บทที่ 3
วิธีการศึกษา

วิธีการศึกษาจะนำเสนอวิธีการวิเคราะห์อันตรายเนื่องจากอุบัติเหตุการขนส่งก๊าซแอมโมเนียด้วยถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก บนทางหลวงแผ่นดินในจังหวัดสงขลา เพื่อวิเคราะห์หาพื้นที่เสี่ยงและความรุนแรงของเหตุการณ์อันสืบเนื่องจากการเกิดอุบัติเหตุดังกล่าวในบริเวณอันตรายอันดับ 1 จำนวน 4 แห่ง ที่อาจจะมีการขนส่งผ่าน รายละเอียดเครื่องมือ ข้อมูลที่ใช้และรายละเอียดขั้นตอนวิธีการศึกษา มีดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา จำแนกเป็นประเภทดังนี้

3.1.1 ฮาร์ดแวร์/อุปกรณ์

1) เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล CPU Pentium II RAM 256 MB Hard disk 20GB

2) เครื่องหาพิกัดภูมิศาสตร์(GPS)

3.1.2 ซอฟท์แวร์

1) โปรแกรม CAMEO Windows เวอร์ชั่น 1.2 สำหรับเป็นฐานข้อมูลสารเคมี

2) โปรแกรม ALOHA เวอร์ชั่น 5.2.3 สำหรับใช้ในการจำลองสถานการณ์อุบัติเหตุก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลจากถังบรรจุ

3) โปรแกรม MARPLOT เวอร์ชั่น 3.2.1 สำหรับวิเคราะห์หาและแสดงพื้นที่เสี่ยงในขอบเขตผลกระทบจากการจำลองสถานการณ์อุบัติเหตุด้วยโปรแกรม ALOHA

4) โปรแกรม SHP2MIE สำหรับแปลงแผนที่เพื่อใช้ในโปรแกรม MARPLOT

5) โปรแกรม Arcview เวอร์ชั่น 3.2 สำหรับจัดเตรียมและปรับปรุงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

6) โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 10.0 สำหรับวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.1.3 แบบสอบถามโรงงานอุตสาหกรรม

การจัดซื้อก๊าซแอนไฮดรัสแอมโมเนียของโรงงานอุตสาหกรรม

3.2 ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

3.2.1 ลักษณะถังและการบรรทุก

ได้แก่ โครงสร้าง ปริมาตร และขนาดองค์ประกอบที่ติดตั้งบนถังบรรทุก ปริมาณก๊าซ อุณหภูมิ ความดัน เส้นทางที่ใช้ในการขนส่งก๊าซแอนไฮดรัสแอมโมเนีย

3.2.2 สภาพอากาศ

ใช้ข้อมูลผลตรวจวัดสภาพอากาศของกรมอุตุนิยมวิทยา ปี พ.ศ. 2540 ถึง 2545 จากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศจังหวัดสงขลาและหาดใหญ่ ได้แก่ ข้อมูลทิศทางและความเร็วลม ความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ปริมาณเมฆ

3.2.3 ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

ใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาตราส่วน 1 : 50,000 ของสำนักวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้แก่ เขตการปกครอง ทางหลวงแผ่นดิน โรงเรียน โรงพยาบาล สถานีอนามัย โรงงานอุตสาหกรรม วัด ศูนย์เด็กเล็ก บ้านพักผู้สูงอายุ แหล่งน้ำ สวนสาธารณะ

3.2.4 ข้อมูลสารเคมี ใช้คุณสมบัติของก๊าซแอมโมเนียจากฐานข้อมูลในโปรแกรม CAMEO และ ALOHA

3.3 ขั้นตอนการศึกษา

3.3.1 การขอข้อมูลจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

1) บริษัทผู้จำหน่ายก๊าซแอนไฮดรัสแอมโมเนีย

2) โรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้ก๊าซแอนไฮดรัสแอมโมเนีย ใน 4 จังหวัด ได้แก่จังหวัดสงขลา จังหวัดปัตตานี จังหวัดยะลา และจังหวัดนราธิวาส ตามประเภทกิจการที่จำแนกไว้ในทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรม ปี 2545 รวมทั้งหมด 137 แห่ง ได้แก่ ห้องเย็นและอาหารทะเลแช่แข็ง จำนวน 47 แห่ง น้ำยางข้น จำนวน 25 แห่ง ผลิตน้ำแข็ง จำนวน 59 แห่ง ผลิตภัณฑ์ยาง จำนวน 4 แห่ง ห้างสรรพสินค้า จำนวน 2 แห่ง

3) กรมอุตุนิยมวิทยา

4) สำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

3.3.2 การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)

1) จัดลำดับจุดอันตราย

การกำหนดจุดอันตรายในแต่ละบริเวณ จะใช้จุดกลับรถ กึ่งกลางทางแยกหรือครึ่งรัศมีโค้งแล้วแต่สถานที่ เป็นจุดอ้างอิงในการจัดลำดับ เนื่องจากอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมักเป็นบริเวณจุดกลับรถ ทางแยกของถนนทางตรงและทางโค้ง (สุรพงษ์ คณะภิกขุ, 2545) การจัดลำดับจุดอันตรายจะใช้วิธีประมาณความเสี่ยงเบื้องต้น (risk estimation) จาก 2 ปัจจัยคือ โอกาสที่จะเกิดการรั่วไหลจากอุบัติเหตุการขนส่งผ่านจุดอันตราย และจำนวนประชากรในพื้นที่อ่อนไหว ภายในรัศมี 2 กิโลเมตรจากจุดอ้างอิงของจุดอันตรายต่าง ๆ ซึ่งค่ารัศมีนี้ใช้พิจารณาผลกระทบจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซที่มีคุณสมบัติหนักกว่าอากาศ (Brown et al., 2000) สมการที่ใช้คือ

$$Risk(R) = Probability(P) \times Consequences(Cq)$$

โดยที่

Cq = จำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่อ่อนไหว (sensitive population) ภายในรัศมี 2 กิโลเมตรจากจุดอ้างอิง ได้แก่ โรงเรียน โรงพยาบาล สถานีอนามัย สถานสงเคราะห์ผู้สูงอายุ ศูนย์เด็กเล็กหรือศูนย์เด็กก่อนวัยเรียน วิเคราะห์ด้วยโปรแกรม Arcview 3.2

P = โอกาสที่จะเกิดการรั่วไหลจากอุบัติเหตุการขนส่งวัตถุอันตรายด้วยรถบรรทุกผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ คำนวณจากสมการ

$$P = A \times B \times f_a \times P_s$$

โดยที่

A = ความถี่ของการขนส่งวัตถุอันตรายด้วยรถบรรทุก , ครั้งต่อปี

B = ความยาวของถนนในการขนส่งวัตถุอันตรายด้วยรถบรรทุกที่จะทำการศึกษา ,กิโลเมตร

f_a = ความถี่ของอุบัติเหตุการขนส่งวัตถุอันตรายด้วยรถบรรทุก
มีค่าเท่ากับ 2×10^{-6} ครั้งต่อปี

P_s = โอกาสของการรั่วไหลจากอุบัติเหตุการขนส่งวัตถุอันตรายด้วยรถบรรทุก
มีค่าเท่ากับ 0.2

2) ลักษณะภูมิประเทศ

สำรวจลักษณะภูมิประเทศรอบจุดอันตรายอันดับ 1 ที่อยู่บนเส้นทางการขนส่ง รัศมี 2 กิโลเมตร แบ่งพื้นที่เป็นช่องกริด ขนาด 500 ตารางเมตร เพื่อศึกษาความขรุขระ (roughness) โดยใช้พิจารณาลักษณะเด่นของสภาพพื้นที่ด้วยตาและให้ค่าความขุรขระตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในภาคผนวก ค วิเคราะห์หาค่าเฉลี่ยความขรุขระทุกช่องกริด เพื่อเป็นตัวแทนค่าความขรุขระของพื้นที่รอบจุดอันตราย เนื่องจากในการคำนวณความเข้มข้นของก๊าซในอากาศ ณ จุดใด ๆ ของก๊าซ ในทิศใต้ลม แบบจำลองจะใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยรอบจุดนั้น ๆ

จุดอันตรายที่จะนำไปสู่การศึกษาด้วยแบบจำลอง ใช้จุดอันตรายที่มีค่าความเสี่ยงมากที่สุด (R มีค่ามากที่สุด) จากการจัดลำดับจุดอันตราย หากลำดับแรก มีสภาพพื้นที่อยู่ใกล้ภูเขา เป็นเนินสูง ระดับความสูงของพื้นที่แตกต่างกันมาก ซึ่งเป็นลักษณะพื้นที่ที่เป็นข้อจำกัดของโปรแกรมในการทำนายการแพร่กระจาย จะพิจารณาจุดอันตรายที่ค่าความเสี่ยงมากรองลงมา

3.3.3 การวิเคราะห์ผลกระทบ (Vulnerability Analysis)

1) ปรับปรุงข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์

โดยหาพิกัดภูมิศาสตร์เพิ่มเติม โดยใช้รูปแบบข้อมูลของโปรแกรม Arcview และแปลงชั้นข้อมูลต่าง ๆ สู่รูปแบบแผนที่ของโปรแกรม MARPLOT ด้วยโปรแกรม SPH2MIE ค่าตัวแปรที่ใช้คือ UTM zone = 47 และ Datum = NAD 83 (GRS1980)

2) วิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศ

ใช้ข้อมูลผลตรวจวัดสภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศ ระหว่างปี พ.ศ.2540 ถึง 2545 ในจังหวัดสงขลาที่ใกล้จุดอันตรายที่ศึกษามากที่สุด วิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ โดยจำแนกรายฤดูคือ ฤดูร้อน และฤดูฝน

3) วิเคราะห์ปริมาณการรั่วไหลและจำลองสถานการณ์

วิเคราะห์ 2 กรณี คือ กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case scenario) และ กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case scenario) โดยกำหนดค่า LOC จำนวน 3 ระดับ คือ

- ตามเกณฑ์แนะนำของ AIHA กำหนดค่า LOC ด้วย ERPG1-3 ดังนี้ ERPG 1 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 25 ppm ERPG 2 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 250 ppm ERPG 3 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 750 ppm

- ตามเกณฑ์แนะนำของ NRCCT กำหนดค่า LOC ด้วย AEGL1-3 ดังนี้ AEGL1 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 25 ppm AEGL 2 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 270 ppm AEGL 3 มีค่าความเข้มข้นเท่ากับ 2700 ppm

1) กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) จำลองสถานการณ์รถบรรทุกก๊าซแอมโมเนียเกิดอุบัติเหตุ ณ จุดอันตราย ในขณะที่บรรทุกขนาดความจุสูงสุด เกิดการรั่วไหลออกทั้งหมดภายใน 10 นาที ในสภาพอากาศที่มีค่าความเร็วลมไม่น้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที ความชื้น 50 เปอร์เซ็นต์ ค่าความขรุขระ ให้ค่าเป็น rural อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสหรือค่าอุณหภูมิสูงสุดของข้อมูลผลตรวจวัดสภาพอากาศจากสถานีตรวจวัดสภาพอากาศที่อยู่ใกล้จุดที่จะจำลองสถานการณ์มากที่สุด (EPA and CEPP, 1999)

2) กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case scenario) จำลองสถานการณ์อุบัติเหตุของรถบรรทุกขนส่งก๊าซแอมโมเนีย ขณะบรรทุกก๊าซแอมโมเนียในขนาดความจุที่มีความถี่การขนส่งมากที่สุด เกิดการรั่วไหลเนื่องจากความบกพร่องของอุปกรณ์ประเภทวาล์วที่ติดตั้งบนถังบรรทุก โดยค่าความขุรขระใช้ข้อมูลจากผลการศึกษาลักษณะภูมิประเทศในพื้นที่จริง ข้อมูลสภาพอากาศ ใช้ค่าเฉลี่ย ได้แก่

ก) ค่าความเร็วลมเฉลี่ยจากทิศทางกระแสลมที่มีความถี่มากที่สุด

ข) ค่าเฉลี่ยรายวันของอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ปริมาณเมฆ วิเคราะห์โดยการนำ (ค่าสูงสุด + ค่าต่ำสุด) หารด้วย 2 แล้วนำค่าเฉลี่ยรายวันหาค่าเฉลี่ยตามช่วงเวลาที่จะศึกษา (วิไลลักษณ์ ตั้งเจริญ, 2540)

ค) ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ ได้มาจากการวิเคราะห์ของโปรแกรม ALOHA เมื่อให้ค่าปริมาณเมฆและความเร็วลม

3.3.4 วิเคราะห์ความเสี่ยง (Risk Analysis)

1) วิเคราะห์สถานที่เสี่ยงอันตรายด้วยโปรแกรม MARPLOT โดยใช้รัศมีผลกระทบสูงสุดจากการจำลองสถานการณ์ ทั้งสองกรณีคือ กรณีร้ายแรงที่สุดและกรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด ซึ่งได้จากจำลองสถานการณ์ในข้อ 3.3.3 บรรยายเชิงพื้นที่ เปรียบเทียบจำนวนสถานที่เสี่ยงอันตรายภายในแต่ละรัศมีผลกระทบ เพื่อแสดงถึงความรุนแรงของเหตุการณ์อุบัติเหตุการรั่วไหลจากการขนส่งก๊าซแอมโมเนียผ่านจุดอันตราย

2) จัดระดับความเสี่ยงด้วยตารางความเสี่ยง (risk matrix) ตามแบบของ UNEP (1992) ซึ่งมีปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องคือ ความน่าจะเป็น (probability) ของการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล และผลที่ตามมา (consequence) ตามสมการ 2.1 และ สมการ 2.2 จัดระดับความเสี่ยง แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

ก) กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ประมาณความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล โดยใช้ความถี่ของการขนส่งก๊าซแอมโมเนียขนาดบรรจุสูงสุดที่ขนส่งผ่านจุดอันตรายที่จำลองสถานการณ์

ข) กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ประมาณความน่าจะเป็นของการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล โดยใช้ความถี่ของการขนส่งก๊าซแอมโมเนียขนาดบรรจุที่มีความถี่การขนส่งผ่านจุดอันตรายที่จำลองสถานการณ์สูงสุด

ผลที่ตามมา ทั้งสองกรณี ใช้จำนวนประชากรกลุ่มเสี่ยงในพื้นที่อ่อนไหวภายในรัศมีที่อาจได้รับผลกระทบสองระดับ คือ ผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่อาจรักษาฟื้นฟูได้หรือมีอาการรุนแรงอื่น ๆ ที่เป็นระยะเวลานาน และกระทบต่อสุขภาพที่อาจคุกคามต่อชีวิตหรือตายได้

3.4 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์

ใช้โปรแกรม SPSS เวอร์ชั่น 10.0 ในการวิเคราะห์ ความถี่ ค่าเฉลี่ย(mean) และ ร้อยละ