การประเมินความเสี่ยงการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และการประเมินผลกระทบด้วยการจำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรม ALOHA

ณัฏฐิตา ศรีบุโฮม*, วิชัย พฤกษ์ธาราธิกูล** และยุพรัตน์ หลิมมงคล***

Received: September 12, 2023
Revised: November 17, 2023
Accepted: November 20, 2023

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์สาเหตุและประเมินความเสี่ยงผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ประเทศไทย โดยใช้เทคนิคการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault Tree Analysis (FTA) เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุหลัก และจำลองการรั่วไหลด้วยโปรแกรม ALOHA ที่รูรั่วขนาด 1 4 และ 16 นิ้ว ผลการศึกษาพบว่า สาเหตุของการเกิดการรั่วไหลของท่อก๊าซที่มีโอกาสเกิดได้มากที่สุด คือ การนำเครื่องจักรกลหนักเข้าไปกระทำต่อท่อจนเกิดความเสียหาย การกัดกร่อนภายในจากการเติมสารเคมีในท่อ และการกัดกร่อนภายนอกเนื่องจากอายุการใช้งาน เมื่อจำลองผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิด พบว่า หากท่อเกิดรูรั่ว 16 นิ้ว จะส่งผลกระทบที่รุนแรงมากที่สุด คือ เกิดกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ (Flammable Vapor Cloud) มีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทน 30,000 ppm รัศมี 1,300 เมตรและเกิดการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) มีค่าพลังงานความร้อน 10 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีรัศมีการแผ่กระจายรังสีความร้อน 97 เมตร จากแหล่งกำเนิดและผลการประเมินระดับความเสี่ยงของผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติมีความเสี่ยงระดับปานกลาง ซึ่งผลการประเมินความเสี่ยงสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการเตรียมพร้อมรับมือกับเหตุฉุกเฉินในระยะก่อนเกิดเหตุ เช่น การเตรียมความพร้อมของทรัพยากรด้านต่างๆ การอบรมให้ความรู้ให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานในแนวท่อ และผลจากศึกษาระดับความรุนแรงของผลกระทบ สามารถนำไปจัดทำแผนตอบโต้ต่อเหตุฉุกเฉินในระยะขณะเกิดเหตุและหลังเกิดเหตุ และฝึกซ้อมแผนดังกล่าว ร่วมกันระหว่างสถานประกอบการ ชุมชน และหน่วยงานในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาการป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉินอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: การรั่วไหลและระเบิด / ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ / ประเมินความเสี่ยง / โปรแกรม ALOHA / ประเมินผลกระทบ

*__ผู้รับผิดชอบบทความ:__ *ยุพรัตน์ หลิมมงคล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อำเภอเมือง E-mail: yupali@kku.ac.th*

**นักศึกษา หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

***รองศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

****ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประจำสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*

Risk Assessment of the Leakage and Explosion of Natural Gas Pipeline and Impact Assessmant by Aloha Program

Natthita Sribuhome*, Vichai Pruktharathikul** and Yuparat Limmongkon***

Abstract

In the following case study, to investigate the cause and assess the risk of natural gas pipeline leaks and explosions in Northeast of Thailand. The Fault Tree Analysis (FTA) was utilized to determine the root cause and utilized the ALOHA program to simulate leaking. The results of the case study found that the most causes of gas pipe leak are bringing heavy machinery into the pipes and made them spoiled. The chemical was filled into the pipes internally and got damaged. Moreover, the pipes were caused by aging externally. When the impacts of leaks and explosions were simulated, it was discovered that a 16-inch hole in the pipe would result in the most severe effect and cause Flammable Vapor Cloud. There is a methane report with a full strong value of 30,000 ppm with radius 1300 meters and capable of initiating and detonating Jet Fires. Its heat energy value per square meter is 10 kilowatts. The radiant heat radiation radius from the source is 97 meters, and the danger level of the effects of natural gas pipeline leakage and explosion was rated as medium. The risk assessment results can be used to prepare for emergency cases that may happen, such as: resourcing preparation or even knowledge training to the related employees. The findings from the analysis of the severity of the impact can be utilized to design an emergency response plan during and after the disaster, as well as implement the plan into practice. This collaboration between enterprises, communities, and relevant local authorities can lead to effective emergency prevention and response.

Kewords: Leakage and Explosion / Natural gas pipeline / Risk assessment / ALOHA Program / Impact assessment

****Corresponding Author:** *Yuparat Limmongkon, Faculty of Public Health, Khon Kaen University, E-mail: yupali@kku.ac.th*

**Master degree student in Occupational Health and Safety Program, Faculty of Public Health, Khon Kaen University*

***Associate Professor, Department of Environmental and Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University*

****Assistant Professor, Department of Environmental and Occupational Health and Safety, Faculty of Public Health, Khon Kaen University*

1. บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยมีความต้องการทางด้านพลังงานเพิ่มสูงขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการพื้นฐานของประชาชนในด้านการใช้พลังงานและเชื้อเพลิง จากความจำเป็นดังกล่าว จึงมีการพัฒนาในด้านอุตสาหกรรมปิโตรเลียมเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการ โดยมีการวางโครงข่ายระบบท่อก๊าซธรรมชาติให้กระจายไปอย่างทั่วถึงในประเทศไทย (กรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ, 2564) ทั้งในทะเลและบนบกเป็นระยะทางรวมกันกว่า 4,255 กิโลเมตร (บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน), 2564) เพื่อขนส่งก๊าซธรรมชาติไปผลิตเป็นพลังงาน และในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่ใช้ในการขนส่งก๊าซธรรมชาติเพื่อนำไปผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าสำหรับภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน ระยะแนวท่อประมาณ 65 กิโลเมตร โดยมีการวางแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติผ่านทั้งแม่น้ำ ถนน รวมถึงชุมชนต่างๆ ซึ่งมีการใช้งานมากว่า 15 ปี ด้วยระยะเวลาดังกล่าวอาจมีการเสื่อมสภาพของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ซึ่งหากเกิดการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อชีวิตทรัพย์สินชุมชน และสิ่งแวดล้อมได้

เมื่อศึกษาจากสถิติการเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินเกี่ยวกับการรั่วไหลและการระเบิดจากก๊าซธรรมชาติในประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นประเทศที่มีการขนส่งก๊าซธรรมชาติผ่านแนวท่อมาตั้งแต่ปี ค.ศ.1970 และมีแนวส่งก๊าซธรรมชาติยาวที่สุดในโลก พบว่าในช่วงระหว่างปี ค.ศ.2001 - 2020 มีรายงานการเกิดอุบัติเหตุเกี่ยวกับระบบท่อส่งก๊าซในประเทศสหรัฐอเมริกามากกว่า 12,500 เหตุการณ์และมีผู้เสียชีวิตจากเหตุการณ์ดังกล่าวถึง 270 ราย และสาเหตุของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ.2020 พบว่า สาเหตุโดยส่วนมากเกิดจากอุปกรณ์ชำรุด คิดเป็นร้อยละ 38 ของสาเหตุ และรองลงมา คือ การกัดกร่อน คิดเป็นร้อยละ 15 ของสาเหตุ และการขุด ตอกเจาะ ตักบริเวณที่มีท่อส่งก๊าซธรรมชาติฝังอยู่ คิดเป็นร้อยละ 12 ของสาเหตุ (U.S. Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration, 2021)

จากการศึกษาของปัณณพร จงษ์เกษมวงศ์ (2553) ทำการศึกษาผลกระทบจากการรั่วไหลและการระเบิด ณ จุดเชื่อมต่อท่อสงกก๊าซเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมพระนครเหนือซึ่งอยู่ในระหว่างการดำเนินการก่อสร้าง ได้ทำการประเมินการแพร่กระจายและผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลและการระเบิดของท่อส่งก๊าซที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เพื่อทราบพื้นที่และระยะรัศมีที่ได้รับอันตรายจากเหตุการณ์รุนแรง โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA พบว่า กรณีเกิดการรั่วไหลของรูรั่วขนาด 0.25, 1, 4 และ 16 ตารางนิ้ว (ท่อแตกหัก) ที่ระดับความเข้มข้น 4,400 ppm ซึ่งคิดเป็น 10% LEL นั้นมีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ในระยะ 59, 116, 232 และ 442 เมตร ตามลำดับ สวนกรณีเกิดเพลิงไหม้แบบ Jet Fire ของรูรั่วขนาดเดียวกัน พบว่า ที่ระดับพลังงานความร้อน 2 กิโลวัตตต่อตารางเมตร มีพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบและอันตรายจากการระเบิดของท่อส่งกาซภายในพื้นที่รัศมี 11, 23, 48 และ 93 เมตร ตามลำดับ ซึ่งมีผลทำให้ผู้สัมผัสได้รับบาดเจ็บถูกเผาไหม้และอาจเป็นอันตรายถึงแกชีวิตได้ภายในเวลา 60 วินาที โดยได้กำหนดมาตรการป้องกันเหตุการณ์รุนแรง คือปรับปรุงแผนป้องกันและรองรับภาวะฉุกเฉินโดยการกำหนดจุดรวมพลใหม่การกำหนดเส้นทางการเข้าถึงคำนวณเวลาในการอพยพและเข้าระงับเหตุของทีมฉุกเฉินและซ้อมแผนฉุกเฉินร่วมกับชุมชน และ Huang & Li (2012) ได้ศึกษาวิเคราะห์ความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุจากการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติและประเมินผลกระทบจากการเกิดเพลิงไหม้จากการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในเขตเมืองและชนบท พบว่า ความเสี่ยงในการเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในเขตเมืองและชนบทมีความเสี่ยงอยู่ในระดับสูง ซึ่งมีสาเหตุมาจากหลายด้าน เช่น ข้อบกพร่องของตัวท่อเกิดจากการกัดกร่อน หรือการเกิดจากบุคคลที่ 3 ที่กระทำต่อแนวท่อ ก๊าซที่มีความไวไฟและระเบิดได้ หากมีการรั่วไหลจากแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่มีแรงดันสูงอาจนำไปสู่การระเบิดขนาดใหญ่ได้ซึ่งก่อให้เกิดความเสียหายต่อเสียชีวิตและทรัพย์สินอย่างมาก จากการคำนวณความเสี่ยง พบว่า หากท่อเกิดรูรั่วขนาด 0.01 ตารางเซนติเมตร ยาว 12.6 เมตร จะทำให้เกิดการระเบิดที่มีรัศมีกว้างถึง 498.5 ตารางเมตร ซึ่งมีผลทำให้เสียชีวิตถึง

ร้อยละ 100 ภายใน 1 นาที และมีประมาณร้อยละ 1 ที่อาจเสียเสียชีวิตภายใน 10 วินาที และอุปกรณ์เกิดความเสียหายอย่างร้ายแรง

การชี้บ่งอันตรายและประเมินระดับความเสี่ยงของสาเหตุและผลกระทบของการรั่วไหลและระเบิดของก๊าซธรรมชาติจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องดำเนินการเพื่อลดความสูญเสียที่อาจเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด ซึ่งในการประเมินความเสี่ยงจำเป็นจะต้องมีการชี้บ่งอันตรายก่อน เพื่อแจกแจงอันตรายที่มีและที่แอบแฝงอยู่ในทุกงานหรือจุดทำงาน ทุกกิจกรรม ทุกขั้นตอนงาน ตลอดจนเครื่องมือเครื่องจักรและสิ่งแวดล้อมการทำงาน ซึ่งการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault - Tree Analysis (FTA) เป็นวิธีการชี้บ่งอันตราย โดยตั้งต้นจากเหตุการณ์ร้ายแรงที่คาดว่าจะเกิดขึ้นหรือที่เกิดขึ้นแล้วก็ได้โดยกำหนดเหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุหลักของการเกิดเหตุการณ์ร้ายแรงนั้นให้เป็น Top Event แล้วนำไปวิเคราะห์หาเหตุการณ์ย่อยที่เป็นสาเหตุโดยใช้เทคนิคการคิดย้อนกลับที่อาศัยหลักการทางตรรกวิทยาในการวิเคราะห์เหตุจากผล เพื่อแจกแจงเหตุการณ์ตั้งต้นว่าสาเหตุมาจากเหตุการณ์ย่อย เป็นเครื่องมือที่นิยมใช้ในการประเมินหาค่าความถี่ในการเกิดอุบัติเหตุในการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ โดยประเมินหาค่าความถี่ของเหตุการณ์ที่เกิดจากความผิดพลาดของระบบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลและระเบิดของก๊าซธรรมชาติ และจำลองผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติดังกล่าว เพื่อช่วยผลกระทบที่คาดว่าจะเกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด พร้อมทั้งจัดเตรียมแผนฉุกเฉินที่พร้อมสำหรับการตอบโต้เหตุฉุกเฉินได้อย่างทันที

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อชี้บ่งอันตรายและประเมินระดับความเสี่ยงของสาเหตุการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

2.2 เพื่อจำลองสถานการณ์ลักษณะการแพร่กระจายและผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของก๊าซธรรมชาติ โดยใช้โปรแกรม ALOHA

2.3 เพื่อประเมินระดับผลกระทบของการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ

3. วิธีดำเนินการวิจัย

รูปแบบการศึกษาในการศึกษาครั้งนี้เป็นการวิจัยการวิจัยแบบภาคตัวขวางเชิงพรรณนา (Descriptive Cross-Sectional Study Design)

3.1 พื้นที่ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

3.1.1 พื้นที่ศึกษา งานวิจัยนี้ทำการศึกษาแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ พื้นที่จังหวัดขอนแก่น ช่วงแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติกิโลเมตรที่ 40 - 65

3.1.2 รวบรวมข้อมูล

1) ข้อมูลปฐมภูมิ (Primary Data) ได้แก่ สภาพแวดล้อมในปัจจุบันของท่อส่งก๊าซธรรมชาติได้จากการลงพื้นที่สำรวจบริเวณโดยรอบแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

2) ข้อมูลข้อมูลทุติยภูมิ (Secondary Data) คือ ข้อมูลองค์ประกอบของก๊าซธรรมชาติ และคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาติ จากฐานข้อมูลกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติ ข้อมูลด้านอุตุนิยมวิทยา จากสถานีอุตุนิยมวิทยาศูนย์อุตุนิยมวิทยาภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน และ ข้อมูลขนาดชุมชนใกล้บริเวณแนวท่อ จากฐานข้อมูลสำนักบริหารการปกครองส่วนท้องถิ่น

3.2 ขั้นตอนการวิจัย

3.2.1 การชี้บ่งอันตรายและประเมินระดับความเสี่ยงด้วยเทคนิค Fault Tree Analysis

ทำการชี้บ่งอันตรายด้วยเทคนิค Fault Tree Analysis (FTA) และประเมินความเสี่ยงจะใช้ข้อมูลทุติยภูมิ โดยประเมินจากโอกาสหรือความถี่ในการเกิดคูณกับระดับความรุนแรง อ้างอิงจากข้อมูลอุบัติเหตุรั่วไหลและระเบิดของท่อก๊าซธรรมชาติจากฐานข้อมูลกรมเชื้อเพลิงธรรมชาติและบริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน) และข้อมูลสถิติของการเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในสหรัฐอเมริกาปี ค.ศ.2001 - 2020 เพื่อใช้ในการประเมินระดับความเสี่ยงของสาเหตุหลักของการเกิดการชำรุดเสียหายต่อระบบท่อส่งก๊าซ โดยแต่งตั้งทีมวิเคราะห์ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติงาน และความเชี่ยวชาญ ประกอบด้วย 1) หัวหน้าแผนกปฏิบัติการผลิต 2) หัวหน้าแผนกซ่อมบำรุง 3) หัวหน้าแผนกความปลอดภัยมั่นคง อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม 4) เจ้าหน้าที่อาวุโสปฏิบัติการผลิต 5) วิศวกรซ่อมบำรุง 6) เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานระดับวิชาชีพ 7) เจ้าหน้าที่เทคนิคความปลอดภัยมั่นคง อาชีวอนามัยและสิ่งแวดล้อม ทำการวิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดที่มีอยู่เพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุที่จะนำไปสู่การรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

3.2.2 การจำลองลักษณะการแพร่กระจายและผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อก๊าซธรรมชาติด้วยโปรแกรม ALOHA และ Google Earth

จำลองลักษณะการแพร่กระจายจากการรั่วไหลและระเบิด 2 กรณี การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ และการเกิดการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟและการระเบิดแบบ Jet Fire โดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูล คือ โปรแกรม ALOHA version 5.4.7 ใช้ข้อมูลนำเข้าโปรแกรม ดังตารางที่ 1 จะแสดงผลในรูปแบบ Footprint และจำลองพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบโดยใช้โปรแกรม Google Earth ซึ่งจะทำให้เห็นถึงขอบเขต รัศมีการแพร่กระจายที่อาจจะได้รับผลกระทบหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้น โดยกำหนดรูรั่ว 3 ขนาด โดยแบงตามตัวแทนของรูรั่วขนาดเล็ก ขนาดกลาง และการแตกของทอ ได้แก่ 1 4 และ 16 นิ้วตามลำดับ (API Publication 581, 2000)

ตารางที่ 1 สรุปข้อมูลเพื่อนำเข้าโปรแกรม ALOHA เพื่อจำลองเหตุการณ์หากเกิดการรั่วไหล

ข้อมูล	ข้อมูลนำเข้าโปรแกรม ALOHA	
สารเคมี	มีเทน (Methane)	
แหล่งรั่วไหล	Pipe หมายถึง การรั่วออกจากทอ	
เสนผาศูนย์กลางท่อ	16 นิ้ว	
แรงดันภายในท่อ	725 psi	
ขนาดของรูรั่ว	1, 4 และ 16 นิ้ว	
สภาพอากาศ	**เดือนมีนาคมถึงกลางเดือนตุลาคม**	**เดือนพฤศจิกายนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์**
- ความเร็วลม	3 นอต	3 นอต
- ทิศทางลม	ตะวันตกเฉียงใต้ (SW)	ตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)
- อุณหภูมิ	36 องศาเซลเซียส	20 องศาเซลเซียส
- ความชื้น	65%	75%
- เสถียรภาพของบรรยากาศ	Slightly unstable กลางวัน (C)	Slightly unstable กลางวัน (C)

3.2.3 การประเมินความเสี่ยงผลกระทบจากการรั่วไหลและการระเบิดของท่อก๊าซธรรมชาติ

การประเมินระดับความเสี่ยงด้วยวิธีการนำระดับโอกาส (Probability) คูณกับระดับความรุนแรง (severity) ของผลกระทบต่อบุคคล ทรัพย์สิน ชุมชน หรือสิ่งแวดล้อม หากระดับความเสี่ยงที่ได้แตกต่างกันให้เลือกความเสี่ยงที่มีค่าสูงสุดและระบุว่าด้านใด โดยพิจารณาจากคะแนนความสัมพันธ์ของโอกาสที่จะเกิดอันตราย

ร้ายแรง (Probability) คะแนนความรุนแรงจากอันตราย (severity) ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ โดยใช้การประเมินความเสี่ยงตามแนวทางของสถาบันปิโตรเลียมแห่งอเมริกา (American petroleum institute, API) (2018) และประยุกต์จากตารางการประเมินความเสี่ยงของบริษัท ปตท.สำรวจและผลิตปิโตรเลียม จำกัด (มหาชน) (2564) ดังตารางที่ 2 ซึ่งแบ่งระดับความเสี่ยงออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

12 - 16 คะแนน	ความเสี่ยงสูงมาก	ดำเนินการแก้ไขทันที และเพิ่มมาตรการเพื่อลดความเสี่ยง จัดทำแผนงานลดความเสี่ยงและแผนควบคุมความเสี่ยง
8 - 9 คะแนน	ความเสี่ยงสูง	เพิ่มมาตรการเพื่อลดความเสี่ยง จัดทำแผนลดความเสี่ยง และจัดทำแผนควบคุมความเสี่ยงและพิจารณาแผนฉุกเฉิน
3 – 6 คะแนน	ความเสี่ยงปลานกลาง	พิจารณามาตรการเดิมที่มีอยู่ และจัดทำแผนควบคุมความเสี่ยง
1 – 2 คะแนน	ความเสี่ยงเล็กต่ำ	ไม่ต้องเพิ่มมาตรการและไม่ต้องจัดทำแผนควบคุมความเสี่ยงเพิ่ม

ตารางที่ 2 ตารางคะแนนประเมินความเสี่ยงการรั่วไหลและระเบิดของแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

ระดับความรุนแรงของผลกระทบ					โอกาสที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง			
					เล็กน้อย (1)	ปานกลาง (2)	มาก (3)	มากที่สุด (4)
ความรุนแรงจากอันตราย	ความเสียหายต่อชีวิต	ความเสียหายต่อทรัพย์สิน	ความเสียหายต่อชุมชน	ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	ไม่เคยเกิดขึ้น หรือมีโอกาสในการเกิดยาก ในอุตสาหกรรมสำรวจและผลิตปิโตรเลียม	มีโอกาสในการเกิดน้อย หรือเคยเกิดขึ้นในอุตสาหกรรมสำรวจและผลิตปิโตรเลียมมาแล้ว	มีโอกาสเกิดขึ้นหนึ่งครั้งต่อปี และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมสำรวจและผลิตปิโตรเลียม	เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งหรือมากกว่าหนึ่งครั้งต่อปีในอุตสาหกรรมสำรวจและผลิตปิโตรเลียม
มากที่สุด (4)	เสียชีวิตจำนวนมาก หรือมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรจำนวนมาก (มากกว่า 10 คน)	เสียหายมากกว่า 1,000,000 บาท ขึ้นไป	มีผลกระทบต่อชุมชนเป็นบริเวณกว้าง หรือรัฐต้องเข้ามาดำเนินการแก้ไข	การแพร่กระจายของก๊าซธรรมชาติหรือรัศมีจากการระเบิดมากกว่า 3 กิโลเมตร	4	8	12	16
มาก (3)	เสียชีวิตหรือทุพพลภาพถาวรอย่างน้อยหนึ่งราย สุขภาพที่ไม่สามารถกลับคืนสภาพเดิมได้	เสียหายน้อยกว่า 1,000,000 บาท	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบแนวท่อก๊าซฯ และใช้เวลาในการแก้ไขมากกว่า 24 ชม. แต่ไม่เกิน 3 วัน	การแพร่กระจายของก๊าซธรรมชาติหรือรัศมีจากการระเบิดไม่เกิน 3 กิโลเมตร	3	6	9	12
ปานกลาง (2)	ได้รับบาดเจ็บถึงขั้นเข้ารับการรักษาพยาบาล มีผลต่อสุขภาพเล็กน้อย	เสียหายน้อยกว่า 100,000 บาท	มีผลกระทบต่อชุมชนรอบแนวท่อก๊าซฯ และแก้ไขได้ใน 24 ชม.	การแพร่กระจายของก๊าซธรรมชาติหรือรัศมีจากการระเบิดไม่เกิน 1 กิโลเมตร	2	4	6	8
เล็กน้อย (1)	เจ็บป่วยเล็กน้อย ไม่มีความเสียหายเล็กน้อยต่อสุขภาพ	เสียหายน้อยกว่า 10,000 บาท	ไม่มีผลกระทบต่อชุมชนรอบแนวท่อก๊าซฯ หรือมีผลกระทบเล็กน้อย	การแพร่กระจายของก๊าซธรรมชาติหรือรัศมีจากการระเบิดไม่เกิน 500 เมตร	1	2	3	4

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงของสาเหตุการรั่วไหลและระเบิดของแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติด้วยวิธี Fault–Tree Analysis (FTA)

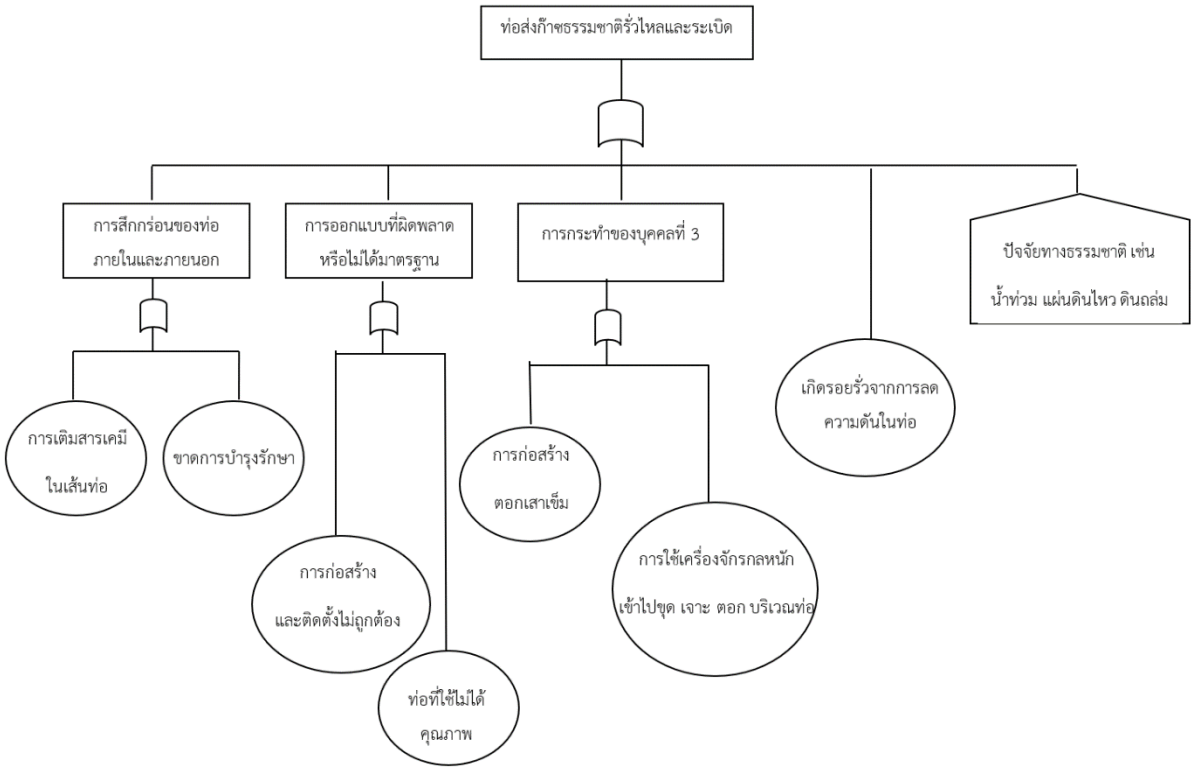
ผลการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault - Tree Analysis (FTA) พบว่า มีสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดได้ 3 สาเหตุ ได้แก่

4.1 การสึกกร่อนของท่อ เกิดจากสาเหตุย่อย 2 สาเหตุ คือ การเติมสารเคมีในท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ซึ่งการเติมสารเคมีบางชนิดจะทำให้เกิดการสึกกร่อนได้ และขาดการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ

4.2 การออกแบบที่ไม่ได้มาตรฐาน เกิดจากสาเหตุย่อย 2 สาเหตุ คือ การก่อสร้างและติดตั้งไม่ถูกต้องตามแบบ และท่อที่ใช้งานไม่ได้มาตรฐาน ทำให้เกิดการรั่วไหลได้

4.3 การกระทำของบุคคลที่ 3 เกิดจากสาเหตุย่อย 2 สาเหตุ คือ มีการก่อสร้าง ตอกเสาเข็มใกล้กับท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และการนำเครื่องจักรกลหนัก เข้าไปทำการขุด เจาะ ตอก ในบริเวณแนวท่อ ซึ่งจะเกิดการสั่นสะเทือนและกระแทกจนอาจเกิดการชำรุดของท่อได้

และเมื่อทำการวิเคราะห์หาสาเหตุย่อยเพิ่มเติม พบว่ามีอีก 2 สาเหตุ คือ การลดความดันในท่อ เนื่องจากหากมีการลดความดันภายในท่อ จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสภาพท่ออย่างเร็วจนอาจชำรุดได้ และปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว ดินถล่ม อาจส่งผลต่อสภาพท่อทำให้ชำรุดได้ ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 แผนผังผลการวิเคราะห์ชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี Fault–Tree Analysis (FTA) กรณีเกิดการรั่วไหลและระเบิดของท่อ

จากการชี้บ่งอันตรายได้เหตุการณ์ที่เป็นสาเหตุของการรั่วไหลและการระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และเมื่อนำมาประเมินความเสี่ยง ผลการประเมินความเสี่ยงของสาเหตุการเกิดการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ทั้งหมด 8 เหตุการณ์ พบว่า มีความเสี่ยงระดับสูงมาก 1 เหตุการณ์ ความเสี่ยงระดับปานกลาง 1 เหตุการณ์ และความเสี่ยงระดับต่ำ 6 เหตุการณ์ รายละเอียด ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการประเมินความเสี่ยงของสาเหตุการเกิดการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

สาเหตุของการเกิดการรั่วไหล	โอกาส	ความรุนแรง	ระดับความเสี่ยง
1) การเติมสารเคมีในท่อส่งก๊าซธรรมชาติ	1	2	2 (ต่ำ)
2) ขาดการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ	2	3	6 (ปานกลาง)
3) การก่อสร้างและติดตั้งไม่ถูกต้อง	1	2	2 (ต่ำ)
4) ท่อที่ใช้งานไม่ได้มาตรฐาน	1	2	2 (ต่ำ)
5) การก่อสร้าง ตอกเสาเข็มใกล้กับท่อส่งก๊าซ	1	2	2 (ต่ำ)
6) การนำเครื่องจักรกลหนัก เข้าไปทำการขุด เจาะ ตอก ในบริเวณแนวท่อ	2	4	8 (สูง)
7) การลดความดันในท่อ	1	2	2 (ต่ำ)
8) ปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น น้ำท่วม แผ่นดินไหว ดินถล่ม	1	2	2 (ต่ำ)

4.2 ผลการจำลองลักษณะการแพร่กระจายและผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ โดยใช้โปรแกรม ALOHA

การประเมินลักษณะการแพร่กระจายและผลกระทบจากการรั่วไหลและการระเบิดของของก๊าซธรรมชาติจากแนวท่อส่งก๊าซ โดยการใช้โปรแกรม ALOHA จากจำลองกรณีการรั่วไหลและระเบิดออกเป็น 2 กรณี คือ การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ และการเกิดการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟและการระเบิดแบบ Jet Fire ซึ่งผลการจำลองลักษณะการแพร่กระจายและผลกระทบที่เกิดจากการรั่วไหล

4.2.1 การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ (Flammable Vapor Cloud)

ผลการจำลองการแพร่กระจายของก๊าซมีเทน จากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ALOHA กรณีเกิดรูรั่วขนาด 1 4 และ 16 นิ้ว พบว่า การแพร่กระจายแบ่งออกเป็น 2 บริเวณ คือ บริเวณพื้นที่สีแดง มีค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทน 30,000 ppm ซึ่งหากมีประกายไฟเกิดขึ้น อาจก่อให้เกิดการลุกติดไฟอย่างรวดเร็ว และผลกระทบต่อสุขภาพ หากมีการสูดดมเป็นเวลานาน จะมีอาการเวียนศีรษะ อาเจียน จนหมดสติได้ มีรัศมีการแพร่กระจายของก๊าซมีเทน 33 79 และ 450 เมตร ตามลำดับ และบริเวณพื้นที่สีเหลือง ค่าความเข้มข้นของก๊าซมีเทน 5,000 ppm มีผลกระทบต่อสุขภาพ หากสูดดมเป็นระยะเวลานานมากกว่า 60 นาที อาจหมดสติได้ รัศมีการแพร่กระจายของก๊าซมีเทน 42 194 และ 1,100 เมตร ตามลำดับ จำลองพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยใช้โปรแกรม Google Earth ได้ดังภาพที่ 2 ส่วนในกรณีที่เกิดรูรั่วขนาด 1 นิ้ว โปรแกรม ALOHA จะไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบของการแพร่กระจายของไอระเหยได้เนื่องจากผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในรัศมีของการแพร่กระจายน้อย โปรแกรม ALOHA จึงไม่สามารถแสดงการแพร่กระจายได้

ภาพที่ 2 จำลองการแพร่กระจายของก๊าซมีเทนแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟขนาดรูรั่ว 4 และ 16 นิ้ว

4.2.2 การเกิดการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ (Vapor Cloud Explosion: VCE) และการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire)

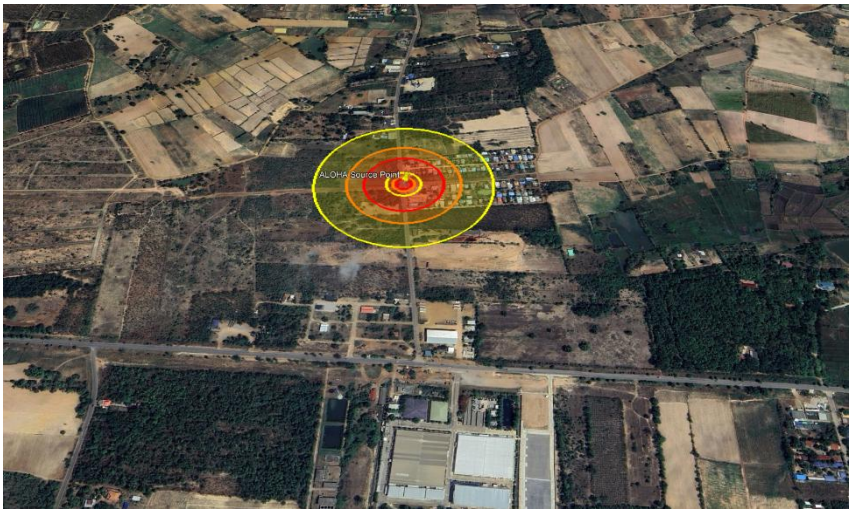
ผลการจำลองผลกระทบแบบการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ (Vapor Cloud Explosion: VCE) และการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) ด้วยโปรแกรม ALOHA ประเมินในรูปแบบของการแผ่รังสีความร้อน ระยะเวลาในการเผาไหม้ 60 นาที แบ่งระดับของการแผ่รังสีความร้อนออกเป็น 3 ระดับ แปลผลความรุนแรงของผลกระทบ โดยอ้างอิงจาก ALOHA Example Scenarios September 2016 ได้ ดังนี้

1) พื้นที่สีแดง (Red Zone) มีค่าพลังงานความร้อน 10 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงปานกลางจะส่งผลกระทบต่อคน ร้อยละ1 ที่ทำให้เสียชีวิต และผิวหนังไม้ภายใน 10 วินาที เมื่ออยู่ในรัศมีความร้อน

2) พื้นที่สีส้ม (Orange Zone) มีค่าพลังงานความร้อน 5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงของแผลเพลิงไหม้ในระดับสอง ทำให้ผิวหนังเกิดการพองใสขึ้นและถ้าแตกจะมีน้ำใสๆ ออกมาเป็นการทำลายชั้นหนังกำพร้าได้ภายใน 60 วินาที

3) พื้นที่สีเหลือง (Yellow Zone) มีค่าพลังงานความร้อน 2 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร อาจทำให้เกิดความผิดปกติของร่างกาย หากได้รับเป็นเวลานาน

ผลการจำลองการแผ่รังสีความร้อน จากการประมวลผลโดยใช้โปรแกรม ALOHA กรณีเกิดรูรั่วขนาด 1 นิ้ว พบว่า การแผ่พลังงานความร้อนในทุกบริเวณจะมีรัศมีที่น้อยกว่า 10 เมตร โปรแกรม ALOHA จะไม่สามารถแสดงข้อมูลออกมาเป็น footprint ได้ จึงไม่สามารถจำลองพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยใช้โปรแกรม Google Earth ได้ และกรณีเกิดรูรั่วขนาด 4 และ 6 นิ้ว พบว่า บริเวณพื้นที่สีแดง มีรัศมีการแผ่รังสีความร้อน 18 และ 97 เมตร ตามลำดับ บริเวณพื้นที่สีส้ม มีรัศมีการแผ่รังสีความร้อน 26 และ 137 เมตร ตามลำดับ และบริเวณพื้นที่สีเหลือง รัศมี 40 และ 212 เมตร ตามลำดับ ซึ่งมีชุมชนที่อยู่ในรัศมีการแพร่กระจายที่อาจได้รับผลกระทบประมาณ 30 หลังคาเรือน จำลองพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ โดยใช้โปรแกรม Google Earth ได้ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 จำลองการเกิดการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ (Vapor Cloud Explosion: VCE) และการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) ขนาดรูรั่ว 4 และ 16 นิ้ว

4.3 ผลการประเมินระดับความเสี่ยงของผลกระทบการรั่วไหลและการระเบิดของแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

จากการประเมินผลกระทบด้วยการจำลองเหตุการณ์ด้วยโปรแกรม ALOHA ได้ลักษณะของผลกระทบ 2 แบบ คือ ผลกระทบจากการรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ (Flammable Vapor Cloud) และผลกระทบจากการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ (Vapor Cloud Explosion: VCE) และการเกิดเพลิงไหม้แบบไฟพุ่ง (Jet Fire) ซึ่งจำลองผลกระทบรวมทั้งหมด 6 เหตุการณ์ ทำการประเมินระดับความเสี่ยง โดยใช้ตารางการประเมินความเสี่ยงจากการรั่วไหลและระเบิดของแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ เพื่อนำไปจัดระดับความเสี่ยงของผลกระทบและนำไปสู่แนวทางการป้องกันผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น และผลการประเมินระดับความเสี่ยงของผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ จากทั้งหมด 6 เหตุการณ์ พบว่า มีความเสี่ยงระดับปานกลาง 3 และความเสี่ยงระดับต่ำ 3 เหตุการณ์ ไม่มีเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงในระดับสูงมากและสูง ซึ่งสรุปได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ผลการประเมินระดับความเสี่ยงผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

สาเหตุของการเกิดการรั่วไหล	โอกาส	ความรุนแรง	ระดับความเสี่ยง
1) การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ รูรั่วขนาด 1 นิ้ว	2	1	2 (ต่ำ)
2) การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ รูรั่วขนาด 4 นิ้ว	2	1	2 (ต่ำ)
3) การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ รูรั่วขนาด 16 นิ้ว	2	2	4 (ปานกลาง)
4) การระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ และการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) รูรั่วขนาด 1 นิ้ว	2	1	2 (ต่ำ)
5) การระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ และการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) รูรั่วขนาด 4 นิ้ว	2	2	2 (ปานกลาง)
6) การระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ และการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) รูรั่วขนาด 16 นิ้ว	2	2	2 (ปานกลาง)

5. อภิปรายผล

5.1 การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงของสาเหตุการรั่วไหลและระเบิดของแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas) ด้วยวิธี Fault–Tree Analysis (FTA)

ผลการชี้บ่งของสาเหตุการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ พบว่า มีสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดได้ 3 สาเหตุ และสาเหตุย่อยจำนวนอีก 8 สาเหตุ สาเหตุของการรั่วไหลที่สำคัญ คือ การกระทำจากบุคคลภายนอกและการสึกกร่อนของท่อ และผลของการประเมินระดับระดับความเสี่ยง พบว่า มีสาเหตุที่มีระดับความเสี่ยงสูง คือ การนำเครื่องจักรกลหนักกระทำต่อแนวท่อ เป็นความเสียหายจากบุคคลที่สาม ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดขึ้นสูงสุดจากทุกสาเหตุ และระดับความเสี่ยงปานกลาง คือ ขาดการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งนำไปสู่การเสื่อมสภาพของท่อได้ และอีกจำนวน 6 สาเหตุย่อยมีระดับความเสี่ยงต่ำ ซึ่งเป็นเหตุการณ์ที่มีโอกาสเกิดยากจึงมีระดับความเสี่ยงต่ำ

สาเหตุการรั่วไหลดังกล่าวสอดคล้องกับผลการประเมินความเสี่ยงของ Huang & Li (2012) ที่ทำการศึกษาความเสี่ยงการรั่วไหลของท่อส่งก๊าซในบริเวณเขตเมืองและชนบทของประเทศจีนจากสถิติและการวิเคราะห์อุบัติเหตุท่อส่งก๊าซรั่วไหลจำนวน 259 เหตุการณ์ ทำให้ทราบว่าสาเหตุหลักของอุบัติเหตุท่อส่งก๊าซนั้นมีสาเหตุมาจากการกัดกร่อนของท่อส่งก๊าซ ความเสียหายของบุคคลที่สามก็เป็นสาเหตุสำคัญของการรั่วไหล และสอดคล้องกับงานวิจัยของรายงานของอุบัติการณ์ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศสหรัฐอเมริกาตั้งแต่ ปี ค.ศ. 2001 - 2020 ของ United States Department of Transportation, Pipeline and Hazardous Materials Safety (2021) และการศึกษาข้อมูลของ European Gas Pipeline Incident Data Group (EGIG) เรื่อง รายงานของอุบัติการณ์ของท่อส่งก๊าซธรรมชาติในกลุ่มผู้ใช้งานท่อในยุโรป ตั้งแต่ปี ค.ศ.1970-2019 ที่มีสถิติของสาเหตุหลักคือ การอุปกรณ์ชำรุดจากการขาดการดูแลรักษา การกัดกร่อน และการขุดเจาะ ตอก ในบริเวณแนวท่อ ถึงแม้ว่าผลการประเมินความเสี่ยงของสาเหตุการรั่วไหลและระเบิดท่อส่งก๊าซธรรมชาติจะมีโอกาสกิดขึ้นยาก แต่หากเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลร้ายแรงอย่างมาก จึงควรมีมาตรการป้องกันและการเตรียมความพร้อมต่อเหตุการณ์ฉุกเฉิน

5.2 ผลการจำลองลักษณะการแพร่กระจายและผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติ โดยใช้โปรแกรม ALOHA

ผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติที่ขนาดรูรั่วขนาด 1 4 และ 16 นิ้ว มีระดับความเข้มข้นของก๊าซมีเทน 30,000 ppm พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจะอยู่ในระยะรัศมี 17 เมตร 81 เมตร และ 519 เมตร ตามลำดับ มีผลต่อสุขภาพพนักงานที่ปฏิบัติงานในแนวท่อส่งก๊าซ เมื่อสูดดมเป็นเวลานานมากกว่า 30 นาที จะมีอาการเวียนศีรษะ อาเจียน จนหมดสติได้ และมีระดับความเข้มข้นของก๊าซมีเทน 5,000 ppm พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจะอยู่ในระยะรัศมี 42 เมตร 201 เมตร และ 1,300 เมตร ตามลำดับ ผลต่อสุขภาพหากสูดดมเป็นระยะเวลานานมากกว่า 60 นาที อาจหมดสติได้ (ALOHA Example Scenarios September 2016) และการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟและการระเบิดแบบไฟพุ่ง (Jet Fire) จะมีระดับพลังงานความร้อน 3 ระดับ คือ ระดับพลังงานความร้อน 10 5 และ 2 กิโลวัตต์ต่อตารางกิโลเมตร กรณีเกิดรูรั่วขาด 1 นิ้ว ที่ระดับพลังงานความร้อนทั้ง 3 ระดับ มีรัศมีการแผ่กระจายน้อยกว่า 10 เมตร และขนาดรูรั่ว 4 นิ้ว และ 16 นิ้ว ที่ระดับพลังงานความร้อน 10 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงมากอาจถึงขั้นเสียชีวิตภายใน 60 วินาที (ALOHA Example Scenarios September 2016) รัศมีการแผ่รังสีความร้อนในระยะ 18 เมตร และ 97 เมตร ตามลำดับ เมื่อพิจารณาจากทิศทางลมประจำปี ขนาดของผลกระทบและบริเวณที่ได้รับผลกระทบจะแตกต่างกับขึ้นอยู่กับสภาพภูมิอากาศ ซึ่งบริเวณที่ได้รับผลกระทบช่วงเดือนมีนาคมถึงเดือนตุลาคม จะมีลมพัดจากทิศตะวันตกเฉียงใต้ (SW) และในช่วงเดือนพฤศจิกายนถึงเดือนกุมภาพันธ์ จะมีลมพัดจากทิศตะวันออกเฉียงเหนือ (NE)

สอดคล้องกับงานวิจัยของวันวิสาข์ เสาสิริ (2559) ได้ศึกษาประเมินการแพร่กระจายและการระเบิดของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ด้วยโปรแกรม ALOHA พบว่า ในกรณีที่สมมติฐานการรั่วไหลเหมือนกันและตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยามีความใกล้เคียงกันหากมีการเปลี่ยนแปลงของปัจจัยทางด้านปริมาณ ขนาดรูรั่ว อัตราการรั่วไหล และสภาพทางด้านอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกันจะทำให้ลักษณะและระยะการแพร่กระจายของก๊าซเปลี่ยนแปลงได้

5.3 ผลการประเมินระดับความเสี่ยงของผลกระทบการรั่วไหลและการระเบิดของแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ

ผลการประเมินระดับความเสี่ยงของผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากทั้งหมด 6 เหตุการณ์ พบว่า มีความเสี่ยงระดับปานกลาง 3 เหตุการณ์ และความเสี่ยงระดับต่ำ 3 เหตุการณ์ และไม่มีเหตุการณ์ที่มีความเสี่ยงในระดับสูงมากและสูง ซึ่งระดับความเสี่ยงของผลกระทบจะขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของชุมชนบริเวณใกล้เคียงกับแนวท่อก๊าซธรรมชาติด้วย หากในบริเวณที่มีชุมชนอยู่มากก็อาจร้ายแรงถึงขั้นอาจทำให้เสียชีวิตได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Shao & Duan (2012) ทำการศึกษาระดับความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุจากการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตไฟฟ้าและผลกระทบต่อชุมชนข้างเคียงโดยจำลองการเกิดเหตุการณ์ก๊าซรั่วไหลในตำแหน่งปลายสุดของท่อโดยใช้โปรแกรม ALOHA ในการประมวลผล พบว่า ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวขึ้นอยู่กับการกระจายตัวของชุมชนบริเวณใกล้เคียงกับแนวท่อก๊าซธรรมชาต ถึงแม้ว่าผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ในระดับสูง แต่เนื่องจากมีโอกาสในการเกิดเหตุการณ์ต่ำหรือเกิดได้ยาก ระดับความเสี่ยงจึงอยู่ในระดับปานกลาง เนื่องด้วยการออกแบบท่อตามมาฐานความปลอดภัยระดับสากล การบำรุงรักษาแนวท่ออย่างสม่ำเสมอ และระบบความปลอดภัยในการดำเนินการด้านปิโตรเลียมอีกด้วย

6. ข้อเสนอแนะ

จากการประเมินความเสี่ยงสาเหตุและผลกระทบจากการรั่วไหลและระเบิดของท่อส่งก๊าซธรรมชาติจากงานวิจัยนี้ ถึงแม้ว่าผลการประเมินโอกาสการเกิดเหตุการณ์จะเกิดขึ้นยาก แต่หากเกิดขึ้นแล้วจะส่งผลร้ายแรงอย่างมาก ข้อมูลสำคัญที่ได้จากการศึกษานี้ในส่วนของผลการวิเคราะห์สาเหตุการเกิดเหตุการณ์ สามารถนำไปสู่การเตรียมพร้อมรับมือกับเหตุฉุกเฉินในระยะก่อนเกิดเหตุ เช่น การบริหารจัดการเตรียมความพร้อมของทรัพยากรด้านต่างๆ การควบคุมดูแลตรวจสอบ ป้องกันการอบรมให้ความรู้ฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินให้กับพนักงานที่ปฏิบัติงานในแนวท่อ และผู้ที่อาศัยอยู่ใกล้แนวท่อ และข้อมูลที่ได้จากศึกษาระดับความรุนแรงของผลกระทบทั้งรูปแบบการเกิดระดับความความรุนแรงของระยะผลกระทบ สามารถนำไปจัดทำแผนตอบโต้ต่อเหตุฉุกเฉินในระยะขณะเกิดเหตุและหลังเกิดเหตุและจำลองสถานการณ์และฝึกซ้อมแผนดังกล่าว ร่วมกันระหว่างสถานประกอบการชุมชน และหน่วยงานในท้องถิ่นที่เกี่ยวข้องเพื่อพัฒนาการป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉินอย่างมีประสิทธิภาพ

7. เอกสารอ้างอิง

กรมธุรกิจพลังงาน, กองความปลอดภัยธุรกิจก๊าซธรรมชาติ. (2563). *รายงานการเกิดเหตุก๊าซธรรมชาติรั่วและเพลิงไหม้ ระบบขนส่งก๊าซธรรมชาติทางท่อ โครงการท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ท่อคู่ขนานเส้นที่ 2 บนบก*. https://resolution.soc.go.th/PDF_UPLOAD/2563/P_402279_3.pdf

บริษัท ปตท. จำกัด (มหาชน). (ม.ป.ป.). *ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ*. https://www.pttplc.com/th/Products/Ourbusinessbypttplc/Gasunit/Transmissionanddistributionpipeline.aspx.

บริษัท อีอาร์เอ็ม-สยาม จำกัด. (2548). *รายงานการวิเคราะห์ผลกระทบสิ่งแวดล้อมฉบับสมบูรณ์ โครงการพัฒนาแหล่งก๊าซธรรมชาติภูฮ่อม จังหวัดอุดรธานีและขอนแก่น*. อีอาร์เอ็ม-สยาม.

ปัณณพร จงเกษมวงศ์, กานดิส สุดสาคร และธงไชย ศรีนพคุณ. (2553). *การประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลและการระเบิดของท่อส่งก๊าซที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมเพื่อสร้างแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วันวิสาข์ เสาสิริ. (2559). *การประเมินการแพร่กระจายและการระเบิดของก๊าซปิโตรเลียมเหลว จากการรั่วไหลของสถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในกรุงเทพมหานคร ด้วยโปรแกรม ALOHA* [การศึกษาค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน). (2563, 3 กันยายน). *ทำนายการกระจายตัวของสารเคมีกรณีเกิดการรั่วไหลโดยใช้โปรแกรม ALOHA*. https://www.tosh.or.th/index.php/blog/item/777-aloha?fbclid=IwAR2VOUTeo_3Z8OQSp5nHG7VO6AYwkhQipnVfFPnlxERlxfR1HQnhqfQxjR0.

สุนิสา ชายเกลี้ยง และวิชัย พฤกษ์ธาราธิกูล. (2564). *การประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัย*. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

สุนิสา วอนเผื่อน. (2561). *การประยุกต์ใช้โปรแกรม PHAST เพื่อประเมินผลกระทบกรณีเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม* [วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ไม่ได้ตีพิมพ์]. มหาวิทยาลัยเกษตร์ศาสตร์.

Huang, Z., & Li, J. (2012). Assessment of fire risk of gas pipeline leakage in cities and towns. *Procedia Engineering, 45*, 77-82.

Shao, H., & Duan, G. (2012). Risk quantitative calculation and ALOHA simulation on the leakage accident of natural gas power plant. *Changzhou University Journal: Procedia Engineering, 45*, 352-359. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.08.170

U.S. Department of Transportation, Pipeline and Hazardous Materials Safety Administration. (2022, 15 November). *Pipeline Incident 20 Year Trend*. https://www.phmsa.dot.gov/data-and-statistics/pipeline/pipeline-incident-20-year-trends.