

เอกสารแนบที่ 30 การประเมินความเสี่ยง

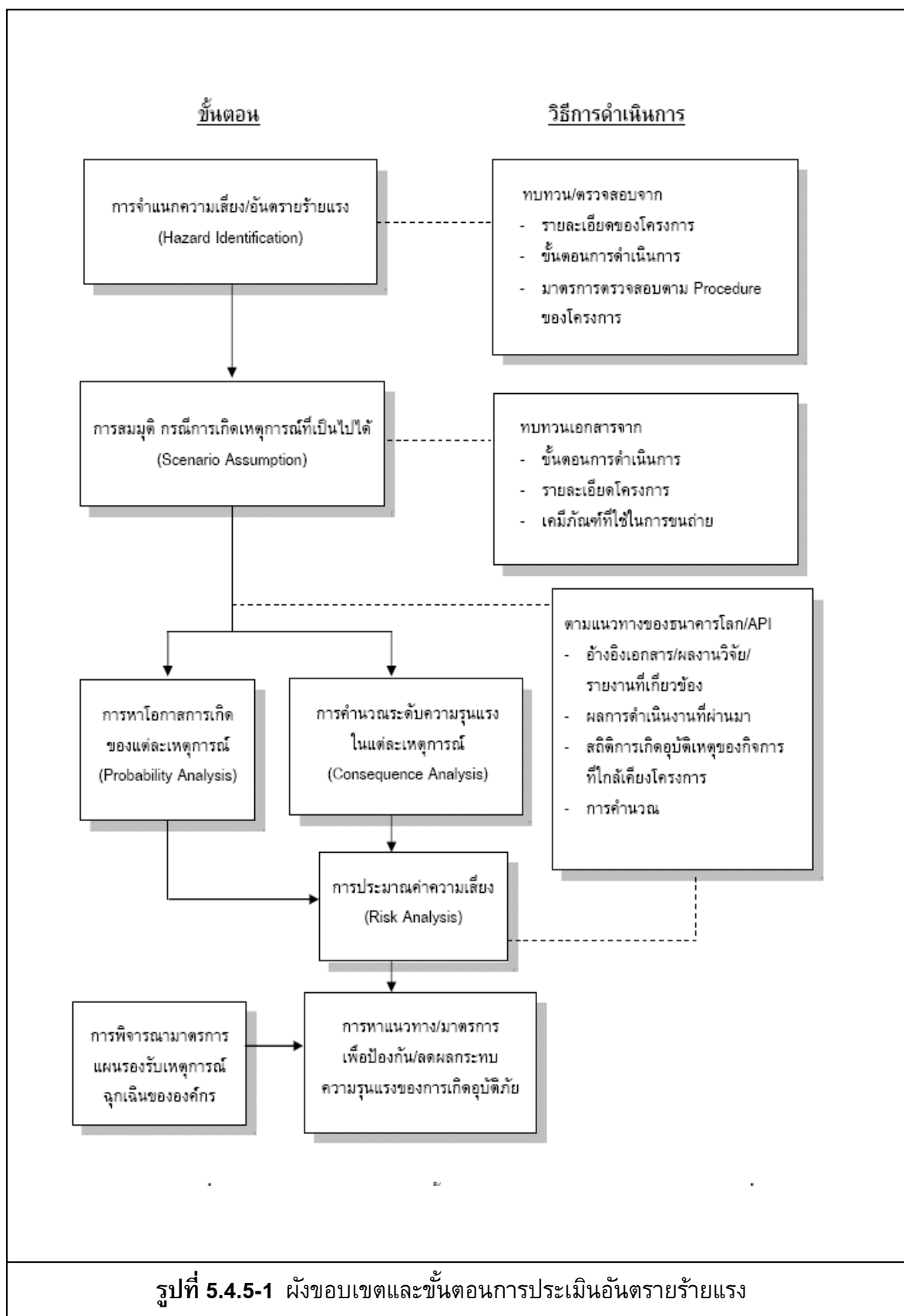
5.4.5 การประเมินความเสี่ยงและอันตรายร้ายแรง

1) บทนำ

การประเมินอันตรายร้ายแรงเป็นขั้นตอนที่สำคัญอย่างยิ่งขั้นตอนหนึ่งในการศึกษาผลกระทบสิ่งแวดล้อมของโครงการ เพื่อประเมินความรุนแรงหรือขนาดผลกระทบของเหตุการณ์อันตรายในระดับต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นได้และแสดงขอบเขตของพื้นที่ที่อาจจะได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์หรือสถานการณ์ที่เป็นอันตรายต่อชีวิต สุขภาพ หรือทรัพย์สิน ที่มีสาเหตุอันเนื่องมาจากการดำเนินการโครงการ แต่เนื่องจากโครงการผลิตพลังงานไอน้ำ และไฟฟ้าขนาดเล็ก ของบริษัท เอสเอสยูที จำกัด มีการใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิง จึงอาจประเมินอันตรายร้ายแรงจากความผิดพลาดของระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่เข้าสู่โครงการยังสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS) และท่อบริเวณที่เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ บริษัทที่ปรึกษาจึงได้ดำเนินการศึกษาวิเคราะห์และประเมิน โอกาสความน่าจะเป็นของการรั่วไหล การติดไฟ หรือการระเบิด ทั้งนี้กระบวนการศึกษาวิเคราะห์ และประเมินความเสี่ยงดังกล่าว ได้ยึดตามแนวทางการศึกษาด้านการประเมินความเสี่ยงตามแนวทางของของสำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม(สผ.) สถาบันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา (API) ธนาคารโลก (World Bank) องค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (U.S.EPA) และองค์กรอื่นๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยมีขอบเขตและวิธีการศึกษาดังแผนภูมิในรูปที่ 5.4.5-1 สรุปผลการศึกษาได้ดังนี้

2) คุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ

ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงที่สะอาดและสะดวกต่อการขนส่งทางท่อ ให้พลังงานความร้อนและอุณหภูมิของเปลวไฟสูง จึงเหมาะที่จะใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับอุตสาหกรรมหรือใช้ในกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า สำหรับก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในโครงการได้จากการขุดเจาะและผ่านกระบวนการกลั่นแยกก๊าซที่โรงแยกก๊าซธรรมชาติ จังหวัดระยอง โดยมีองค์ประกอบทางเคมีและคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ อ้างถึงตารางที่ 5.4.5-1 โดยก๊าซธรรมชาติดังกล่าวข้างต้นจะมีก๊าซมีเทนเป็นส่วนใหญ่มากกว่าร้อยละ 86-88.8 โดยปริมาตร (การวัดปริมาณก๊าซธรรมชาติมักนิยมวัดเป็น standard cubic feet (SCF) ที่อุณหภูมิ 60 องศาฟาเรนไฮต์ และที่ความดัน 14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว หรือเป็น normal cubic meters (Nm³) ที่อุณหภูมิ 15.6 องศาเซลเซียส และที่ความดัน 1 บาร์)



ตารางที่ 5.4.5-1 ลักษณะสมบัติของก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในโครงการ

องค์ประกอบ	สัดส่วนโมล (ร้อยละโดยปริมาตร)	
	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
มีเทน (Methane; C1)	86.0	88.8
อีเทน (Ethane; C2)	3.2	10.8
โพรเพน (Propane; C3)	1.6	0.1
ไอโซบิวเทน (iso-Butane; i-C4)	0.4	-
นอร์มอลบิวเทน (normal-Butane; n-C4)	0.3	-
ไอโซเพนเทน (iso-Pentane; i-C5)	0.1	-
นอร์มอลเพนเทน (normal-Pentane; n-C5)	-	-
เฮกเซน (Hexane; C6)	0.1	-
เฮปเทน (Heptane; C7)	-	-
ออกเทน (Octane; C8)	-	-
คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide; CO ₂)	6.2	-
ไนโตรเจน (Nitrogen; N ₂)	2.2	0.3
ค่าความร้อนสูงสุด (High Heating Value; BTU/SCF)	980	1,073
ค่าความร้อนต่ำสุด (Low Heating Value; BTU/SCF)	900	
ความดัน ณ จุดส่ง (Pressure at PTT deliver point)	มากกว่า 300 พีเอสไอจี	

ที่มา : บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2555

3) มาตรฐานการออกแบบท่อ

การออกแบบวัสดุท่อ การเชื่อมท่อ การเชื่อม การทดสอบอุปกรณ์เป็นไปตามมาตรฐานสากลต่างๆ โดยมาตรฐานหลักที่ใช้คือ มาตรฐาน ASME B31.8 เป็นมาตรฐานที่ประเทศต่างๆ ทั่วโลกนิยมใช้สำหรับการพัฒนาระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติโดยเฉพาะ โดยโครงการเลือกใช้ท่อเหล็กขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว ความดันที่ใช้ในการดำเนินงาน (maximum allowable operating pressure ; MAOP) เท่ากับ 58.6 บาร์ (ประมาณ 850 PSIG) ในขณะที่ท่อเหล็กของโครงการสามารถรับแรงดันได้ถึง 71.9 บาร์ (ประมาณ 1,044 PSIG) ซึ่งโครงการได้มีการเผื่อค่าความปลอดภัย (safety factor) เท่ากับ 1.23 เท่าของค่า MAOP

4) การประเมินผลกระทบอันเนื่องมาจากก๊าซธรรมชาติ

บริษัทที่ปรึกษาใช้เครื่องมือในการศึกษาสำหรับการประเมินระดับขนาดของเหตุการณ์อันตราย โดยแหล่งอันตรายที่นำมาพิจารณาประเมิน ผลกระทบดังกล่าว ได้แก่ แนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ผลการประเมินอันตรายร้ายแรงที่ได้จะถูกแสดงอยู่ในรูปรัศมีของผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเกิดเหตุการณ์อันตรายซ้อนทับบนแผนที่โครงการฯ เพื่อแสดงขอบเขตของผลกระทบที่เกิดขึ้นภายในพื้นที่โครงการหรือพื้นที่ข้างเคียง ผลกระทบจากการเกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงที่ประเมินได้จะนำไปสู่การกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่มีความเหมาะสมและสามารถนำไปปฏิบัติได้จริงสำหรับโครงการฯ

(1) สมมติฐานและหลักการที่ใช้ในการประเมินอันตรายร้ายแรง

ก) สมมติฐาน

การประเมินอันตรายร้ายแรงสำหรับการพิจารณาผลกระทบสิ่งแวดล้อม จะเป็นการประเมินในกรณีเลวร้ายสุด (Worst Case) ผลการประเมินที่ได้จะแสดงถึงระดับอันตรายสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ในสภาวะที่อุปกรณ์ป้องกันและลดผลกระทบที่มีการติดตั้งหรือดำเนินการอยู่ไม่สามารถทำงานได้ โดยไม่คำนึงถึงโอกาสที่จะเกิดขึ้นของเหตุการณ์อันตรายร้ายแรง (ในกรณีเลวร้ายสูงสุด) ว่ามีโอกาสเกิดขึ้นได้มากน้อยเพียงใด ข้อมูลที่จำเป็นที่นำมาใช้ในการประเมินจะเป็นข้อมูลที่ส่งผลให้ระดับผลกระทบที่เกิดขึ้นมีค่าสูงสุด ตัวอย่างเช่น ข้อมูลของอุปกรณ์การผลิตที่ใช้ค่าการออกแบบของหน่วยผลิต ซึ่งในสภาพความเป็นจริงอาจจะไม่มีโอกาสที่หน่วยผลิตดังกล่าวจะมีสภาวะ (ความดัน, อุณหภูมิ ฯลฯ) สูงเกินกว่าหรือเท่ากับสภาวะที่ออกแบบไว้ แต่อย่างไรก็ตามเพื่อแสดงถึงระดับอันตรายที่เป็นตัวแทนของอันตรายที่อาจเกิดขึ้นได้ในกรณีอื่น ๆ และเพื่อนำผลการประเมินไปกำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่มั่นใจว่าจะครอบคลุมในทุกเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้น การประเมินอันตรายร้ายแรงจึงจำเป็นต้องประเมินในกรณีที่เลวร้ายสุดตามเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น

ข) วิธีการศึกษา

การประเมินผลกระทบในกรณีที่เกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงที่แนวท่อขนส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการฯ นั้น ในขั้นตอนแรกต้องมีการเลือกกรณีศึกษา (Case Study) เพื่อใช้เป็นตัวแทน (Representative) ในการศึกษาลักษณะและความรุนแรงของผลกระทบหากเกิดการรั่วไหลขึ้นบริเวณท่อขนส่ง โดยในคู่มือการประเมินอันตรายร้ายแรงที่จัดทำโดยธนาคารโลก (World Bank Hazard Analysis Guide Book) ได้เสนอกรณีศึกษาสำหรับอุปกรณ์ประเภทท่อขนส่งไว้ 2 กรณีศึกษาย่อย คือ

(ก) กรณีที่เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในระดับเล็กน้อย (Partial Rupture) ในบริเวณแนวท่อขนส่ง การประเมินทำได้โดยการสมมติให้เกิดการรั่วไหลที่แนวท่อ

(ข) กรณีเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในระดับมาก (Total Rupture) ในบริเวณแนวท่อขนส่ง การประเมินทำได้โดยการสมมติให้เกิดการรั่วไหลที่แนวท่อ โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรอยรั่วเท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแนวท่อขนส่ง

ในขั้นตอนการประเมินผลกระทบด้านอันตรายร้ายแรงจะพิจารณาถึงลำดับพฤติกรรมหลังเกิดการรั่วไหลว่า เมื่อเกิดการรั่วไหลแล้วจะมีโอกาสก่อให้เกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงได้หรือไม่ เมื่อไร และต้องมีปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมอะไรบ้างที่ส่งผลให้เกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงในลักษณะต่างๆ

(2) การกำหนดสมมติฐาน/การวิเคราะห์ลำดับเหตุการณ์อันนำไปสู่การเกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรง

จากการวิเคราะห์ด้านคุณสมบัติและองค์ประกอบทั่วไปของก๊าซธรรมชาติซึ่งมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำ เบากว่าอากาศ เมื่อเกิดการรั่วไหลจะแพร่กระจายและลอยสู่อากาศได้อย่างรวดเร็ว ดังนั้นบริษัทที่ปรึกษาจึงพิจารณาสมมติฐานของการรั่วไหลและการเกิดการติดไฟของก๊าซธรรมชาติของโครงการ ในคู่มือการประเมินอันตรายร้ายแรงที่จัดทำโดยธนาคารโลก (World Bank Hazard Analysis Guide Book) อธิบายได้ดังนี้

ก) กรณีการรั่วไหล (Release Case)

กรณีการรั่วไหลของก๊าซแบ่งออกได้เป็น 2 กรณี คือ การรั่วไหลแบบฉับพลัน (Instantaneous Release) และการรั่วไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Release) ซึ่งการรั่วไหลแบบฉับพลันจะมีลักษณะการรั่วไหลของปริมาณก๊าซที่กักเก็บในท่อ (Pipeline) ทั้งหมดในช่วงเวลาสั้นๆ ส่วนการรั่วไหลแบบต่อเนื่องจะเป็นการรั่วไหลของก๊าซจากท่อในลักษณะที่มีปริมาณก๊าซไหลจากจุดที่รั่วไหลออกมาอย่างต่อเนื่อง และใช้ระยะเวลาที่นานกว่าที่ก๊าซจะรั่วไหลจากท่อจนหมด

โดยการรั่วไหลของก๊าซจะเกิดในลักษณะใดนั้นขึ้นอยู่กับ 3 ปัจจัยด้วยกัน คือ

(ก) ปริมาณก๊าซที่กักเก็บในท่อ โดยท่อที่มีปริมาณก๊าซกักเก็บอยู่ในปริมาณมากย่อมใช้ระยะเวลานานกว่าที่จะรั่วไหลออกจากท่อทั้งหมด ซึ่งจะทำให้ลักษณะการรั่วไหลเป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Release)

(ข) ขนาดรูรั่ว (Release Area) โดยการรั่วไหลที่เกิดจากขนาดรูรั่วใหญ่มากย่อมทำให้ก๊าซสามารถออกจากท่อได้ในระยะเวลาอันสั้น ซึ่งจะทำให้ลักษณะการรั่วไหลเป็นฉับพลัน (Instantaneous Release)

(ค) อัตราการรั่วไหล (Release Rate) โดยการรั่วไหลที่มีอัตราการรั่วไหลมากย่อมแสดงให้เห็นว่ามีก๊าซรั่วไหลจากภาชนะในปริมาณมากด้วยระยะเวลาอันสั้น ซึ่งจะทำให้ลักษณะการรั่วไหลเป็นฉับพลัน (Instantaneous Release) ซึ่งอัตราการรั่วไหลจะสัมพันธ์กับขนาดรอยรั่วและความดันภายในภาชนะ

ข) การติดไฟ (Ignition)

ทั้งกรณีการรั่วไหลของก๊าซแบบฉับพลัน (Instantaneous Release) และการรั่วไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Release) มีพฤติกรรมการติดไฟภายหลังที่รั่วไหลอยู่ 2 รูปแบบ คือ การติดไฟทันที (Immediate Ignition) และการติดไฟภายหลัง (Delay Ignition)

กรณีที่มีแหล่งประกายไฟอยู่ในบริเวณที่ก๊าซรั่วไหล ก๊าซที่รั่วไหลจากท่อเกิดการติดไฟในทันที ซึ่งการติดไฟในลักษณะนี้จะมีด้วยกัน 2 ลักษณะ ขึ้นอยู่กับกรณีการรั่วไหล กล่าวคือ หากกรณีก๊าซรั่วไหลในลักษณะฉับพลันและเกิดการติดไฟทันที (Immediate Ignition) จะก่อให้เกิดการติดไฟในลักษณะที่เรียกว่า **Fire Ball** และกรณีก๊าซรั่วไหลในลักษณะต่อเนื่องและเกิดการติดไฟทันทีจะก่อให้เกิดการติดไฟในลักษณะที่เรียกว่า **Jet Fire** ในการศึกษาจะประเมินระดับรังสีความร้อนที่เกิดขึ้นจากการเกิดไฟไหม้ เพื่อหาพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อนระดับต่างๆ ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 5.4.5-2 ผลกระทบที่เกิดจากเพลิงไหม้ที่ระดับรังสีความร้อนต่างๆ

ระดับรังสีความร้อน (kW/m ²)	ลักษณะอันตราย	
	ต่อสิ่งก่อสร้าง	ต่อผู้สัมผัส
4.0	-	รู้สึกแสบผิวหนังถ้าสัมผัสนานกว่า 20 วินาที แต่ไม่ทำให้พอง
12.5	วัสดุจำพวกไม้เริ่มติดไฟ พลาสติกเริ่มละลาย	ตาย 1% ใน 1 นาที ผิวหนังไหม้รุนแรงระดับที่ หนึ่งภายใน 10 วินาที
37.5	สร้างความเสียหายต่ออุปกรณ์ สิ่งก่อสร้าง	ตาย 100% ใน 1 นาที ตาย 1% ใน 10 วินาที

ที่มา: คู่มือการประเมินอันตรายร้ายแรงที่จัดทำโดยธนาคารโลก (World Bank Hazard Analysis Guide Book)

ในกรณีที่ไม่มีแหล่งประกายไฟอยู่ในบริเวณที่ก๊าซรั่วไหล ก๊าซที่รั่วไหลจะยังไม่เกิดการติดไฟ ก๊าซเหล่านั้นจะเกิดการแพร่กระจายไปตามลม (Downwind Dispersion) ในกรณีที่มีแหล่งประกายไฟอยู่ในบริเวณที่ก๊าซแพร่กระจายผ่าน และ ณ จุดนั้นก๊าซมีความเข้มข้นในขีดจำกัดของการติดไฟ (Lower Flammable Limit หรือ LFL) ก๊าซที่รั่วไหลจะเกิดการติดไฟ (Delay Ignition) การติดไฟภายหลังนี้จะก่อให้เกิด การระเบิด (Explosion) หรือ **Flash Fire** ในการศึกษาจะประเมินระยะทางที่กลุ่มก๊าซแพร่กระจายไปในบรรยากาศและยังมีศักยภาพในการติดไฟอยู่ โดยพิจารณาจากค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ขีดจำกัดของการติดไฟ และประเมินแรงดันอัดเนื่องจากการระเบิดของกลุ่มก๊าซ เพื่อหาพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากแรงดันอัดเนื่องจากการระเบิดระดับต่างๆ มีดังตารางที่ 5.4.5-3

ตารางที่ 5.4.5-3 ผลกระทบที่เกิดลักษณะอันตรายที่ระดับความรุนแรงจากการระเบิด

ระดับความรุนแรง จากการระเบิด	ลักษณะอันตราย	
	ต่อสิ่งก่อสร้าง	ต่อผู้สัมผัส
เสียหายมาก (Heavy Damage)	สร้างความเสียหายอย่างรุนแรงต่อ สิ่งก่อสร้างและอุปกรณ์การผลิตที่ อยู่ใกล้เคียง	ตาย 1% เนื่องจากการระเบิดของปอด > 50% แก้วหูฉีก > 50% บาดเจ็บสาหัสจากการถูกวัตถุที่กระเด็นมาโดน
เสียหายบางส่วน (Repairable Damage)	สร้างความเสียหายบางส่วนต่อสิ่งก่อสร้าง	> 1% แก้วหูฉีก > 1% บาดเจ็บสาหัสจากการถูกวัตถุที่กระเด็นมาโดน

ที่มา: คู่มือการประเมินอันตรายร้ายแรงที่จัดทำโดยธนาคารโลก (World Bank Hazard Analysis Guide Book)

(3) ประเมินความเสี่ยง

การประเมินโอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง (Probability) ของท่อส่งก๊าซ
ธรรมชาติของโครงการฯ มีรายละเอียดดังนี้

ก) กรณีศึกษา

ในการพิจารณาโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงกับแนวท่อส่งก๊าซ
ธรรมชาติของโครงการฯ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว เมื่อพิจารณาลักษณะของโครงการฯและ
อุปกรณ์การผลิตที่เกี่ยวข้อง เหตุการณ์เริ่มต้นอันที่จะก่อให้เกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงตามมา คือ
การรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติจากท่อ ในการประเมินความเสี่ยงบริษัทที่ปรึกษาได้เลือกกรณีการรั่วไหล
ของก๊าซธรรมชาติจากท่อของโครงการฯ 3 ระดับเป็นตัวแทนในการประเมินความเสี่ยง ได้แก่

(ก) การรั่วไหลเล็กน้อย (Minor leak) บริเวณแนวท่อ ซึ่งจะใช้นาตรอย
รั่วเท่ากับ, ร้อยละ 1 ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเป็นตัวแทนในการพิจารณา (1% Full bore cross
sectional area)

(ข) การรั่วไหลขนาดปานกลาง (Intermediate leak) บริเวณแนวท่อ ซึ่งจะ
ใช้นาตรอยรั่วเท่ากับร้อยละ 10 ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเป็นตัวแทนในการพิจารณา (10%
Full bore cross sectional area)

(ค) กรณีรั่วไหลมาก (Major leak) บริเวณแนวท่อ ซึ่งจะใช้นาตรอยรั่ว
เท่ากับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อเป็นตัวแทนในการพิจารณา (Full bore failure of piping)

สำหรับเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้นตามมา ภายหลังที่เกิดการ
รั่วไหลของก๊าซธรรมชาติสามารถพิจารณาได้จากลำดับการเกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงกรณีเกิดการ
รั่วไหลในสถานะของก๊าซ (Gas event tree) โดยที่เหตุการณ์อันตรายร้ายแรงที่เลือกเป็นตัวแทนใน
การศึกษาค้นคว้านี้ ได้แก่ การเกิดเพลิงไหม้ (Jet Fire) และการเกิดระเบิด (Explosion)

ข) การประเมินโอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง (Probability)

พื้นที่ที่มีโอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง ได้แก่ บริเวณ ท่อ วาล์ว และหน้าแปลน ณ สถานีควบคุม (MRS) และบริเวณที่ท่อเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ ทางบริษัทที่ปรึกษามีขั้นตอนการประเมินโอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง ณ ตำแหน่งนี้ดังนี้

(ก) ค่าความโอกาสเสี่ยงเริ่มต้น (Initiating event frequency)

ในการพิจารณาโอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรงจากท่อส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการจะพิจารณาจากค่าโอกาสเสี่ยงเริ่มต้น (Initiating event frequency) ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่จะก่อให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติได้ ได้แก่ ท่อ วาล์ว หน้าแปลน เป็นต้น ซึ่งข้อมูลค่าโอกาสเสี่ยงเริ่มต้นของอุปกรณ์ต่างๆ จะได้จาก Historical leak frequency data

อุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ ที่จะนำมาประเมินโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง ได้แก่ ท่อขนาด 16 นิ้ว วาล์ว หน้าแปลน เนื่องจากแนวท่อขนส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการส่วนใหญ่อยู่ใต้ดิน และบริเวณสถานีควบคุมการสุบจ่ายเป็นพื้นที่ควบคุม การเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการจราจรจึงไม่มี อย่างไรก็ตามทางบริษัทที่ปรึกษาจะพิจารณาถึงการเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากบุคคลที่สาม (Third party error) เช่น การขุดโดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ ซึ่งรวบรวมโดย Smith and Waruicle, 1981 และจากการศึกษาของ Less, 1983 and King, 1990 ซึ่งมีค่าความเสี่ยงเริ่มต้นเท่ากับ 1×10^{-3} ครั้งต่อปี

(ข) การหาค่าความเสี่ยง

ในการประเมินโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายร้ายแรงจากท่อขนส่งของโครงการ ทางบริษัทที่ปรึกษาได้แสดงเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงที่อาจเกิดจากท่อส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการ มาใช้ในการประเมินโอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง เมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ บริเวณวาล์ว หน้าแปลน และเนื่องจากบุคคลที่สาม ซึ่งการรั่วไหลจากสาเหตุดังกล่าวจะทำให้เกิดเหตุการณ์อันตรายอื่นๆ ตามมา ได้แก่ การเกิดติดไฟ/เพลิงไหม้ (Jet Fire) และการเกิดระเบิด (Explosion)

การหาโอกาสที่จะเกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงจากท่อขนส่งของโครงการ จึงจำเป็นต้องทราบโอกาสการเกิดเหตุการณ์อันตรายต่างๆ ได้แก่ โอกาสการติดไฟ (Jet Fire) และการเกิดระเบิด (Explosion) โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- โอกาสการติดไฟทันที/การติดไฟภายหลัง (Immediate / Delay Ignition)

การหาโอกาสเกิดติดไฟทันที/การติดไฟภายหลัง ในกรณีก๊าซธรรมชาติรั่วไหลจากท่อขนส่งของโครงการในสถานะก๊าซจะพิจารณาได้จากอัตราการรั่วไหล (Release rate) ในกรณีการรั่วไหลที่มีอัตราการรั่วไหลต่ำ พื้นที่ที่เกิดการรั่วไหลจึงจำกัดอยู่ในวงแคบ ดังนั้นโอกาสติดไฟจึงต่ำ ในกรณีการรั่วไหลที่มีอัตราการรั่วไหลมากนั้น พื้นที่ที่เกิดการรั่วไหลจะกว้างมากขึ้นจึงทำให้มีโอกาสที่จะสัมผัสกับแหล่งกำเนิดประกายไฟจึงสูงขึ้น โอกาสที่จะติดไฟจึงเพิ่มขึ้นเช่นกัน

สำหรับกรณีศึกษาทั้งสาม คือ การรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติจากท่อขนส่งของโครงการ เล็กน้อย (1% Full Bore Cross Sectional Area) ปานกลาง (10% Full Bore Cross Sectional Area) และการรั่วไหลมาก (Full Bore Rupture) ของท่อขนส่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว มีโอกาสเกิดการติดไฟ

- โอกาสการเกิดการระเบิด (Explosion)

ในกรณีที่ก๊าซธรรมชาติที่รั่วไหลไม่เกิดการติดไฟทันที ก๊าซธรรมชาติจะแพร่กระจายไปตามลม (Downwind Dispersion) กลุ่มก๊าซนี้สามารถเกิดการระเบิด (Explosion) ได้เมื่อเกิดการติดไฟ (Delay ignition) แต่อย่างไรก็ตามการเกิดการระเบิดของกลุ่มก๊าซจะเกิดขึ้นได้นั้นต้องมีปริมาณก๊าซธรรมชาติในกลุ่มก๊าซที่มากพอ (ประมาณ 100 กิโลกรัมขึ้นไป) จึงจะมีศักยภาพที่ก่อให้เกิดแรงดันที่สามารถทำลายสิ่งก่อสร้างต่างๆ ได้ เมื่อพิจารณาจากพื้นที่วางแนวท่อขนส่งของโครงการพบว่าพื้นที่เปิดโล่ง จึงไม่มีโอกาสที่ก๊าซธรรมชาติที่รั่วไหลเกิดการสะสมจะมีปริมาณเพียงพอที่จะเกิดการระเบิดได้เมื่อติดไฟ ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าโอกาสที่ก๊าซธรรมชาติจะเกิดการระเบิดได้นั้นเท่ากับศูนย์

5) แบบจำลองทางคณิตศาสตร์

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คือ BREEZE HAZ ซึ่งพัฒนาโดย บริษัท Trinity Consultants Inc. ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งมีลักษณะเฉพาะดังนี้

(1) **BREEZE HAZ** เป็นการรวบรวมแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ที่ใช้ประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี ตามที่กำหนดในกฎหมายหลายฉบับในหลายประเทศ คือ

- Section 112(r) of the Clean Air Act
- Occupational Safety and Health (OSHA) & Process Safety Management (PSM)
- European Economic Community (EEC) : Directive 82/501
- National Fire Protection Agency (NFPA) 59A Liquefied Natural Gas (LNG) Safety
- Department of Transportation (DOT) Federal Standard 49 CFR 193

นอกจากนี้ BREEZE HAZ ยังพัฒนาตามหลักการ quantitative risk assessment (QRA) ตามที่ US.EPA ได้แนะนำไว้ ซึ่งแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ได้มีการรวบรวมแบบจำลองย่อยต่างๆ มาไว้ด้วยกัน เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้ในการประเมินผลของการเกิดอันตรายจากสารเคมี/สารพิษเพื่อให้มีความเหมาะสมมากที่สุด โดยแบบจำลองย่อยที่ได้รวบรวมไว้ใน BREEZE HAZ

(2) แบบจำลองย่อย ที่ BREEZE HAZ รวบรวมไว้ คือ

- BREEZE HAZ DEGADIS+ เป็น dispersion modeling program ที่ใช้หลักการ ของ DEGADIS dispersion model ซึ่งยังรวมเอา แบบจำลอง EXPERT ซึ่งในส่วนนี้เป็นแบบจำลองเพื่อประมาณการปล่อยสารเคมีเมื่อมีการรั่วไหลในสภาวะต่างๆ ก่อนนำไปสู่ การประเมินผลของการแพร่กระจาย (dispersion) การติดไฟลุกไหม้ (fire) และการระเบิด (explosion)

- BREEZE HAZ DISPERSION คือการรวบรวมแบบจำลองการประเมินผลของการแพร่กระจาย (dispersion) คือ DEGADIS, SLAB, AFTOX และ INPUFF ในเชิงของอันตรายเนื่องจากความเป็นพิษ

- DEGADIS + เป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นโดยมีพื้นฐานมาจาก U. S. Environmental Protection Agency's (EPA) DEGADIS model โดย DEGADIS+ เป็นแบบจำลองเพื่อประเมินการแพร่กระจายตามชนิดของสารเคมีใช้หลักการของการแพร่แบบ instantaneous, steady-state, และ transient releases of dense gases

- SLAB เป็นแบบจำลองที่พัฒนาจาก Lawrence Livermore National Laboratory's (LLNL) SLAB model. SLAB ใช้กับการแพร่ของสารเคมีที่หนักกว่าอากาศ

- AFTOX เป็นแบบจำลองที่พัฒนาจาก U.S. Air Force's Toxic Corridor Model (AFTOX). AFTOX เป็นแบบจำลองที่เหมาะสมกับการรั่วไหลแบบ liquid spill

- INPUFF เป็นแบบจำลองที่พัฒนาจาก EPA's INPUFF model. โดย INPUFF เป็น integrated Gaussian puff model ทั้งในกรณี instantaneous หรือ continuous, buoyant หรือ neutrally-buoyant gas releases.

- BREEZE HAZ FIRE/EXPLOSION เป็นแบบจำลองที่ใช้ประเมินการลุกติดไฟและระเบิด ซึ่งสามารถประเมินอาณาเขต ตามรูปแบบของการลุกไหม้และระเบิดคือ confined pool fires, unconfined pool fires, jet flames ,Boiling Liquid Expanding Vapor Explosions (BLEVE) และ Unconfined Vapor Cloud Explosions (UVCE).

ทั้งนี้ ลักษณะของแบบจำลอง BREEZE HAZ สามารถนำมาใช้ในงานต่างๆ ได้แก่

- Air quality regulatory applications
- Environmental research
- Health risk assessments
- Emergency releases of toxic liquids and gases
- Damage and injury assessments
- Architectural and engineering analyses

โดยในส่วนของการนำแบบจำลอง BREEZE HAZ มาใช้ในงานด้านสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยเพื่อประเมินผลกระทบอันเกิดจากความเสียหายของอันตรายของการลุกไหม้ (fire) และการระเบิด (explosion) ซึ่งแบบจำลอง BREEZE HAZ มีรูปแบบการประเมินที่มีความสอดคล้องตามกฎหมายอื่นๆ เช่น US EPA's, Risk Management Plan (RMP) เป็นต้น ดังนั้น จากข้อมูลข้างต้นพบว่า BREEZE HAZ สามารถใช้ประเมินอันตรายร้ายแรงในลักษณะต่างๆ ได้ หลากหลายรวมทั้งกรณีการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติรวมอยู่ด้วย

ในการใช้แบบจำลองดังกล่าวศึกษาครั้งนี้ได้คำนึงถึงอิทธิพลของลมแล้ว โดยการประเมินอัตราการรั่วไหล และรัศมีการแผ่ความร้อนในแต่ละกรณี ได้พิจารณากรณีลมสงบ ซึ่งเป็นกรณีเลวร้ายที่สุดที่จะทำให้ระดับของผลกระทบเกิดการแผ่รังสีความร้อนมากกว่ากรณีที่มีลมเข้ามาเกี่ยวข้อง ส่วนข้อมูลอุตุนิยมวิทยาจากสถานีตรวจวัดอากาศกรุงเทพมหานคร เป็นข้อมูลสภาพภูมิอากาศในคาบ 30 ปี (พ.ศ.2514-2543) ซึ่งเป็นสถานีตรวจวัดอากาศที่อยู่ใกล้พื้นที่โครงการมากที่สุด

6) สมมติฐานในการประเมินอันตรายร้ายแรง

จากคุณสมบัติและองค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ มีองค์ประกอบหลักคือ ก๊าซมีเทน ซึ่งเป็นสารไฮโดรคาร์บอนโมเลกุลต่ำ ความหนาแน่นน้อยกว่าอากาศ หากเกิดการรั่วไหลและแพร่กระจายจะเข้าสู่บรรยากาศอย่างรวดเร็ว สมมติฐานบนพื้นฐานที่อาจจะเกิดอันตรายร้ายแรงจากการติดไฟและเกิดอันตราย ดังรูปที่ 5.4.5-2

(1) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูรั่วจากท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

อ้างอิงเอกสาร API Publication ,2000 ได้เสนอขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูรั่วไว้ 4 ขนาด โดยนิยามเป็นรูรั่วขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่และเกิดการแตกหักของท่อ ดังตารางที่ 5.4.5-4

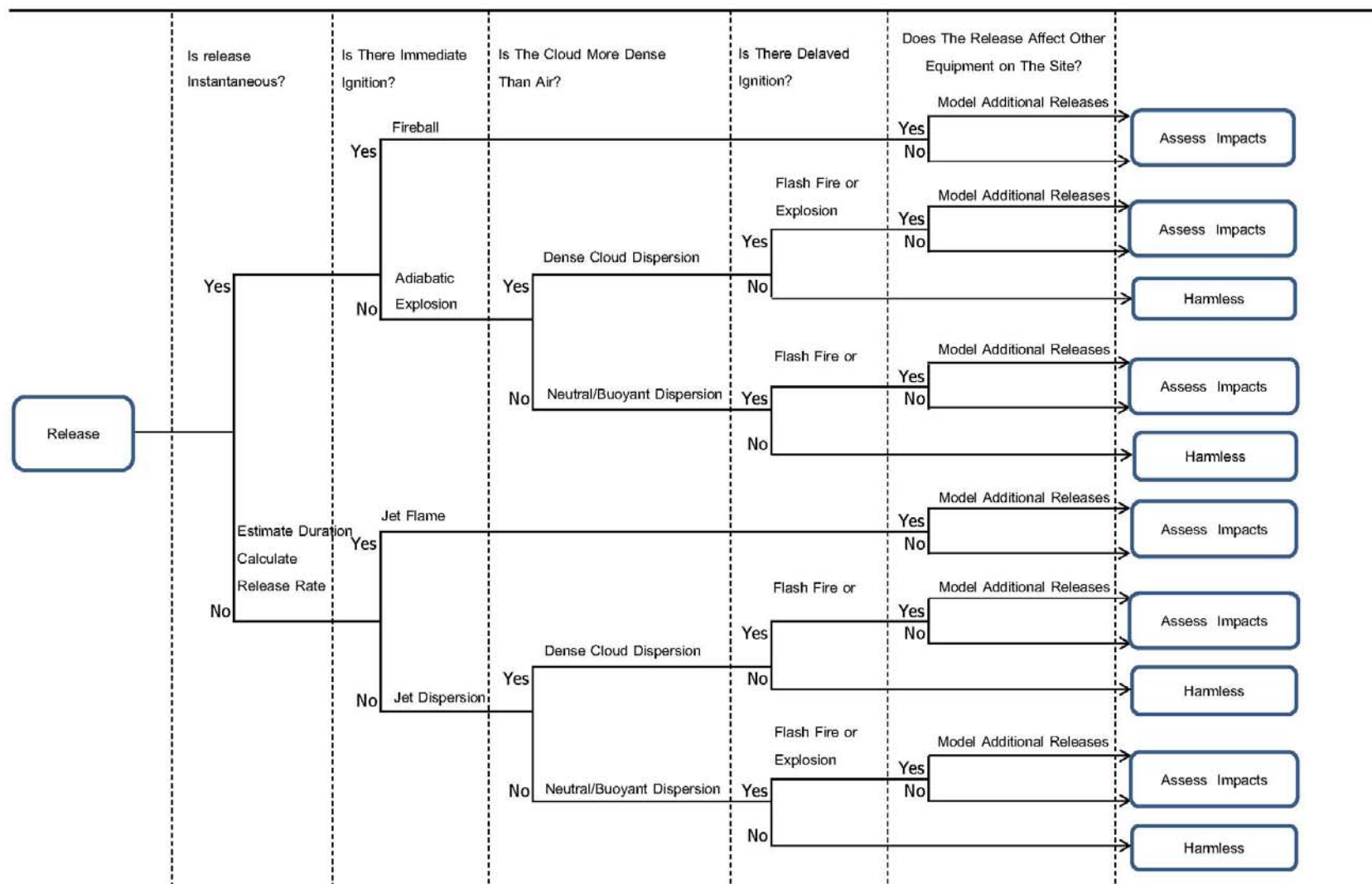
ตารางที่ 5.4.5-4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูรั่ว

ขนาดรูรั่ว	ช่วงพิจารณา	ค่าที่นำมาใช้
ขนาดเล็ก	0-0.635 ซม.(0-0.25 นิ้ว)	0.635 ซม. (0.25 นิ้ว)
ขนาดกลาง	0.635-5.08 ซม.(0.25-2.00 นิ้ว)	2.45 ซม. (1 นิ้ว)
ขนาดใหญ่	5.08-15.24 ซม.(2.00-6.00 นิ้ว)	0.635 ซม. (4 นิ้ว)
ท่อแตกหัก	>39.20 ซม.(>16 นิ้ว)	ใช้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางท่อหรือ สูงสุดไม่เกิน 39.20 ซม. (16 นิ้ว)

ที่มา : API Publication 581, May 2000

(2) ระยะเวลาการรั่วไหล

สำหรับการประเมินความเสี่ยงของระบบท่อ ตามข้อเสนอแนะของ API Publication 581, May 2000 พิจารณาจากระบบการตรวจจับและระบบสั่งปิด/ตัด (Isolation System) ของระบบท่อก๊าซธรรมชาติ พบว่า การควบคุมดูแลระบบขนส่งของโครงการจะมีระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซมีเทนในบริเวณจุดเชื่อมต่อที่มีโอกาสเกิดการรั่วไหล ทั้งนี้การจัดระบบของการตรวจจับและระบบการสั่งปิดหรือตัดแยกของโครงการจากเกณฑ์ของ API เป็น Class A ทั้งนี้ระยะเวลาในการประเมินการรั่วไหลที่ท่อเกิดรูรั่วเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 4, 1 และ 0.25 นิ้ว จะใช้ระยะเวลาการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ 5 นาที 10 นาทีและ 20 นาทีตามลำดับ โดยที่รูรั่วขนาด 1 นิ้วมีโอกาสเกิดมากที่สุดโดยมีระยะเวลาในการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ 10 นาที



รูปที่ 5.4.5-2 ลำดับขั้นตอนการเกิดเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงกรณีเกิดการรั่วไหลในสถานะก๊าซ

(3) ลักษณะการรั่วไหล

การประเมินความรุนแรงจากการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติและติดไฟ พบโอกาสที่จะเกิดการรั่วไหล 2 แบบ คือ

- การรั่วไหลแบบทันทีทันใด เป็นกรณีการรั่วไหลจากขนาดกลาง และมีการรั่วไหลมากกว่า 10,000 ปอนด์ในระยะเวลา 3 นาที หรือเกิดจากการแตกหักหรือเกิดการถูกทำลายอย่างรุนแรง และมีโอกาสติดไฟแบบทันทีทันใด
- การรั่วไหลแบบต่อเนื่อง ซึ่งเมื่อรั่วไหลแล้วมีระยะเวลาในการรั่วไหลยาวนานกว่า มักเกิดจากการรั่วไหลของรูรั่วขนาดเล็ก (เส้นผ่านศูนย์กลางของรูรั่ว ประมาณ 0-0.25 นิ้ว) หรือการรั่วไหลน้อยกว่า 10,000 ปอนด์ในช่วงเวลา 3 นาที ปกติเป็นการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นการรั่วไหลที่เกี่ยวข้องกับคาบเวลาและไม่เกิดการติดไฟในทันที

ทั้งนี้จากข้อมูลของ API พบว่าโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆของก๊าซธรรมชาติและความเป็นไปได้ในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆในสภาวะต่ำกว่าอุณหภูมิการลุกไหม้ ทั้งกรณีรั่วไหลทันทีและต่อเนื่อง ดังตารางที่ 5.4.5-5

ตารางที่ 5.4.5-5 โอกาสในการเกิดเหตุการณ์ในกรณีต่างๆ ของก๊าซธรรมชาติ

การรั่วไหล	โอกาสการเกิดเหตุการณ์		โอกาสเกิดการรั่วไหลและติดไฟ				
	ไม่ติดไฟ	ติดไฟ	VCE ^{1/}	Fireball	Flash fire	Jet fire	Pool fire
การรั่วไหลทันทีทันใด	0.8	0.2	0.04	0.01	0.15	-	-
การรั่วไหลอย่างต่อเนื่อง	0.8	0.2	0.04	-	0.06	0.10	-

หมายเหตุ : ^{1/} VCE หมายถึง Vapor Cloud Explosion

ที่มา : API Publication 581, May 2000

(4) การวิเคราะห์พื้นที่เสี่ยง

ความเสี่ยงในการเกิดอันตรายร้ายแรงของระบบท่อขนส่งพิจารณาจากสถิติการเกิดอุบัติเหตุของระบบท่อขนส่งก๊าซธรรมชาติทั้งภายในประเทศและภายนอกประเทศ เช่น สถาบันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา (API) ถึงแม้ว่าสถิติต่างๆจะเกิดน้อยมาก แต่การศึกษาค้นคว้าได้พิจารณาถึงพื้นที่ที่มีโอกาสในการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ ซึ่งส่วนใหญ่จะมีโอกาสเกิดขึ้นในบริเวณที่เป็นจุดเชื่อมต่อต่างๆ และบริเวณที่บุคคลที่สามสามารถเข้าไปดำเนินกิจกรรมต่างๆ ได้ง่าย ดังนี้

โครงการผลิตพลังงานไอน้ำและไฟฟ้าขนาดเล็กของบริษัท เอสเอสยูที่ จำกัด มีจุดที่สามารถเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ ได้แก่

- จุดที่ท่อจากภายนอกโครงการมาเชื่อมต่อสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS)
- จุดที่ท่อจากสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS) เชื่อมต่อกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ

7) โอกาสที่อาจเกิดความเสียหาย

(1) พิจารณาจากสถิติของ API

โอกาสเสี่ยงการเกิดอันตรายจากท่อขนส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการเนื่องจากท่อ วาล์ว หน้าแปลน และจากการจราจร โดยทางบริษัทที่ปรึกษาจะใช้กรณีเกิดก๊าซธรรมชาติรั่วไหลจากท่อขนส่งกรณีรั่วไหลเล็กน้อย (1% Full Bore Cross Sectional Area) จากท่อขนส่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว เป็นตัวอย่างแสดงการประเมินความโอกาสเสี่ยงการเกิดอันตราย จากวิธี Risk Based Inspection ใน Base Resource Documents ของ API Publication 581 ดังตารางที่ 5.4.5-6

โดยที่โอกาสเกิดการรั่วไหลบริเวณท่อขนส่งขนาด 16 นิ้ว เมื่อพิจารณาความยาวของท่อก๊าซธรรมชาติจากภายนอกเข้าสู่พื้นที่โครงการเป็นระยะทาง 12,500 เมตร กรณีเกิดการรั่วไหล

- มีโอกาสเกิดรั่วขนาด 0.25 นิ้ว เท่ากับ 1.0×10^{-7} ครั้งต่อปีต่อฟุต หรือท่อส่งก๊าซของโครงการมีโอกาสจะเกิดขึ้น 4.10×10^{-3} ครั้งต่อปี หรือ 4.10 ครั้งในรอบ 1,000 ปี
- มีโอกาสเกิดรั่วขนาด 1 นิ้ว เท่ากับ 2.0×10^{-7} ครั้งต่อปีต่อฟุต หรือท่อส่งก๊าซของโครงการมีโอกาสจะเกิดขึ้น 8.20×10^{-3} ครั้งต่อปี หรือ 8.20 ครั้งในรอบ 1,000 ปี
- มีโอกาสเกิดรั่วขนาด 4 นิ้ว เท่ากับ 2.0×10^{-8} ครั้งต่อปีต่อฟุต หรือท่อส่งก๊าซของโครงการมีโอกาสจะเกิดขึ้น 8.20×10^{-4} ครั้งต่อปี หรือ 8.20 ครั้งในรอบ 10,000 ปี
- ในกรณีที่ท่อส่งก๊าซธรรมชาติขนาด 16 นิ้วเกิดการแตกหัก มีโอกาสเท่ากับ 2.0×10^{-8} ครั้งต่อปีต่อฟุต เมื่อพิจารณาความยาวของท่อก๊าซธรรมชาติของโครงการ 12,500 เมตร หรือท่อส่งก๊าซของโครงการมีโอกาสจะเกิดขึ้น 8.20×10^{-4} ครั้งต่อปี หรือ 8.20 ครั้งในรอบ 10,000 ปี

(2) พิจารณาจากสถิติ

สำหรับการเกิดอุบัติเหตุต่อท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากการดำเนินการขนส่งก๊าซธรรมชาติของบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) จากข้อมูลสถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซชนบกของประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ.2524 (ไม่พบการเกิดอุบัติเหตุในปี พ.ศ.2524) ถึงสิงหาคม พ.ศ. 2554 (31 ปี) พบว่า สถิติการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบกของปตท. มีอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นรวม 12 ครั้งส่วนใหญ่เกิดจากบุคคลที่สาม และอุปกรณ์ชำรุด แต่อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งหมดไม่มีจำนวนผู้เสียชีวิตหรือบาดเจ็บเลย โดยอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น 12 ครั้ง มักเป็นอุบัติเหตุจากการเกิดรั่วขนาด 0.25 นิ้ว จำนวน 7 ครั้ง รั่วขนาด 1 นิ้ว จำนวน 3 ครั้ง และรั่วขนาด 4 นิ้ว จำนวน 2 ครั้ง ซึ่งไม่พบกรณีท่อแตกหัก ดังตารางที่ 5.4.5-7 ปัจจุบันท่อแนวส่งก๊าซบนบกของประเทศไทย ประมาณ 2,320 กิโลเมตร โดยในการประเมินโอกาสการเกิดอุบัติเหตุของท่อส่งก๊าซธรรมชาติบนบกในประเทศไทย ในการประเมินจากสถิติอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในประเทศไทยของปตท. โดยไม่ได้คำนึงขนาดรั่วจะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ ดังการคำนวณ คือ $(12 \text{ ครั้ง}) / (31 \text{ ปี} \times 2,320 \text{ กิโลเมตร})$ เท่ากับ 1.67×10^{-4} ครั้ง/กิโลเมตร-ปี

สำหรับโอกาสเกิดอุบัติเหตุของท่อส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการ มีความยาว 12,500 เมตร และสถิติของประเทศไทย จะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุ $(1.67 \times 10^{-4} \text{ ครั้ง/กิโลเมตร-ปี}) \times 12,500$ เท่ากับ 2.09×10^{-3} ครั้ง/ปี

จากสถิติจำนวนอุบัติเหตุของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ในช่วงปี พ.ศ. 2529 ถึง พ.ศ. 2548 ของประเทศสหรัฐอเมริกาที่รวบรวมโดย Office of Pipeline Safety ดังตารางที่ 5.4.5-8 พบว่า เกิดอุบัติเหตุจากท่อส่งก๊าซ (transmission pipeline) รวม 1,772 ครั้ง และเกิดอุบัติเหตุจากท่อย่อยจำหน่ายก๊าซ (distribution pipeline) รวม 2,755 ครั้ง พบว่า การเกิดอุบัติเหตุของท่อส่งก๊าซธรรมชาติขนาดใหญ่และท่อย่อยบริการธรรมชาติ โดยส่วนใหญ่มักเกิดจากการขุดเจาะโดยบุคคลที่สาม

ตารางที่ 5.4.5-6 โอกาสการเกิดอุบัติเหตุที่อุปกรณ์ต่างๆ

ประเภทอุปกรณ์	ความถี่เกิดการรั่วไหล/ปี			
	รั่ว 0.25 นิ้ว	รั่ว 1 นิ้ว	รั่ว 4 นิ้ว	ท่อแตกหัก
Centrifugal Pump, Single seal	6×10^{-2}	5×10^{-4}	1×10^{-4}	-
Centrifugal Pump, Double seal	6×10^{-3}	5×10^{-4}	1×10^{-4}	6×10^{-6}
Column	8×10^{-5}	2×10^{-4}	2×10^{-5}	
Compressor, Centrifugal	-	1×10^{-3}	1×10^{-4}	-
Compressor, Reciprocating	-	6×10^{-3}	6×10^{-4}	-
Heat Exchanger, Shell	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
Heat Exchanger, Tube Side	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
Piping, 0.75 inch diameter, per ft	1×10^{-5}	-	-	3×10^{-7}
Piping, 1 inch diameter, per ft	5×10^{-6}	-	-	5×10^{-7}
Piping, 2 inch diameter, per ft	3×10^{-6}	-	-	6×10^{-7}
Piping, 4 inch diameter, per ft	9×10^{-7}	6×10^{-7}	-	7×10^{-8}
Piping, 6 inch diameter, per ft	4×10^{-7}	4×10^{-7}	-	8×10^{-8}
Piping, 8 inch diameter, per ft	3×10^{-7}	3×10^{-7}	8×10^{-8}	8×10^{-8}
Piping, 10 inch diameter, per ft	2×10^{-7}	3×10^{-7}	8×10^{-8}	2×10^{-8}
Piping, 12 inch diameter, per ft	1×10^{-7}	3×10^{-7}	3×10^{-8}	2×10^{-8}
Piping, 16 inch diameter, per ft	1×10^{-7}	2×10^{-7}	2×10^{-8}	2×10^{-8}
Piping, >16 inch diameter, per ft	6×10^{-8}	2×10^{-7}	2×10^{-8}	1×10^{-8}
Pressure Vessels	4×10^{-5}	1×10^{-7}	1×10^{-5}	6×10^{-6}
Reactor	1×10^{-4}	3×10^{-4}	3×10^{-5}	2×10^{-5}
Reciprocating Pumps Atmospheric	0.7	0.01	0.001	0.001
Storage Tank	4×10^{-5}	1×10^{-4}	1×10^{-5}	2×10^{-5}

ที่มา : API, Table 8-1- Suggested Generic Equipment Failure Frequencies, API Publication 581 (Risk-Based Inspection Base Resource Document) , first edition, May 2000

Thomas F. Barry,P.E., Table 4.5- Generic Equipment Failure Frequencies, Historical Fire Incident Data , June 2003

ตารางที่ 5.4.5-7 สถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ลำดับ	ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	วันที่	เหตุการณ์	วิธีรับเหตุ	ความเสียหาย	การพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
1.	2525 (1982)	-	ท่อ ๑ 28 นิ้ว รั่วระหว่าง BV#6 และ BV#7 ก่อนถึงสะพานบางปะกงทำให้ต้องหยุดส่งก๊าซ (โครงการท่อก๊าซโรงไฟฟ้าบางปะกง-โรงไฟฟ้าพระนครใต้ การรั่วซึมเล็กน้อยที่ซัลของพิดตั้งที่คนงานผู้รับเหมาลักลอบติดตั้งไว้ (ประมาณขนาดรูรั่ว ¼ นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติอุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- ปิดกั้นบริเวณ - วางแผนการซ่อมและหยุดส่งก๊าซ - หยุดส่งก๊าซ - ทำการตัดต่อท่อก๊าซ เพื่อซ่อมแซม	- ประมาณ 3 ล้านบาท	ความเปลี่ยนแปลง - คุณสมบัติเหล็กที่สูงขึ้น (API 5L-X40, X60, X65) เหตุผล - ความแข็งแรงของเหล็กเพิ่มขึ้น - เพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง
2.	2534 (1991)	14 ส.ค.	หน้าแปลนขนาด 4 นิ้ว รั่วที่บริเวณที่สถานีตรวจวัดก๊าซหน้าบริษัท SPG (ปท.1) การรั่วซึมเล็กน้อยที่ประเก็นของหน้าแปลนจากการทรุดตัวของดิน (ประมาณขนาดรูรั่ว ¼ นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติอุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- ท่อก๊าซขนาด 4 นิ้วเกิดการรั่วไหล - ทำการปิดกั้น Main Valve ต้นทาง - ทำการซ่อมแซม - วางแผนหยุดส่งก๊าซ และ ทำการซ่อมแซม	-	ความเปลี่ยนแปลง - คุณสมบัติเหล็กที่สูงขึ้น (API 5L-X40, X60, X65) เหตุผล - ความแข็งแรงของเหล็กเพิ่มขึ้น - เพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง
3.	2534 (1991)	24 พ.ย.	ท่อ ๑ 28 นิ้ว รั่วระหว่าง BV#8 และ BV#9 (โครงการท่อก๊าซโรงไฟฟ้าบางปะกง-โรงไฟฟ้าพระนครใต้ ขนาด ๑ 28 นิ้ว (ปท.1) จากการที่ผู้รับเหมากรมทางหลวงตอกเข็มเจาะนำทะลุท่อก๊าซ ๑ 28 นิ้ว รั่วเป็นรูขนาด 4" ทำให้หยุดส่งก๊าซ 4 วัน (ไม่ได้รับอนุญาตจาก ปท.) (เหตุฉุกเฉินระดับ 2)	- ประกาศแผนฉุกเฉิน - หยุดส่งก๊าซ - ปิดกั้น Valve ต้นทาง - ตัดต่อท่อส่งก๊าซ เพื่อซ่อมแซม	- หยุดส่งก๊าซ ประมาณ 4 วัน ค่าเสียหายประมาณ 10 ล้านบาท	ความเปลี่ยนแปลง - การวาง Concrete Slab เหนือแนวท่อก๊าซ (ในพื้นที่เสี่ยงจากการรบกวนของบุคคลที่ 3) จะดำเนินการได้เฉพาะในพื้นที่ก่อสร้างด้วยวิธีขุดเปิด เหตุผล - ลดความเสี่ยงการเกิดความเสียหายของท่อส่งก๊าซจากบุคคลที่ 3 - เพิ่มความปลอดภัย

ตารางที่ 5.4.5-7 (ต่อ) สถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ลำดับ	ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	วันที่	เหตุการณ์	วิธีระงับเหตุ	ความ เสียหาย	การพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
4.	2536 (1998)	19 ก.พ.	ก๊าซรั่วที่หัววัด Sealant ของวาล์วใต้ดินของท่อก๊าซก่อนเข้า สถานีโรงงานธนอินเตอร์ (ปท. 1 การรั่วซึมเล็กน้อยออก จากหัววัด Sealant ขนาด 1/2" (ประมาณขนาดรูรั่ว 1/4 นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติอุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- วางแผนหยุดส่งก๊าซ - Shut Down ระบบโรงแยกก๊าซ ถึง BV #2 - ปิดกั้นบริเวณ - ผันก๊าซไปยังท่อคู่ขนาน - ทำการตัดต่อท่อส่งก๊าซ เพื่อซ่อมแซม	- 30,000 บาท	ความเปลี่ยนแปลง - มาตรการเพิ่มเติม ในแผนการบำรุง รักษา เหตุผล - พิจารณาความเสี่ยงต่างๆ เพื่อนำมาปรับปรุงวิธี ดำเนินงานและแผนฉุกเฉินของระบบท่อฯ
5.	2538 (1996)	26 ส.ค.	ท่อ ๑ 30 นิ้ว รั่วระหว่าง BV#6 ไปยังโรงไฟฟ้าบางปะกง การรั่วซึมเล็กน้อยที่รอยเชื่อมที่ชำรุดที่เกิดจากการก่อสร้าง (ประมาณขนาดรูรั่ว 1/4 นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติ อุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- วางแผนหยุดส่งก๊าซ - สลับการใช้งานท่อส่งก๊าซในบริเวณนั้น โดยไปใช้ท่อ 24 นิ้วแทน - ทำการตัดเปลี่ยนท่อส่งก๊าซ เพื่อซ่อมแซม	- 4 ล้านบาท	ความเปลี่ยนแปลง - ยึดถือมาตรฐานที่มีการปรับปรุงฉบับล่าสุด (Latest Edition) ในการออกแบบและการปฏิบัติงาน เหตุผล - มาตรฐานต่างๆ จะมีกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณา ทบทวนอย่างต่อเนื่องเป็นระยะเพื่อให้เกิดความเหมาะสม ต่อสภาพการณ์ในปัจจุบัน เพื่อลดความผิดพลาดที่ เกิดขึ้นในอดีต
6.	2539 (1995)	26 ส.ค.	ท่อ ๑ 28 นิ้ว รั่วบริเวณหน้าโรงแยก (โครงการท่อก๊าซจาก โรงแยกก๊าซระยอง-โรงไฟฟ้าบางปะกง ขนาด ๑ 28 นิ้ว) เกิดการรั่วซึมเล็กน้อยที่ตัวท่อเนื่องจากเกิดไฟฟ้าช็อตจาก เสาส่งไฟฟ้าแรงสูงของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผ่านรถกระเช้า ของการไฟฟ้า ลงพื้นดินและไหลเข้าสู่ Ground ในบริเวณ ข้างเคียงทำให้ผนังท่อทะลุทะลวง(ประมาณขนาดรูรั่ว 1/4 นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติอุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- วางแผนหยุดส่งก๊าซ - Shut Down ระบบโรงแยกก๊าซ ถึง BV #2 - ปิดกั้นบริเวณ - ผันก๊าซไปยังท่อคู่ขนาน - ทำการตัดต่อท่อส่งก๊าซ เพื่อซ่อมแซม	- 8 ล้านบาท	ความเปลี่ยนแปลง - คุณสมบัติเหล็กที่สูงขึ้น (API 5L- X40, X60, X65) เหตุผล - ความแข็งแรงของเหล็กเพิ่มขึ้น - เพิ่มประสิทธิภาพในงานก่อสร้าง

ตารางที่ 5.4.5-7 (ต่อ) สถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ลำดับ	ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	วันที่	เหตุการณ์	วิธีรับเหตุ	ความเสียหาย	การพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
7.	2540 (1997)	3 ต.ค.	ก๊าซรั่วจากอุปกรณ์ Insulation Joint ใต้ดินของท่อ ๑ 28 นิ้ว (โครงการท่อก๊าซจากโรงแยกก๊าซระยอง-โรงไฟฟ้าบางปะกง (ท่อกู้ขนาน) ขนาด ๑ 28 นิ้ว การรั่วซึมเล็กน้อย จุดที่รั่วอยู่นอกรั้วห่างจากสถานีก๊าซ BV#6 ประมาณ 8 เมตร (ประมาณขนาดรูรั่ว ¼ นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติอุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- ประกาศแผนฉุกเฉิน - วางแผน Shut Down - ปิดกั้นบริเวณ - เปลี่ยน Insulation Joint จากใต้ดินมาอยู่บนดิน	-	ความเปลี่ยนแปลง - มาตรการเพิ่มเติม ในแผนการบำรุงรักษา เหตุผล - พิจารณาความเสี่ยงต่าง ๆ เพื่อนำมาปรับปรุงระบบท่อส่งก๊าซ แผนและวิธีการดำเนินงานแผนฉุกเฉิน
8.	2542 (1999)	14 ก.ค.	ก๊าซรั่วที่ Sensing Line ขนาด ๑ ¼ นิ้ว ของท่อกู้ขนานระหว่าง PV 141 และ D-200 ภายในโรงแยกก๊าซ จ. ระยอง (โครงการท่อก๊าซจากโรงแยกก๊าซระยอง-โรงไฟฟ้าบางปะกง (ท่อกู้ขนาน) ขนาด ๑ 28 นิ้ว การรั่วซึมเล็กน้อยที่รอยเชื่อม (ประมาณขนาดรูรั่ว ¼ นิ้ว สำหรับใช้ในการประเมินสถิติอุบัติเหตุ) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	- ประกาศแผนฉุกเฉิน - Shut Down ระบบโรงแยกก๊าซฯ - ทำการ By Pass Gas ทำให้ส่งก๊าซผ่าน DPCU ให้ระบบท่อตามปกติ - ซ่อมแซมจุดที่รั่ว	- 1 ล้านบาท	-
9.	2544 (2001)	29 ม.ค.	ท่อส่งก๊าซ ๑ 8 นิ้วรั่วบริเวณหน้า BV#2 ซึ่งเป็นท่อที่ต่อไปยังนิคมอุตสาหกรรมแหลมฉบัง สาเหตุจากถูกผานไถรถเกรดดินของผู้รับเหมาที่กรมทางก่อสร้างขยายถนน เป็นเหตุให้ท่อก๊าซเป็น (รูรั่วขนาด 4 นิ้ว) (เหตุฉุกเฉินระดับ 2)	- ประกาศแผนฉุกเฉิน - ปิดกั้นบริเวณ ควบคุมสถานการณ์ - แจ้งให้ลูกค้าทราบเพื่อหาพลังงานทดแทน - ตัด Isolate Valve ต้นทาง - ลดความดันจนเป็นศูนย์ - แจ้งบริษัทซ่อมท่อ โดยวิธีการตัดต่อท่อ	- 8 ล้านบาท	ความเปลี่ยนแปลง - การวาง Concrete Slab เหนือแนวท่อก๊าซ (ในพื้นที่เสี่ยงจากการรบกวนของบุคคลที่ 3) จะดำเนินการได้เฉพาะในพื้นที่ก่อสร้างด้วยวิธีขุดเปิด เหตุผล - ลดความเสี่ยงการเกิดความเสียหายของท่อส่งก๊าซจากบุคคลที่ 3

ตารางที่ 5.4.5-7 (ต่อ) สถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ลำดับ	ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	วันที่	เหตุการณ์	วิธีรับเหตุ	ความเสียหาย	การพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
10.	2545 (2002)	5 ก.ย.	ท่อส่งก๊าซ ๑ 10 นิ้ว บริเวณ กม. 11 อ. รัษฎาบุรี สาเหตุจากความเข้าใจผิดของผู้รับเหมาการประสานภูมิภาคใช้เลื่อยมือตัดท่อก๊าซเป็นร่องยาวประมาณ 2 ซม. เป็นเหตุให้ท่อก๊าซรั่ว (รั่วขนาด 1 นิ้ว) (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	<ul style="list-style-type: none"> - ประกาศแผนฉุกเฉิน - ควบคุมสถานการณ์ - แจ้งบริษัทซ่อมท่อฉุกเฉิน (TRC) - ลดความดัน จาก BV#17 ทำการซ่อมด้วย Repair Sleeve Clamp กระบอบบริเวณจ่ายก๊าซเล็กน้อย 	- 5 ล้านบาท	<p>ความเปลี่ยนแปลง</p> <ul style="list-style-type: none"> - การวาง Concrete Slab เหนือแนวท่อก๊าซ (ในพื้นที่เสี่ยงจากการรบกวนของบุคคลที่ 3) จะดำเนินการได้เฉพาะในพื้นที่ก่อสร้างด้วยวิธีขุดเปิด <p>เหตุผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - ลดความเสี่ยงการเกิดความเสียหายของท่อส่งก๊าซจากบุคคลที่ 3 และเพิ่มความปลอดภัย
11.	2549 (2006)	5 ส.ค.	ท่อส่งก๊าซ ๑ 4 นิ้ว บริเวณ ถ.สุวรรณศร กม. ที่ 97+159 จ.สระบุรี สาเหตุจากผู้รับเหมาก่อสร้างวางท่อส่งก๊าซขนาด 12 นิ้ว ขนานกับระบบท่อก๊าซ 4 นิ้ว โดยวิธี HDD เจาะไปโดนท่อส่งก๊าซขนาด 4 นิ้ว เป็นรูกว้างประมาณ 1 นิ้ว ส่งผลให้ก๊าซรั่ว และ ติดไฟ (เหตุฉุกเฉินระดับ 2)	<ul style="list-style-type: none"> - ประกาศเหตุฉุกเฉินและปิดกั้นบริเวณ - จัดตั้งศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉินและควบคุมสถานการณ์ - ตัดแยกระบบและระบายก๊าซออกจากระบบท่อ - ซ่อมท่อโดยผู้รับเหมาฉุกเฉิน - ประกาศยกเลิกเหตุฉุกเฉิน - สรุปและประเมินสาเหตุเบื้องต้น - ประสานงานกับผู้เสียหายเพื่อชดเชยค่าเสียหาย - ชี้แจงสาเหตุและแนวทางป้องกันในอนาคต รวมทั้งติดตามผลกระทบต่อชุมชนและสังคม 	- 6.1 ล้านบาท	<ul style="list-style-type: none"> - จัดทำคู่มือมาตรฐานทางวิศวกรรมก่อสร้างเฉพาะงาน เช่น วิธีการ HDD โดยกำหนดให้มีการตรวจสอบตำแหน่งท่อเดิม โดยใช้น้ำความดันสูงทุก 0.5 ม. ของแนวท่อ และติดตั้งท่อกลวงในขนาด 0.5 นิ้ว ห่างจากท่อเดิม 1 ม. ทุกระยะลึกต่ำกว่าท่อก๊าซเดิม 1 ม. <p>เหตุผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อเป็นแนวป้องกันท่อก๊าซเดิม - ควบคุมให้มีการคัดเลือกผู้ควบคุมงานและผู้รับเหมาที่มีประสิทธิภาพ - ทบทวนแผนฉุกเฉินให้ครอบคลุมทุกกิจกรรม รวมทั้งความรวดเร็วในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน

ตารางที่ 5.4.5-7 (ต่อ) สถิติการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

ลำดับ	ปี พ.ศ. (ค.ศ.)	วันที่	เหตุการณ์	วิธีรับเหตุ	ความ เสียหาย	การพัฒนาปรับปรุงเปลี่ยนแปลง
12	2551 (2008)	21 พย.	ท่อส่งก๊าซ ๑ 24 นิ้วรั่วที่รอยเชื่อมระหว่างจุดเชื่อมต่อท่อ ขนาด 4 นิ้ว บริเวณถนนร่มเกล้า ซอย 5 สาเหตุจากผู้รับเหมาก่อสร้างวางท่อส่งก๊าซเชื่อมต่อระหว่างท่อขนาด ๑ 4 นิ้วเข้ากับท่อ 24" แล้วถมดินกดทับทำให้รอยเชื่อม Crack ยาว 1 นิ้ว (เหตุฉุกเฉินระดับ 1)	<ul style="list-style-type: none"> - ประกาศเหตุฉุกเฉินและปิดกั้นบริเวณ - จัดตั้งศูนย์ควบคุมเหตุฉุกเฉินและควบคุมสถานการณ์ - แจ้งลูกค้าและผู้ได้รับผลกระทบ - ตัดแยกระบบและระบายก๊าซออกจากระบบท่อ - ชี้แจงทำความเข้าใจกับชาวบ้านบริเวณใกล้เคียง - ซ่อมท่อโดยผู้รับเหมาฉุกเฉิน - ประกาศยกเลิกเหตุฉุกเฉิน - สรุปและประเมินสาเหตุเบื้องต้น - ประสานงานกับผู้เสียหายเพื่อชดเชยค่าเสียหาย - ชี้แจงสาเหตุและแนวทางป้องกันในอนาคตรวมทั้งติดตามผลกระทบต่อชุมชนและสังคม 	-	<p>- ในข้อกำหนดการจัดจ้างควรระบุถึงรายละเอียดต่างๆ ที่จำเป็น เช่น การกำหนดการทำ support ก่อนถมดิน หรือมาตรการลดแรงกระแทกที่มีต่อท่อ</p> <p>เหตุผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อเป็นการป้องกันแนวท่อส่งก๊าซฯ เดิมจะเคลื่อนส่งผลให้จุดต่อเชื่อมระหว่างท่อสองเส้นเกิดการเคลื่อนที่และขาดจากกัน - ดำเนินการจัดทำ Work Instruction ในขั้นตอนการปฏิบัติงานที่สำคัญที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อระบบ เช่น การถมดิน และการรื้อถอน Sheet Pipe เป็นต้น <p>เหตุผล</p> <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานเกิดความตระหนักถึงอันตรายที่อาจเกิดขึ้น และมีความเข้าใจ ในการดำเนินงานอย่างถูกต้อง ซึ่งจะช่วยลดอุบัติเหตุและความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการทำงาน

ที่มา : บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ,2555

**ตารางที่ 5.4.5-8 สถิติการเกิดอุบัติเหตุจากการดำเนินโครงการขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อของ
ประเทศสหรัฐอเมริกา (ปี 2529 ถึง 2548)**

ปี	ท่อส่งก๊าซ (transmission operators)			ท่อจ่ายจำหน่ายก๊าซ (distribution operators)		
	จำนวน อุบัติเหตุ	จำนวน ผู้เสียชีวิต	จำนวน ผู้บาดเจ็บ	จำนวน อุบัติเหตุ	จำนวน ผู้เสียชีวิต	จำนวน ผู้บาดเจ็บ
2529	83	6	20	142	29	104
2530	70	0	15	163	11	115
2531	89	2	11	201	23	114
2532	103	22	28	177	20	91
2533	89	0	17	109	6	52
2534	71	0	12	162	14	77
2535	74	3	15	103	7	65
2536	95	1	17	121	16	84
2537	81	0	22	141	21	91
2538	64	2	10	97	16	43
2539	77	1	5	110	47	109
2540	73	1	5	102	9	67
2541	99	1	11	137	18	64
2542	54	2	8	118	16	80
2543	80	15	18	154	22	59
2544	87	2	5	124	5	46
2545	82	1	5	102	10	44
2546	99	1	8	146	11	58
2547	122	1	3	175	18	41
2548	180	3	7	171	17	48
รวม	1,772	64	242	2,755	336	1,452

ที่มา : PHMSA, National Gas Distribution : Significant Incident Summary Statistics

(3) พิจารณาจากโอกาสที่จะติดไฟ

จากข้อมูลของ API พบว่าโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆของก๊าซธรรมชาติ และความเป็นไปได้ในการเกิดเหตุการณ์ต่างๆในสถานะต่ำกว่าอุณหภูมิการลุกไหม้ ทั้งกรณีรั่วไหลทันที และต่อเนื่อง อีกทั้งกรณีการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติเป็นไปอย่างทันทีทันใด และมีการรั่วไหลอย่างต่อเนื่อง มีโอกาสที่จะติดไฟได้ในสัดส่วน 0.2 นั่นคือเมื่อมีการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติจำนวน 100 ครั้ง โอกาสที่จะเกิดการติดไฟ 20 ครั้ง ซึ่งจะมีโอกาสในการติดไฟลักษณะแตกต่างกันไปดังนี้

- การติดไฟลักษณะลูกไฟ (Fireball) เกิดจากกรณีก๊าซธรรมชาติรั่วไหลแบบทันทีทันใด รวมทั้งมีการรั่วไหลปริมาณมาก เมื่อมีการลุกติดไฟขึ้น จะทำให้เกิดเป็นลูกไฟในสัดส่วน 0.01 หรือร้อยละ 1 ของจำนวนครั้งที่เกิดการรั่วไหล

- การติดไฟลักษณะประกายไฟ (Flash fire) เกิดจากกรณีก๊าซธรรมชาติรั่วไหลแบบทันทีทันใด และเกิดขึ้นแบบต่อเนื่อง สัดส่วนที่จะเกิดขึ้นได้มีทั้ง 0.06 และ 0.15 หรือร้อยละ 6 และร้อยละ 15 ของจำนวนครั้งที่เกิดการรั่วไหล

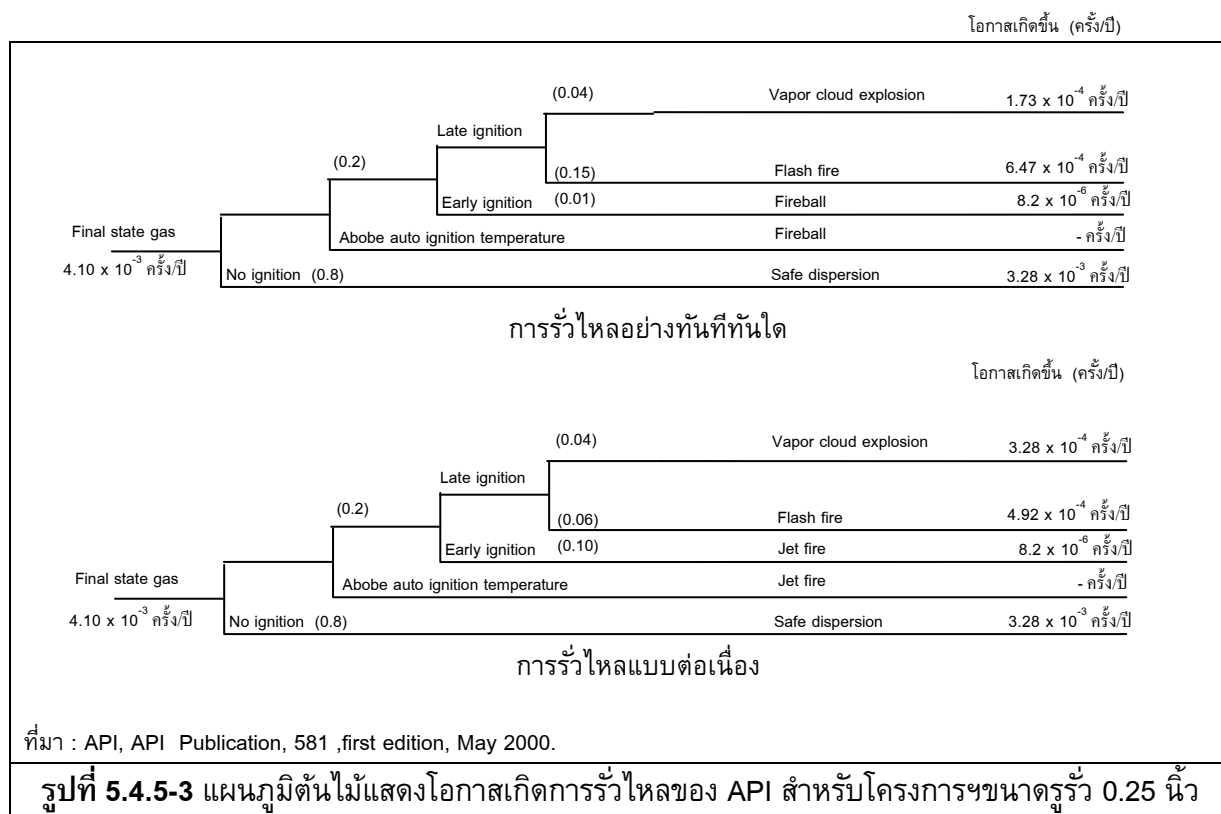
- การติดไฟลักษณะ Jet fire จะเกิดขึ้นเฉพาะกรณีที่การรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติแบบต่อเนื่องแล้วเกิดการสันดาปแล้วติดไฟ โดยมีแรงดันจากก๊าซภายในท่อ ทำให้เกิดเปลวไฟพุ่งจากตำแหน่งรูรั่วดังกล่าว โดยสัดส่วนโอกาสเกิดขึ้นเท่ากับ 0.1 หรือร้อยละ 10 ของจำนวนครั้งที่เกิดการรั่วไหล

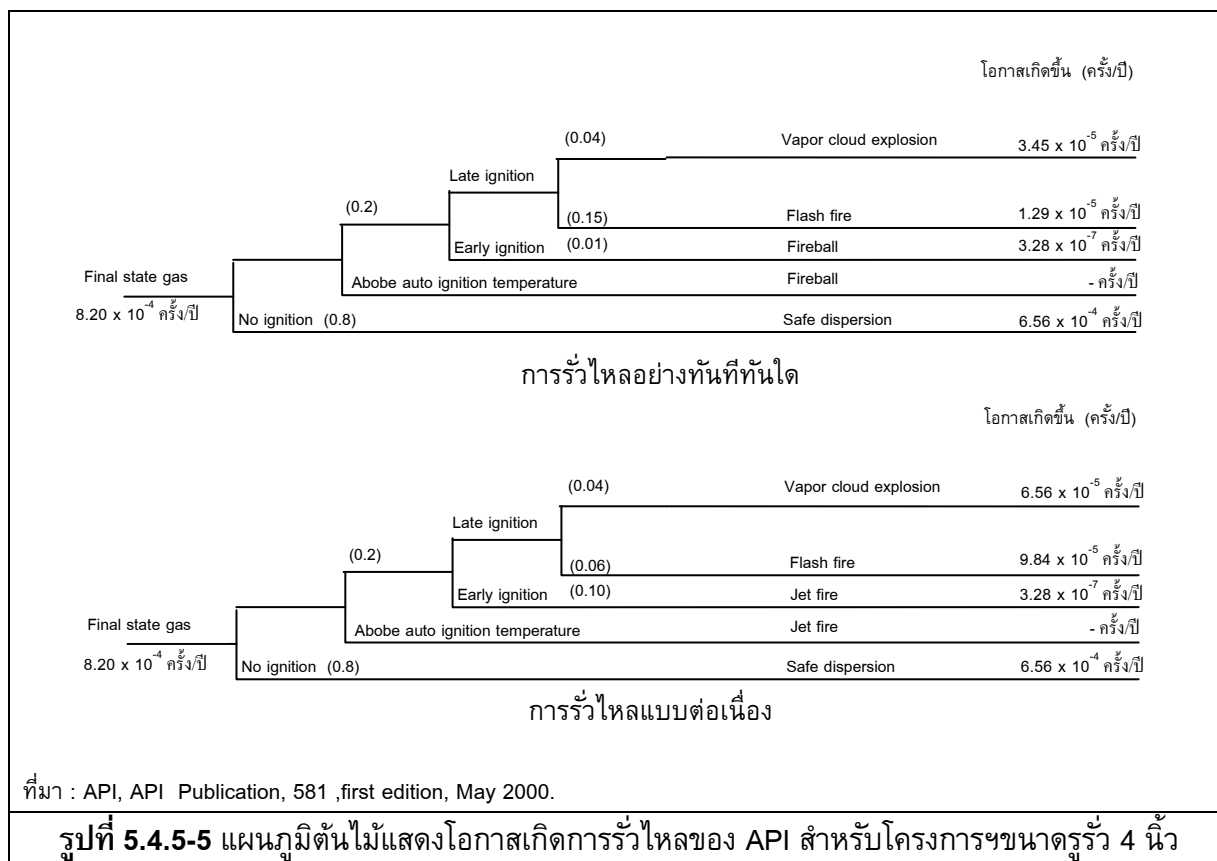
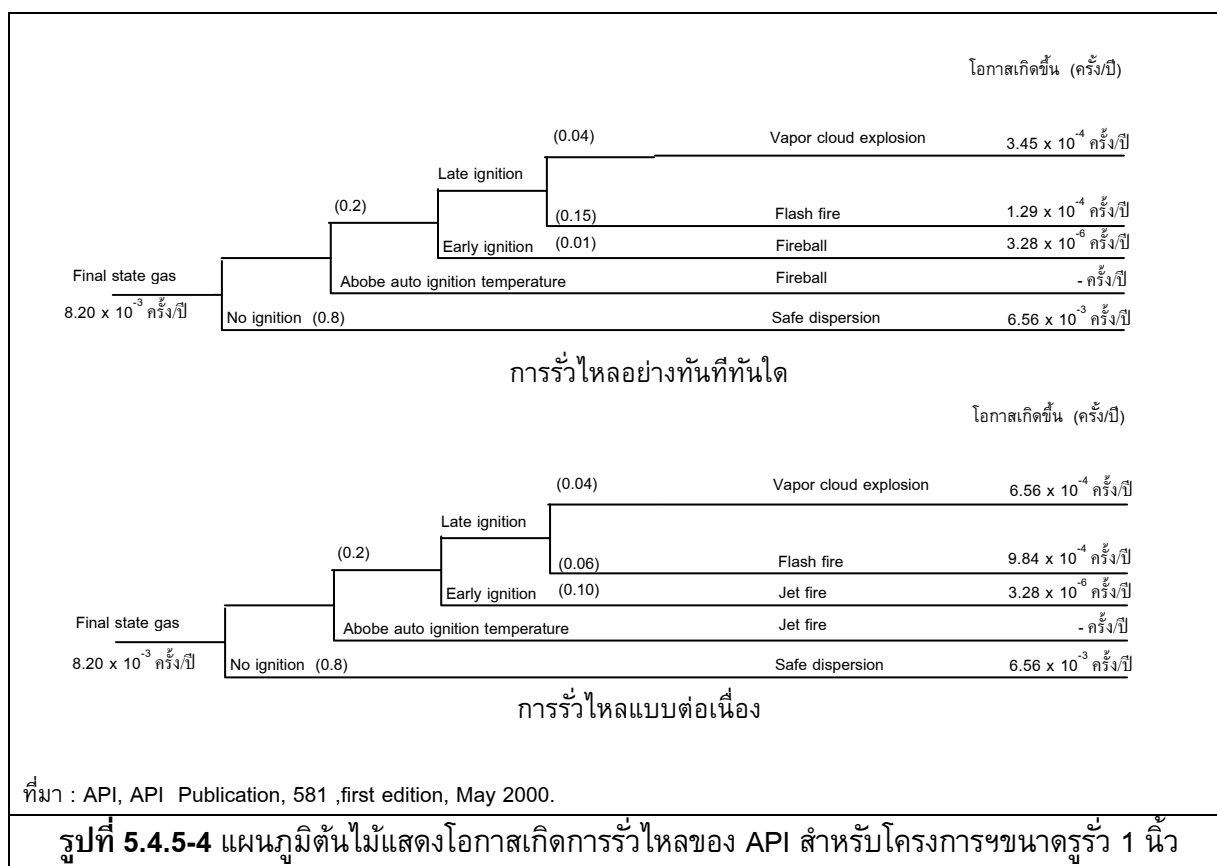
- การติดไฟลักษณะ Vapor Cloud Explosion มีความเป็นไปได้ทั้งในกรณีที่เกิดการรั่วไหลแบบทันทีทันใด และแบบต่อเนื่อง โดยมีสัดส่วนโอกาสเกิดขึ้นเท่ากับ 0.04 หรือร้อยละ 4 ของจำนวนครั้งที่เกิดการรั่วไหล

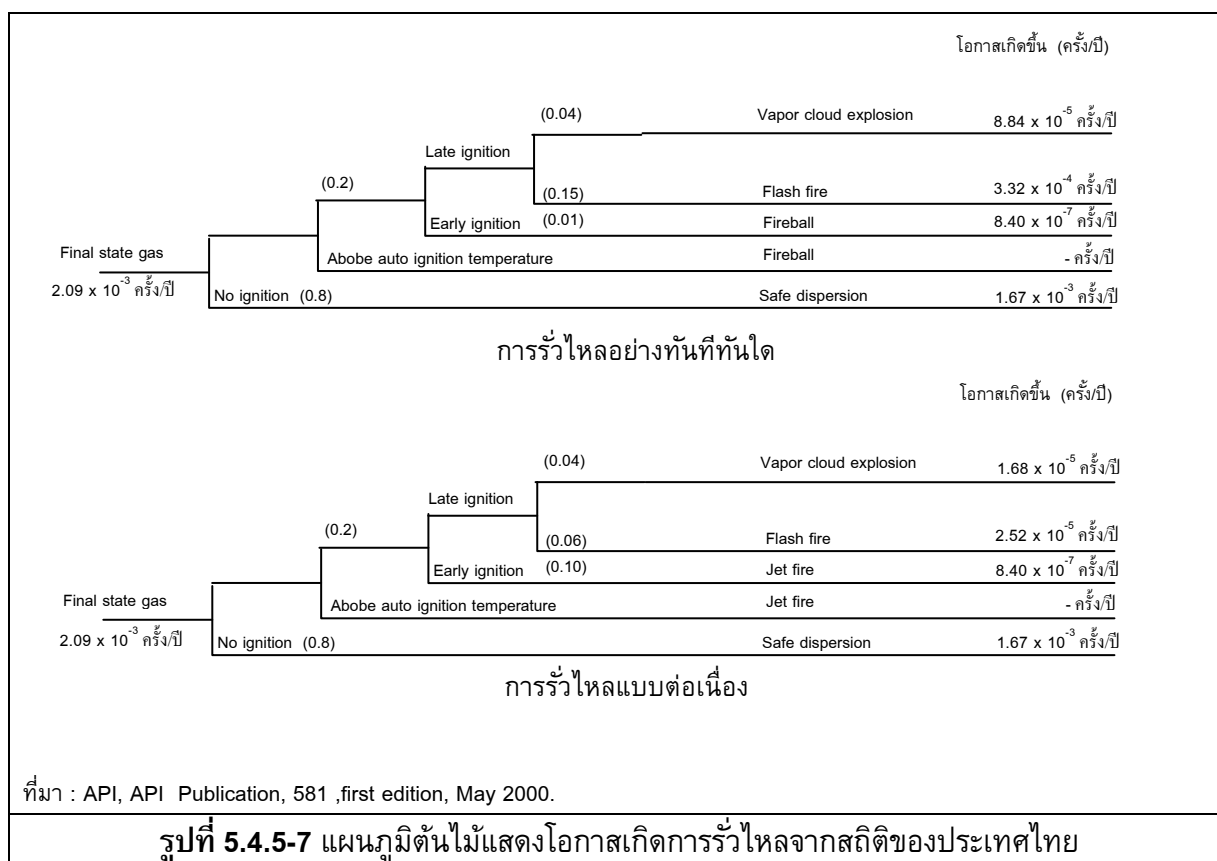
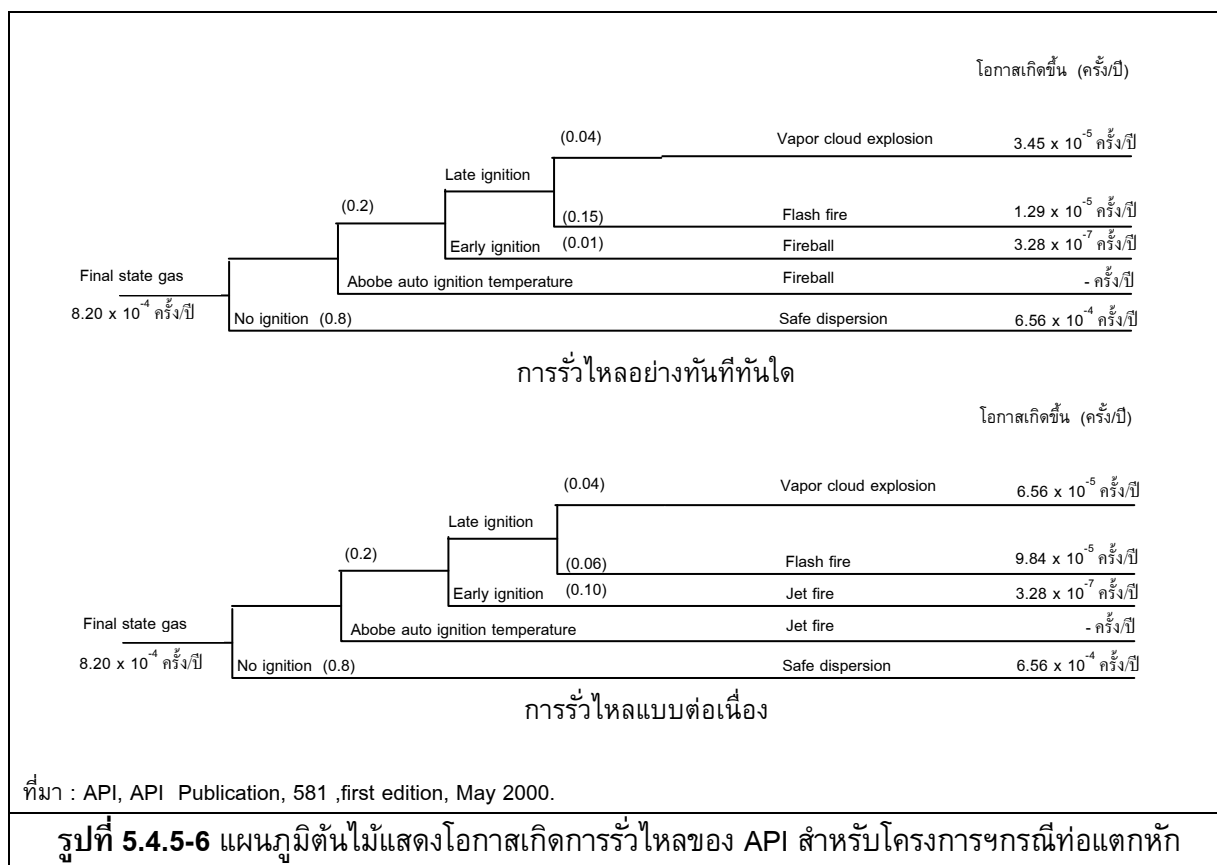
สำหรับท่อของโครงการมีโอกาสในการเกิดรูรั่วขนาดต่างๆ ตามการวิเคราะห์โอกาสในแต่ละวิธีพิจารณาข้างต้น พบว่า สถานะทั่วไปในการรั่วไหลของท่อส่งก๊าซธรรมชาติจะเกิดการรั่วไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Release) มีโอกาสเกิดการติดไฟลักษณะ VCE และ Jet fire บริเวณที่เกิดรูรั่วขนาด 2.54 ซม. หรือ 1 นิ้ว มีโอกาสเกิดมากที่สุด คือ 3.45×10^{-4} และ 3.28×10^{-4} ครั้ง/ปี ตามลำดับ ดังตารางที่ 5.4.5-9 และรูปที่ 5.4.5-3 ถึงรูปที่ 5.4.5-7

ตารางที่ 5.4.5-9 โอกาสที่เกิดเหตุการณ์ต่างๆที่เกิดจากการรั่วไหลของท่อส่งก๊าซธรรมชาติของโครงการ

กรณีรั่วไหล	โอกาสเกิดขึ้นของเหตุการณ์ (ครั้ง/ปี)			
	VCE	Flash fire	Fireball	Jet fire
1. ขนาดรั่ว 0.635 ซม. (0.25 นิ้ว) - รั่วไหลทันทีทันใด - รั่วไหลอย่างต่อเนื่อง	1.73×10^{-4} 3.28×10^{-4}	6.47×10^{-4} 4.92×10^{-4}	8.20×10^{-5} -	- 8.20×10^{-5}
2. ขนาดรั่ว 2.54 ซม. (1 นิ้ว) - รั่วไหลทันทีทันใด - รั่วไหลอย่างต่อเนื่อง	3.45×10^{-4} 6.56×10^{-4}	1.19×10^{-4} 9.84×10^{-4}	3.28×10^{-5} -	- 3.28×10^{-4}
3. ขนาดรั่ว 10.16 ซม. (4 นิ้ว) - รั่วไหลทันทีทันใด - รั่วไหลอย่างต่อเนื่อง	3.45×10^{-5} 6.56×10^{-5}	1.19×10^{-5} 9.84×10^{-5}	3.28×10^{-6} -	- 3.28×10^{-6}
4. ท่อแตก (Rupture) - รั่วไหลทันทีทันใด - รั่วไหลอย่างต่อเนื่อง	3.45×10^{-5} 6.56×10^{-5}	1.19×10^{-5} 9.84×10^{-5}	3.28×10^{-6} -	- 3.28×10^{-6}
5. กรณีโอกาสเกิดการรั่วไหลจากสถิติ ของประเทศไทย - รั่วไหลทันทีทันใด - รั่วไหลอย่างต่อเนื่อง	8.84×10^{-5} 1.68×10^{-5}	3.32×10^{-4} 2.52×10^{-5}	8.40×10^{-7} -	- 8.40×10^{-7}







8) ระดับความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุ (Severity)

จากการวิเคราะห์ท่อของโครงการมีโอกาสในการเกิดรูรั่วขนาด 2.54 ซม. หรือ 1 นิ้ว ซึ่งโอกาสเกิดมากที่สุด คือ 3.45×10^{-4} ครั้ง/ปี นำมาสู่การวิเคราะห์ระดับความรุนแรงและการจำลองการรั่วไหลและติดไฟของก๊าซธรรมชาติโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยพิจารณาภาวะทั่วไปในการรั่วไหลของท่อส่งก๊าซธรรมชาติจะเกิดการรั่วไหลอย่างต่อเนื่อง (Continuous Release) มีโอกาสเกิดการติดไฟลักษณะ Jet fire ตามข้อเสนอแนะของ API Publication 581, May 2000 พิจารณาจากระบบการตรวจจับและระบบการสั่งปิด/ตัด (Isolation System) ของระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ พบว่าการควบคุมดูแลระบบขนส่งของโครงการจะมีระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซมีเทนในบริเวณจุดเชื่อมต่อที่มีโอกาสเกิดการรั่วไหล ทั้งนี้การจัดระบบของการตรวจจับ และระบบการสั่งปิดหรือตัดแยกของโครงการจากเกณฑ์ของ API เป็น Class A ทั้งนี้ระยะเวลาในการประเมินการรั่วไหลที่ท่อเกิดรูรั่วเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 1 นิ้ว จะใช้ระยะเวลาการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ 10 นาทีและลักษณะการติดไฟแบบ Jet fire เมื่อเกิดการรั่วไหลแล้วก๊าซจะลอยขึ้นสู่ด้านบนและเจือจางกับบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ไม่เกิดการสะสมของก๊าซจนถึงระดับการติดไฟได้เอง

การพิจารณาทิศทางของการแผ่รัศมีของผลกระทบและไม่ระบุทิศทางลม ดังนั้นจึงแสดงระยะทางจากจุดรั่วไหลไปในทุกทิศทางแล้วแต่ทิศทางกระแสลมขณะนั้น ทำให้รัศมีของผลกระทบจะแผ่เป็นวงกลม เพื่อแสดงอาณาบริเวณของขอบเขตผลกระทบทุกด้าน

การพิจารณาระดับความรุนแรงของการเกิดอุบัติเหตุจะนำพลังงานความร้อนที่เกิดการแผ่กระจายที่ได้จากผลการใช้แบบจำลองพยากรณ์ โดยส่วนใหญ่จะแสดงในช่วง 4.0-37.5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร (kW/m^2) สำหรับผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สิน ดังตารางที่ 5.4.5-10

ตารางที่ 5.4.5-10 ผลกระทบชีวิตและทรัพย์สินเมื่อก๊าซธรรมชาติติดไฟที่ระดับพลังงานต่างๆ

ระดับพลังงานความร้อน (kW/m^2)	ผลกระทบต่อชีวิต	ผลกระทบต่อทรัพย์สิน
37.5	เกิดการเสียชีวิตทั้งหมดที่อยู่ในเวลา 1 นาที แต่หากอยู่ภายใน 10 วินาทีจะเสียชีวิตร้อยละ 1	ทำลายเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิต
25.0	เกิดการเสียชีวิตทั้งหมดที่อยู่ในเวลา 1 นาที แต่หากอยู่ภายใน 10 วินาทีจะบาดเจ็บสาหัส	เกิดการลุกไหม้ของโครงสร้างไม้ในลักษณะไม่ก่อให้เกิดเปลวไฟ
12.5	เกิดการเสียชีวิตร้อยละ 1 ที่อยู่ในเวลา 1 นาที แต่หากอยู่ภายใน 10 วินาทีจะผิวหนังไหม้	เกิดการลุกไหม้ของโครงสร้างไม้ในลักษณะเกิดเปลวไฟและหลอมพลาสติกได้
4.0	รู้สึกแสบผิวหนังถ้าอยู่นานกว่า 20 วินาที แต่ไม่ทำให้เกิดการพอง	-

ที่มา : World Bank Technical Paper Np.35,1988

สำหรับการศึกษาผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อบริเวณใกล้เคียง จะพิจารณาในบริเวณที่มีโอกาสเกิดการรั่วไหลเนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการเชื่อมต่อของท่อ ได้แก่ จุดเชื่อมต่อจากท่อภายนอกโครงการมายังบริเวณสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS) ทั้งนี้จะแสดงผลการวิเคราะห์อันตรายร้ายแรง ที่กรณีรั่วขนาด 1 นิ้ว ซึ่งเป็นขนาดรั่วที่มีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด และกรณีท่อแตกหัก ซึ่งเป็นกรณีเลวร้ายที่สุด ที่ระดับพลังงานความร้อน 12.5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร (รัศมีความร้อนที่มีผลทำให้เกิดการลุกไหม้ของโครงสร้างไม้ในลักษณะเกิดเปลวไฟและหลอมพลาสติกได้ และก่อให้เกิดการเสียชีวิตร้อยละ 1 ที่อยู่ในเวลา 1 นาที แต่หากอยู่ภายใน 10 วินาทีจะผิวหนังไหม้) รายละเอียดดังนี้ (ภาคผนวก ง-4)

(1) บริเวณจุดเชื่อมต่อจากท่อภายนอกโครงการมายังบริเวณสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS)

ผลการประเมินระดับขนาดของผลกระทบที่คำนวณจากท่อส่งก๊าซของโครงการเชื่อมต่อท่อภายในสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS) ในกรณีที่เกิดการรั่วไหลของท่อขนาดรั่วเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว และเกิดการติดไฟแบบ Jet fire ซึ่งจะแสดงรายละเอียดเฉพาะรั่ว 1 นิ้ว เนื่องจากมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด และกรณีท่อแตกหักซึ่งเป็นกรณีเลวร้ายที่สุด โดยมีรั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว โดยมีอัตราการรั่วไหล 3.37 และ 53.92 กิโลกรัม/วินาที พบว่า กรณีเกิดการรั่วไหลที่ท่อเชื่อมต่อขนาดรั่ว 1 นิ้ว เมื่อเกิดการรั่วไหลในสถานะก๊าซ หากมีแหล่งกำเนิดประกายไฟในพื้นที่ที่จะเกิดการติดไฟทันทีในลักษณะ Jet Fire และแผ่รังสีความร้อนจากการเผาไหม้ พบว่าระยะอันตรายที่ได้รับผลกระทบจากระดับรังสีความร้อนในระดับ 4 12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร เป็นระยะทางเท่ากับ 33.25 19.33 และ 10.68 เมตร ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นพื้นที่ภายในพื้นที่โครงการ และพื้นที่ถนนด้านหน้าโครงการ

กรณีเกิดการรั่วไหลที่ท่อเชื่อมต่อจากการแตกหักของท่อ เมื่อเกิดการรั่วไหลในสถานะก๊าซ หากมีแหล่งกำเนิดประกายไฟในพื้นที่ที่จะเกิดการติดไฟทันทีในลักษณะ Jet Fire และแผ่รังสีความร้อนจากการเผาไหม้ พบว่า ระยะอันตรายที่ได้รับผลกระทบจากระดับรังสีความร้อนในระดับ 4 และ 12.5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร เป็นระยะทางเท่ากับ 312.29 และ 137.13 เมตร ตามลำดับ โดยพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นพื้นที่ภายในพื้นที่โครงการ และบางส่วนของพื้นที่นิคมฯ รายละเอียดขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากระดับรังสีความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ที่มีโอกาสรั่วไหลแล้วติดไฟ ดังตารางที่ 5.4.5-11 รายละเอียดและภาพแสดงขอบเขตผลกระทบดังรูปที่ 5.4.5-8 ถึงรูปที่ 5.4.5-9

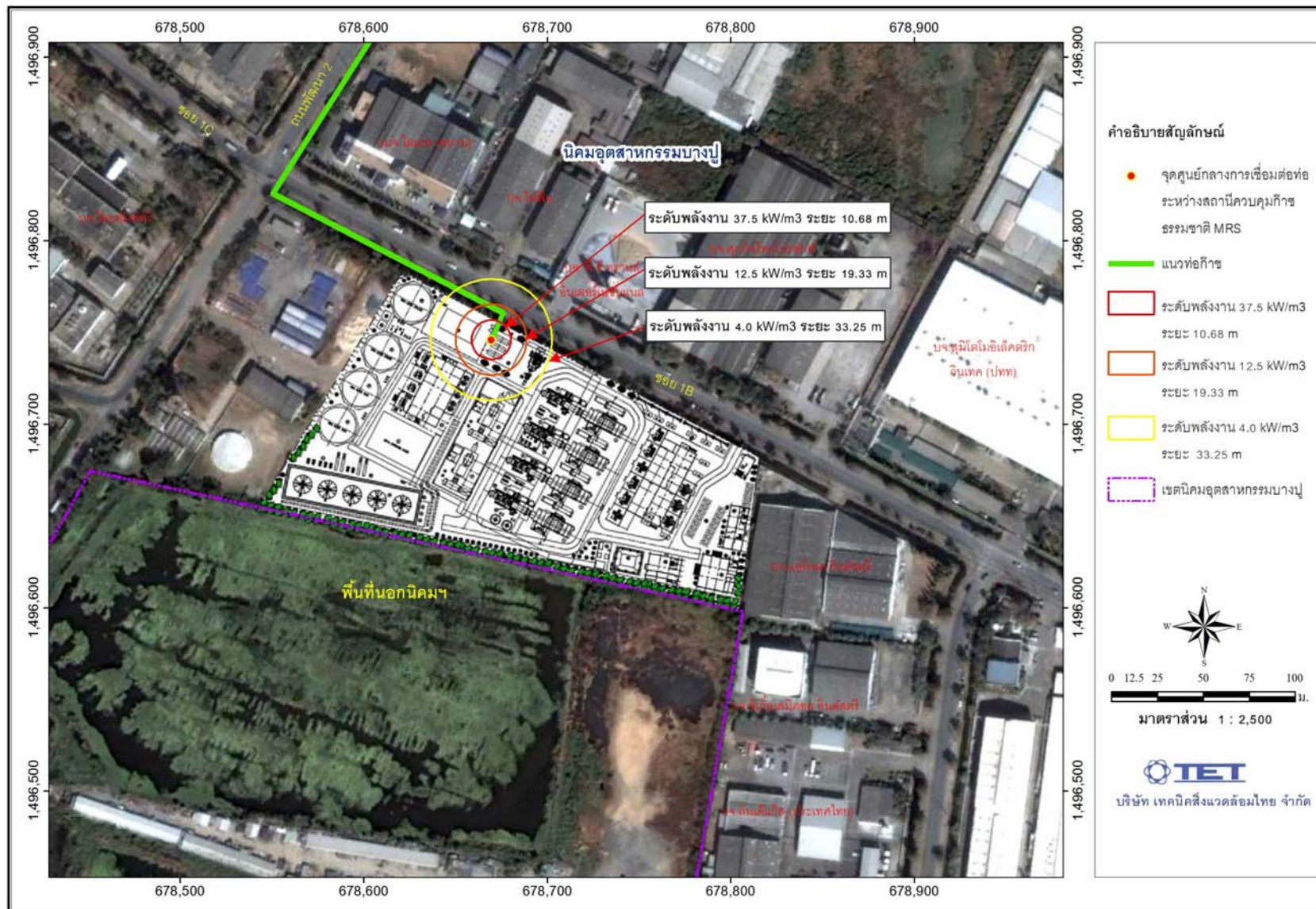
ตารางที่ 5.4.5-11 ระดับผลกระทบจากรังสีความร้อน กรณีเกิดการรั่วไหลจากท่อส่งก๊าซธรรมชาติ บริเวณจุดเชื่อมต่อจากท่อภายนอกโครงการมายังบริเวณสถานีควบคุมความดัน และวัดปริมาณก๊าซ (MRS)

กรณีศึกษา	รัศมีการแผ่ความร้อนโดยประมาณ (เมตร)	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ
รูรั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 ซม. (1 นิ้ว) - ระดับพลังงาน 37.5 kW/m ³	10.68	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ โดยพนักงานที่ทำงานในอาคาร MRS ^{2/} หากสัมผัสเกิน 1 นาที มีโอกาสทำให้เสียชีวิต 100 % หากสัมผัส 10 วินาที มีโอกาสเสียชีวิต 1% และตัวอาคารอาจพังเสียหาย
- ระดับพลังงาน 12.5 kW/m ³	19.33	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ และพื้นที่ถนนด้านหน้าโครงการ โดยพนักงานที่ทำงานในอาคาร MRS ^{2/} และผู้ใช้ถนนในซอย 1B อาจเกิดการสับร่อนผู้พองหากสัมผัสเกิน 1 นาที มีโอกาสทำให้เสียชีวิต 1% หากสัมผัส 10 นาที ทำให้เกิดแผลไฟไหม้ในระดับที่ 1
- ระดับพลังงาน 4.0 kW/m ³	33.25	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ และพื้นที่ถนนด้านหน้าโครงการ โดยพนักงานที่ทำงานในอาคาร MRS ^{2/} และผู้ใช้ถนนในซอย 1B อาจเกิดการสับร่อนผู้พอง
ท่อเกิดการแตกหัก - ระดับพลังงาน 37.5 kW/m ³	- ^{1/}	ไม่มีคนและทรัพย์สินได้รับผลกระทบ
- ระดับพลังงาน 12.5 kW/m ³	137.13	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ และโรงงานข้างเคียงฯ โดยพนักงานของโครงการและพนักงานของบริษัท สุภกิจไทยโปรดักส์ จำกัด บริษัท ดี.ซี.ทรานส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด บริษัท ไทยฟิน จำกัด บริษัท ไตเมท (สยาม) (มหาชน) จำกัด หากสัมผัสเกิน 1 นาที มีโอกาสทำให้เสียชีวิต 1% หากสัมผัส 10 นาที ทำให้เกิดแผลไฟไหม้ในระดับที่ 1 ส่วนของอาคารและเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เป็นยางและพลาสติกจะเสียหาย
- ระดับพลังงาน 4.0 kW/m ³	312.29	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ และโรงงานข้างเคียงฯ โดยพนักงานของโครงการและบริษัทข้างเคียงอาจเกิดการสับร่อนผู้พอง

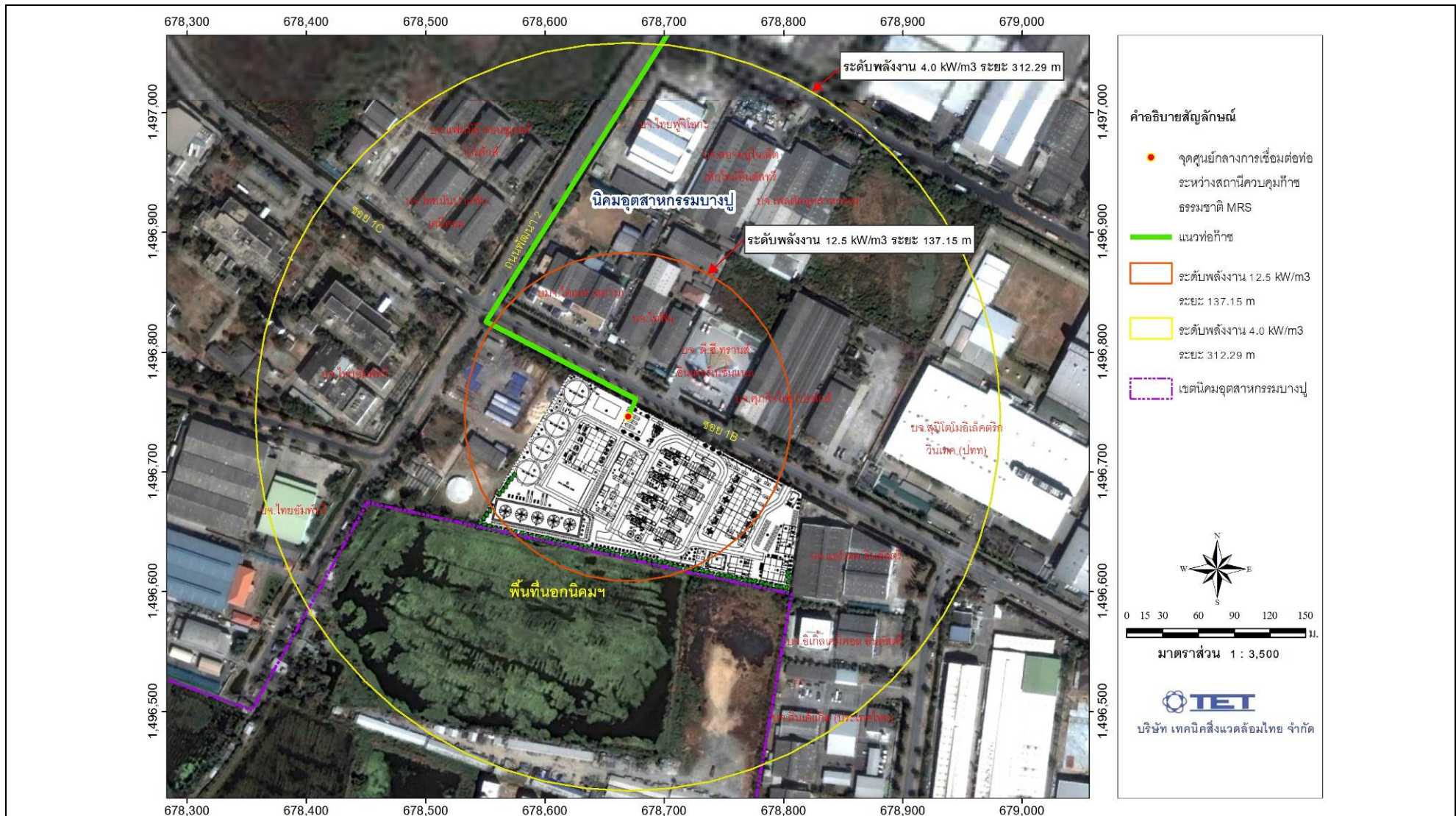
หมายเหตุ : ^{1/} ระดับพลังงานความร้อน 37.5 kW/m³ มีระยะการแผ่รัศมีความร้อนน้อยมากจนแบบจำลองฯ ไม่สามารถประเมินระยะได้

^{2/} ไม่มีพนักงานอยู่ปฏิบัติงานประจำ

ที่มา : บริษัท เทคนิคสิ่งแวดล้อมไทย จำกัด, 2555



รูปที่ 5.4.5-8 ผลกระทบจากรังสีความร้อน กรณีเกิดการติดไฟทันที แบบ Jet Fire บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างสถานีควบคุมห้ำขระมชาติ MRS กับแนวท่อส่งห้ำขของโครงการจากการรั่วไหล กรณีที่มีโอกาสเกิดมากที่สุด พิจารณากรณีท่อรั่ว 1 นิ้ว



รูปที่ 5.4.5-9 ผลกระทบจากรังสีความร้อน กรณีเกิดการติดไฟทันที แบบ Jet Fire บริเวณจุดเชื่อมต่อกับสถานีควบคุมก๊าซธรรมชาติ MRS กับแนวท่อส่งก๊าซของโครงการจากการรั่วไหล กรณีที่มีโอกาสเกิดมากที่สุด พิจารณากรณีท่อแตกหัก

(2) บริเวณจุดเชื่อมต่อท่อจากบริเวณสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณ ก๊าซ (MRS) มายังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ

ผลการประเมินระดับขนาดของผลกระทบที่คำนวณจากท่อส่งก๊าซของโครงการ
เชื่อมต่อท่อจากสถานีควบคุมและวัดปริมาณก๊าซ (MRS) มายังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ ใน
กรณีที่เกิดการรั่วไหลของท่อขนาดรูรั่วเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว และเกิดการติดไฟแบบ Jet fire ซึ่งจะ
แสดงรายละเอียดเฉพาะรูรั่ว 1 นิ้ว เนื่องจากมีโอกาสเกิดขึ้นมากที่สุด และกรณีท่อแตกหักซึ่งเป็นกรณี
เลวร้ายที่สุด โดยมีรูรั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 นิ้ว โดยมีอัตราการรั่วไหล 3.37 และ 53.92
กิโลกรัม/วินาที พบว่า กรณีเกิดการรั่วไหลที่ท่อเชื่อมต่อขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว เมื่อเกิดการรั่วไหลในสถานะ
ก๊าซ หากมีแหล่งกำเนิดประกายไฟในพื้นที่ที่จะเกิดการติดไฟทันทีในลักษณะ Jet Fire และแผ่รังสีความ
ร้อนจากการเผาไหม้ พบว่า ระยะอันตรายที่ได้รับผลกระทบจากระดับรังสีความร้อนในระดับ 4 12.5
และ 37.5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร เป็นระยะทางเท่ากับ 33.25, 19.33 และ 10.68 เมตร ตามลำดับ โดย
พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นพื้นที่ภายในพื้นที่โครงการและพื้นที่ถนนด้านหน้าโครงการ

กรณีเกิดการรั่วไหลที่ท่อเชื่อมต่อจากการแตกหักของท่อ เมื่อเกิดการรั่วไหลใน
สถานะก๊าซ หากมีแหล่งกำเนิดประกายไฟในพื้นที่ที่จะเกิดการติดไฟทันทีในลักษณะ Jet Fire และแผ่
รังสีความร้อนจากการเผาไหม้ พบว่า ระยะอันตรายที่ได้รับผลกระทบจากระดับรังสีความร้อนในระดับ
4 และ 12.5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร เป็นระยะทางเท่ากับ 312.29 และ 137.13 เมตร ตามลำดับ โดย
พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบเป็นพื้นที่ภายในพื้นที่โครงการ และบางส่วนของพื้นที่นิคมฯ รายละเอียด
ขอบเขตพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากระดับรังสีความร้อนที่เกิดขึ้นบริเวณพื้นที่ที่มีโอกาสรั่วไหลแล้วติด
ไฟ ดังตารางที่ 5.4.5-12 รายละเอียดและภาพแสดงขอบเขตผลกระทบ ดังรูปที่ 5.4.5-10 ถึงรูปที่
5.4.5-11

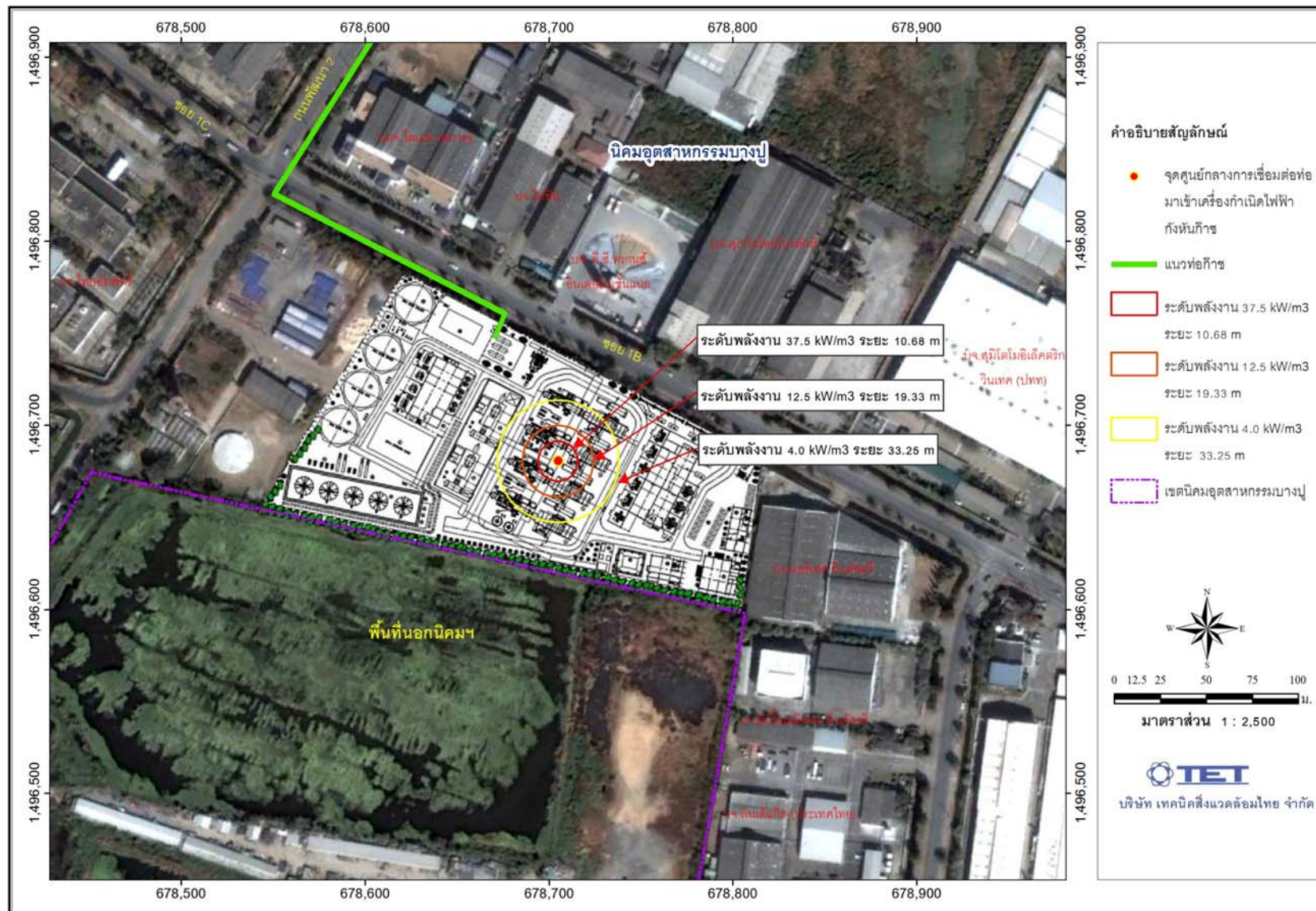
ตารางที่ 5.4.5-12 ระดับผลกระทบจากรังสีความร้อน กรณีเกิดการรั่วไหลจากท่อส่งก๊าซธรรมชาติ บริเวณสถานีควบคุมความดันและวัดปริมาณก๊าซ (MRS) มายังเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ

กรณีศึกษา	รัศมีการแผ่ความร้อนโดยประมาณ (เมตร)	พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ
รูรั่วขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.54 ซม. (1 นิ้ว) - ระดับพลังงาน 37.5 kW/m ³	10.68	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ โดยพนักงานที่ทำงานในบริเวณเครื่องกังหันก๊าซ ^{2/} หากสัมผัสเกิน 1 นาที มีโอกาสทำให้เสียชีวิต 100 % / หากสัมผัส 10 วินาที มีโอกาสเสียชีวิต 1% และตัวอาคารอาจพังเสียหาย ไม่มีอาคารที่ได้รับผลกระทบ
- ระดับพลังงาน 12.5 kW/m ³	19.33	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ โดยพนักงานที่ทำงานในบริเวณเครื่องกังหันก๊าซ ^{2/} อาจเกิดการสเปรย์ร้อนพ่นหากสัมผัสเกิน 1 นาที มีโอกาสทำให้เสียชีวิต 1% /หากสัมผัส 10 นาที ทำให้เกิดแผลไฟไหม้ในระดับที่ 1 ไม่มีอาคารที่ได้รับผลกระทบ
- ระดับพลังงาน 4.0 kW/m ³	33.25	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ โดยพนักงานที่ทำงานในบริเวณเครื่องกังหันก๊าซ ^{2/} อาจเกิดการสเปรย์ร้อนพ่น
ท่อเกิดการแตกหัก - ระดับพลังงาน 37.5 kW/m ³	- ^{1/}	ไม่มีคนและทรัพย์สินได้รับผลกระทบ
- ระดับพลังงาน 12.5 kW/m ³	137.13	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ และโรงงานข้างเคียงฯ โดยพนักงานของโครงการและพนักงานของบริษัท สุภกิจไทยโปรดักส์ จำกัด บริษัท ดี.ซี.ทรานส์ อินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด บริษัท ไทยฟีน จำกัด บริษัท ไดเมท (สยาม) (มหาชน) จำกัด หากสัมผัสเกิน 1 นาที มีโอกาสทำให้เสียชีวิต 1% /หากสัมผัส 10 นาที ทำให้เกิดแผลไฟไหม้ในระดับที่ 1 อาคารและเครื่องจักรอุปกรณ์ที่เป็นยางและพลาสติกจะเสียหาย
- ระดับพลังงาน 4.0 kW/m ³	312.29	ภายในพื้นที่โครงการผลิตพลังงานไอน้ำฯ และโรงงานข้างเคียงฯ พนักงานของโครงการและบริษัทข้างเคียงอาจเกิดการสเปรย์ร้อนพ่น

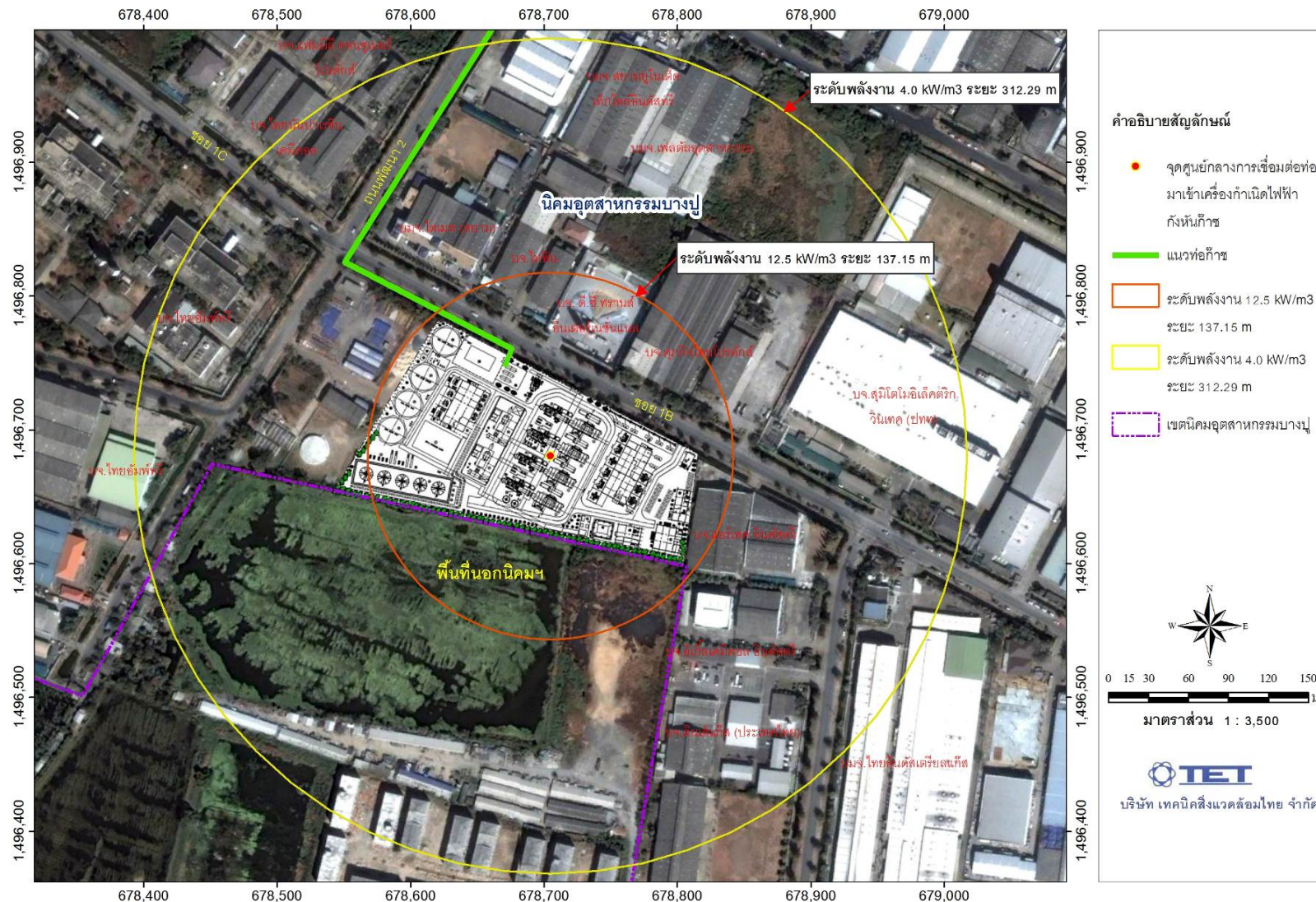
หมายเหตุ : ^{1/} ระดับพลังงานความร้อน 37.5 kW/m³ มีระยะการแผ่รัศมีความร้อนน้อยมากจนแบบจำลองฯ ไม่สามารถประเมินระยะได้

^{2/} ไม่มีพนักงานอยู่ปฏิบัติงานประจำ

ที่มา : บริษัท เทคนิคสิ่งแวดล้อมไทย จำกัด, 2555



รูปที่ 5.4.5-10 ผลกระทบจากรังสีความร้อนกรณีเกิดการติดไฟทันที แบบ Jet Fire บริเวณเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ
กรณีที่มีโอกาสเกิดมากที่สุด พิจารณากรณีทั่วรั้ว 1 นิ้ว



รูปที่ 5.4.5-11 ผลกระทบจากรังสีความร้อนกรณีเกิดการติดไฟทันที แบบ Jet Fire บริเวณเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันก๊าซ
กรณีที่มีโอกาสเกิดมากที่สุด พิจารณากรณีท่อแตกหัก

9) สรุปผลการประเมินอันตรายร้ายแรง

การเกิดอันตรายร้ายแรงต่อเนื้องมีโอกาและความเป็นไปได้น้อยมาก หรือแทบจะ
ไม่เกิดขึ้น เนื่องจากขั้นตอนของการก่อสร้างท่อก๊าซของโครงการฯ ตระหนักถึงความปลอดภัยสูงสุด
ของแนวท่อและป้องกันอันตรายร้ายแรงอันเนื่องจากการรั่วไหลของท่อก๊าซ ทางโครงการฯ ได้กำหนด
มาตรฐานทางวิศวกรรมการออกแบบท่อส่งก๊าซให้สูงกว่ามาตรฐาน ASME B 31.8 ในหลายๆ ด้าน อาทิ
ออกแบบท่อให้มีความหนาแน่นมากกว่าประมาณ 2 เท่าของมาตรฐาน ตรวจสอบการรั่วไหล (Hydrostatic test)
ด้วยแรงดันที่มากกว่า 1.5 เท่าของความดันที่ออกแบบ (pressure design) รวมทั้งกำหนดให้ติดตั้งระบบ
SCADA ที่สามารถตัดการจ่ายก๊าซหากเกิดการรั่วไหลภายใน 45 วินาที ซึ่งมาตรฐานไม่ได้กำหนดให้มี
เป็นต้น จะเห็นได้ว่าโอกาสการรั่วไหลเนื่องจากข้อผิดพลาดตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบเป็นไปได้น้อย
มาก นอกจากนี้ โครงการฯ ได้จัดให้มีการดูแลบำรุงรักษาแนวท่ออย่างสม่ำเสมอ และได้จัดเตรียม
มาตรฐานการด้านความปลอดภัย และแผนฉุกเฉินรองรับไว้แล้ว ซึ่งสามารถปฏิบัติการได้ทันทีและมี
ประสิทธิภาพ อีกทั้งในพื้นที่วางท่อส่งก๊าซของโครงการฯ อยู่ในพื้นที่ของนิคมฯ เมื่อพิจารณาร่วมกับ
องค์ประกอบพื้นฐานการติดไฟของก๊าซธรรมชาติ ซึ่งจะต้องมีครบทั้ง 3 ปัจจัย คือ ความเข้มข้นของ
เชื้อเพลิงอยู่ในระดับ LFL-UFL (ประมาณ 5-15%) ปริมาณออกซิเจนที่เพียงพอ และเปลวไฟหรือความร้อน
ถึงจุดสันดาป จะเห็นได้ว่าโครงการได้วางแผนป้องกันโอกาสการรั่วไหลตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ ดังนั้น
โอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรงต่อเนื้องมีความเป็นไปได้น้อยมาก หรือแทบจะไม่เกิดขึ้นแต่อย่างใด

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาถึงคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ ระยะห่างระหว่างแนวท่อ
ส่งก๊าซ และสภาพแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง รวมทั้ง บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) ได้จัดให้มีการดูแล
บำรุงรักษาแนวท่ออย่างสม่ำเสมอ และได้จัดเตรียมมาตรฐานการด้านความปลอดภัย และแผนฉุกเฉิน
รองรับไว้แล้ว ซึ่งสามารถปฏิบัติการได้ทันทีและมีประสิทธิภาพ อีกทั้งในการดำเนินการใดๆ ใกล้แนว
ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ จะต้องได้รับอนุญาตเป็นหนังสือจาก ปตท. ดังนั้น สรุปได้ว่าการเกิดอันตราย
ร้ายแรงต่อเนื้องมีความเป็นไปได้น้อยมาก หรือแทบจะไม่เกิดขึ้นแต่อย่างใด และเมื่อโครงการได้
ปฏิบัติตามมาตรการด้านการป้องกันและแก้ไขการเกิดเหตุการณ์อันตรายที่โครงการได้กำหนดอย่าง
เคร่งครัด กล่าวได้ว่าผลกระทบด้านเหตุการณ์อันตรายร้ายแรงอยู่ในระดับต่ำ

ทั้งนี้ โครงการได้กำหนดมาตรการป้องกันและแก้ไขผลกระทบสิ่งแวดล้อมเพิ่มเติมด้าน
อันตรายร้ายแรง ดังนี้

(1) มาตรการทั่วไป

- จัดให้มีการประเมินความเสี่ยงในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด เพื่อ
ศึกษา วิเคราะห์และทบทวนเพื่อชี้บ่งอันตรายหรือค้นหาปัญหาที่อาจเกิดขึ้น
ก่อนเริ่มดำเนินการ พร้อมทั้งหาแนวทางป้องกันเพิ่มเติม