle detector** เป็นการทดสอบท่อส่งก๊าซในทะเล โดยจะถูกดึงไปตามท่อส่งก๊าซภายในเพื่อตรวจสอบความเสียหายที่อาจเกิดจากการแอ่นตัวของท่อบนพื้นท้องทะเล

(6) **Gauging plate** จะถูกส่งไปตามท่อส่งก๊าซหลังจากวางท่อเสร็จแล้ว เพื่อตรวจหาความบกพร่อง (Defects) ของท่อส่งก๊าซ

(7) **Sensitive geometry tool** จะถูกส่งไปตามท่อภายใน เพื่อตรวจหาการแปรเปลี่ยนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อส่งก๊าซ

---

[11] ANSI = American National Standard Institute

1.4 มาตรฐานการออกแบบ

(1) ท่อส่งก๊าซธรรมชาติจะได้รับการออกแบบด้านความปลอดภัยด้วยระบบความปลอดภัยที่สำคัญ 5 ประการ คือ

(ก) ท่อส่งก๊าซจะได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน ASME[12] B 31.8 โดยท่อส่งก๊าซในทะเลจะถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้สูงสุดที่ความดัน 2,080 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่วนท่อส่งก๊าซบนบก ให้สามารถใช้งานได้สูงสุดที่ความดัน 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(ข) ท่อส่งก๊าซจะถูกเคลือบภายนอกท่อเพื่อป้องกันการกัดกร่อน และยังมีระบบป้องกันการผุกร่อน (Cathodic protection) โดยท่อส่งก๊าซบนบกจะใช้วิธี Impressed current จากหม้อแปลง Rectifiers ตลอดแนว ส่วนท่อส่งก๊าซในทะเลจะใช้วิธี Sacrificial anode

(ค) การวางท่อส่งก๊าซจะมีสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) ตลอดแนว

(ง) ระบบส่งก๊าซจะถูกควบคุมและตรวจสอบการรั่วไหล โดยผ่านระบบ SCADA[13] จากศูนย์กลางการควบคุมที่ตั้งอยู่ในบริเวณโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย - มาเลเซีย

(จ) ได้ใช้ระบบบริหารความปลอดภัยมาตรฐาน International Safety Rating System (ISRS) เพื่อช่วยลดและขจัดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ

โดยหลักการ ในการออกแบบจะต้องมีการกำหนดสภาพพื้นที่ (Class) ซึ่งจะอาศัยข้อมูลความหนาแน่นประชากรเป็นตัวกำหนด[14] ซึ่งตามสภาพพื้นที่จริงของโครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่เกษตรมีประชากรอยู่ไม่มาก สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่จะจัดอยู่ใน Location class 1 และ 2 อย่างไรก็ตาม เพื่อเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวในอนาคต โดยเฉพาะพื้นที่ตามแนวทางหลวงหมายเลข 43 โครงการจึงได้ใช้มาตรฐานของ Location class 3 (พื้นที่ชุมชนหนาแน่น) มาใช้ในการคำนวณออกแบบท่อส่งก๊าซ

ยิ่งไปกว่านั้น ในบางครั้ง ยังใช้ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ให้ค่าสัดส่วนความปลอดภัย (Safety factor) สูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ (บนพื้นฐานของการใช้ Location class 3 เป็นตัวกำหนด) เช่นระยะห่างระหว่างสถานีควบคุมก๊าซ ซึ่งเท่ากับ 24 และ 16 กิโลเมตร สำหรับ Location class 2 และ 3 ตามลำดับ แต่ได้ใช้ค่า 12 กิโลเมตร สำหรับออกแบบโครงการนี้ เป็นต้น ทำให้ได้ค่าตัวแปรต่างๆ ที่เหนือกว่ามาตรฐานที่กำหนด

---

[12] ASME = American Society of Mechanical Engineers

[13] ดูคำอธิบายในหน้าถัดไป ในข้อ 1.4(3)

[14] การแบ่ง Location class เพื่อการออกแบบท่อจะใช้ความหนาแน่นประชากรเป็นตัวแบ่งโดยคิดประชากรในพื้นที่ 1 ไมล์ X 0.25 ไมล์ ตามแนวท่อส่งก๊าซ (ประชากร 2 ข้างท่อในระยะ 200 เมตรจากแนวท่อ) ดังนี้

Location class 1 พื้นที่ความหนาแน่นประชากร ≤10 ครัวเรือน

Location class 2 พื้นที่ความหนาแน่นประชากร >10 ถึง ≤ 46 ครัวเรือน

Location class 3 พื้นที่ความหนาแน่นประชากร > 46 ครัวเรือน

Location class 4 พื้นที่ชุมชนเมืองหนาแน่นมาก มีตึกสูงมากกว่า 4 ชั้น

1.4 มาตรฐานการออกแบบ

(1) ท่อส่งก๊าซธรรมชาติจะได้รับการออกแบบด้านความปลอดภัยด้วยระบบความปลอดภัยที่สำคัญ 5 ประการ คือ

(ก) ท่อส่งก๊าซจะได้รับการออกแบบตามมาตรฐาน ASME[12] B 31.8 โดยท่อส่งก๊าซในทะเลจะถูกออกแบบให้สามารถใช้งานได้สูงสุดที่ความดัน 2,080 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ส่วนท่อส่งก๊าซบนบก ให้สามารถใช้งานได้สูงสุดที่ความดัน 1,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

(ข) ท่อส่งก๊าซจะถูกเคลือบภายนอกท่อเพื่อป้องกันการกัดกร่อน และยังมีระบบป้องกันการผุกร่อน (Cathodic protection) โดยท่อส่งก๊าซบนบกจะใช้วิธี Impressed current จากหม้อแปลง Rectifiers ตลอดแนว ส่วนท่อส่งก๊าซในทะเลจะใช้วิธี Sacrificial anode

(ค) การวางท่อส่งก๊าซจะมีสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) ตลอดแนว

(ง) ระบบส่งก๊าซจะถูกควบคุมและตรวจสอบการรั่วไหล โดยผ่านระบบ SCADA[13] จากศูนย์กลางการควบคุมที่ตั้งอยู่ในบริเวณโรงแยกก๊าซธรรมชาติ ไทย - มาเลเซีย

(จ) ได้ใช้ระบบบริหารความปลอดภัยมาตรฐาน International Safety Rating System (ISRS) เพื่อช่วยลดและขจัดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ

โดยหลักการ ในการออกแบบจะต้องมีการกำหนดสภาพพื้นที่ (Class) ซึ่งจะอาศัยข้อมูลความหนาแน่นประชากรเป็นตัวกำหนด[14] ซึ่งตามสภาพพื้นที่จริงของโครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ไทย-มาเลเซีย ส่วนใหญ่จะเป็นพื้นที่เกษตรมีประชากรอยู่ไม่มาก สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่จะจัดอยู่ใน Location class 1 และ 2 อย่างไรก็ตาม เพื่อเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวในอนาคต โดยเฉพาะพื้นที่ตามแนวทางหลวงหมายเลข 43 โครงการจึงได้ใช้มาตรฐานของ Location class 3 (พื้นที่ชุมชนหนาแน่น) มาใช้ในการคำนวณออกแบบท่อส่งก๊าซ

ยิ่งไปกว่านั้น ในบางครั้ง ยังใช้ค่าตัวแปรต่างๆ ที่ให้ค่าสัดส่วนความปลอดภัย (Safety factor) สูงกว่าค่าที่ได้จากการคำนวณ (บนพื้นฐานของการใช้ Location class 3 เป็นตัวกำหนด) เช่นระยะห่างระหว่างสถานีควบคุมก๊าซ ซึ่งเท่ากับ 24 และ 16 กิโลเมตร สำหรับ Location class 2 และ 3 ตามลำดับ แต่ได้ใช้ค่า 12 กิโลเมตร สำหรับออกแบบโครงการนี้ เป็นต้น ทำให้ได้ค่าตัวแปรต่างๆ ที่เหนือกว่ามาตรฐานที่กำหนด

---

[12] ASME = American Society of Mechanical Engineers

[13] ดูคำอธิบายในหน้าถัดไป ในข้อ 1.4(3)

[14] การแบ่ง Location class เพื่อการออกแบบท่อจะใช้ความหนาแน่นประชากรเป็นตัวแบ่งโดยคิดประชากรในพื้นที่ 1 ไมล์ x 0.25 ไมล์ ตามแนวท่อส่งก๊าซ (ประชากร 2 ข้างท่อในระยะ 200 เมตรจากแนวท่อ) ดังนี้

Location class 1 พื้นที่ความหนาแน่นประชากร $\leq$10 ครัวเรือน

Location class 2 พื้นที่ความหนาแน่นประชากร >10 ถึง $\leq$ 46 ครัวเรือน

Location class 3 พื้นที่ความหนาแน่นประชากร > 46 ครัวเรือน

Location class 4 พื้นที่ชุมชนเมืองหนาแน่นมาก มีตึกสูงมากกว่า 4 ชั้น

(2) ระบบการบริหารความปลอดภัยมาตรฐาน ISRS (International safety rating system)

บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซียฯ ได้นำมาตรฐานการดำเนินงานความปลอดภัย ซึ่งเน้นที่ระบบการจัดการของ International Loss Control Institute (ILCI) จากสหรัฐอเมริกา มาพัฒนาปรับใช้ ระบบนี้สามารถทำให้วิเคราะห์ความเสี่ยงในสถานปฏิบัติงานได้อย่างมีหลักเกณฑ์ และสามารถชี้ชัดขอบเขตของศักยภาพแห่งความสูญเสีย ตลอดจนผู้บริหารสามารถที่จะปรับระบบการบริหารการดำเนินงานที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ได้อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา ระบบนี้มีข้อดี อาทิเช่น

- กำหนดสิ่งที่ต้องดำเนินการไว้อย่างชัดเจน ครบถ้วน
- ตรวจสอบความก้าวหน้าของการดำเนินงาน และวัดผลเป็นค่าตัวเลขได้
- เป็นระบบบริหารความปลอดภัยที่สมบูรณ์
- เป็นที่ยอมรับของนานาชาติเป็นสากล

(3) การควบคุมและการตรวจสอบระบบท่อส่งก๊าซโดยผ่านระบบ SCADA

บริษัท ทรานส์ ไทย-มาเลเซียฯ กำหนดที่จะนำระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมการปฏิบัติการของระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากแหล่งผลิตกลางทะเลในพื้นที่พัฒนาร่วมไทย-มาเลเซีย จนมาถึงผู้ใช้ก๊าซบนบก ซึ่งสามารถควบคุมการปฏิบัติการควบคุมระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยใช้ผู้ควบคุมเพียง 1-3 คน ระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ดังกล่าวเรียกว่า ระบบ **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition) ในระบบนี้อุปกรณ์ปลายทางที่ถูกควบคุมซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่ห่างไกลจากศูนย์ระบบคอมพิวเตอร์ จะรายงานข้อมูลหรือส่งสัญญาณมาที่ศูนย์โดยผ่านสื่อ เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นไมโครเวฟ ระบบใยแก้วนำแสง หรือผ่านระบบสื่อสารดาวเทียม ระบบ SCADA ที่ใช้ในการควบคุมการส่งก๊าซผ่านระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากแหล่งผลิตจนถึงจุดส่งมอบให้ลูกค้าเรียกว่า *Pipeline SCADA* ส่วนระบบ SCADA ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการแยกก๊าซ การส่งผลิตภัณฑ์ก๊าซผ่านท่อผลิตภัณฑ์จากโรงแยกก๊าซจนถึงคลังก๊าซและจัดเก็บผลิตภัณฑ์ก๊าซ เรียกว่า *Gas Separation Plant (GSP) SCADA*

1.5 สถิติการเกิดอุบัติเหตุท่อส่งก๊าซ

(1) ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุที่มลสารอาจรั่วไหลออกจากระบบท่อส่งก๊าซบนบก ก๊าซที่รั่วไหลออกมาจะมีองค์ประกอบตามองค์ประกอบของก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม ซึ่งส่วนใหญ่จะประกอบด้วยก๊าซมีเทนเป็นสัดส่วนถึงร้อยละ 90 ในขณะที่ระดับอันตรายที่เกิดจากการรั่วไหลของก๊าซออกจากระบบท่อนั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะของสาเหตุของการรั่วไหล

ตารางที่ 1.2 แสดงสถิติของอุบัติเหตุของท่อส่งก๊าซประธาน (Transmission & gathering pipeline) แยกตามสาเหตุต่างๆ ในสหรัฐฯ ระหว่างปี พ.ศ. 2540-2544 สาเหตุการรั่วไหลของก๊าซ แบ่งออกได้ดังนี้ (1) การสึกกร่อนภายในท่อ (Internal corrosion) (2) การสึกกร่อนภายนอกท่อ (External corrosion) (3) ความเสียหายจากแรงภายนอก (Damage from outside forces) (4) ความบกพร่องในการก่อสร้างหรือของวัสดุ (Construction/Material defects) และ (5) อื่นๆ ซึ่งจะพบว่าสาเหตุของอุบัติเหตุส่วนใหญ่ (ทั้งจำนวนครั้งของอุบัติเหตุและมูลค่าความเสียหายของทรัพย์สิน) จะมาจากการถูกกระทำจากแรงภายนอก อนึ่ง ข้อมูลสถิติของ Office of Pipeline Safety ประเทศสหรัฐ-อเมริกา ระบุว่าจนถึงปี พ.ศ. 2543 สหรัฐฯ มีท่อส่งก๊าซธรรมชาติรวมทั้งสิ้นประมาณ 1,339,838 ไมล์ แยกเป็นท่อประธานประมาณ 293,774 ไมล์ (ท่อบนบกประมาณ 288,568 ไมล์ ท่อในทะเลประมาณ 5,206 ไมล์) และท่อย่อยประมาณ 1,046,064 ไมล์ [http://ops.dot.gov/stats.htm]

ในประเทศไทย การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย (ปตท.) ได้รายงานอุบัติเหตุที่เกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติตามสรุปในตารางที่ 1.3 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นและทำให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซเนื่องมาจากการก่อสร้าง (ของสิ่งก่อสร้างใกล้เคียงแนวท่อ) แผ่นดินทรุดตัว และจากไฟฟ้าช็อต เป็นต้น อนึ่ง ปตท. มีท่อประธานทั่วประเทศรวมกัน (จนถึงมกราคม 2545) ยาวประมาณ 2,400 กิโลเมตร (ประมาณ 1,500 ไมล์)

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติเหตุท่อส่งก๊าซประธาน จำแนกตามสาเหตุ ในสหรัฐอเมริกา ปี พ.ศ. 2540 - 2544

ช่วงเวลา / สาเหตุ	จำนวนอุบัติเหตุ	ร้อยละ	มูลค่าความเสียหาย (ล้านเหรียญสหรัฐ)	ร้อยละ	จำนวนผู้เสียชีวิต	จำนวนผู้บาดเจ็บ
1 มกราคม 2540 - 31 ธันวาคม 2540						
1. การสึกกร่อนภายในท่อ	16	21.91	0.94	7.79	0	0
2. การสึกกร่อนภายนอกท่อ	5	6.84	1.23	10.21	0	0
3. ความเสียหายจากแรงภายนอก	28	38.35	4.20	34.8	1	4
4. ความบกพร่องในการก่อสร้างหรือของวัสดุ	12	16.43	1.28	10.55	0	0
5. อื่น ๆ	12	16.43	4.42	36.62	0	1
รวม	**73**	**100**	**12.07**	**100**	**1**	**5**
1 มกราคม 2541 - 31 ธันวาคม 2541						
1. การสึกกร่อนภายในท่อ	14	14.14	3.26	7.32	0	0
2. การสึกกร่อนภายนอกท่อ	8	8.08	1.29	2.89	0	0
3. ความเสียหายจากแรงภายนอก	37	37.37	18.67	41.97	1	3
4. ความบกพร่องในการก่อสร้างหรือของวัสดุ	19	19.19	2.98	6.7	0	4
5. อื่น ๆ	21	21.21	18.28	41.97	0	4
รวม	**99**	**100**	**44.48**	**100**	**1**	**11**
1 มกราคม 2542 - 31 ธันวาคม 2542						
1. การสึกกร่อนภายในท่อ	10	18.51	3.35	18.94	0	0
2. การสึกกร่อนภายนอกท่อ	3	5.55	0.47	2.62	0	0
3. การสึกกร่อนของท่อ - ไม่ระบุบริเวณ	1	1.85	0	0	0	0
4. ความเสียหายจากแรงภายนอก	18	33.33	5.68	32.12	1	2
5. ความบกพร่องในการก่อสร้างหรือของวัสดุ	8	14.81	6.65	37.6	0	0
6. อื่น ๆ	14	25.92	1.54	8.7	1	6
รวม	**54**	**100**	**17.69**	**100**	**2**	**8**
1 มกราคม 2543 - 31 ธันวาคม 2543						
1. การสึกกร่อนภายในท่อ	16	20	2.64	14.74	12	2
2. การสึกกร่อนภายนอกท่อ	14	17.5	3.48	19.45	0	0
3. การสึกกร่อนของท่อ - ไม่ระบุบริเวณ	1	1.25	0.73	4.08	0	0
4. ความเสียหายจากแรงภายนอก	20	25	3.16	17.7	3	7
5. ความบกพร่องในการก่อสร้างหรือของวัสดุ	7	8.75	0.59	3.3	0	0
6. อื่น ๆ	22	27.5	7.27	40.7	0	9
รวม	**80**	**100**	**17.87**	**100**	**15**	**18**
1 มกราคม 2544 - 31 ธันวาคม 2544						
1. การสึกกร่อนภายในท่อ	9	10.47	3.30	14.26	0	0
2. การสึกกร่อนภายนอกท่อ	7	8.14	1.96	8.47	0	0
3. ความเสียหายจากแรงภายนอก	35	40.70	14.29	61.75	0	0
4. ความบกพร่องในการก่อสร้างหรือของวัสดุ	12	13.95	1.64	7.09	0	0
5. อื่น ๆ	23	26.74	1.95	8.43	2	3
รวม	**86**	100	**23.14**	100	**2**	**3**

หมายเหตุ : ตัวเลขในตารางเป็นข้อมูลเมื่อต้นปี พ.ศ. 2545 ตัวเลขอาจเปลี่ยนแปลงหากมีการรายงานข้อมูลอุบัติเหตุเพิ่มเติมภายหลัง

ที่มา: http://ops.dot.gov/stats.htm (Office of Pipeline Safety)

ตารางที่ 1.3 อุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ลำดับ	ปี พ.ศ.	วันที่	เหตุการณ์
1	2525	NA	ท่อรั่วระหว่าง BV #6 และ BV #7 ก่อนข้ามสะพานบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา (สาเหตุเกิดจากการก่อสร้างของบุคคลอื่น) ต้องหยุดส่งก๊าซ
2	2534	14 ส.ค.	ก๊าซรั่วเนื่องจากแผ่นดินทรุดตัวบริเวณหน้าแปลนที่สถานีตรวจวัดก๊าซหน้าบริษัท SPG (ปท.1) อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา
3	2534	24 พ.ย.	ปท.1 บริษัทผู้รับเหมากรมทางหลวงตอกเสาเข็มทะลุท่อส่งก๊าซธรรมชาติขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 28 นิ้ว บริเวณ BV #8 จังหวัดฉะเชิงเทรา & BV #9 จังหวัดสมุทรปราการ ต้องหยุดส่งก๊าซ 4 วัน (บริษัทไม่ได้รับอนุญาตจาก ปตท.)
4	2536	19 ก.พ.	ก๊าซรั่วจากหัวอัด Sealant วาล์วใต้ดินของท่อส่งก๊าซธรรมชาติก่อนเข้าโรงงานอินเตอร์ (ปท.1) อำเภอบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา อุปกรณ์ชำรุด
5	2538	5 มิ.ย.	ก๊าซรั่วที่แนวท่อส่งก๊าซฯ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 นิ้ว จาก BV #6 จังหวัดฉะเชิงเทรา ไปยังโรงไฟฟ้า (เกิดจากการก่อสร้าง)
6	2539	26 ส.ค.	เกิดไฟฟ้าลัดวงจรจากเสาส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคผ่านรถกระเช้าของการไฟฟ้าฯ ลงพื้นดินและไหลเข้าสู่ระบบท่อแล้วไหลสู่ ground ในบริเวณข้างเคียง ทำให้ผนังท่อทะลุขนาดเท่ารูเข็ม เกิดก๊าซรั่ว แต่ไม่เกิดการระเบิด ที่บริเวณหน้าโรงแยกก๊าซธรรมชาติ จังหวัดระยอง (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อ 28 นิ้ว)
7	2540	3 ต.ค	ก๊าซรั่วซึมที่ Insulating joint ที่คู่ขนาน (ท่อใต้ดินขนาด 28 นิ้ว) ข้าง BV#6 จังหวัดฉะเชิงเทรา

หมายเหตุ : BV = Block valve (สถานีควบคุมแรงดันก๊าซ)
ปท.1 = ปฏิบัติการระบบท่อ เขต 1 จังหวัดชลบุรี
NA = Not available

1.6 อายุโครงการ

จากการพิจารณาปริมาณก๊าซสำรองและกำลังผลิต พบว่าในกรณีของ Proven reserve ก๊าซจะหมดในปีที่ 14 ของการผลิต และในกรณีของปริมาณสำรอง Proven + Probable ก๊าซจะหมดในระยะเวลาประมาณ 20-22 ปี และโครงการอาจยืดขยายได้อีกหากพบก๊าซในปริมาณที่เพิ่มขึ้น เช่น ในกรณีของปริมาณสำรอง Proven + Probable + Possible

ในขณะที่อายุของท่อได้รับการออกแบบไว้ให้ใช้งานได้ 40 ปี จึงเป็นระยะเวลาที่เพียงพอต่อการดำเนินการโครงการนี้

1.7 การเฝ้าระวัง การตรวจสอบ และการซ่อมแซมบำรุงรักษา

ในการดำเนินการระบบท่อส่งก๊าซ จะมีการตรวจสอบและการบำรุงรักษาแบ่งออกเป็นสามกลุ่มคือ (1) การเฝ้าระวัง (2) การตรวจสอบ และ (3) การบำรุงรักษา

(1) **การเฝ้าระวัง** ประกอบด้วยการดำเนินการดังนี้

- Pipeline patrol เป็นการออกสำรวจพื้นที่ที่วางท่อส่งก๊าซตามมาตรฐาน ASME B 31.8 หัวข้อ 851.2
- Pipeline leakage survey คือ การออกสำรวจการรั่วของท่อส่งก๊าซตามมาตรฐาน ASME B 31.8 หัวข้อ 851.3
- Soil erosion เป็นการสำรวจและสังเกตการณ์การกัดเซาะของดินที่ปิดทับท่อส่งก๊าซบริเวณทางน้ำไหลหรือทางลาดชัน

(2) **การตรวจสอบ** ประกอบด้วยการดำเนินการดังนี้

- P/S Potential survey คือ การตรวจสอบระดับการป้องกันการผุกร่อนท่อส่งก๊าซ ตามมาตรฐาน NACE RP-0169[15]
- Pipe thickness inspection คือ การตรวจสอบการสึกกร่อนของท่อส่งก๊าซบริเวณที่มีความเสี่ยง เช่น บริเวณข้องอหรือบริเวณที่ก๊าซมีความเร็วสูง ตามมาตรฐาน ASME B 31 G
- Close Interval P/S Survey คือ การตรวจสอบค่าระดับ การป้องกันการผุกร่อนท่อส่งก๊าซทุกๆ 1 เมตร เพื่อตรวจสอบดูว่ามีท่อบริเวณใดมีค่าต่ำกว่ามาตรฐาน NACE RP-0169
- ROW[16] Survey การตรวจสอบสภาพของท่อใต้ท้องทะเลให้มีการปิดทับด้วยดินใต้ท้องทะเลอย่างเพียงพอ ป้องกันผลกระทบจากคลื่นและการประมง พร้อมทั้งตรวจสอบระบบป้องกันการผุกร่อนท่อส่งก๊าซเพื่อเป็นไปตามมาตรฐาน NACE RP-0169
- Coupon inspection คือ การติดตั้งชิ้นโลหะชนิดเดียวกันกับท่อไว้ภายในท่อส่งก๊าซเพื่อเป็นตัวแทนผนังท่อด้านใน ซึ่งจากการติดตั้งระยะเวลาหนึ่งจะมีการถอดออกมาเพื่อตรวจสอบสภาพผิว น้ำหนักที่หายไป เพื่อนำไปคำนวณหาอัตราการผุกร่อน
- Deposition inspection คือ การเก็บตัวอย่าง Mill scales จากการตรวจสอบด้วย Cleaning PIG หรือจาก Filler ที่ติดตั้งตามสถานีก๊าซนำไปวิเคราะห์หาสารประกอบของเหล็ก เพื่อนำมาประเมินการผุกร่อนของท่อส่งก๊าซว่าเกิดจากสาเหตุอะไร ซึ่งจะนำไปสู่การแก้ปัญหาได้ถูกจุด
- Coating defect survey คือ การตรวจสอบการชำรุดของ Coating ท่อส่งก๊าซ

---

[15] NACE = National Association of Corrosion Engineers

[16] ROW = Right of way

• Insulating joint/Flange inspection คือ การตรวจสอบสภาพของ Insulating joint/Flange ว่ามีการรั่วหรือลัดวงจรหรือไม่

• A/C Mitigation inspection คือ การตรวจสอบระบบการป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าและไฟฟ้าแรงสูงต่อท่อส่งก๊าซ และพนักงานผู้ซึ่งทำงานในขณะนั้นๆ

• Pipeline settlement inspection คือ การตรวจสอบการทรุดตัวของท่อส่งก๊าซจากแรงกระทำภายนอกท่อส่งก๊าซ

(3) **การบำรุงรักษา** ประกอบด้วยการดำเนินการดังนี้

• Rectifier inspection คือ การเฝ้าติดตามการทำงานของอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้าเพื่อดูว่าระบบป้องกันการผุกร่อนยังคงทำงานอยู่ พร้อมทั้งบันทึกค่าต่างๆ ที่ Rectifier

• Inhibitor injection คือ การฉีดสารยับยั้งการผุกร่อนเข้าไปในท่อส่งก๊าซ (เฉพาะท่อในทะเลหรือท่อที่ส่งก๊าซที่มีสารกัดกร่อนปนอยู่) เพื่อทำหน้าที่รวมตัวกับน้ำที่อยู่ภายในท่อและเคลือบผิวด้านในท่อส่งก๊าซ อัตราการฉีดจะขึ้นอยู่กับส่วนผสมของ Inhibitor ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

1.8 แผนระงับเหตุฉุกเฉิน

แผนระงับเหตุฉุกเฉิน มีวัตถุประสงค์เพื่อ *(ก)* ใช้เป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อให้เกิดความเสียหายต่อบุคคลน้อยที่สุด โดยจะทำให้เหตุการณ์ฉุกเฉินเข้าสู่ภาวะปกติเร็วที่สุด และ *(ข)* ใช้เป็นแนวทางในการฝึกอบรมและฝึกซ้อมให้เกิดความชำนาญตามหน้าที่รับผิดชอบของพนักงานที่เกี่ยวข้องและระบุไว้ในแผน

แผนปฏิบัติการระงับเหตุฉุกเฉินของบริษัท ทรานส์ ไทย – มาเลเซียฯ จะใช้แนวทางเดียวกับที่ ปตท. เคยใช้ในพื้นที่อื่นๆ มาพัฒนาปรับใช้ให้เหมาะสมกับพื้นที่ โดยโครงการระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติแบ่งเหตุฉุกเฉินออกเป็น 2 ระดับ คือเหตุฉุกเฉินระดับ 1 และเหตุฉุกเฉินระดับ 2 และกำหนดหลักเกณฑ์ในการพิจารณากำหนดระดับเหตุฉุกเฉิน ดังนี้

เหตุฉุกเฉินระดับ 1 เป็นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นต่อระบบท่อส่งก๊าซ ที่มีศักยภาพอันอาจจะทำให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงต่อไป ได้แก่เหตุการณ์ต่อไปนี้

• เกิดอุบัติเหตุในพื้นที่ปฏิบัติงาน อาจมีคนเจ็บหรือคนเสียชีวิต ส่งผลกระทบต่อระบบท่อส่งก๊าซ

• เกิดไฟไหม้ ระเบิดขนาดเล็ก

• มีการรั่วไหล หกล้นของสารไวไฟ สารเคมีอันตราย ปริมาณเล็กน้อย

• เกิดภัยธรรมชาติ ที่ไม่ทำให้เกิดความเสียหายระบบท่อส่งก๊าซมากนัก เช่น แผ่นดินไหวเล็กน้อย พายุฝน เป็นต้น

เหตุฉุกเฉินระดับ 2 เป็นเหตุการณ์ที่เมื่อเกิดขึ้นแล้วอาจจะมีผลกระทบอย่างรุนแรงต่อระบบท่อส่งก๊าซ เป็นอันตรายต่อคน ทรัพย์สิน หรือสิ่งแวดล้อมบริเวณพื้นที่เกิดเหตุอย่างทันทีทันใด ได้แก่เหตุการณ์ต่อไปนี้

- ไฟไหม้ การระเบิดขนาดใหญ่
- ก๊าซรั่ว ไฟลุกไหม้และเกิดการระเบิด
- ภัยธรรมชาติ ที่ทำให้เกิดความเสียหายกับระบบท่อส่งก๊าซ เช่น การเกิดแผ่นดินไหวอย่างรุนแรง
- การขู่ก่อวินาศกรรม การขู่วางระเบิด

แผนฉุกเฉินทั้ง 2 ระดับ ได้มีการกำหนดขั้นตอนวิธีปฏิบัติอย่างชัดเจนทั้งในส่วนของ

(ก) การกำหนดหน้าที่ปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ณ ที่เกิดเหตุ (เช่น การอพยพผู้ไม่เกี่ยวข้องออกนอกพื้นที่ การปฐมพยาบาลผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ การติดต่อหน่วยงานของรัฐบาลที่เกี่ยวข้อง เป็นต้น) ที่ศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุ (เช่น การรวมพลทีมฉุกเฉิน การให้การสนับสนุนผู้สั่งการที่เกิดเหตุ เป็นต้น) และที่ศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉิน (เช่น การรวมพลทีมฉุกเฉิน การให้การสนับสนุนผู้สั่งการศูนย์ควบคุมที่เกิดเหตุ เป็นต้น)

(ข) *ขั้นตอนการปฏิบัติเมื่อประกาศสภาวะฉุกเฉิน ทั้งในส่วนของ*ผู้ประสบเหตุ หรือเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยประจำสถานีควบคุมก๊าซ (Block valve) และหัวหน้ากะที่ห้อง CCR[17] การตรวจสอบข้อมูลในระบบ SCADA[18] การประกาศเหตุฉุกเฉิน ระดับ 1 หรือ 2 การแจ้งลูกค้าที่มีผลกระทบต่อการจ่ายก๊าซ การระงับเหตุฉุกเฉิน การประกาศยกเลิกเหตุฉุกเฉิน เมื่อควบคุมสถานการณ์ได้ และการสรุปเหตุการณ์ และผลกระทบที่เกิดขึ้นทั้งหมด

(ค) *มาตรการเพื่อความปลอดภัย* ประกอบด้วย การดูแลรักษาอุปกรณ์ผจญเพลิง การจัดให้มีสนามฝึกซ้อมดับเพลิง เพื่อการฝึกดับเพลิงแบบต่างๆ การจัดแผนปฏิบัติการฉุกเฉิน ซึ่งครอบคลุมถึงรายละเอียดเกี่ยวกับหน้าที่และความรับผิดชอบ รวมทั้งวิธีการปฏิบัติในกรณีฉุกเฉินในรายละเอียดต่อไปเมื่อมีโครงสร้างและตัวบุคคลมารองรับที่ชัดเจน

(ง) *กิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง* เช่น การอพยพออกจากที่เกิดเหตุ การปฏิบัติเมื่อมีการบาดเจ็บและการเสียชีวิต การเคลียร์/ประกาศให้กลับเข้าพื้นที่

(จ) ***แผนพื้นฟู*** ทั้งในกรณีใช้สารเคมีควบคุมสถานการณ์และมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณที่เกิดเหตุฉุกเฉินระบบท่อส่งก๊าซ โดยมีผู้รับผิดชอบคือ ผู้สั่งการที่เกิดเหตุ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน และในกรณีความเสียหายเกิดแก่ระบบท่อส่งก๊าซให้แจ้งบริษัทคู่สัญญาซ่อมท่อฉุกเฉินเข้าดำเนินการซ่อมแซมส่วนที่ได้รับความเสียหายให้กลับเข้าสู่ภาวะปกติโดยเร็ว

(ฉ) *การจัดการควบคุมก๊าซเมื่อเกิดอุบัติเหตุ* ซึ่งรวมถึงการจัดการปริมาณก๊าซเชื้อเพลิงอุตสาหกรรม กรณีเกิดอุบัติเหตุ การจัดการปริมาณก๊าซหุงต้ม กรณีเกิดอุบัติเหตุ และการซ่อมท่อฉุกเฉิน

---

[17] CCR = Central control room

[18] ดูคำอธิบายเกี่ยวกับ SCADA ในหัวข้อ 1.4(3) หน้า 1-22