การประเมินความเสี่ยงและประเมินผลกระทบกรณี : เกิดการระเบิดจากก๊าซธรรมชาติรั่วไหลในโรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรม

RISK AND IMPACT ASSESSMENTS OF EXPLOSION FROM NATURAL GAS LEAKS IN A POWER PLANT LOCATED IN AN INDUSTRIAL PARK

มยุรฉัตร เดโชรัมย์[1] และกานดิส สุดสาคร[2]

[1] ภาควิชาวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, mayurachat.d@ku.th

[2] ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, fengkdsk@ku.ac.th

----

บทคัดย่อ

โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลัก ซึ่งก๊าซธรรมชาติมีคุณสมบัติเป็นก๊าซไวไฟหากเกิดการรั่วไหลสามารถทำให้เกิดเพลิงไหม้และระเบิดได้ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความเสี่ยง และประเมินระยะรัศมีที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เพื่อปรับปรุงมาตรการป้องกันและมาตรการรองรับ โดยสร้างแบบจำลองในการเกิดเหตุการณ์จากการประเมินความเสี่ยงสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นได้ ด้วยวิธี HAZOP พบว่าสถานการณ์ที่สามารถเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติภายในโรงไฟฟ้าสามารถเกิดขึ้นได้มีทั้งสิ้น 2 เหตุการณ์ ได้แก่ การรั่วไหลบริเวณระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Discharge Line) และการรั่วไหลบริเวณ Gas Compressor Receiver Tank ซึ่งความเสี่ยงสูงสุดที่ทำให้เกิดการรั่วไหล คือการกัดกร่อน โดยจำลองเหตุการณ์ด้วยโปรแกรม ALOHA จากผลการศึกษาพบว่าหากเกิดการรั่วไหลที่ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ รูรั่วขนาด 4 inches จะส่งผลกระทบรุนแรงกว่าการเกิดรั่วไหลที่ Gas Compressor Receiver Tank ที่รูรั่วขนาด 0.25 inches โดยเมื่อเกิด Flash Fire จะเกิดการแพร่กระจายของก๊าซที่มีความเข้มข้นเฉลี่ย 30,000 ppm ที่ 558 meters โดยเมื่อเกิด Jet Fire ที่มีการแผ่รังสีความร้อน 10 kW/m^2 ที่ 33 meters และแรงดันเนื่องจากการระเบิด 8 lb_f/in^2 ที่ 427 meters เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดผลกระทบดังกล่าวจึงกำหนดมาตรการป้องกันโดยการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน จุดที่เสี่ยงต่อการเกิดการรั่วไหล คือ เส้นท่อ หน้าแปลน ข้อต่อ ข้องอ ทั้งนี้กำหนดกฎความปลอดภัยในพื้นที่เขตหวงห้าม เพิ่มวิธีการตอบโต้เหตุฉุกเฉินลงในแผนฉุกเฉินเดิมที่มีอยู่ และปรับปรุงจุดรวมพลใหม่อ้างอิงตามผลที่ได้จากการสร้างแบบจำลอง

คำสำคัญ: ก๊าซธรรมชาติรั่วไหล, โรงไฟฟ้า, การประเมินความเสี่ยง

ABSTRACT

This study focuses on assessing the risks associated with natural gas leakage in a combined cycle power plant in Thailand, where natural gas serves as the primary fuel. Given the high flammability of natural gas, the potential for fire and explosion necessitates a comprehensive evaluation to enhance preventive and emergency preparedness measures. The research employs the ALOHA process hazard analysis software to generate models, primarily utilizing the HAZOP method, to identify the most critical scenarios for risk assessment. The investigation uncovers two critical events that can lead to natural gas leakage within the power plant: leakage in the natural gas pipeline system (specifically, the discharge line) and leakage at the Gas Compressor Receiver Tank. Corrosion is identified as the primary risk factor contributing to leakage. Furthermore, the study reveals that a 4-inch hole in the natural gas pipeline has a significantly greater impact than a 0.25-inch leak in the Gas Compressor Receiver Tank. In terms of the consequences, the study finds that a flash fire resulting in a natural gas concentration of 30,000 ppm has a potential impact radius of 558 meters. For jet fires, where the thermal radiation reaches 10 kW/m2, the affected distance is approximately 33 meters. Moreover, in the event of an explosion with an overpressure of 8 lb_f/in^2, the affected distance extends to approximately 427 meters. To mitigate the harmful effects of these scenarios, specific preventive measures are proposed. These measures include implementing preventive maintenance practices for high-risk components such as pipeline flange joints and fittings, defining safety regulations for restricted areas, incorporating emergency response instructions into the existing emergency plan, and establishing new assembly points based on the modeling results. By conducting this comprehensive risk assessment and proposing targeted preventive measures.

Keywords: Natural Gas Leaks, Power Plant, Risk Assessment

1. บทนำ

พลังงานไฟฟ้ามีความจำเป็นอย่างมาก ความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง ทำให้โรงไฟฟ้าต้องผลิตกระแสไฟฟ้ามากขึ้น โดยการนำเชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติมาใช้ในกระบวนการเดินเครื่องเป็นหลัก และคุณสมบัติของก๊าซธรรมชาตินั้น เป็นก๊าซที่มีความไวไฟสูง หากเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติอาจทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือเกิดการระเบิดได้ ทั้งนี้ในส่วนของท่อส่งก๊าซที่อยู่บนพื้นผิวดินนั้น มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุมากกว่า เนื่องจากอยู่ในบริเวณพื้นที่เปิดโล่งและไม่มีแนวป้องกันท่อส่งก๊าซ หากมีการรั่วไหล หรือเกิดการระเบิดขึ้นอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุ หรืออันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน และบริษัทข้างเคียงได้ ซึ่งในปัจจุบันโรงไฟฟ้าดำเนินการให้มีการตรวจสอบบำรุงรักษาระบบท่อส่งก๊าซเป็นประจำทุกปี จากการตรวจสอบส่วนใหญ่ที่พบการรั่วไหล คือ บริเวณข้อต่อข้องอ หน้าแปลน และวาล์วต่างๆ ซึ่งดำเนินการแก้ไขเพียงการเปลี่ยน ข้อต่อ ข้องอ หน้าแปลน วาล์ว หรือเชื่อมบริเวณที่มีรอยรั่วเท่านั้น ไม่มีการค้นหาสาเหตุ หรือความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ อย่างไรก็ตามในส่วนของการประเมินความเสี่ยงปัจจัยที่มีผลทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลยังมีผู้ที่ทำการศึกษาไม่มากนัก ที่ผ่านมามีการศึกษาเกี่ยวกับการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม โดยสร้างแบบจำลองในการเกิดเหตุการณ์ด้วยโปรแกรมต่างๆ แต่ยังขาดการประเมินความเสี่ยงเพื่อหาสาเหตุของการรั่วไหลที่เกิดขึ้น

ดังนั้นในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาการประเมินความเสี่ยงและประเมินผลกระทบ ในขอบเขตการศึกษาของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วมที่ตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรมภาคกลาง และใช้เชื้อเพลิงจากก๊าซธรรมชาติ

เป็นหลัก ด้วยวิธี HAZOP เพื่อให้สามารถวิเคราะห์ความเสี่ยง หาปัจจัยสำคัญที่ก่อให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติได้อย่างเหมาะสมและครอบคลุม ร่วมกับโปรแกรม ALOHA และ Google Earth สำหรับนำมาประเมินผลกระทบจากการก๊าซธรรมชาติรั่วไหลโดยโปรแกรม ALOHA จะคำนวณเหตุการณ์ และสร้างแบบจำลองเหตุการณ์ ซึ่งจะแสดงขอบเขตการแพร่กระจายสำหรับใช้เป็นข้อมูลในการจัดทำแผนรองรับเหตุฉุกเฉินตามมาตรการด้านความปลอดภัยของโรงไฟฟ้า

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

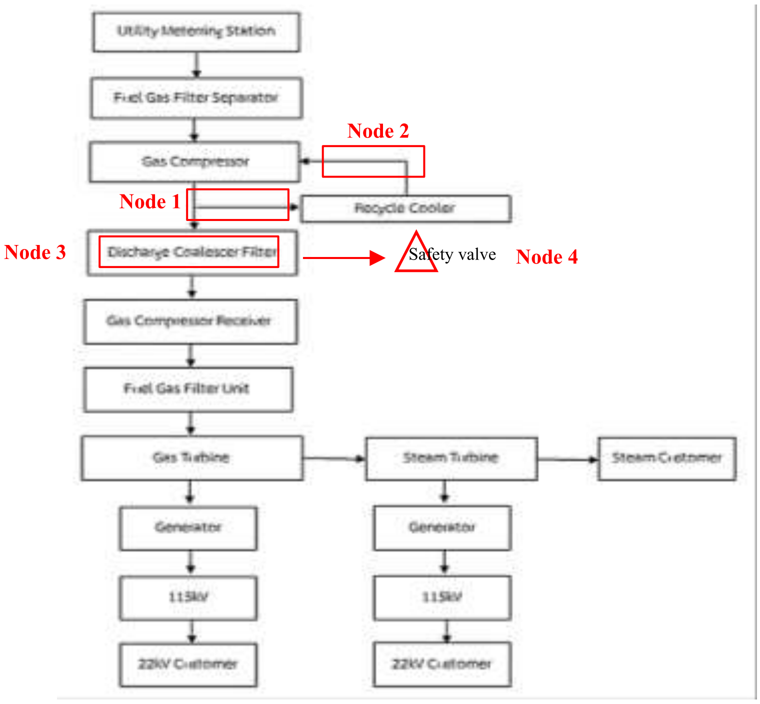
1. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลในโรงไฟฟ้าจนเกิดเพลิงไหม้และการระเบิดขึ้น

2. เพื่อสร้างแบบจำลองในการประเมินผลกระทบของการระเบิด กรณีเกิดก๊าซธรรมชาติรั่วไหลในโรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรม

3. การดำเนินการวิจัย

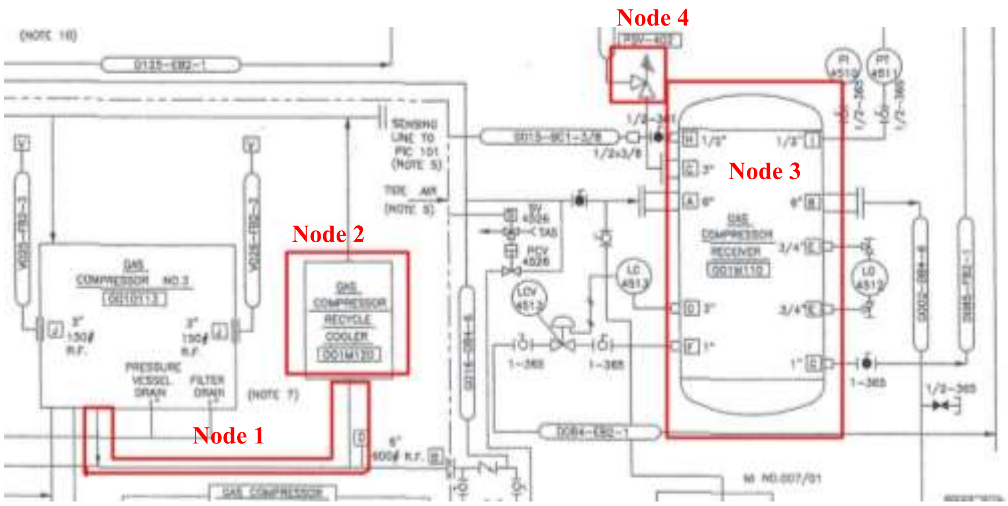
การดำเนินการวิจัยเรื่องการประเมินความเสี่ยงและประเมินผลกระทบ กรณีเกิดการระเบิดจากก๊าซธรรมชาติรั่วไหลในโรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรม มีขั้นตอนดังนี้

1. **ศึกษากระบวนการผลิต** โรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม เป็นการใช้พลังความร้อนของไอที่ปล่อยจากเครื่องจักรผลิตไฟฟ้ากังหันก๊าซ (Gas Turbine) ที่ใช้ก๊าซธรรมชาติเป็นเชื้อเพลิงหลัก และมีอุณหภูมิสูงมาใช้กับเครื่องจักรผลิตไฟฟ้าพลังไอน้ำ และไม่ใช้เชื้อเพลิงเพิ่ม ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ภาพรวมกระบวนการผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม

2. **ศึกษาวิธีชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงการก่อให้เกิดอันตรายด้วยวิธี HAZOP** จากรูปที่ 1 ขอบเขตการศึกษา (Node) ของการประเมินความเสี่ยงที่ก่อให้เกิดอันตรายด้วยวิธี HAZOP โดย แบ่งเป็น 4 Nodes ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 P&ID Node ที่ใช้ในการบ่งชี้อันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี HAZOP

2.1 **Node ที่1 ระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Discharge Line)** ตั้งแต่ส่วนที่ออกจาก Gas Compressor จนถึง Gas Compressor Recycle Cooler เนื่องจากท่อส่วนนี้เป็นจุดแรกที่ก๊าซธรรมชาติออกมาจาก Gas Compressor ซึ่งมีความดันสูงอยู่ที่ 638 lb_f/in^2 ถ้ามีความดันเกินจึงมีความเสี่ยงที่จะเป็นจุดแรกของท่อส่งก๊าซที่จะเกิดการรั่วไหลตาม ท่อ หน้าแปลน หรือวาล์วต่างๆที่มีการเสื่อมสภาพ

2.2 **Node ที่2 Gas Compressor Recycle Cooler** ทำหน้าที่ลดอุณหภูมิก๊าซธรรมชาติที่สูงกว่าค่าที่ต้องควบคุม หลักการทำงาน คือใช้น้ำอยู่ภายในทำหน้าที่ลดอุณหภูมิ มีผลทำให้อุปกรณ์นี้มีความเสี่ยงที่จะเกิดการกัดกร่อนจากน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติได้

2.3 **Node ที่ 3 Gas Compressor Receiver Tank** เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยทำให้การจ่ายก๊าซธรรมชาติอัดคงที่สม่ำเสมอ เพียงพอต่อการจ่ายให้กับ Gas Turbine ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเนื่องจากถังดังกล่าวมีท่อต่อไปยังวาล์วหรือท่อหลายจุดเมื่อมีการเสื่อมสภาพ จึงทำให้มีความเสี่ยงให้เกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติได้หลายจุด

2.4 **Node ที่ 4 Safety Valve** เป็นลิ้นควบคุมความปลอดภัย หลักการทำงานคือ ในกรณีที่มีความดันสูง วาล์วที่ทำหน้าที่ที่ควบคุมความดัน จะระบายความดันที่เกินออกสู่บรรยากาศ หากไม่ทำงานหรือทำงานผิดปกติ แล้วภายใน Gas Compressor Receiver Tank มีความดันสูง จะทำให้ถังรั่วได้

3. **ศึกษาปัจจัยที่จะนำมาลงข้อมูลในโปรแกรม ALOHA เพื่อประเมินผลกระทบการระเบิดจากก๊าซธรรมชาติรั่วไหล** ในการสร้างแบบจำลองนั้นจะต้องกำหนดจุดที่เกิดการรั่วไหลก่อน ซึ่งการกำหนดจุดที่สร้างแบบจำลองนั้นจะกำหนดจากการประเมินความเสี่ยงสูงสุด เมื่อกำหนดจุดเรียบร้อยแล้ว จึงนำเข้าข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับจุดดังกล่าวด้วยโปรแกรม ALOHA ซึ่งปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องเบื้องต้นมีดังนี้

3.1 **ข้อมูลสารเคมี** ในโปรแกรมจะมีสมบัติของสารเคมีต่างๆ แต่เนื่องจากเป็นสารผสม และเมื่อพิจารณาสมบัติของก๊าซธรรมชาติพบว่า ประกอบด้วยก๊าซมีเทนมากกว่า ซึ่งมีอัตราส่วนประมาณ 80-90% [เอกสารข้อมูลความ

ปลอดภัย ของบริษัท ปตท. จำหน่ายก๊าซธรรมชาติ จำกัด, 2563] ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงใช้มีเทนเป็นตัวแทนของก๊าซธรรมชาติ

3.2 **ปัจจัยด้านสภาพอากาศ ทิศทางลมและความเร็วลม อุณหภูมิ ความชื้น** โดยรวบรวมข้อมูลทิศทางลมและความเร็วเฉลี่ยรายเดือนของปี 2565 ย้อนหลัง ซึ่งในที่นี้อ้างอิงข้อมูลสถานีดอนเมือง เพื่อพิจารณาข้อมูลและกำหนดค่าทิศทางลมและความเร็วลมเพื่อการสร้างแบบจำลอง

3.3 **การเลือกตำแหน่งรั่วไหล** การกำหนดจุดที่สร้างแบบจำลองนั้นจะกำหนดจากการประเมินความเสี่ยงสูงสุด เมื่อกำหนดตำแหน่งเรียบร้อยแล้ว จึงนำเข้าข้อมูลต่างที่เกี่ยวข้อง เช่น หากในการศึกษาเลือกเป็น Tank ข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เส้นผ่านศูนย์กลางถัง ปริมาตรของถัง น้ำหนักหรือปริมาตรของสาร ขนาดของรูรั่ว และแรงดันถัง เป็นต้น

4. ผลกระทบการระเบิดจากก๊าซธรรมชาติรั่วไหลด้วยโปรแกรมALOHA ร่วมกับโปรแกรมGoogle Earth

4.1 โปรแกรม ALOHA แสดงผลที่เรียกว่า Footprint คือ กราฟที่วาดเพื่อแสดงบริเวณที่มีความเสี่ยงสูงที่จะได้รับสารเคมีในระดับที่เกิน LOC (Level of Concern) โดยรูปร่างของ Footprint มักจะเป็นทางยาวตามกระแสลม รอบๆ Footprint จะเป็นบริเวณที่แสดงด้วยเส้นประ เป็นบริเวณที่มีสารเคมีอาจจะกระจายได้ตามกระแสลมที่เปลี่ยน (กชษธร หยกสหชาติ, 2559, น. 24) โดยรูปแบบจากการสร้างแบบจำลอง สามารถแสดงผลของโปรแกรมได้ตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รูปแบบการแสดงผลจากการสร้างแบบจำลองของโปรแกรม ALOHA

Scenario/Source	**Direct Source**	**Tank**	**Puddle**	**Gas Pipeline**
Vapor Cloud	Toxic vapors	Toxic vapors	Toxic vapors	Toxic vapors
Flash Fire	Flammable area	Flammable area	Flammable area	Flammable area
Vapor Cloud Explosions	Overpressure	Overpressure	Overpressure	Overpressure
Pool Fire	NA	Thermal radiation	Thermal radiation	NA
BLEVE (Fire Ball)	NA	Thermal radiation	NA	NA
Jet Fire	NA	Thermal radiation	NA	Thermal radiation

ที่มา : ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4 Technical Documentation (2013)

4.2. การนำเสนอผลการประเมินบนแผนที่โดยใช้โปรแกรม Google Earth เมื่อโปรแกรม ALOHA ได้ประเมินการแพร่กระจาย และการระเบิดแล้ว จะแสดงผลในรูปแบบ Footprint โดยจะนำ Footprint ที่ได้จากการประเมินการแพร่กระจายไปเชื่อมโยงกับโปรแกรม Google Earth ทำให้เห็นถึงขอบเขต รัศมีการแพร่กระจาย ที่จะได้รับผลกระทบหากเกิดเหตุการณ์ดังกล่าวขึ้น

5. กำหนดมาตรการป้องกัน และพัฒนาแผนปฏิบัติในสถานการณ์ฉุกเฉิน เมื่อทราบความรุนแรงและผลกระทบต่อพื้นที่ต่างๆแล้ว นำผลที่ได้มากำหนดมาตรการความปลอดภัยมาเปรียบเทียบกับมาตรการความปลอดภัยที่มีอยู่ในปัจจุบัน หากไม่เพียงพอต้องกำหนดเพิ่มเติม

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการชี้บ่งอันตราย และประเมินความเสี่ยงการก่อให้เกิดอันตรายของก๊าซธรรมชาติด้วยวิธี HAZOP

จากการประเมินความรุนแรงที่สามารถเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติภายในโรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรมจากการประเมินของ HAZOP Team ซึ่งผลจากการชี้บ่งอันตราย และประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี HAZOP ทั้งสิ้น 4 เหตุการณ์ พบว่าความเสี่ยงสูงสุดที่สามารถเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ เกิดขึ้นได้ 2 เหตุการณ์ ได้แก่

Node 1 เหตุการณ์รั่วไหลบริเวณระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ ความเสี่ยงสูงสุด ได้แก่ จากการกัดกร่อนบริเวณเส้นท่อก๊าซธรรมชาติ สาเหตุจากการกระเด็นของน้ำหอระบายความร้อน การกระแทกของค้อน หรือประแจจากการซ่อมบำรุง และการเดินเครื่องที่มีการสั่นสะเทือนทำให้แคลมป์ยึดท่อคลายตัว เกิดการเสียดสีจนเกิดการสึกหรอ สาเหตุที่กล่าวมาสามารถทำให้สีของท่อหลุดร่อน สีท่อมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผิวท่อภายนอกสัมผัสกับอากาศและความชื้นจนเกิดการกัดกร่อนได้ ผลการประเมินความเสี่ยงการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ Node 1 เป็นดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี HAZOP และประเมินความเสี่ยง (Node 1)

กรณี	ข้อบกพร่อง	สถานการณ์จำลอง	สาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	ข้อเสนอแนะ	ประเมินความเสี่ยง		
						โอกาส	ความรุนแรง	ความเสี่ยง
1	เกิดการกัดกร่อนบริเวณท่อ	เส้นท่อก๊าซธรรมชาติรั่ว	ความเสื่อมสภาพของอุปกรณ์และท่อตามอายุการใช้งาน	ท่อเสื่อมสภาพ ทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลออกมาจากเส้นท่อบริเวณ บริเวณหน้าแปลน หรือรอยต่อของอุปกรณ์ต่างๆ	จัดให้มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระยะเวลาที่เหมาะสม และจัดให้มีการตรวจสอบรอยรั่วประจำปี	3	2	6
2	ความดันภายในเส้นท่อสูงเกินไป	เส้นท่อก๊าซธรรมชาติรั่ว	อุปกรณ์ควบคุมความดันชำรุดหรือไม่สามารถทำงานได้	ทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลออกมาจากเส้นท่อบริเวณ บริเวณหน้าแปลน หรือรอยต่อของอุปกรณ์	จัดให้มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันในระยะเวลาที่เหมาะสม	1	1	1
3	ขาดการบำรุงรักษา	เส้นท่อก๊าซธรรมชาติรั่ว	ไม่มีแผนการบำรุงเชิงป้องกัน หรือระยะเวลาในการซ่อมบำรุงไม่เหมาะสม	เมื่อมีอุปกรณ์เสียหายหรือแนวโน้มที่จะเสียหายจะไม่ได้รับการแก้ไข จนนำมาซึ่งอุบัติเหตุ/อุบัติภัยร้ายแรง	จัดให้มีแผนการบำรุงรักษาตามวาระของอุปกรณ์ต่างๆ	1	4	4
4	หยุดเดินเครื่องจักร	เส้นท่อก๊าซธรรมชาติเกิดการติดไฟ	มีท่อก๊าซธรรมชาติค้างอยู่ในเส้นท่อ	หากมีการซ่อมบำรุงท่อก๊าซธรรมชาติที่เกี่ยวกับประกายไฟ จะส่งผลให้ก๊าซธรรมชาติที่ค้างอยู่ในเส้นท่อเกิดการติดไฟหรือระเบิดตามมา	กรณีมีการหยุดเดินเครื่องเพื่อทำการซ่อมบำรุงให้ทำการไล่ก๊าซธรรมชาติออกจากท่อ โดยทำการเขียนเป็นวิธีปฏิบัติงาน (Work Instruction)	1	3	3
5	การซ่อมบำรุงบริเวณท่อก๊าซธรรมชาติ	หน้าแปลนมีก๊าซธรรมชาติรั่ว	พนักงานซ่อมบำรุงขันน็อตบริเวณหน้าแปลนไม่แน่น	เมื่อมีการเดินเครื่องจักรทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วออกมาบริเวณหน้าแปลนที่ไม่แนบสนิท	หลังการซ่อมบำรุง จัดให้มี Final Check น็อตที่หน้าแปลนทุกตัว	1	1	1

Node 3 เหตุการณ์รั่วไหลบริเวณ Gas Compressor Receiver Tank ความเสี่ยงสูงสุด ได้แก่ จากการกัดกร่อนบริเวณจุดเชื่อม ข้อต่อต่างๆ สาเหตุจากการกระเด็นของน้ำหอระบายความร้อน การกระแทกของค้อน หรือประแจจากการซ่อมบำรุง สาเหตุที่กล่าวมาสามารถทำให้สีหลุดร่อน ซึ่งมีหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผิวภายนอกสัมผัสกับอากาศและความชื้นจนเกิดการกัดกร่อนได้ และการกัดกร่อนบริเวณรอยเชื่อม ผลการประเมินความเสี่ยงการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ Node 3 เป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี HAZOP และประเมินความเสี่ยง (Node 3)

กรณี	ข้อบกพร่อง	สถานการณ์จำลอง	สาเหตุ	ผลที่เกิดขึ้น	ข้อเสนอแนะ	ประเมินความเสี่ยง		
						โอกาส	ความรุนแรง	ความเสี่ยง
6	ความดันภายในถังถังมากเกินไป	ถังระเบิด	อุปกรณ์ควบคุมความดัน/ Pressure Safety valve ชำรุดหรือไม่สามารถทำงานได้	ถังไม่สามารถรับแรงดันได้ ทำให้อุปกรณ์เสียหายและส่งผลให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหล	จัดให้มีแผนการซ่อมบำรุงรักษาอุปกรณ์เพื่อให้พร้อมใช้งานตลอดเวลา	1	4	4
7	เกิดการกัดกร่อน	บริเวณจุดเชื่อมข้อต่อ มีรอยรั่ว	การเสื่อมสภาพของอุปกรณ์และตามอายุการใช้งาน	ทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลออกมาจากบริเวณ จุดเชื่อมที่เสื่อมสภาพของอุปกรณ์ต่างๆ	จัดให้มีการตรวจสอบรอยรั่วประจำปี เพื่อป้องกันการรั่วไหลจากการเสื่อมสภาพของอุปกรณ์ หลังการซ่อมบำรุงต้องมีการตรวจสอบรอยรั่วด้วยการทำ PT (Penetrant Testing) ทุกครั้ง	3	2	6
8	การเดินเครื่องจักร	บริเวณข้อต่อไปยังอุปกรณ์มีรอยรั่ว	การเดินเครื่องจักรมีการสั่นสะเทือนอยู่ตลอดเวลา	ทำให้Unionเกิดการคลายตัวหรือหลวมทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลออกมาจากข้อต่อได้	จัดให้มีการตรวจสอบรอยรั่วประจำปี เพื่อป้องตรวจสอบความแน่นหนาของ Union	3	1	3
9	ขาดการบำรุงรักษา	บริเวณถังรอยต่อ รอยเชื่อม มีรอยรั่ว	ไม่มีแผนการบำรุงเชิงป้องกัน หรือระยะเวลาในการซ่อมบำรุงไม่เหมาะสม	เมื่อมีอุปกรณ์เสียหายหรือแนวโน้มที่จะเสียหายจะไม่ได้รับการแก้ไข จนนำมาซึ่งอุบัติเหตุ/อุบัติภัยร้ายแรง	จัดให้มีแผนการบำรุงรักษาตามวาระของอุปกรณ์ต่างๆ	1	4	4
10	การซ่อมบำรุง	บริเวณถังรอยต่อ รอยเชื่อม มีรอยรั่ว	ผู้รับเหมาไม่มีความชำนาญในการเชื่อม	เมื่อมีการเดินเครื่องจักรทำให้ก๊าซธรรมชาติรั่วออกมาบริเวณรอยเชื่อม	หลังการซ่อมบำรุง ต้องมีการตรวจสอบรอยรั่ว ด้วยการทำทำ PT (Penetrant Testing) ทุกครั้ง	1	2	2

ส่วนอีก 2 เหตุการณ์ ของ Node 2 เหตุการณ์รั่วไหลบริเวณ Gas Compressor Recycle Cooler และ Node 4 เหตุการณ์รั่วไหลบริเวณ Safety Valve ผลจากการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี HAZOP อยู่ในระดับความเสี่ยงเล็กน้อย และไม่จำเป็นต้องมีมาตรการควบคุม (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2543: ออนไลน์)

4.2 **ผลกระทบเมื่อเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติตำแหน่งต่างๆจากการสร้างแบบจำลอง** จากคู่มือเทคนิคในการประเมินอันตรายในโรงงานอุตสาหกรรมของ World Bank พบว่าในการเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาตินั้นจะส่งผลให้เกิดเหตุการณ์ 4 รูปแบบ คือ เกิดเพลิงไหม้แบบ Jet Fire เกิดการระเบิด (Vapor Could Explosion: VCE) เกิดเพลิงไหม้แบบ Flash Fire จากการรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ (Flammable Vapor Cloud) และไม่เกิดอันตรายใดๆ (สุนิสา วอนเผื่อน, 2561, น. 28) โดยแบ่งตามจุดเกิดเหตุ ที่ได้ข้อมูลจากความเสี่ยงสูงสุด ได้ผลลัพธ์ดังนี้

4.2.1. บริเวณท่อก๊าซธรรมชาติ (Discharge Line) โดยท่อส่งก๊าซธรรมชาติมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 inches มีความดัน 638 lb_f/in^2 ความยาวประมาณ 21 meters ซึ่งในการจำลองสถานการณ์ท่อมีลักษณะต่อกับ Tank อื่นๆ โปรแกรม ALOHA จึงสมมติฐานให้ท่อแตกหักทั้งหมด นั่นคือเส้นผ่านศูนย์กลางรูรั่วเท่ากับ 4 inches ทำให้ทราบผลข้อมูลทั้งการแพร่กระจายและผลกระทบดังนี้

กรณีที่ 1 กรณีแพร่กระจาย (Toxic Area of Vapor Cloud) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565 จะพิจารณาจากค่าความเข้มข้นที่ทำให้เกิดอันตราย หรือมีผลกระทบต่อสุขภาพ คือค่า Protective Action Criteria for Chemicals (PACs) (วันวิสาข์ เสาสิริ, 2559, น. 53)

พื้นที่ที่สีแดง มีการรั่วไหลที่ความเข้มข้นมากกว่า 400,000 ppm เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดที่มนุษย์ได้รับแล้วมีโอกาสเสียชีวิต ที่ระยะการรับสัมผัสนาน 60 นาที รัศมีการแพร่กระจายอยู่ในช่วง 22-96 meters

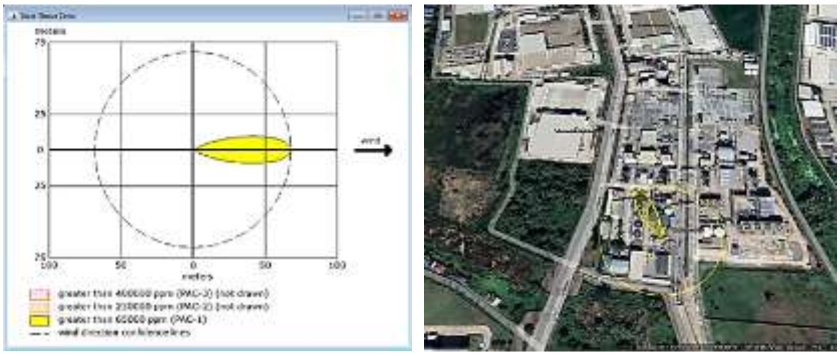
พื้นที่ที่สีส้ม มีการรั่วไหลที่ความเข้มข้นมากกว่า 230,000 ppm เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดที่มนุษย์ได้รับแล้วเกิดอาการผิดปกติหรือเริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ รัศมีการแพร่กระจายอยู่ ในช่วง 29-127 meters

พื้นที่ที่สีเหลือง มีการรั่วไหลที่ความเข้มข้นมากกว่า 65,000 ppm เป็นค่าความเข้มข้นสูงสุดที่มนุษย์ได้รับแล้วยังไม่เกิดอาการรัศมีการแพร่กระจายอยู่ ในช่วง 54- 249 meters

ผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA สามารถแสดงขอบเขตแพร่กระจายได้ดังตารางที่ 4 และรูปที่ 3

ตารางที่ 4 การเปรียบเทียบขอบเขตการแพร่กระจาย ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี2565

เดือน	ขอบเขตการแพร่กระจาย(meters)		
	ความเข้มข้นมากกว่า 400000 ppm	ความเข้มข้นมากกว่า 230000 ppm	ความเข้มข้นมากกว่า 65000 ppm
มกราคม	28 meters	36 meters	68 meters
กุมภาพันธ์	30 meters	39 meters	75 meters
มีนาคม	28 meters	38 meters	71 meters
เมษายน	30 meters	39 meters	74 meters
พฤษภาคม	23 meters	30 meters	56 meters
มิถุนายน	22 meters	29 meters	54 meters
กรกฎาคม	22 meters	29 meters	54 meters
สิงหาคม	22 meters	29 meters	54 meters
กันยายน	25 meters	33 meters	61 meters
ตุลาคม	82 meters	109 meters	213 meters
พฤศจิกายน	32 meters	42 meters	80 meters
ธันวาคม	96 meters	127 meters	249 meters



รูปที่ 3 ขอบเขตการแพร่กระจายในรูปแบบ Footprint ร่วมกับ Google Earth

กรณีที่ 2 การรั่วไหลแบบกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ (Flammable Vapor Cloud) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565 จะพิจารณาจากค่าต่ำสุดที่สามารถลุกติดไฟและระเบิด (Flash Fire) คือค่า Lower Explosion Limit (LEL) (วันวิสาข์ เสาสิริ, 2559, น. 53)

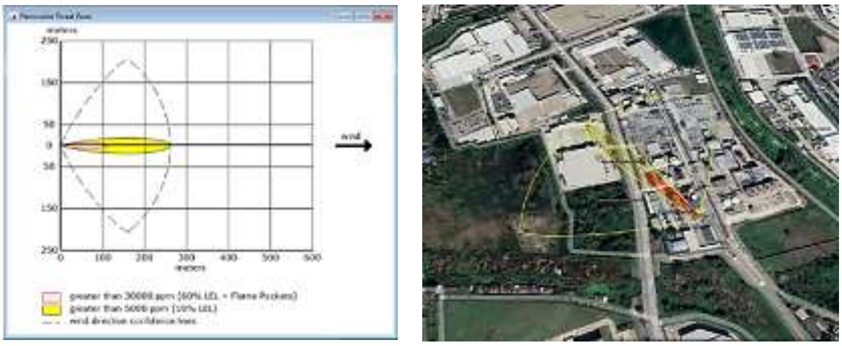
พื้นที่สีแดง มีการรั่วไหลของกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟต่ำสุดที่ลุกติดไฟที่ 60% LEL (30,000 ppm) อยู่ในรัศมี 110-558 meters

พื้นที่สีเหลือง มีการรั่วไหลของกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟต่ำสุดที่ลุกติดไฟที่ 10% LEL (5,000 ppm) อยู่ในรัศมี 262-1600 meters

ผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA สามารถแสดงระยะลุกติดไฟและระเบิดได้ดังตารางที่ 5และภาพที่ 4

ตารางที่ 5 การเปรียบเทียบระยะลุกติดไฟและเกิดการระเบิด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี2565

เดือน	ระยะที่สามารถลุกติดไฟและเกิดการระเบิด (meters)	
	60% LEL	10% LEL
มกราคม	155 meters	381 meters
กุมภาพันธ์	155 meters	381 meters
มีนาคม	147 meters	363 meters
เมษายน	154 meters	379 meters
พฤษภาคม	154 meters	379 meters
มิถุนายน	111 meters	263 meters
กรกฎาคม	110 meters	262 meters
สิงหาคม	112 meters	266 meters
กันยายน	126 meters	299 meters
ตุลาคม	471 meters	1400 meters
พฤศจิกายน	166 meters	408 meters
ธันวาคม	558 meters	1600 meters



รูปที่ 4 ระยะลุกติดไฟและระเบิดในรูปแบบ Footprint ร่วมกับ Google Earth

กรณีที่ 3 การเกิดระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ (Vapor Cloud Explosion: Overpressure) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี2565 พบว่า หากเกิดการระเบิดขึ้น

พื้นที่สีแดง มีการรั่วไหลและเกิดการระเบิดที่รัศมีแรงดัน 8 lb_f/in^2 มีผลทำเสียชีวิต และอาคารหรือตึกถูกทำลาย อยู่ในรัศมี 118-427 meters

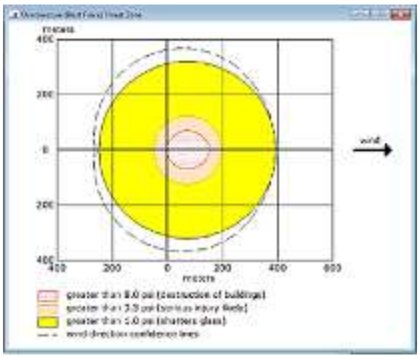
พื้นที่สีส้ม มีการรั่วไหลและเกิดการระเบิดรัศมีแรงดัน 3.5 lb_f/in^2 มีผลทำให้บาดเจ็บอย่างรุนแรง อยู่ในรัศมี 160-483 meters

พื้นที่สีเหลือง มีการรั่วไหลและเกิดการระเบิดรัศมีแรงดัน 1 lb_f/in^2 มีผลทำให้บาดเจ็บ และกระจกแตก อยู่ในรัศมี 334-798 meters

ผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA สามารถแสดงระยะลุกติดไฟและระเบิดได้ดังตารางที่ 6 และรูปที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงการเปรียบเทียบรัศมีแรงดันที่เกิดจากการระเบิด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565

เดือน	รัศมีแรงดันที่เกิดจากการระเบิด (meters)		
	ระดับ 8 lb_f/in^2	ระดับ 3.5 lb_f/in^2	ระดับ 1 lb_f/in^2
มกราคม	150 meters	204 meters	424 meters
กุมภาพันธ์	153 meters	197 meters	396 meters
มีนาคม	146 meters	188 meters	377 meters
เมษายน	153 meters	196 meters	393 meters
พฤษภาคม	123 meters	167 meters	347 meters
มิถุนายน	119 meters	161 meters	335 meters
กรกฎาคม	118 meters	160 meters	334 meters
สิงหาคม	118 meters	160 meters	334 meters
กันยายน	135 meters	184 meters	382 meters
ตุลาคม	371 meters	431 meters	749 meters
พฤศจิกายน	164 meters	211 meters	423 meters
ธันวาคม	427 meters	483 meters	798 meters



รูปที่ 5 รัศมีแรงดันที่เกิดจากการระเบิด ในรูปแบบ Footprint ร่วมกับ Google Earth

กรณีที่ 4 การเกิดเพลิงไหม้และการระเบิดแบบ Jet Fire ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565

พื้นที่สีแดง มีการรั่วไหล จนเกิดเพลิงไหม้และระเบิดแบบ Jet Fire ที่ระดับพลังงาน ความร้อน 10.0 kW/m^2 มีรัศมีความร้อนแผ่กระจายในช่วง 32-33 meters จากจุดที่รั่วไหล ผู้ที่อยู่ในรัศมีดังกล่าวจะได้รับอันตรายถึงขั้นเสียชีวิต และโครงสร้างอาคารถูกทำลาย ภายใน 60 seconds

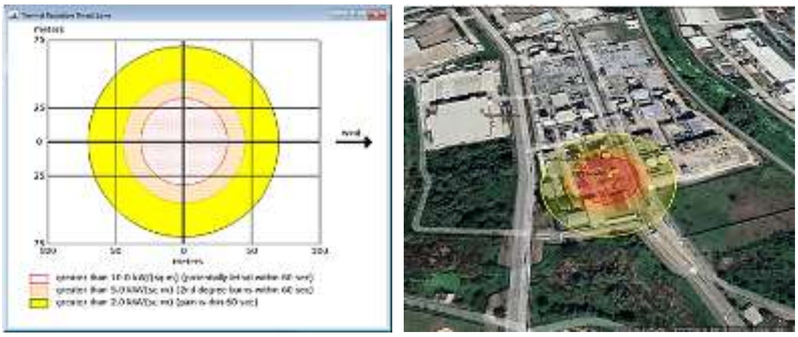
พื้นที่สีส้ม มีการรั่วไหล จนเกิดเพลิงไหม้และระเบิดแบบ Jet Fire ที่ระดับพลังงานความร้อน 5.0 kW/m^2 มีรัศมีความร้อนแผ่กระจายในช่วง 45-46 meters จากจุดที่รั่วไหล ผู้ที่อยู่ในรัศมีดังกล่าวจะได้รับอันตรายโดยจะเกิดแผลไหม้ระดับ 2 ภายใน 60 seconds

พื้นที่สีเหลือง มีการรั่วไหล จนเกิดเพลิงไหม้และระเบิดแบบ Jet Fire ที่ระดับพลังงานความร้อน 2.0 kW/m^2 มีรัศมีความร้อนแผ่กระจายในช่วง 70-71 meters จากจุดที่รั่วไหล ทำให้ผู้ที่อยู่ในรัศมีดังกล่าวได้รับบาดเจ็บเป็นแผลพุพองได้ภายใน 60 seconds

ผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA สามารถแสดงระยะความเข้มของรังสีความร้อนจากเพลิงไหม้และระเบิด ดังตารางที่ 7 และรูปที่ 6

ตารางที่ 7 การเปรียบเทียบการเกิดเพลิงไหม้และการระเบิด ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี2565

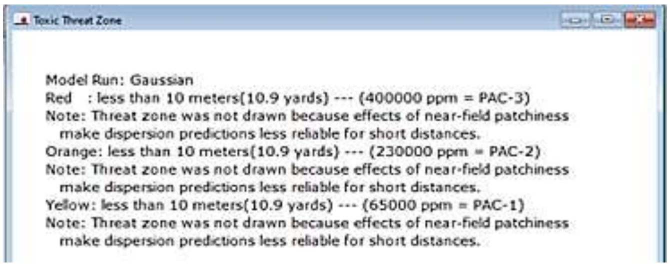
เดือน	ระยะความเข้มของรังสีความร้อนจากเพลิงไหม้และระเบิด (เมตร)		
	ความเข้มของรังสี 10 kW/m^2	ความเข้มของรังสี 5 kW/m^2	ความเข้มของรังสี 2 kW/m^2
มกราคม	33 meters	46 meters	71 meters
กุมภาพันธ์	33 meters	46 meters	71 meters
มีนาคม	33 meters	46 meters	70 meters
เมษายน	33 meters	46 meters	71 meters
พฤษภาคม	33 meters	46 meters	71 meters
มิถุนายน	32 meters	45 meters	70 meters
กรกฎาคม	33 meters	45 meters	70 meters
สิงหาคม	33 meters	45 meters	70 meters
กันยายน	32 meters	45 meters	70 meters
ตุลาคม	33 meters	46 meters	71 meters
พฤศจิกายน	33 meters	46 meters	71 meters
ธันวาคม	33 meters	46 meters	71 meters



รูปที่ 6 ระยะความเข้มของรังสีความร้อนจากเพลิงไหม้และระเบิดแบบ Jet Fire

4.2.2 บริเวณ Gas Compressor Receiver Tank เมื่อใช้โปรแกรม ALOHA สร้างแบบจำลอง กรณีก๊าซธรรมชาติรั่วไหลบริเวณ Gas Compressor Receiver Tank ถังมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.8 meters สูง2.2 meters มีความดัน 638 lbf/in^2 bar ซึ่งในการจำลองสถานการณ์การรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในโรงไฟฟ้า เกิดจากข้อต่อต่างๆของ Gas Compressor Receiver Tank โดยกำหนดขนาดรูรั่ว 0.25 inches ซึ่งเป็นค่าขนาดรูรั่วขนาดเล็กที่สุดตามข้อกำหนดของ American Petroleum Institute (API) ทำให้ทราบผลข้อมูลทั้งการแพร่กระจายและผลกระทบดังนี้

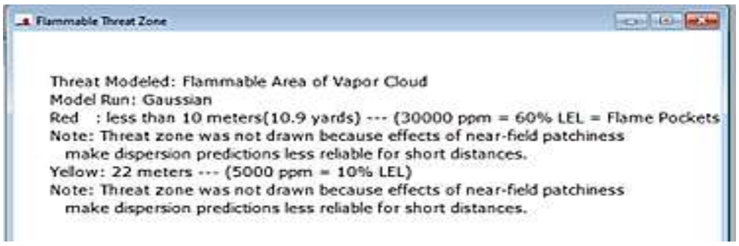
กรณีที่ 1 กรณีแพร่กระจาย (Toxic Area of Vapor Cloud) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565 ซึ่งผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA พบว่าไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบรูปภาพรัศมีการแพร่กระจายได้ แต่แสดงผลออกมาในรูปแบบข้อความ คือ Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances เนื่องจากระยะการแพร่กระจายน้อยเกินไป ดังรูปที่ 7


Toxic Threat Zone

Model Run: Gaussian
Red : less than 10 meters(10.9 yards) --- (400000 ppm = PAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (230000 ppm = PAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: less than 10 meters(10.9 yards) --- (65000 ppm = PAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances.

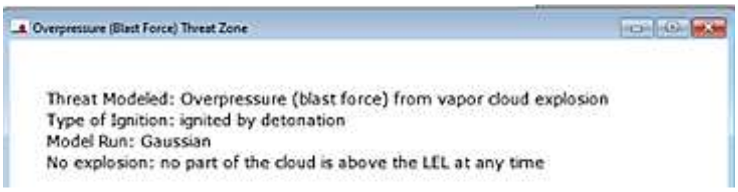
ภาพที่ 7 ขอบเขตการแพร่กระจายที่ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบ Footprint

กรณีที่ 2 กรณีการติดไฟของกลุ่มไอก๊าซ (Flammable Area of Vapor Cloud) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565 ซึ่งผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA พบว่า ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบรูปภาพระยะที่สามารถลุกติดไฟและเกิดการระเบิดได้ แต่แสดงผลออกมาในรูปแบบข้อความ คือ Threat zone was not drawn because effects of near field patchiness make dispersion predictions less reliable for short distances เนื่องจากระยะการแพร่กระจายน้อยเกินไป ดังรูปที่ 8



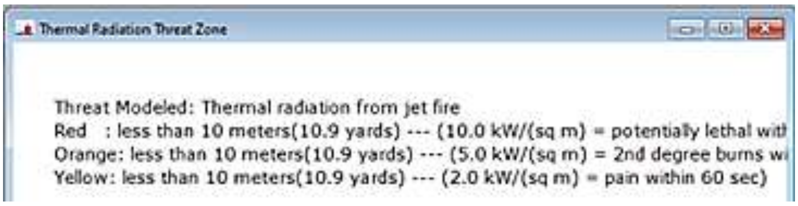
รูปที่ 8 ระยะที่สามารถลุกติดไฟและเกิดการระเบิด ที่ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบ Footprint

กรณีที่ 3 กรณีการระเบิดของกลุ่มหมอกสารไวไฟ (Vapor Cloud Explosion) ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี 2565 ซึ่งผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA พบว่า ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบแรงดันเป็นรูปภาพแสดงรัศมีที่เกิดจากการระเบิดได้ แต่แสดงผลออกมาในรูปแบบข้อความ คือ No explosion: no part of the cloud is above the LEL at any time เนื่องจากค่าที่ได้ไม่ถึงระดับต่ำสุดที่โปรแกรม ALOHA สามารถแปรผลได้ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 รัศมีแรงดันที่เกิดจากการระเบิด ที่ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบ Footprint

กรณีที่ 4 การเกิดเพลิงไหม้และการระเบิดแบบ Jet Fire ตั้งแต่เดือนมกราคมถึงเดือนธันวาคม ปี2565 ซึ่งผลการประเมินจากโปรแกรม ALOHA พบว่า ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบที่เป็นรูปภาพแสดงรัศมี ที่เกิดจากการระเบิดได้ แต่แสดงผลออกมาในรูปแบบข้อความ คือ less than 10 meters เนื่องจากระยะความเข้มของรังสีความร้อนจากเพลิงไหม้และระเบิดแบบ Jet Fire น้อยเกินไป ดังรูปที่10



รูปที่ 10 ระยะความเข้มของรังสีความร้อน ที่ไม่สามารถแสดงผลออกมาในรูปแบบ Footprint

จากการเกิดเหตุการณ์ทั้ง 4 รูปแบบ เหตุการณ์ที่สามารถเกิดขึ้นได้จริงบริเวณท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และ Gas Compressor Receiver Tank สามารถเกิดได้ 1 รูปแบบคือ กรณีการแพร่กระจาย (Toxic Area of Vapor Cloud) หากรั่วไหลแต่ไม่ติดไฟในทันที และไม่มีการคั่งของก๊าซธรรมชาติ เหตุการณ์นี้ก็จะไม่ก่อให้เกิดอันตราย โดยหากก๊าซที่

รั่วไหลออกมาในปริมาณที่เล็กน้อยจะแพร่กระจายและสลายหายไป เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ในพื้นที่โล่ง และหากมีการรั่วไหลในปริมาณที่มากจะมีระบบตรวจจับก๊าซรั่วไหล ทั้งนี้หากสามารถตรวจจับการรั่วไหลได้ จะมีการตัดแยกระบบหลังจากพบการรั่วไหลทันที ทำให้สามารถควบคุมการรั่วไหลได้ และสามารถควบคุมไม่ให้เกิดเพลิงไหม้หรือการระเบิดตามมาในภายหลังได้

5. บทสรุปและข้อเสนอแนะ

จากการประเมินความรุนแรงการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติภายในโรงไฟฟ้าที่ตั้งอยู่ในสวนอุตสาหกรรม ซึ่งผลจากการชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี HAZOP ทั้งสิ้น 4 เหตุการณ์ พบว่าสถานการณ์ที่สามารถเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติสามารถเกิดขึ้นได้มีทั้งสิ้น 2 เหตุการณ์ ได้แก่ Node 1 เหตุการณ์รั่วไหลบริเวณระบบท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และ Node 3 เหตุการณ์รั่วไหลบริเวณ Gas Compressor Receiver Tank ความเสี่ยงสูงสุดที่เกิดจากการกัดกร่อน สาเหตุจากสภาพแวดล้อมภายนอก การซ่อมบำรุง และการสั่นสะเทือนในการเดินเครื่องจักร ซึ่งการศึกษาผลกระทบการรั่วไหล พบว่า ผลที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม ALOHA หากเกิดการรั่วไหลที่ท่อส่งก๊าซธรรมชาติ รูรั่วขนาด 4 inches จะส่งผลกระทบรุนแรงกว่าการเกิดรั่วไหลที่ Gas Compressor Receiver Tank ที่รูรั่วขนาด 0.25 inches โดยเมื่อเกิด Flash Fire จะเกิดการแพร่กระจายของก๊าซที่มีความเข้มข้นเฉลี่ย 30,000 ppm ที่ 558 meters เมื่อเกิด Jet Fire จะแผ่รังสีความร้อน 10 kW/m^2 ที่ 33 meters และแรงดันจากการระเบิด 8 lb_f/in^2 ที่ 427 meters

เมื่อเปรียบเทียบระหว่าง เกิดการรั่วไหลบริเวณท่อส่งก๊าซธรรมชาติ และบริเวณ Gas Compressor Receiver Tank มีรัศมีผลกระทบของก๊าซธรรมชาติที่ความเข้มข้นระยะต่างๆ ในแต่ละเดือนของปี 2565 มีค่าที่แตกต่างกันเนื่องจากตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกัน รวมทั้งเมื่อเปรียบเทียบผลกระทบตามขนาดรูรั่ว ระหว่างขนาดรูรั่วที่ 4 inches และขนาดรูรั่วที่ 0.25 inches จะมีความรุนแรงตามขนาดรูรั่วที่เกิดขึ้น เนื่องจากได้จำลองสถานการณ์ที่ขนาดรูรั่วขนาดต่างกัน แต่ตัวแปรด้านอุตุนิยมวิทยาเหมือนกันในเดือนเดียวกัน ทำให้ทราบว่าบริเวณที่มีขนาดรูรั่วมากกว่าสามารถมีรัศมีการแพร่กระจาย และมีรัศมีผลกระทบที่มากกว่าด้วย

ซึ่งในการจำลองของขนาดรูรั่วที่ต่างกัน เพื่อประเมินว่าในกรณีที่เกิดอันตรายร้ายแรงที่สุด มาตรการที่มีอยู่นั้นเพียงพอต่อการตอบโต้สถานการณ์ฉุกเฉินหรือไม่ และขนาดรูรั่วขนาดเล็กก็แสดงให้เห็นว่าต้องมีมาตรการความปลอดภัย เนื่องจากรูรั่วขนาดเล็กอาจทำให้ไม่ทราบว่ามีการรั่วไหลอยู่ หากมีการปฏิบัติงานใกล้บริเวณที่มีการรั่วไหลอาจจะสามารถก่อให้เกิดเพลิงไหม้ หรือระเบิดได้

มาตรการควบคุม

ทบทวนแผนฉุกเฉินโดยเพิ่มข้อมูลในการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน โดยอ้างอิงจากผลที่ได้จากการจำลอง ทั้งนี้จะกำหนดขึ้นจากผลกระทบที่รุนแรงที่สุด เพื่อที่จะใช้ได้กับทุกเหตุการณที่เกิดขึ้นได้ ซึ่งจะกำหนดให้มีการหล่อเย็นบริเวณดังกล่าว เพื่อลดความรุนแรงที่จะเกิดเพลิงไหม้ หรือระเบิดซ้ำอีกครั้ง สังเกตได้ว่าพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบมีระยะรัศมีค่อนข้างกว้างทำให้ไม่สามารถเข้าระงับเพลิงได้โดยตรง ดังนั้นการวางแผนเพื่อเข้าดับเพลิงจึงควรหล่อเย็นบริเวณรอบๆให้อุณหภูมิลดลงเรื่อยๆ ก่อนถึงจะทำการระงับเหตุภายหลัง โดยจะไม่นำการเกิด Explosion มาพิจารณาด้วย เพราะเกิดขึ้นในเวลาที่รวดเร็วและเมื่อขึ้นแล้วไม่สามารถตอบโต้ได้ ต้องอพยพไปยังจุดรวมพลที่ปลอดภัยเท่านั้น

ข้อเสนอแนะ

การศึกษาผลกระทบการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติในงานวิจัยนี้จำลองสถานการณ์ โดยใช้โปรแกรม ALOHA ผ่านการเก็บข้อมูลสภาพอากาศ 1 ปี ย้อนหลัง ดังนั้นบางพื้นที่อาจจะไม่ได้รับผลกระทบสำหรับกรณีศึกษาในครั้งนี้ แต่ควรมีการจัดเตรียมมาตรการป้องกันและมาตรการรองรับภาวะฉุกเฉิน เพราะเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินที่บริเวณอื่นที่อยู่ในรัศมีที่อาจได้รับผลกระทบจะได้สามารถตอบสนองต่อภาวะฉุกเฉินได้ทันที และก่อให้เกิดความปลอดภัยต่อผู้ปฏิบัติงาน ผู้ที่เกี่ยวข้อง รวมถึงโรงงานใกล้เคียงรอบโรงไฟฟ้าสำหรับประเมินความเสี่ยงสาเหตุที่ทำให้เกิดก๊าซธรรมชาติรั่วไหลภายในโรงไฟฟ้า เป็นการนำจุดที่ที่มีความเสี่ยงต่อการรั่วไหลมาประเมินความเสี่ยง เพื่อหาสาเหตุการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติ เพื่อให้เกิดความครอบคลุมในการประเมินความเสี่ยง ควรประเมินความเสี่ยงด้วยวิธีอื่นๆร่วมด้วย เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำ และหาสาเหตุการรั่วไหลอย่างครบถ้วน รวมทั้งควรประเมินความเสี่ยงทุกจุดภายในโรงไฟฟ้าเนื่องจากยังมีบริเวณอื่น ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติได้

เอกสารอ้างอิง

กชษธร หยกสหชาติ. (2559). *การประยุกต์โปรแกรม ALOHA เพื่อประเมินผลกระทบและความเสี่ยงการรั่วไหลของก๊าซพิษและวางมาตรการป้องกันในภาวะฉุกเฉิน: กรณีศึกษาของก๊าซคลอรีน ในกระบวนการผลิตน้ำที่ใช้ในหอระบายความร้อน* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. สืบค้นจาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/kukr/search_detail/result/371999

บริษัท ปตท. จำหน่ายก๊าซธรรมชาติ จำกัด. (2563). *เอกสารข้อมูลความปลอดภัย ก๊าซธรรมชาติ*. สืบค้นจาก https://www.pttngd.co.th/upload_approved/she/20220909151035_SDSNGPTTNGD2.pdf

ราชกิจจานุเบกษา. (2544). *ระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรม ว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง*. เล่มที่ 118 ตอนที่ 48 ง หน้า 28-55 ประกาศใช้ 20 มิถุนายน 2544

วันวิสาข์ เสาสิริ. (2559). *การประเมินการแพร่กระจายและ การระเบิดของก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากการรั่วไหลของสถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในกรุงเทพมหานคร ด้วยโปรแกรม ALOHA* (การค้นคว้าอิสระปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, ปทุมธานี. สืบค้นจาก https://digital.library.tu.ac.th/tu_dc/frontend/Info/item/dc:89829

สุนิสา วอนเผื่อน. (2561). *การประยุกต์ใช้โปรแกรม PHAST เพื่อประเมินผลกระทบกรณีเกิดการรั่วไหลของก๊าซธรรมชาติที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในโรงไฟฟ้าพลังความร้อนร่วม* (วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต). มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร. สืบค้นจาก https://kukr.lib.ku.ac.th/kukr_es/index.php/BKN_ENG/search_detail/result/12283

Jones, R. (2013). *ALOHA® (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4 : technical documentation*. Retrieved from https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/2669

The World Bank. (1988). *Techniques for Assessing Industrial Hazards. Washington, D.C. 20433, U.S.A.* Retrieved from https://documents1.worldbank.org/curated/en/557481468740681645/pdf/multi0page.pdf