



ชุดความรู้เกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติ เล่มที่ 2

การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ



บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
กลุ่มธุรกิจสำรวจ ผลิต และก๊าซธรรมชาติ



สารบัญ Contents

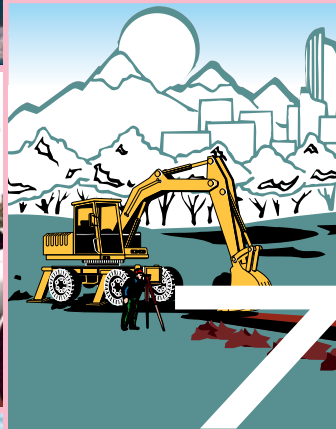
ความเป็นมา



ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
สายหลักของ ปตท.



การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
บนบก



การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
บนบกผ่านจุดตัด แม่น้ำลำคลอง
ถนน หรือทางรถไฟ



การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
ในทะเล



มาตรฐานความปลอดภัย



มาตรฐานการลดผลกระทบ
สิ่งแวดล้อม จากการก่อสร้าง
ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ



บทสรุป



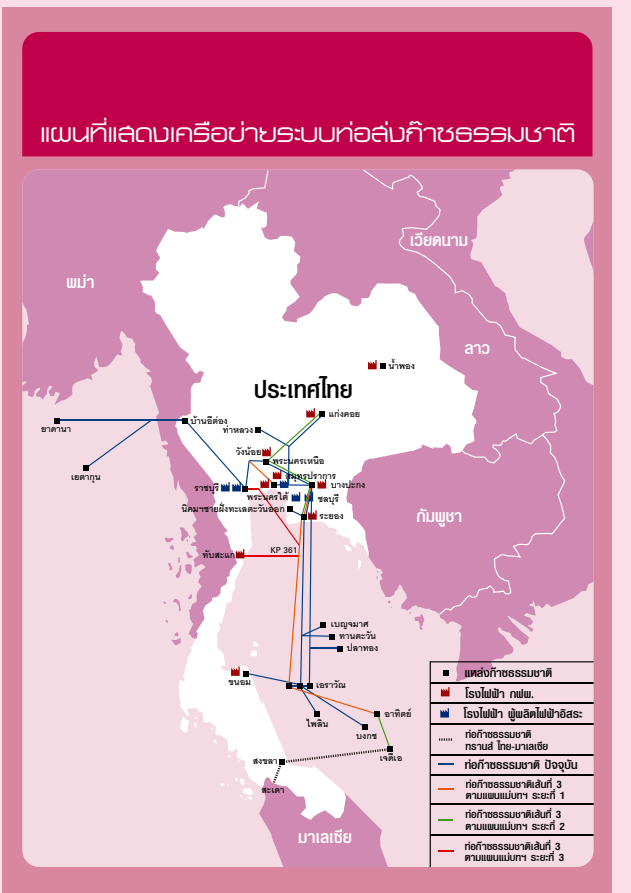
ความเป็นมา

การขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อปรากฏหลักฐานว่าเริ่มมาตั้งแต่ 900 ปีก่อนคริสตกาล โดยชาวจีนใช้กระบอกไม้ไผ่ในการขนส่งก๊าซธรรมชาติ

ส่วนในประเทศสหรัฐอเมริกาพบว่า มีการใช้ท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่ทำจากไม้ใน พ.ศ. 2364 หรือประมาณ 185 ปีที่ผ่านมา ปัจจุบันมีการวางเครือข่ายท่อส่งก๊าซธรรมชาติทั่วโลกรวมกันเป็นระยะทางกว่า 1 ล้านกิโลเมตร โดยครึ่งหนึ่งอยู่ในอเมริกาเหนือและอีก 1 ใน 4 อยู่ในยุโรปตะวันตก

ในประเทศไทย เริ่มมีการก่อสร้างระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติและเริ่มใช้งานใน พ.ศ. 2524 โดยบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) (การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทยเดิม) รับผิดชอบการวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากแหล่งเอราวัณในอ่าวไทยมายังชายฝั่งที่จังหวัดระยองและวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติเลียบถนนสายหลักไปยังผู้ใช้ ได้แก่ โรงไฟฟ้าบางปะกง จังหวัดฉะเชิงเทรา โรงไฟฟ้าพระนครใต้ จังหวัดสมุทรปราการ และโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ตามแนวท่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อจะแตกต่างกันไปตามปริมาณการจำหน่ายให้แก่ลูกค้า

ปัจจุบัน (พ.ศ. 2549) ประเทศไทยมีระบบท่อขนส่งก๊าซธรรมชาติเป็นเครือข่ายทั่วประเทศ ทั้งบนบกและในทะเลเป็นระยะทางรวมกันกว่า 3,000 กิโลเมตร และสามารถจัดส่งก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระแสไฟฟ้าเป็นเชื้อเพลิงในโรงงานอุตสาหกรรม และใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีรวมกันประมาณวันละกว่า 3,000 ล้านลูกบาศก์ฟุต





ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติหลักของ ปตท.

ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ	ความยาว (กิโลเมตร)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (นิ้ว)	ความสามารถสูงสุด ในการส่งก๊าซฯ (ล้านลูกบาศก์ฟุต/วัน)	ปีที่เริ่ม ดำเนินงาน
1 ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติในทะเล				
■ เอราวัณ - โรงแยกก๊าซธรรมชาติระยอง (ท่อเส้นที่ 1)	415	34	860	2524
■ แหล่งปลาทอง - ท่อเส้นที่ 1	42	24	250	2527
■ แหล่งบงกช - เอราวัณ (ท่อสายประธาน)	171	32	635	2539
■ เอราวัณ - โรงไฟฟ้าชนอม	161	24	250	2539
■ เอราวัณ - โรงแยกก๊าซธรรมชาติระยอง (ท่อเส้นที่ 2)	418	36	1,150	2539 - 2540
■ แหล่งทานตะวัน - ท่อเส้นที่ 2	54	24	300	2540
■ แหล่งเบญจมาศ - ท่อเส้นที่ 2	55	18	100	2542
■ แหล่งไพลิน - เอราวัณ	63	24	300	2544
2 ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบก				
■ โรงแยกก๊าซธรรมชาติระยอง - บางปะกง (ท่อเส้นที่ 1)	104	28	540	2524
■ บางปะกง - โรงไฟฟ้าพระนครใต้	57	28	-	2524
■ บางพลี - สระบุรี	99	24	270	2526
■ แหล่งน้ำพอง - โรงไฟฟ้าน้ำพอง	3.5	16	140	2533
■ โรงแยกก๊าซธรรมชาติระยอง - บางปะกง (ท่อเส้นที่ 2)	105	28	660	2539
■ บางปะกง - โรงไฟฟ้าวังน้อย	100	36	500	2539
■ ท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากชายแดนไทยและสหภาพพม่า - โรงไฟฟ้าราชบุรี	238	42	1,265	2541
■ ราชบุรี - วังน้อย	154	30	400	2543
■ โรงแยกก๊าซธรรมชาติระยอง - บางปะกง (ท่อเส้นที่ 3)	110	36	350	2549





การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบก

โดยทั่วไปการก่อสร้างท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบกจะมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



การจัดเตรียมพื้นที่วางท่อส่งก๊าซฯ

ปกติจะเตรียมพื้นที่ทั่วไปตามแนวท่อส่งก๊าซฯ ให้มีความกว้างประมาณ 12-23 เมตร ขึ้นอยู่กับสภาพพื้นที่และขนาดของท่อเพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ พร้อมทั้งปรับระดับผิวดินให้เรียบสม่ำเสมอสำหรับชั้นผิวดินที่ขุดออกจะถูกกองแยกออกจากดินชั้นล่าง และเมื่องานฝังกลบเสร็จสิ้น ก็จะนำดินส่วนนี้กลับกลบเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ง่าย

การขนย้ายท่อส่งก๊าซฯ

ใช้รถบรรทุกในการขนย้ายท่อส่งก๊าซฯ จากลานเก็บท่อไปยังพื้นที่วางท่อ โดยมีผู้ควบคุมดูแลการขนย้ายอย่างใกล้ชิดและดำเนินการอย่างระมัดระวัง

การขุดร่อง

ใช้รถขุดหรือรถที่ออกแบบในการขุดโดยเฉพาะ โดยความลึกของร่องขึ้นอยู่กับขนาดของท่อและมาตรฐานความลึกตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้าง โดยมีมาตรฐานขั้นต่ำ 1 เมตร และหากวางในเขตทางของกรมทางหลวงจะลึก 1.5 เมตร ดินชั้นบน (Top Soil) จะถูกแยกไว้ต่างหาก เพื่อนำมาถมผิวภายหลัง

การตัดท่อ

แนวการวางท่อจะต้องมีการโค้งตามแนวหรือโค้งตามระดับของร่องที่ขุด ดังนั้น จึงต้องตัดท่อเพื่อให้ท่อวางตัวในแนวที่ต้องการ ซึ่งจะทำบริเวณด้านข้างของร่องที่ขุด หรือบริเวณลานเก็บท่อ โดยใช้เครื่องมือพิเศษ ซึ่งจะยึดท่อไว้โดยรบกวนสารเคลือบท่อให้น้อยที่สุด

การเชื่อมท่อส่งก๊าซฯ และการเอกซเรย์

โดยปกติท่อส่งก๊าซฯ ที่สั่งผลิตจะมีความยาวท่อนละ 12 เมตร เพื่อสะดวกในการขนย้าย ในการเชื่อมท่อระหว่างการก่อสร้างจะต้องต่อท่อแต่ละท่อนก่อนโดยการเชื่อมและตรวจสอบความสมบูรณ์ทุกรอยเชื่อม 100% หากไม่ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดจะต้องตัดและเชื่อมใหม่





การเคลือบท่อภายนอก

ตามปกติการเคลือบผิวท่อเพื่อป้องกันการผุกร่อนจะเคลือบจากโรงงานวัสดุที่ทำกรเคลือบมีหลายชนิดและการเคลือบก็มีหลายวิธี โดยมีการกำหนดไว้ในมาตรฐาน ASME B 31.8 เช่น Epoxy, High Density Polyethylene หลังจากต่อเชื่อมท่อในพื้นที่ที่จะวางท่อแล้ว จะมีการเคลือบท่อเพื่อป้องกันสนิมและการผุกร่อนบนรอยเชื่อมอีกครั้ง และได้รับการตรวจสอบทุกครั้งก่อนเคลื่อนย้ายท่อส่งก๊าซฯ ลงร่องที่ขุดไว้

การนำท่อลงสู่ร่องขุด

ใช้รถแทรกเตอร์ยกหัวท่อและวางท่อลงในร่องขุด กรณีพื้นร่องเป็นหินจะต้องรองด้วยดินหรือทรายก่อนเพื่อป้องกันการกระแทก

การกลบท่อ

กระทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจว่ามีวัสดุที่รองรับท่อและคลุมท่อได้หนาเพียงพอที่จะป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับท่อ-ส่งก๊าซฯ ที่เคลือบแล้ว ในกรณีที่ท่ออยู่ในแนวหินหรือดินหยาบ ต้องใช้ทรายรองรับ และกลบท่อโดยใช้ดินที่ขุดขึ้นมาระหว่างการขุดร่อง และทำการอัดแน่นพอควร เพื่อให้คืนสภาพเดิมของพื้นที่ และจะมีการนำเอาดินชั้นบน (Top Soil) กลับมากลบที่ผิวดินเพื่อให้พืชเจริญเติบโตได้ง่าย

การปรับพื้นที่คืนสู่สภาพเดิม

หลังการกลบท่อ จะปรับสภาพพื้นที่และภูมิทัศน์ให้กลับคืนสู่สภาพเดิมเหมือนก่อนมีการวางท่อ ยกเว้นการปลูกไม้ยืนต้นจะหลีกเลี่ยงเพื่อป้องกันรากไม้ชอนไชสารเคลือบผิวท่อ

การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบก

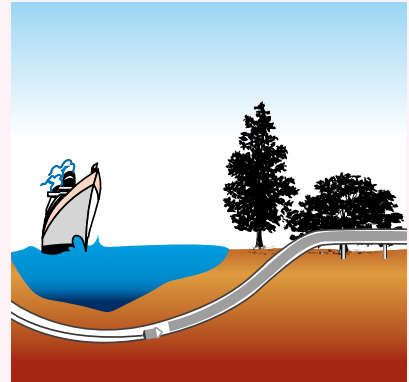
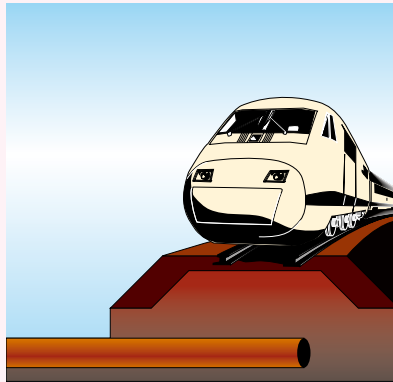
ผ่านจุดตัดแม่น้ำลำคลอง ถนน หรือทางรถไฟ

ในการวางท่อผ่านจุดตัดแม่น้ำลำคลอง ถนน หรือทางรถไฟ มีวิธีการต่างๆ กัน ดังนี้

1

2

3



1

การขุดเปิด

- กรณีการวางท่อข้ามแม่น้ำลำคลองจะเคลือบด้วย Epoxy และพอกด้วยคอนกรีต เรียกว่า Concrete Coating เป็นการเพิ่มน้ำหนักเป็นพิเศษเพื่อหลีกเลี่ยงการลอยตัวของท่อ
- ก่อสร้างทางเบี่ยง หรือนำแผ่นเหล็กวางพาด เพื่อไม่ให้ปิดกั้นการจราจร
- ไม่ทำการขุดร่องที่ตื้นกว่าการวางท่อจะแล้วเสร็จถึงบริเวณก่อสร้างเพื่อลดปริมาณตะกอนดินในแหล่งน้ำ
- ใช้วิธีการที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการเพิ่มความขุ่นและดินตะกอนในแหล่งน้ำ เช่น ทำแผงกันตะกอน
- หลังการวางท่อแล้วเสร็จ ปรับพื้นที่บริเวณนั้นและเคลื่อนย้ายอุปกรณ์ออกจากพื้นที่ก่อสร้างโดยเร็วที่สุด
- อาจใช้การเรียงถุงทรายหรืออัดดินบริเวณนั้นให้แน่น เพื่อป้องกันการพังทลายของหน้าดิน

2

การเจาะคว้าน

- ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบในการขัดขวางเส้นทางการจราจร
- ใช้ท่อนำร่องเจาะนำร่องลงไปก่อน
- นำท่อส่งก๊าซฯ จริงสอดเข้าไปและดึงผ่านช่องที่เจาะ
- เมื่อท่อส่งก๊าซฯ ถูกวางเรียบร้อยแล้ว จะรี้อท่อนำร่องและเคลื่อนย้ายออกไป

3

การเจาะลอด

- กำหนดจุดที่เป็นทางเข้า - ทางออกของท่อให้แน่นอน และดำเนินการเจาะลอด
- ในกรณีที่ต้องวางแนวท่อนานกับท่ออื่นที่มีอยู่เดิมต้องมีระยะห่างที่ปลอดภัยเพียงพอตลอดความยาวท่อ
- เศษดินทรายและสารเคมีที่ใช้ ต้องมีภาชนะบรรจุและนำไปกำจัดตามวิธีที่ได้รับอนุมัติจากหน่วยราชการที่รับผิดชอบ
- การเจาะลอดแต่ละครั้งในระยะทางไม่เกิน 2 กิโลเมตร และอาจลึกถึงประมาณ 30 เมตร

การวางท่อผ่านทางน้ำและแม่น้ำลำคลอง

จะพิจารณาจากความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการดำเนินการ โดยอาจใช้การขุดเปิด วิธีดันท่อลอดหรือเจาะลอด ซึ่งวิธีนี้จะไม่กระทบต่อการไหลของน้ำ แต่มีค่าใช้จ่ายสูง

การวางท่อลอดถนน

- กรณีที่เป็นถนนคอนกรีตหรือถนนลาดยางที่เป็นทางสายหลัก มีปริมาณยานพาหนะผ่านไปมาในปริมาณมากจะพิจารณาเลือกใช้วิธีการวางท่อแบบเจาะคว้านหรือการลอดผ่านใต้ถนน เพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบในการขัดขวางเส้นทางการสัญจร
- กรณีเป็นถนนสาธารณะในท้องถิ่นจะพิจารณาเลือกวางท่อโดยใช้วิธีขุดเปิดโดยก่อสร้างทางเบี่ยงหรือนำแผ่นเหล็กวางพาดเพื่อไม่ให้ปิดกั้นการจราจร

การวางท่อส่งก๊าซฯ ผ่านใต้ทางรถไฟ

การวางท่อลอดใต้ทางรถไฟจะวางทอลึกลงจากผิวพื้นรางรถไฟอย่างต่ำประมาณ 1.5 เมตร และมีการหุ้มท่อส่งก๊าซฯ (Casing) โดยปิดปลายท่อหุ้มทั้งสองปลาย มีปลอกกรองรับท่อ (Spacer) เป็นระยะๆ ห่างกันตามข้อกำหนดแต่ไม่เกิน 3 เมตร มีท่อระบายอากาศทั้งสองปลาย



การวางท่อส่งก๊าซฯ ในดินที่อ่อนนุ่ม

ในการวางท่อผ่านพื้นที่ลุ่ม ดินจะไม่มี ความแข็งแรงเพียงพอ จะต้องมีการระบายน้ำออกก่อน จากนั้นจึงทำการวางท่อตามวิธีการปกติ แต่เนื่องจากจะมีปัญหาเรื่องการลอยตัวของท่อจึงต้องมีการลงสมอยึด (Anchoring) ในพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินสูง ผู้รับเหมาอาจเลือกวิธีการวางท่อแบบดันและดึง (Push And Pull) โดยการขุดคูตามปกติ แต่หลังจากขุดคูจะมีน้ำเต็มคู การวางท่อจะทำการเชื่อมต่อกันที่ปลายข้างหนึ่ง (Push Pad) และทำการดึงและดันท่อไปเรื่อยๆ ในขณะที่ท่อลอยน้ำอยู่ (ปลายท่อปิด ป้องกันน้ำเข้า)

การวางท่อส่งก๊าซฯ ตามแนวสายไฟฟ้าแรงสูง

จะวางในแนวขนานด้านใดด้านหนึ่งของสายส่ง ซึ่งกว้างข้างละประมาณ 25 เมตร ร่องที่ขุดมีระยะห่างระหว่างแนวกึ่งกลางคูกับแนวด้านนอกของแนวสายส่งไฟฟ้าประมาณ 5 เมตร ความลึกของร่องที่ขุดให้มีความลึกเมื่อกลบดินแล้วให้มีความหนาของดินอย่างน้อย 1.5 เมตร จากผิวด้านบนของท่อ



การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติในทะเล

การสำรวจแนวท่อ

ก่อนจะเริ่มการก่อสร้างท่อส่งก๊าซธรรมชาติในทะเล ต้องทำการสำรวจแนวท่อเพื่อหาค่าทางธรณี (Geophysical & Geotechnical) ได้แก่ การหาค่าความลึกของท้องทะเล (Bathymetry) การตรวจสอบสภาพของพื้นที่ท้องทะเล ตลอดจนการเก็บตัวอย่างชั้นดินเพื่อทดสอบคุณสมบัติต่างๆ

นอกจากนี้การสำรวจแนวท่อยังเป็นการสำรวจค้นหาอุปสรรคต่างๆ ตามแนวท่อ ได้แก่ สิ่งก่อสร้างเดิม การใช้พื้นที่ของบุคคลที่สาม การก่อสร้างช่วงชั้นสูงฝั่ง เป็นต้น

การวางท่อส่งก๊าซ

การก่อสร้างท่อส่งก๊าซ ในทะเลแบ่งออกเป็น 3 ประเภทตามวิธีการวางดังนี้

1. การวางท่อโดยใช้เรือวางท่อแบบ Lay Barge
2. การวางท่อโดยใช้เรือวางท่อแบบ Reel Barge
3. การวางท่อโดยใช้วิธี Towing

โดยบทความนี้จะกล่าวถึงการวางท่อที่ใช้เรือวางท่อแบบ Lay Barge เท่านั้น เนื่องจากเป็นรูปแบบของการวางท่อก๊าซธรรมชาติในทะเลที่ใช้อยู่ในปัจจุบันของประเทศไทย

การวางท่อโดยใช้เรือวางท่อแบบ Lay Barge

การวางท่อโดยใช้เรือวางท่อแบบ Lay Barge เป็นการเชื่อมท่อบนเรือวางท่อ แล้วปล่อยท่อลงท้องทะเลทางด้านท้ายเรือ โดยสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ตามลักษณะรูปร่างของท่อขณะปล่อยลงสู่ท้องทะเลได้แก่

1. การวางท่อแบบตัวเอส (S Lay) ใช้ในการวางท่อในบริเวณที่ความลึกของท้องทะเลไม่มากนัก กล่าวคือความลึก 100 ถึง 200 เมตรหรือต่ำกว่า การวางท่อในทะเลในอ่าวไทยใช้วิธีนี้ เนื่องจากในอ่าวไทยมีความลึกของท้องทะเลประมาณ 50 ถึง 70 เมตร

2. การวางท่อแบบตัวเจ (J Lay) ใช้ในการวางท่อในบริเวณที่ความลึกของท้องทะเลมาก กล่าวคือความลึกมากกว่า 200 เมตร

การเชื่อมท่อ

ก่อนทำการเชื่อมท่อจะต้องทำการปาดปากท่อให้เป็นรูปตัววี (Beveling) จากนั้นจึงนำท่อเข้าสู่สายการเชื่อมท่อ (Firing Line) โดยการประกอบท่อ (Fit up) จะใช้เครื่อง Internal Clamp ประกอบท่อเข้าด้วยกัน

การเชื่อมท่อจะแบ่งออกเป็น 4 สถานี แต่ละสถานีใช้ช่างเชื่อมที่ผ่านการทดสอบ 2 คน และผู้ช่วยช่างเชื่อมอีก 2 คน โดยสถานีที่ 1 ถึง 3 เป็นการเชื่อมแบบออตโนมิติ (GMAW : Gas Metal Arc Welding) ส่วนสถานีที่ 4 เป็นการเชื่อมแบบกึ่งออตโนมิติ (FCAW : Flux Core Arc Welding) การเชื่อมทั้งสองวิธีเป็นการเชื่อมโดยใช้ก๊าซผสมระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) กับก๊าซอาร์กอน (Ar) เป็นตัวป้องกันอากาศเข้าไปรบกวนการหลอมละลายของลวดเชื่อม



การควบคุมการเชื่อมให้มีคุณภาพตามข้อกำหนด WPS ต้องทำการควบคุมตัวแปรต่างๆ ดังเช่น การทำ Bevel ปากท่อ การให้ความร้อนก่อนเชื่อมแก่ท่อ (Preheating) กระแสไฟฟ้าและโวลต์ที่ใช้หลอมลวดเชื่อม ความเร็วในการเดินลวดเชื่อม (Travel Speed) อัตราส่วนผสมของก๊าซ ตลอดจนคุณภาพของลวดเชื่อมที่ต้องเก็บรักษาให้สะอาด ปราศจากความชื้น เป็นต้น

รอยเชื่อมที่เชื่อมแล้วเสร็จจะถูกตรวจสอบแบบไม่ทำลายโดยวิธี Automatic Ultrasonic Test (AUT) ซึ่งเป็นการใช้หลักการสะท้อนของเสียงในเนื้อเหล็ก ทำสแกนตลอดแนวรอยเชื่อม หากรอยเชื่อมบริเวณใดมี Defect การสะท้อนจะหักเหต่างออกไปจากรอยเชื่อมที่สมบูรณ์ และต้องทำการซ่อม Defect ในรอยเชื่อมดังกล่าว

การทำ Field Joint Coating

รอยเชื่อมที่ผ่านการตรวจสอบจากสถานี AUT จะถูกทำ Field Joint Coating โดยใช้แผ่น HDPE Heat Shrink Sleeve (HSS) พันรอบรอยเชื่อม เมื่อให้ความร้อนแก่ HSS HSS จะหดตัวจนพันแน่นรอบรอยเชื่อม โดยต้องควบคุมมิให้เกิดสัญญาณภาคขึ้น ความสมบูรณ์ของ HSS ทดสอบโดยเครื่อง Holiday Detector โดยปล่อยไฟฟ้าที่ 12 kV หากมีสัญญาณเตือนจากเครื่อง Holiday Detector แสดงว่า HSS มีรอยฉีกขาด หรือไม่สมบูรณ์ ต้องทำการซ่อมแซมก่อนผ่านสู่สถานีต่อไป

เมื่อท่อผ่านจากสถานี HSS แล้วจะเข้าสู่สถานีสุดท้าย คือ สถานี Marine Mastic ที่สถานีนี้เป็นการพกรอยเชื่อมด้วย Marine Mastic โดยเท Marine Mastic ที่ต้มด้วยอุณหภูมิประมาณ $220 \pm 10^\circ\text{C}$ ลงในแผ่นแบบที่พันรอบรอยเชื่อมให้เต็ม จากนั้นจึงปิดแบบและบ่ม Marine Mastic ด้วยน้ำ

การทำงานแต่ละสถานีจะใช้เวลาประมาณ 12 ถึง 15 นาที ต่อการปล่อยท่อลงสู่ทะเลหนึ่งครั้ง ตลอดการทำงาน 24 ชั่วโมงต่อวัน จะวางท่อได้ประมาณ 1.0 - 1.5 กิโลเมตร

การวางท่อลงสู่ท้องทะเล

การปล่อยท่อลงสู่ท้องทะเลจะทำโดยการเคลื่อนตัวเรือวางท่อไปด้านหน้า ด้วยการดึงสมอที่อยู่ด้านหน้าเรือจำนวน 6 เส้น (มีอีก 2 เส้นอยู่ช่วงกลาง และอีก 2 เส้นอยู่ด้านหลัง) จากนั้นท่อจะถูกปล่อยลงสู่ทะเลทางด้านหลัง





ท่อที่ถูกปล่อยลงสู่ทะเลจะวางตัวในลักษณะรูปตัวเอส (S Lay) ซึ่งท่อจะถูกออกแบบให้มีความแข็งแรงเพียงพอต่อค่า Stress ที่เกิดขึ้นส่วนบน (Overbend Stress) และค่า Stress ที่เกิดขึ้นส่วนล่าง (Sagbend Stress)

การป้องกันไม่ให้เกิด Stress เกินค่าที่ออกแบบ ทำโดยใช้อุปกรณ์ 3 ตัว ได้แก่ Tensioner Stinger และ Buckle Detector

Tensioner เป็นเครื่องจักรอยู่ระหว่างสถานี AUT กับสถานี HSS ทำหน้าที่จับท่อให้เกิดแรงดึง (Tension) ไปทางด้านหน้า ท่อจะไม่ลงสู่ทะเลด้วยมุมที่มากเกินไป

Stinger เป็นโครงสร้างเหล็กอยู่ด้านท้าย ทำหน้าที่ช่วยประคองท่อก่อนลงสู่ทะเล โดยทุกวันนักประดาน้ำจะลงตรวจสอบสภาพโดยทั่วไปของ Stinger วันละ 2 ครั้ง

ทั้งแรงดึงจาก Tensioner และความลึกของปลาย Stinger จะเปลี่ยนไปตามความลึกของน้ำทะเล ขนาดท่อ รวมถึงคอนกรีตที่พอกท่อด้วย

Buckle Detector เป็นเครื่องมือที่ทำจากแผ่นเหล็กวงกลม 2 แผ่นที่มีขนาดเป็น 96% ของเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของท่อ ระหว่างแผ่นเหล็กทั้งสองเป็นแกนเหล็กและลูกล้อที่เกาะไปกับท่อ

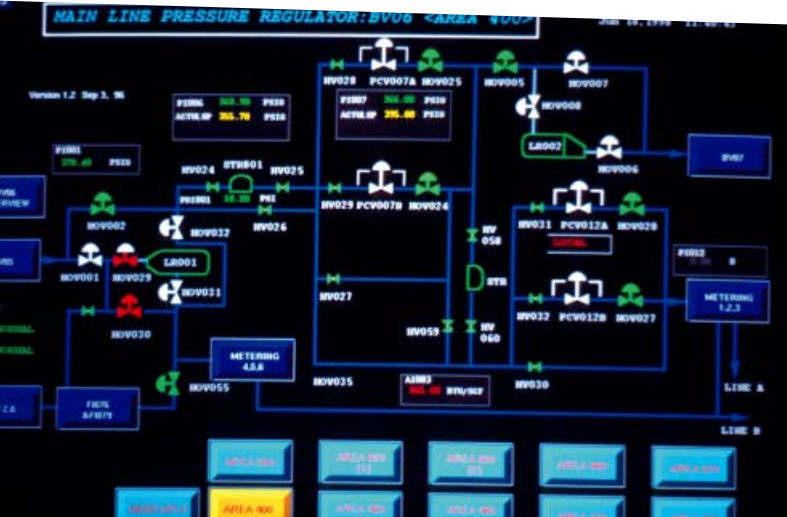
Buckle Detector จะถูกใส่เข้าไปในท่อ เลยจุดที่ท่อสัมผัสพื้นทะเล (Touchdown Point) ประมาณ 50-60 เมตร โดย Buckle Detector จะถูกดึงไปด้านหน้า ทุกครั้งที่ท่อถูกปล่อยลงสู่ทะเล ถ้าเกิด Buckle ขึ้นในท่อ Buckle Detector จะถูกดึงด้วยแรงที่สูงขึ้นกว่าปกติ ต้องทำการซ่อมท่อดังกล่าวต่อไป

นอกจากนี้ยังมีการใช้ ROV (Remote Operated Vehicle) สํารวจลักษณะทั่วไปของท่อตั้งแต่ช่วงปลายของ Stinger จนถึง Touchdown Point วันละ 2 ครั้งอีกด้วย

การสำรวจหลังวางท่อ

หลังจากการวางท่อแล้ว จะมีการสำรวจแนวท่อที่วางอีกครั้ง เพื่อตรวจสอบว่าท่อวางตัวบนพื้นท้องทะเลดีหรือไม่ หากพบว่าท่อวางพาดบนหลุมหรือส่วนที่มีความเปลี่ยนแปลงความลาดชัน จนเกิดระยะที่ท่อวางโดยไม่มีพื้นดินรองรับ (Free Span) เป็นระยะที่ยาวเกินค่าออกแบบ จะต้องทำค้ำยันหรือปรับพื้นทะเลที่สูงให้ลาดลงต่อไป





มาตรฐานความปลอดภัย



ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ : วัสดุและข้อกำหนด

- ท่อส่งก๊าซธรรมชาติเป็นท่อเหล็กกล้า (Steel) ที่มีความแข็งแรงสูง ความแข็งแรงของท่อจะเลือกจากขนาดแรงดันที่ใช้ในการส่งก๊าซ และสภาพพื้นที่ เช่น หากเลือกท่อ API 5L-X65 จะทนแรงดึงได้มากกว่า 65,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว
- ท่อส่งก๊าซ ผลิตจากโรงงานที่ได้รับมาตรฐานสากลและผ่านการทดสอบก่อนส่งมอบ
- ขนาดของท่อต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่จะรองรับการไหลของก๊าซ ปริมาณมากที่สุด (Maximum Gas Flow)
- ความหนาของท่อขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่างๆ คือความดันสูงสุดของก๊าซ ความเค้นที่เกิดขึ้นระหว่างการวางท่อ และความดันภายนอกซึ่งอาจทำให้ท่อเสียหาย
- ความหนาของท่อและการฝังลึกเป็นไปตามมาตรฐานสากล : บนพื้นที่ภูเขา/ไม่มีชุมชน และในพื้นที่ชุมชน/พื้นที่ทำกินฝังลึก 1 - 1.5 เมตร บริเวณพื้นที่ตลอดใต้ถนน 3 เมตร ตามมาตรฐานของกรมทางหลวง โดยนับจากผิวดินเดิมถึงหลังท่อ
- การออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานสากลทางวิศวกรรมของสหรัฐอเมริกา ASME B 31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems (ASME : American Society of Mechanical Engineers)

การป้องกันการผุกร่อน

- การเคลือบผิวท่อ : ท่อส่งก๊าซ จะถูกเคลือบผิวภายนอกท่อเพื่อป้องกันการผุกร่อน สำหรับท่อในทะเลต้องทำการเคลือบ 2 แบบได้แก่ การเคลือบเพื่อป้องกันการผุกร่อน (Corrosion Coating) และการพอกด้วยคอนกรีต (Concrete Coating) เพื่อเพิ่มน้ำหนักให้ท่อสามารถจมลงในพื้นท้องทะเลและมีเสถียรภาพ นอกจากนี้ การพอกด้วยคอนกรีตยังช่วยให้ท่อมีความสามารถในการป้องกันการกระแทกจากอุปกรณ์การประมงและกิจกรรมอื่นๆ ในทะเลได้ด้วย
- ระบบป้องกันการผุกร่อนด้วยไฟฟ้า (Cathodic Protection) ซึ่งออกแบบให้มีอายุการใช้งาน 40 ปี ระบบนี้เป็นการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวจ่าย อิเล็กตรอนแทนเหล็กโดยต่อขั้วลบไปยังท่อและต่อขั้วบวกไปยังแท่ง Anode ซึ่งจะถูกติดตั้งเป็นระยะๆ ตามแนวท่อ เพื่อให้ Anode ถูกกัดกร่อนแทนตัวท่อ ระยะห่างและขนาดของ Anode มักจะขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมโดยรอบท่อและคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติที่ไหลในท่อ
- การตรวจสอบความแข็งแรงและการรั่วของท่อโดยใช้แรงดันน้ำ (Hydrostatic testing) เพื่อให้มั่นใจว่าท่อสามารถทนต่อความดันที่กำหนดได้ โดยท่อส่งก๊าซ บนบกจะใช้ความดัน 1.25 ถึง 1.4 เท่าของความดันที่ออกแบบไว้ (Design Pressure) ส่วนท่อในทะเลใช้ความดันระหว่างทดสอบที่ 1.25 เท่าของความดันที่ออกแบบการทดสอบแรงดันน้ำจะดำเนินการก่อนการปล่อยก๊าซ เข้าท่อ

การควบคุม การสื่อสาร

- ระบบการส่งก๊าซ จะถูกควบคุมและตรวจสอบโดยผ่านระบบควบคุมอัตโนมัติ (Supervisory Control and Data Acquisition System) หรือระบบ SCADA มีศูนย์ปฏิบัติการชลบุรีเป็นศูนย์ควบคุมหลัก และมีพนักงานควบคุมการทำงานของระบบท่อส่งก๊าซ ตลอด 24 ชั่วโมง
- มีสถานี่ควบคุมก๊าซ (Block Valve Station) ตรวจสอบข้อมูลความดัน อุณหภูมิ ความหนาแน่น และปริมาณการไหลของก๊าซ เป็นระยะตลอดแนวท่อ
- ก่อสร้างสถานี่ควบคุมก๊าซ ตามมาตรฐานความปลอดภัยสากล กำหนดเขตความปลอดภัยในรัศมีขั้นต่ำ 7.5 เมตร จากท่อส่งก๊าซ และก่อสร้างกำแพงป้องกันภัยสำหรับสถานี่ที่มีการจราจรหนาแน่น
- หากมีเหตุผิดปกติเกิดขึ้น อุปกรณ์เปิดปิดวาล์วจะทำงานโดยการส่งการจากศูนย์ปฏิบัติการโดยตรง และสามารถสั่งการเปิดปิดวาล์วได้โดยผ่านระบบควบคุมอัตโนมัติที่ศูนย์ปฏิบัติการชลบุรีด้วย



- ควบคุมการสื่อสารผ่านระบบสื่อสารหลัก เช่น ระบบไมโครเวฟ ระบบใยแก้วนำแสง หรือระบบอื่นใดที่มีประสิทธิภาพ เป็นระบบหลักเชื่อมโยงทุกจุดตลอด 24 ชั่วโมง โดยมีระบบดาวเทียมเป็นระบบสำรอง
- ระบบสื่อสารประกอบด้วย
 - ระบบไมโครเวฟ (Microwave) เป็นระบบสื่อสารที่ใช้เป็นระบบหลักของศูนย์ปฏิบัติการชลบุรี และส่วนปฏิบัติการระบบท่อเขต 2 และ 3
 - ระบบใยแก้วนำแสง (Optic Fiber Cable) วางฝังมากับแนวท่อก๊าซท่อส่งก๊าซฯ ปัจจุบันเป็นระบบสื่อสารหลักเฉพาะระบบท่อในภาคตะวันตก และอยู่ระหว่างการขยายระบบนี้ให้ครอบคลุมระบบท่อส่งก๊าซฯ ทั้งหมด
 - ระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม (Satellite Telecommunication) เป็นระบบที่ใช้ในกรณีระบบหลักไม่สามารถใช้งานได้
 - ระบบวิทยุ UHF (Ultra High Frequency) และ VHF (Very High Frequency) ครอบคลุมพื้นที่ตลอดแนวท่อส่งก๊าซฯ
 - ระบบโทรศัพท์ภายในของ ปตท. และระบบภายนอก
 - ระบบและอุปกรณ์ทั้งหมดใช้เทคโนโลยีขั้นสูง มีความทันสมัย เพื่อให้มีความมั่นคงสูงสุด
- การตรวจสอบแนวท่อ
 - ในพื้นที่ทั่วไป : ใช้รถยนต์ตรวจการณ์ตรวจสอบตามแนวท่อ หรือบินสำรวจ หรือเดินตรวจตามแนวท่อ เพื่อสังเกตร่องรอยของสภาพแวดล้อม เช่น การเปลี่ยนแปลงของหญ้าบริเวณหลังแนวท่อ
 - ในพื้นที่ป่า : เดินตรวจตามกำหนด
 - ตรวจสอบสภาพภายในท่อด้วยอุปกรณ์กระสวย หรือ PIG (Pipeline Inspection Gauge) ใส่เข้าไปในท่อและวิ่ง

ตรวจสอบภายในท่อตลอดแนว พร้อมบันทึกข้อมูลและนำมาวิเคราะห์ผล สามารถระบุตำแหน่งที่ผิดปกติเฉพาะจุดที่คาดว่าจะเสียหายก่อนล่วงหน้า และจำเป็นต้องซ่อมแซมได้อย่างแม่นยำ การทำ Pigging จะดำเนินการทุกๆ 5 ปี โดยประมาณ อุปกรณ์กระสวยมีคุณสมบัติ ดังนี้

- ...ตรวจสอบความหนาของท่อ
- ...ตรวจสอบการบุบของท่อ
- ...ตรวจสอบการเคลื่อนตัวของท่อ
- ...บอกตำแหน่งของท่อที่ชำรุด
- ...ให้ข้อมูลการผูกพันทั้งภายในและภายนอกท่อ
- ...ไม่ต้องหยุดส่งก๊าซฯ ในระหว่างการตรวจสอบ
- ...ใช้งานในบริษัทน้ำมันและก๊าซชั้นนำทั่วโลก
- ...ใช้เทคโนโลยีการบอกตำแหน่งด้วยดาวเทียม

- หลังฝังกลบท่อ ติดตั้งป้ายเครื่องหมายแสดงแนวท่อส่งก๊าซฯ บนบก เพื่อแสดงตำแหน่งของท่อพร้อมหมายเลขโทรศัพท์ของ ปตท. เพื่อแจ้งเหตุ
- ใช้ระบบบริหารความปลอดภัยตามมาตรฐาน มอก. 18000 และระบบบริหารความมั่นคงแข็งแรงของท่อ (Pipeline Integrity Management System) เพื่อช่วยลดและขจัดโอกาสที่จะเกิดอุบัติเหตุ

การเติมกลิ่นก๊าซ (Odorant)

- ก่อนที่จะจ่ายก๊าซฯ ให้ลูกค้า ต้องทำการเติมกลิ่นก๊าซฯ โดยใส่สารเติมกลิ่น เรียกว่า Mercaptan ซึ่งมีกลิ่นเหม็นเพื่อเป็นการเตือนให้คนรับรู้หากเกิดการรั่วของก๊าซฯ เป็นสารชนิดเดียวกับที่ใช้เติมในก๊าซหุงต้มในครัวเรือน
- อุปกรณ์เติมกลิ่นเป็นระบบปิด โดยใช้เครื่องฉีดสาร Mercaptan เข้าไปในท่อ เพื่อให้ผสมกับเนื้อก๊าซฯ





มาตรการลดผลกระทบสิ่งแวดล้อม จากการก่อสร้างท่อส่งก๊าซฯ

โดยปกติ มาตรฐาน ASME B 31.8 ที่ใช้ในการก่อสร้างท่อส่งก๊าซฯ จะมีการออกแบบโดยคำนึงถึงการลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมและชุมชนไว้แล้ว แต่ในทางปฏิบัติสำหรับประเทศไทยในการดำเนินโครงการท่อขนส่งปิโตรเลียมทุกประเภท เจ้าของโครงการต้องจัดทำรายงานการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อม (Environmental Impact Assessment : EIA) ตามข้อกำหนดของสำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม ซึ่งประกอบด้วยมาตรการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทั้งในช่วงก่อนการก่อสร้าง ระหว่างการก่อสร้าง และหลังการก่อสร้าง เป็นส่วนหนึ่งของรายงานการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมดังกล่าว ทั้งนี้ เจ้าของโครงการต้องนำมามาตรการลดผลกระทบต่อ

สิ่งแวดล้อมมาผสมผสานเข้ากับเทคนิควิธีด้านวิศวกรรมก่อสร้าง และปฏิบัติตามมาตรการที่กำหนดไว้อย่างเคร่งครัด รวมทั้งควบคุมการปฏิบัติงานของบริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างให้เป็นไปตามมาตรการที่กำหนดไว้ เพื่อให้มั่นใจว่าการพัฒนาโครงการจะส่งผลกระทบต่อชุมชน สิ่งแวดล้อม และชีวิตความเป็นอยู่ของประชาชนในพื้นที่ข้างเคียงน้อยที่สุด

อย่างไรก็ตาม โดยปกติในระหว่างการก่อสร้างจะเกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นการชั่วคราว ระยะเวลาประมาณ 3 - 4 เดือน และเมื่อฝังกลบแล้วเสร็จสามารถฟื้นฟูสภาพแวดล้อมให้กลับคืนสู่สภาพเดิมได้โดยในช่วงหลังการก่อสร้าง กลบฝังท่อแล้วเสร็จ ต้องดำเนินการปรับสภาพพื้นที่ให้เข้าสู่สภาพเดิม และป้องกันการชะล้างหน้าดิน โดยการปลูกพืชพรรณคลุมบริเวณพื้นที่ที่ใช้การก่อสร้าง สำหรับพื้นที่การเกษตร และพื้นที่ทำกินของราษฎร ก็สามารถปลูกพืชไร่ ทำนา ทำกินได้ตามเดิม ยกเว้นการปลูกไม้ยืนต้น และสิ่งก่อสร้าง นอกจากนี้ บริษัทผู้รับเหมาก่อสร้างต้องรับประกันการก่อสร้างตามสัญญาเป็นเวลา 1 ปี และหลังจากนั้น ปตท. มีแผนการติดตามผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและดูแลพื้นที่อย่างต่อเนื่อง

ภาพเปรียบเทียบสภาพพื้นที่การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ปตท.



ก่อนก่อสร้าง

ระหว่างการก่อสร้าง

หลังการก่อสร้าง



บทสรุป

ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติเป็นโครงสร้างพื้นฐานที่สำคัญของการดำเนินธุรกิจก๊าซธรรมชาติ และได้รับการยอมรับว่ามีกระบวนการทำงานที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยมากที่สุดระบบหนึ่ง โดยมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง ทำให้สามารถขนส่งก๊าซธรรมชาติได้คราวละมากๆ ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งและสามารถนำมาใช้งานได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ ยังช่วยลดปัญหาการจราจรทั้งทางบกและทางน้ำ ลดการเกิดอุบัติเหตุจากเรือหรือรถบรรทุก ที่สำคัญคือเป็นระบบการขนส่งที่ช่วยลดปัญหามลพิษทางอากาศได้ดี และในระยะยาวจะเป็นระบบการขนส่งก๊าซธรรมชาติที่มีประสิทธิภาพในการใช้งานและคุ้มค่ากว่าการใช้ระบบขนส่งมวลชนโดยทั่วไป อีกทั้งไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในขณะขนส่งด้วย

ดังนั้น ในกระบวนการใช้งาน จำเป็นต้องได้รับความร่วมมือจากประชาชนและชุมชนในการปฏิบัติตามมาตรการด้านความปลอดภัยรวมทั้งความเสียหายในการให้ ปตท. และ/หรือเจ้าของโครงการได้ใช้ที่ดินเพื่อก่อสร้างระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ โดย ปตท. จะตั้งคณะกรรมการตรวจสอบราคาและกำหนดค่าทดแทนทรัพย์สินที่อยู่ในเขตระบบการขนส่งปิโตรเลียมทางท่อในทุกโครงการเพื่อพิจารณาจัดสรรผลตอบแทนแก่เจ้าของที่ดินและทรัพย์สินอย่างเป็นธรรม นอกจากนี้เพื่อเป็นหลักประกันความมั่นใจให้แก่ชุมชนที่อยู่ข้างเคียง ปตท. ได้จัดทำประกันภัยบุคคลและทรัพย์สินที่อาจเกิดความเสียหายจากระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

ปตท. ได้รับมอบหมายจากภาครัฐให้ดำเนินโครงการระบบขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อมาตั้งแต่ พ.ศ. 2524 ให้เป็นเส้นเลือดใหญ่ทางพลังงานของประเทศอันเป็นความรับผิดชอบที่ค้ำจนถึงผลประโยชน์ของประชาชนไทยทุกคน ทั้งนี้ความร่วมมือระหว่างประชาชนซึ่งเป็นเจ้าของประเทศและ ปตท. จะเป็นการผนึกกำลังอันสำคัญที่ร่วมสร้างต้นทุนทางสังคมให้บรรลุผลต่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืนต่อไป





ชุดความรู้เกี่ยวกับก๊าซธรรมชาติ
ประกอบด้วย

- 1 ความรู้เรื่องก๊าซธรรมชาติ
- 2 การวางท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
- 3 ความปลอดภัย
ของระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
- 4 คุณสมบัติและการ
ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ
- 5 โรเบอติกส์อุตสาหกรรม



บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน)
PTT Public Company Limited

ส่วนประชาสัมพันธ์
กลุ่มธุรกิจสำรวจผลิต และก๊าซธรรมชาติ

555 ถนนวิภาวดีรังสิต เขตจตุจักร
กรุงเทพฯ 10900
โทรศัพท์ : 66 (0) 2537 2000
โทรสาร : 66 (0) 2537 3498-9
www.pttplc.com