

การจำลองการแพร่กระจายและแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินแอมโมเนียรั่วไหลด้วย ALOHA:
กรณีศึกษาสถานประกอบการอุตสาหกรรมห้องเย็น
SIMULATION OF DISPERSION AND EMERGENCY RESPONSE PLAN FOR
AMMONIA LEAKAGE USING ALOHA: A CASE STUDY OF A COLD
STORAGE PLANT

สรายุธ ไยไพโรจน์¹ วิบูลย์ ชื่นแข² จามร รัตนกุลวัฒนา³ สุณิษา จักรเชื้อ⁴
Saravut Yaipairoj¹ Viboon Chunkag² Jamorn Rattanakulwattana³ Sunisa Chakkrue⁴
นักวิชาการอิสระ^{1,2,3,4}

Independent Researcher^{1,2,3,4}

Corresponding author: E-mail: s_yaipairoj@hotmail.com

วันที่รับบทความ (Received) 22 กรกฎาคม 2567

วันที่ได้รับบทความฉบับแก้ไข (Revised) 10 สิงหาคม 2567

วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 14 กันยายน 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อทราบระยะและทิศทางการแพร่กระจายเมื่อมีการรั่วไหลของแอมโมเนียในพื้นที่กรณีศึกษา และ 2) เพื่อจัดทำแนวทางการตอบโต้เหตุฉุกเฉินที่สอดคล้องกับผลการจำลองสถานการณ์ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยโปรแกรมอโลฮา รุ่น 5.4.7 (ALOHA version 5.4.7) ในการประเมินรัศมีอันตราย, โปรแกรม Google Earth version 7.3 ในการวิเคราะห์ผลกระทบเชิงพื้นที่ และแบบประเมินความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ระเบียบวิธีวิจัยเชิงปริมาณ ประชากรคือพนักงานสถานประกอบการอุตสาหกรรมห้องเย็น จำนวน 1,835 คน กลุ่มตัวอย่างคือเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยในการทำงานและเจ้าหน้าที่หน่วยงานความปลอดภัย จำนวน 3 คน วิเคราะห์ข้อมูลด้วยสถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ, ค่าเฉลี่ย) และ การวิเคราะห์ความแตกต่างของระดับความรู้ก่อนและหลังการอบรม (Pair Simple T-Test)

ผลการศึกษาพบว่า:

1. รัศมีอันตรายระดับ AEGL-3 (อันตรายถึงชีวิต) กรณีรั่วจากท่อส่งก๊าซมีระยะสูงสุด 84 เมตร ขณะที่กรณีรั่วจากแทงค์เก็บแอมโมเนียมีระยะสูงสุด 699 เมตร (ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมพบว่าข้อมูลในบทสรุปบางส่วนที่ระบุเป็นกิโลเมตรนั้นเป็นข้อผิดพลาดเชิงหน่วย โดยเมื่อพิจารณาจากกำลังของแหล่งกำเนิดและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ระยะที่ถูกต้องคือหน่วยเมตร)
2. แนวทางการตอบโต้เหตุฉุกเฉินฉบับปรับปรุงใหม่ที่ใช้ข้อมูลทิศทางลมจริงจาก ALOHA มีขั้นตอนการอพยพ 12 ขั้นตอนซึ่งครอบคลุมการประเมินพื้นที่ฟุ้งกระจาย ผลการประเมินความรู้พบว่า

คะแนนเฉลี่ยหลังอบรม (7.33) สูงกว่าก่อนอบรม (5.33) อย่างมีนัยสำคัญ และ ผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจต่อคุณภาพโครงการในระดับมากที่สุด (ร้อยละ 100)

คำสำคัญ : แอมโมเนีย, โปรแกรมอโลฮา, รัศมีอันตราย, การแพร่กระจายสารเคมี, แผนตอบโต้เหตุฉุกเฉิน

ABSTRACT

The purposes of this research were: 1) to determine the dispersion range and direction of ammonia leakage within the study area, and 2) to establish emergency response guidelines based on simulation results. The research instruments included ALOHA version 5.4.7 for hazard radius estimation, Google Earth version 7.3 for spatial impact analysis, and satisfaction questionnaires. The study employed a quantitative research methodology. The population consisted of 1,835 employees of Andaman Seafood Co., Ltd., with a sample size of 3 safety officers. Data were analyzed using descriptive statistics (percentage, mean) and Pair Simple T-Test.

The results were as follows:

1. The maximum AEGL-3 (lethal concentration) radius for pipeline leakage was 84 meters, while tank leakage reached 699 meters. (Technical analysis confirms that the "kilometer" units mentioned in certain summary sections were clerical errors; based on source strength and ALOHA's mathematical constraints, the correct unit is "meters").
2. The newly developed emergency response plan, incorporating ALOHA's real-time wind data, consists of 12 procedures that prioritize avoiding plume dispersion zones. Knowledge assessments showed a significant increase in mean scores from pre-training (5.33) to post-training (7.33), with 100% satisfaction regarding the project quality.

Keywords: Ammonia, ALOHA, Hazard Radius, Chemical Dispersion, Emergency Response Plan

บทนำ

แอมโมเนียเป็นสารเคมีที่นำมาใช้ประโยชน์หลากหลายทั้งในทางด้านอุตสาหกรรมความเย็นของโรงงานอุตสาหกรรมห้องเย็น และโรงงานน้ำแข็ง แอมโมเนียจัดเป็นก๊าซพิษชนิดหนึ่ง ไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุนรุนแรง สูตรทางเคมีคือ NH_3 การรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียคือจะเกิดหมอกควันสีขาวขึ้นเนื่องจากก๊าซแอมโมเนียที่รั่วจะทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศกลายเป็นก๊าซแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ซึ่งมีลักษณะเป็นควันสีขาว ซึ่งแอมโมเนียถ้าเกิดการรั่วไหลจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพร่างกายของทั้งผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ ซึ่งไอระเหยของแอมโมเนียถ้าเกิดการรั่วไหล จะทำให้เกิดการระคายเคืองและเกิดรอยแผลไหม้ต่อระบบทางเดินหายใจทำให้มีเสมหะ เกิดอาการหายใจสั้นๆ เจ็บหน้าอก ชัก หหมดสติ และอาจทำให้เกิดการเสียชีวิตถ้าได้รับในปริมาณมากๆ

ในประเทศไทยเคยมีอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นทั้งในโรงงานและสถานประกอบซึ่งเกิดจากการรั่วไหลของแอมโมเนียมาหลายครั้งซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและความเสียหายต่อทรัพย์สินของผู้ประกอบการและผู้ที่อยู่ในบริเวณใกล้เคียงเป็นจำนวนมาก เช่น วันที่ 15 มกราคม พ.ศ.2561 พบว่าเกิดเหตุมีแอมโมเนียรั่วไหล ภายในบริษัทสหไทยห้องเย็น จำกัด เลขที่ 411 หมู่ 7 เทศบาลบางปูซอย 2 (ทางเข้าฟาร์มจระเข้) ต.ท้ายบ้าน อ.เมือง จ.สมุทรปราการ ที่เกิดเหตุเป็นโกดังเนื้อที่ประมาณ 1 ไร่ ซึ่งเป็นที่เก็บปลาทุ๋แช่เย็น มีรั้วรอบขอบชิด โดยบริเวณด้านหลังโกดัง ซึ่งเป็นที่เก็บถังก๊าซแอมโมเนียขนาดใหญ่ ซึ่งทำหน้าที่ส่งก๊าซเข้าไปในระบบทำความเย็นภายในห้องแช่ปลา โดยก๊าซได้รั่วออกมาจากบริเวณหัววาล์ว จนส่งผลให้ฟุ้งกระจายส่งกลิ่นเหม็นไปทั้งโรงงาน และกระจายออกไปสู่ตามชุมชนโดยรอบ ทำให้ชาวบ้านหลายร้อยชีวิตที่อยู่ใกล้เคียงรัศมีไม่ต่ำกว่า 500 เมตร ได้รับความทุกข์จากการสูดดมจนมีอาการเวียนหัวหน้ามืดแสบตา และแน่นหน้าอก[1] และเมื่อวันที่ 2 มิถุนายน พ.ศ.2560 เกิดเหตุก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล ที่บริเวณท่าเรือบริษัท ธนาพรชัย อำเภอลำลูกเกด จังหวัดสมุทรปราการ บริเวณที่เกิดเหตุคือภายในห้องทำความเย็นในเรือซึ่งซื้อต่อท่อของก๊าซแอมโมเนียได้เกิดการรั่วไหลขึ้นทำให้คนงานทั้งหมดสูดดมก๊าซดังกล่าว ซึ่งมีผู้ได้รับบาดเจ็บ 20 ราย [2]

เนื่องจากเหตุการณ์ข้างต้นทำให้เกิดผลกระทบต่างๆทั้งทางสุขภาพ สิ่งแวดล้อม และทรัพย์สินของผู้ปฏิบัติงาน ดังนั้นเพื่อป้องกันและลดผลกระทบดังกล่าวผู้จัดทำจึงได้จัดทำโครงการนี้ขึ้นโดยใช้โปรแกรม ALOHA ในการคาดคะเนระยะทางการแพร่กระจายตัวของแอมโมเนียในพื้นที่บริษัทและชุมชนโดยรอบ อีกทั้งยังนำข้อมูลมาจัดทำแผนโต้ตอบฉุกเฉินในกรณีแอมโมเนียรั่วไหลด้วย ซึ่งเลือกกลุ่มตัวอย่างคือ บริษัทแห่งหนึ่ง เนื่องจากเป็นสถานประกอบการอุตสาหกรรมห้องเย็น เป็นบริษัทที่เกี่ยวกับการแปรรูปอาหารทะเลซึ่งใช้แอมโมเนียในการแช่แข็งอาหารทะเล

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อให้ทราบการแพร่กระจายเมื่อมีการรั่วไหลของแอมโมเนีย ในพื้นที่ของบริษัท
2. เพื่อจัดทำแนวทางการตอบโต้เหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดกรณีแอมโมเนียรั่วไหลสำหรับบริษัท

สมมติฐานการวิจัย

- 1 ด้านลักษณะการรั่วไหล: การรั่วไหลของแอมโมเนียจากแหล่งกำเนิดประเภทถังเก็บ (Tank) จะมีรัศมีการแพร่กระจายและความรุนแรงของสารในระดับอันตราย (AEGL-3) มากกว่าการรั่วไหลจากแหล่งกำเนิดประเภทท่อส่ง (Pipeline)
- 2 ด้านปัจจัยสภาพแวดล้อม: ปัจจัยทางด้านปริมาณสาร ขนาดรูรั่ว อัตราการรั่วไหล และสภาพทางด้านอุตุนิยมวิทยา (เช่น ความเร็วลม อุณหภูมิ และความเสถียรของบรรยากาศ) มีผลต่อทิศทางและระยะทางการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียอย่างมีนัยสำคัญ
- 3 ด้านความรู้ความเข้าใจ: พนักงานที่เข้ารับการอบรมจะมีระดับความรู้ความเข้าใจในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินแอมโมเนียรั่วไหล หลังการอบรมสูงกว่าก่อนการอบรม
- 4 ด้านประสิทธิภาพของแผนฉุกเฉิน: แผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินใหม่ที่ประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA จะมีความปลอดภัยและประสิทธิภาพมากกว่าแผนเดิม โดยเฉพาะในการกำหนดจุดรวมพลและเส้นทางอพยพที่ไม่ตั้งอยู่ในทิศทางการแพร่กระจายของสารเคมี

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษานี้มุ่งเน้นการจำลองสถานการณ์การรั่วไหลจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ ถังเก็บ (Tank) และท่อส่ง (Gas Pipeline) ในพื้นที่บริษัท จ.สมุทรปราการ โดยพิจารณาปัจจัยด้านอุตุนิยมวิทยา เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม และความเสถียรของบรรยากาศ

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเรื่องการจำลองการแพร่กระจายและแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินแอมโมเนียรั่วไหล ผู้วิจัยได้รวบรวมทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้อง แบ่งเป็น 6 หัวข้อหลัก ดังนี้:

2.1 ลักษณะและคุณสมบัติของแอมโมเนีย แอมโมเนีย (NH₃) เป็นก๊าซพิษที่ไม่มีสีแต่มีกลิ่นฉุนรุนแรง มีสมบัติทางกายภาพที่สำคัญคือ จุดเดือดอยู่ที่ -33.4 องศาเซลเซียส และละลายน้ำได้ดีมาก ในด้านความเป็นอันตราย แอมโมเนียมีฤทธิ์กัดกร่อนสูง ส่งผลกระทบต่อดวงตา ผิวหนัง และระบบทางเดินหายใจ โดยการสูดดมในปริมาณมากอาจทำให้เกิดปอดบวมและเสียชีวิตได้ นอกจากนี้ยังมีขีดจำกัดการระเบิด (LEL) อยู่ที่ร้อยละ 16 และ UEL ที่ร้อยละ 25

2.2 การรั่วไหลและการแพร่กระจาย การรั่วไหลของสารเคมีในโปรแกรมจำลองสามารถเกิดขึ้นได้หลายลักษณะ เช่น การรั่วไหลโดยตรง (Direct), การไหลนองพื้น (Puddle), การรั่วจากถัง

เก็บ (Tank) และการรั่วจากท่อส่ง (Gas Pipeline) เมื่อเกิดการรั่วไหล แอมโมเนียจะทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศกลายเป็นควันสีขาวของแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ ซึ่งทิศทางและระยะการแพร่กระจายจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางอุตุนิยมวิทยา เช่น ความเร็วลม ทิศทางลม และความเสถียรของบรรยากาศ

2.3 เทคโนโลยีภูมิสารสนเทศ ประกอบด้วยเครื่องมือสำคัญ 3 ประการ:

โปรแกรม ALOHA: ใช้คาดการณ์การกระจายตัวของสารเคมีในอากาศเพื่อประเมินระดับอันตราย (Footprint) ตามเกณฑ์ AEGL (Acute Exposure Guideline Level) ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นที่ประชาชนสามารถรับสัมผัสได้ในระยะเวลาสั้นๆ

โปรแกรม CAMEO: เป็นฐานข้อมูลสารเคมีกว่า 6,000 ชนิด ที่ให้ข้อมูลด้านความปลอดภัยและการตอบโต้เหตุฉุกเฉินอย่างรวดเร็ว

โปรแกรม Google Earth: ใช้แสดงผลการแพร่กระจายบนแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศ เพื่อให้เห็นขอบเขตรัศมีอันตรายที่ทับซ้อนกับพื้นที่จริง เช่น ชุมชน หรือสถานประกอบการใกล้เคียง

2.4 แผนฉุกเฉิน แผนฉุกเฉินเป็นเครื่องมือสำคัญในการเตรียมความพร้อมเพื่อลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน โดยวงจรการจัดการแบ่งออกเป็น 3 ระยะ คือ ระยะก่อนเกิดภัย (การป้องกันและเตรียมความพร้อม), ระยะขณะเกิดภัย (การตอบโต้ในภาวะฉุกเฉิน) และระยะหลังเกิดภัย (การฟื้นฟูบูรณะ) การวางแผนที่ดีต้องมีการกำหนดบทบาทหน้าที่และขั้นตอนปฏิบัติที่ชัดเจน

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วันวิสาข์ เสาศิริ (2560): ศึกษาการรั่วไหลของก๊าซ LPG พบว่าปริมาณสารและสภาพอุตุนิยมวิทยาที่แตกต่างกันส่งผลต่อระยะการแพร่กระจายอย่างมีนัยสำคัญ

ธนรัตน์ รักษ์มกล (2560): ศึกษาการรั่วไหลของแอมโมเนีย พบรัศมีอันตรายระดับ ERPG-3 อยู่ที่ 381 เมตร และเสนอว่าจุดรวมพลต้องอยู่ไกลกว่าระยะดังกล่าว

Pakkarada Sansuksom (2560): พบว่าความเร็วลมมีผลกระทบต่อการกระจายตัวของก๊าซมากกว่าปัจจัยด้านอุณหภูมิ

2.6 กฎหมายที่เกี่ยวข้อง

กฎกระทรวง (พ.ศ. 2554): กำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนีย โดยบังคับให้โรงงานต้องมีแผนฉุกเฉินและต้องฝึกซ้อมอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

กฎกระทรวง (พ.ศ. 2556): กำหนดมาตรฐานการจัดการความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย ให้นายจ้างจัดทำแผนปฏิบัติการกรณีฉุกเฉินและจัดเก็บไว้ให้ตรวจสอบได้ตลอดเวลา

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย (Research Design) การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative Research) โดยเน้นการจำลองสถานการณ์ (Simulation) ซึ่งแบ่งการดำเนินการเป็น

2 ส่วนหลัก คือ 1) การศึกษาการแพร่กระจายตัวในกรณีแอมโมเนียรั่วไหลออกจากถังเก็บและท่อส่ง โดยใช้แบบจำลองคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ทราบเส้นทางและรัศมีผลกระทบ และ 2) การจัดทำแนวทางการตอบโต้เหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดกรณีแอมโมเนียรั่วไหล เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับสถานประกอบการ

3.2 วิธีการวิจัย (Research Procedure) ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ ดังนี้:

การกำหนดเหตุการณ์จำลอง: กำหนดการรั่วไหลจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ ถังเก็บ (Tank) และท่อส่งก๊าซ (Gas Pipeline)

การรวบรวมและนำเข้าข้อมูลโปรแกรม ALOHA:

ข้อมูลสาร: เล็กแอมโมเนีย (Ammonia)

ข้อมูลพื้นที่: ระบุค่าพิกัด (Latitude, Longitude), ความสูงจากระดับน้ำทะเล และลักษณะอาคาร

ข้อมูลสภาพอากาศ: อ้างอิงจากกรมอุตุนิยมวิทยา ได้แก่ ความเร็วลม, ทิศทางลม, อุณหภูมิ, ความชื้น และค่าความเสถียรของบรรยากาศ

การประมวลผลและแสดงผล: ใช้โปรแกรม ALOHA ประมวลผลออกมาในรูปแบบของ Footprint เพื่อแสดงขอบเขตรัศมีมีความเข้มข้นของสารตามเกณฑ์ AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) ทั้ง 3 ระดับ (AEGL-1, 2 และ 3)

การวิเคราะห์เชิงพื้นที่: นำค่า Footprint ที่ได้ไปซ้อนทับบนแผนที่ภาพถ่ายทางอากาศด้วยโปรแกรม Google Earth เพื่อระบุพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจริง

การพัฒนาแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉิน: นำผลจากการจำลองมาวิเคราะห์เพื่อวางแผนปฏิบัติ การสื่อสารให้พนักงานทราบ และปรับปรุงแผนตามข้อเสนอแนะเพื่อให้ได้แผนที่สมบูรณ์

3.3 การแปลผลและการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Interpretation and Analysis) ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านต่างๆ ดังนี้:

การวิเคราะห์พื้นที่อันตราย: แปลผลจากรูป Footprint ของโปรแกรม ALOHA เพื่อสรุประยะทางและพื้นที่เสี่ยงภัยในทิศทางลมต่างๆ

การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบ: เปรียบเทียบแผนอพยพฉุกเฉินเดิมของบริษัทกับแผนที่ใหม่ที่ประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA เพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพและความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น

การวิเคราะห์ทางสถิติ:

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) ได้แก่ การแจกแจงความถี่ ร้อยละ และค่าเฉลี่ย เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปและระดับความพึงพอใจต่อโครงการ

ใช้สถิติ Pair Simple T-Test เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของระดับความรู้ของพนักงานก่อนและหลังการอบรมการใช้โปรแกรมและการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน

ผลการวิจัย

4.1 ผลกระทบจากการรั่วไหลของแอมโมเนียในกรณีต่างๆ การศึกษาจำลองสถานการณ์การรั่วไหลจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ แทงค์ (Tank) และท่อ (Gas Pipeline) แบ่งผลกระทบเป็น 3 กรณีหลัก :

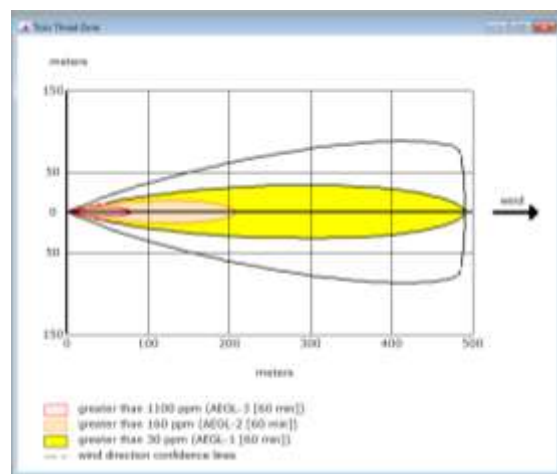
กรณีความเป็นพิษ (Toxic Area): ประเมินตามเกณฑ์ AEGL (Acute Exposure Guideline Level) 3 ระดับ คือ AEGL-3 (1,100 ppm) มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างรุนแรงหรือเสียชีวิต, AEGL-2 (160 ppm) มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างถาวรหรือทำให้หนึ่ลำบาก และ AEGL-1 (30 ppm) มีอาการระคายเคืองชั่วคราว

กรณีกลุ่มหมอกก๊าซไวไฟ (Flammable Area): พิจารณาจากค่าขีดจำกัดล่างและบนของการระเบิด (LEL และ UEL) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการลุกไหม้

กรณีการระเบิด (Vapor Cloud Explosion): ประเมินรัศมีของแรงดันระเบิดที่อาจส่งผลกระทบต่อโครงสร้างและประชาชน

4.2 การศึกษาผลกระทบและการแพร่กระจายตัวของแอมโมเนียในห้อง 1

การรั่วจากท่อ: มีอัตราการรั่วไหล 48.6 กิโลกรัม/นาที่ รัศมีอันตรายระดับ AEGL-3 อยู่ที่ 78 เมตร, AEGL-2 ที่ 207 เมตร และ AEGL-1 ที่ 490 เมตร สำหรับกลุ่มหมอกไวไฟ (10% LEL) มีรัศมี 30 เมตร และไม่มีผลกระทบจากการระเบิด

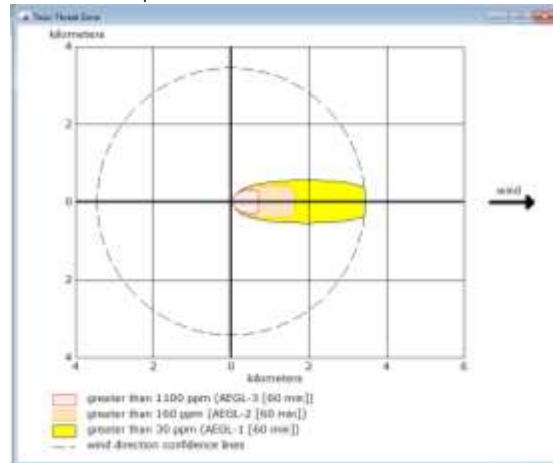


ภาพที่ 1 แสดงรัศมีการแพร่กระจายของแอมโมเนียจากท่อกรณีที่ไม่ถูกติดไฟห้องที่ 1

การรั่วจากแทงค์: มีอัตราการรั่วไหลสูงถึง 407 กิโลกรัม/นาที่ รัศมีอันตรายระดับ AEGL-3 เพิ่มขึ้นเป็น 699 เมตร, AEGL-2 ที่ 1.6 กิโลเมตร และ AEGL-1 ที่ 3.4 กิโลเมตร สำหรับกลุ่มหมอกไวไฟ (10% LEL) มีรัศมี 206 เมตร โดยทิศทางการแพร่กระจายตามลมส่งผลกระทบต่อพื้นที่บริษัท ชุมชน และสถานที่ท่องเที่ยวใกล้เคียง

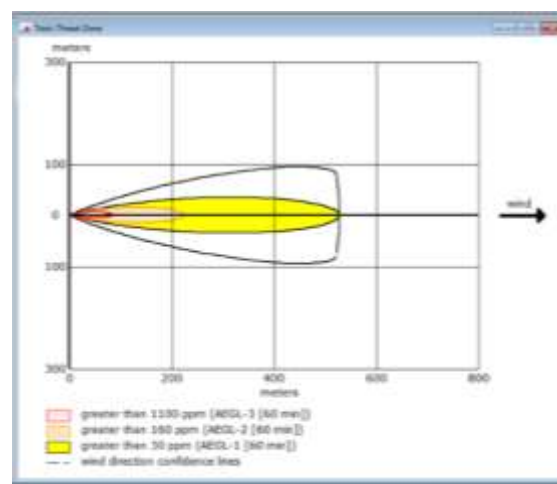
4.3 การศึกษาผลกระทบและการแพร่กระจายตัวของแอมโมเนียในห้อง 4

การรั่วจากท่อ: รัศมีอันตรายระดับ AEGL-3 อยู่ที่ 84 เมตร, AEGL-2 ที่ 222 เมตร และ AEGL-1 ที่ 528 เมตร ส่วนกลุ่มหมอกไวไฟ (10% LEL) มีรัศมี 31 เมตร

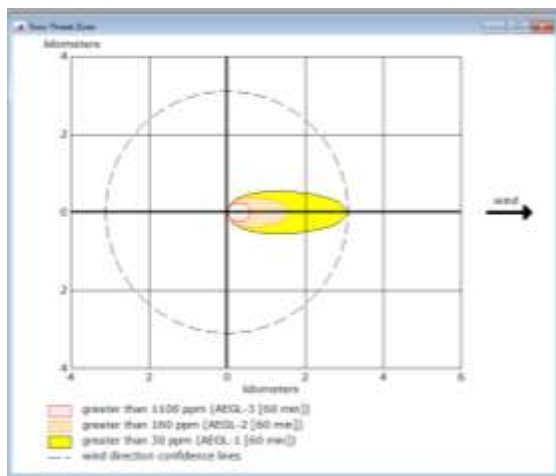


ภาพที่ 2 แสดงรัศมีการแพร่กระจายของแอมโมเนียจากแท่งคาร์บอนที่ไม่ถูกติดไฟห้องที่ 1

การรั่วจากแท่ง: รัศมีอันตรายระดับ AEGL-3 อยู่ที่ 568 เมตร, AEGL-2 ที่ 1.6 กิโลเมตร และ AEGL-1 ที่ 3.1 กิโลเมตร สำหรับกลุ่มหมอกไวไฟ (10% LEL) มีรัศมี 147 เมตร ทั้งนี้ไม่พบผลกระทบจากการระเบิดในทุกกรณีเนื่องจากค่าแรงดันไม่ถึงระดับที่โปรแกรมวัดได้



ภาพที่ 3 แสดงรัศมีการแพร่กระจายของแอมโมเนียจากท่อกรณีที่ไม่ถูกติดไฟห้องที่ 4



ภาพที่ 4 รัศมีการแพร่กระจายของแอมโมเนียจากแท่งกรณีที่ไม่ลุกติดไฟห้องที่ 4

4.4 แนวทางการตอบโต้เหตุฉุกเฉินเมื่อเกิดกรณีแอมโมเนียรั่วไหล ผู้วิจัยกำหนดแนวทางปฏิบัติ 3 ระยะ :

ก่อนเกิดเหตุ: เน้นการอบรมพนักงาน ตรวจสอบข้อต่อและวาล์วในห้องเครื่องสม่ำเสมอ และกำหนดจุดรวมพลใหม่ที่ปลอดภัยเนื่องจากจุดเดิมอยู่ในรัศมีอันตราย

ขณะเกิดเหตุ: แบ่งระดับการตอบโต้เป็น 3 ระดับตามความเข้มข้นของก๊าซ โดยแผนใหม่จะใช้ข้อมูลจาก ALOHA เพื่อให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย (จป.) กำหนดเส้นทางอพยพที่ไม่สวนทิศทางการลมซึ่งมีการฟุ้งกระจายของแอมโมเนีย

หลังเกิดเหตุ: มีแผนบรรเทาทุกข์เพื่อสอบสวนหาสาเหตุ และแผนฟื้นฟูดูแลผู้บาดเจ็บและซ่อมแซมเครื่องจักร

4.5 แบบสอบถามความพึงพอใจและแบบทดสอบก่อนและหลังการฝึกอบรม

ความพึงพอใจ: ผู้เข้าอบรมมีความพึงพอใจต่อโครงการและการจัดอบรมในระดับมากที่สุดทั้งในด้านคุณภาพของวิทยากร ประโยชน์ของเนื้อหา และความสามารถในการนำไปประยุกต์ใช้จริง

คะแนนการทดสอบ: พนักงานมีพัฒนาการด้านความรู้ชัดเจน โดยคะแนนเฉลี่ยก่อนการฝึกอบรมอยู่ที่ 5.33 และเพิ่มขึ้นเป็น 7.33 หลังการฝึกอบรม

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยนี้ใช้โปรแกรม ALOHA จำลองเหตุการณ์รั่วไหลจาก 2 แหล่งกำเนิด คือ ท่อส่งและถังเก็บ (Tank) โดยสรุปผลตามกรณีความปลอดภัยได้ดังนี้:

ผลการศึกษาจากการรั่วไหลที่ท่อ:

กรณีความเป็นพิษ (Toxic Area): ในระดับ AEGL-3 (อันตรายต่อชีวิต) มีรัศมีระหว่าง 78 - 84 เมตร ระดับ AEGL-2 รัศมี 207 - 222 เมตร และระดับ AEGL-1 รัศมี 490 - 528 เมตร

กรณีกลุ่มหมอกไวไฟ (Flammable Area): ค่าต่ำสุดที่สามารถลุกติดไฟได้ (10% LEL) อยู่ในรัศมี 30 - 31 เมตร

กรณีการระเบิด: ไม่พบผลกระทบที่ส่งผลกระทบต่อประชาชนในระดับที่โปรแกรมวัดได้

ผลการศึกษาจากการรั่วไหลที่ถังเก็บ (Tank):

กรณีความเป็นพิษ (Toxic Area): ในระดับ AEGL-3 มีรัศมีกว้างขึ้นเป็น 568 - 699 เมตร ระดับ AEGL-2 รัศมี 1.6 กิโลเมตร และระดับ AEGL-1 รัศมี 3.1 - 3.4 กิโลเมตร

กรณีกลุ่มหมอกไวไฟ (Flammable Area): ค่าต่ำสุดที่สามารถลุกติดไฟได้ (10% LEL) อยู่ในรัศมี 147 - 206 เมตร ดังนั้นควรควบคุมพื้นที่ในช่วงระยะนี้หากเกิดการรั่วไหล

กรณีการระเบิด: ไม่พบผลกระทบที่มีนัยสำคัญต่อประชาชน

ข้อเสนอแนะ

1. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ 1.1 บริษัทควรปรับเปลี่ยนจุดรวมพลและเส้นทางอพยพตามข้อมูลการจำลอง โดยให้เจ้าหน้าที่ความปลอดภัย เป็นผู้ตัดสินใจตามทิศทางลมจริง
2. ควรติดตั้งอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับแอมโมเนียที่มีประสิทธิภาพเพื่อให้ทราบเหตุได้ทันที
3. จัดอบรมให้ความรู้และฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินเป็นประจำอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

บรรณานุกรม

- กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2562). *กฎกระทรวงกำหนดมาตรการความปลอดภัยเกี่ยวกับระบบทำความเย็นที่ใช้แอมโมเนียเป็นสารทำความเย็นในโรงงาน พ.ศ. 2554*. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2562
- กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน. (2556). *กฎกระทรวงกำหนดมาตรฐานในการบริหาร จัดการ และดำเนินการด้านความปลอดภัย อาชีวอนามัย และสภาพแวดล้อมในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2556*. สืบค้นเมื่อ 6 สิงหาคม 2562
- ชรินทร์ ใจเย็น. (2558). *การพัฒนาระบบฐานข้อมูลเพื่อรองรับสถานการณ์ฉุกเฉินกรณีสารเคมีรั่วไหล ด้วยโปรแกรม ALOHA, MARPLOT, Google Earth และ Microsoft Excel*. (วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก), มหาวิทยาลัยขอนแก่น

- ธนรัตน์ รักกมล. (2560). การจำลองการรั่วไหลแอมโมเนียเพื่อจัดทำแผนและฝึกซ้อมอพยพให้กับพนักงานในสหกรณ์กองทุนสวนยางนาทวี อำเภอนาทวี จังหวัดสงขลา. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.
- วันวิสาข์ เสาศิริ. (2560). การประเมินการแพร่กระจายและการระเบิดของก๊าซปิโตรเลียมเหลวจากการรั่วไหลของสถานีบริการก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ในกรุงเทพมหานครด้วยโปรแกรม ALOHA. คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- สวิตา เลิศสุโกวณิย์. (2559). การประเมินความเสี่ยงของการรั่วไหลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการถ่ายเทคาร์บอนไดออกไซด์เหลวเข้ารถขนส่ง. (งานนิพนธ์, คณะวิศวกรรมศาสตร์). มหาวิทยาลัยบูรพา
- Pakkarada Sansuksom. (2560). *ALOHA simulation on the leakage accident of CO2 in gas welding process. Faculty of Engineering, Suvarnabhumi Institute of Technology. Bangphli, Samut Prakan*