บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษานี้มุ่งเน้นการวิเคราะห์อันตราย กรณีการขนส่งก๊าซแอมโมเนียบนทางหลวงแผ่นดินในจังหวัดสงขลาโดยใช้ถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก ประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ การบ่งชี้อันตราย การวิเคราะห์ผลกระทบ และการวิเคราะห์ความเสี่ยง เพื่อศึกษาหาพื้นที่เสี่ยงและความรุนแรง ในกรณี ที่เกิดอุบัติเหตุจากการขนส่งบริเวณจุดอันตรายบนทางหลวงแผ่นดินในจังหวัดสงขลา ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดผลการศึกษาแต่ละขั้นตอน

การหาข้อมูลโดยใช้วิธีส่งแบบสอบถามถึงโรงงานอุตสาหกรรม ตามประเภทกิจการที่ปรากฏในทำเนียบโรงงานอุตสาหกรรม ทางไปรษณีย์และติดต่อทางโทรศัพท์ จำนวน 93 แห่ง ใน 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดสงขลา ปัตตานีและยะลา จำนวน 84,1 และ 8 แห่ง ตามลำดับ ได้รับการตอบรับ รวมทั้งสิ้น 58 แห่ง ร้อยละ 62.3 ได้แสดงไว้ในตาราง 4.1 เนื่องจากการบ่งชี้อันตรายเบื้องต้นในจังหวัดสงขลาพบว่าบางประเภทกิจการสามารถสรุปได้ว่าไม่อยู่ในขอบเขตการศึกษา โรงงานบางแห่งปิดกิจการหรือเปลี่ยนประเภทโรงงาน ทำให้จำนวนผลการตอบแบบสอบถามน้อยกว่าที่กำหนดไว้ อย่างไรก็ตาม ประเภทกิจการ น้ำยางข้น สำรวจครอบคลุมทุกแห่ง ใน 3 จังหวัด คือ จังหวัดสงขลา ปัตตานีและจังหวัดยะลา ส่วนจังหวัดนราธิวาส ไม่มีโรงงานน้ำยางข้น

ตาราง 4.1 จำนวนโรงงานที่สำรวจข้อมูลจำแนกตามประเภทกิจการ

จังหวัดที่ตั้งโรงงาน	จำนวนโรงงาน/จำนวนทั้งหมด (แห่ง) ตามประเภทกิจการ					
	ห้องเย็นและอาหารทะเลแช่แข็ง	ผลิตภัณฑ์ยางพารา	น้ำยางข้น	ผลิตน้ำแข็ง	อื่น ๆ	รวม
สงขลา	19/39	2/2	20/20	8/23	2/2	51/86
ปัตตานี	0/7	1/1	0/0	0/17	0/0	1/25
ยะลา	0/1	1/1	5/5	0/5	0/0	6/12
นราธิวาส	0/0	0/0	0/0	0/14	0/0	0/14
รวม	19/47	4/4	25/25	8/59	2/2	58/137

หมายเหตุ ประเภทกิจการอื่น ๆ เช่น ระบบห้องเย็นของศูนย์การค้า

4.1 การบ่งชี้อันตราย(Hazard Identification)

4.1.1 ประเภทกิจการที่ใช้ก๊าซแอมโมเนีย

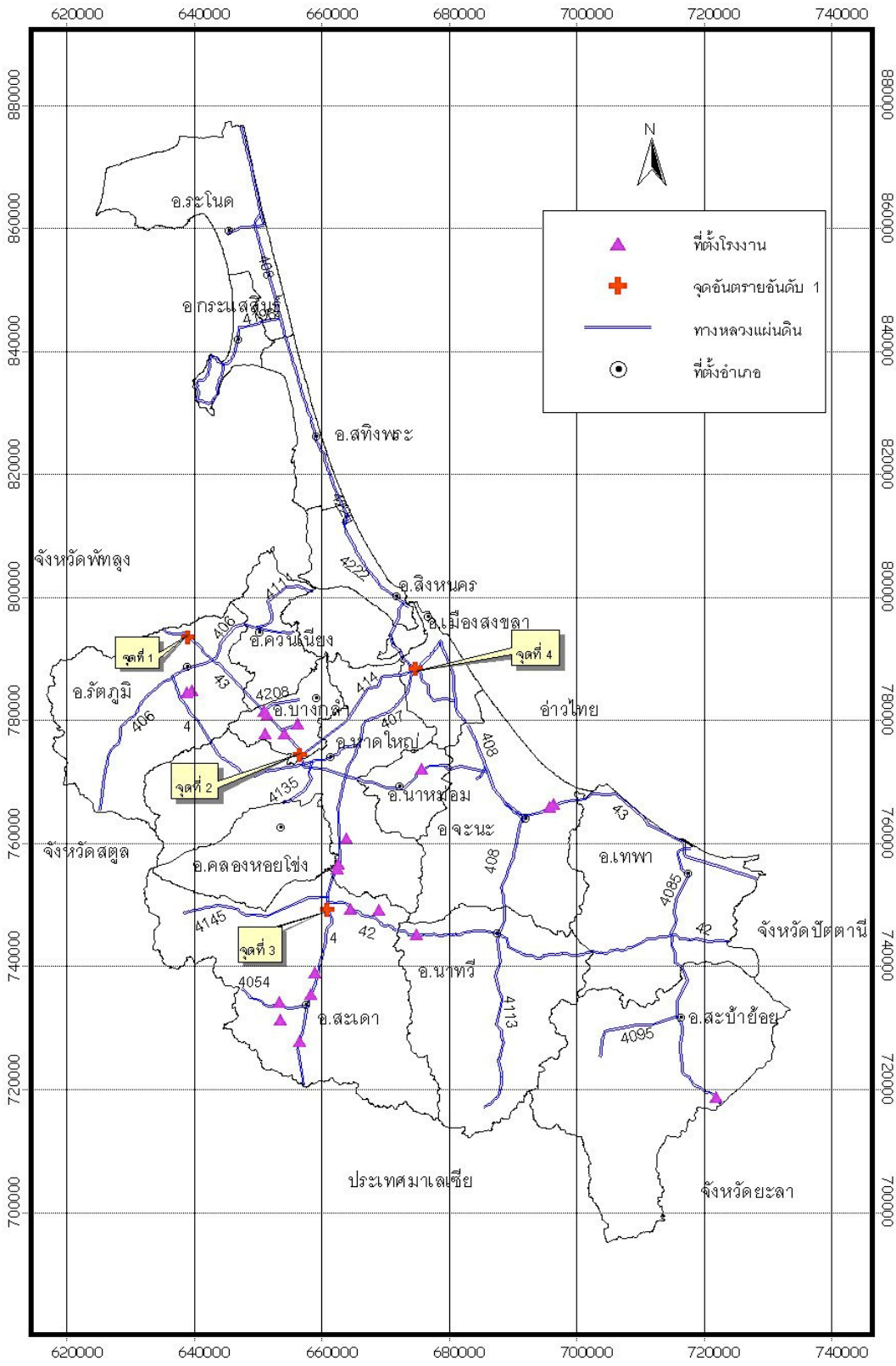
การใช้ก๊าซแอมโมเนียของโรงงานพบว่า ใช้ถังบรรทุก 2 รูปแบบ ได้แก่ ถังชนิดท่อ และชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก โดยถังชนิดท่อ ใช้ในประเภทกิจการห้องเย็นและอาหารทะเลแช่แข็ง ผลิตน้ำแข็ง บางโรงงานจะใช้สารเคมีทำความเย็นอื่นแทน เช่น chlorodifluoromethane (R22) จำนวน 7 แห่ง ได้แก่ โรงงานผลิตน้ำแข็ง ระบบห้องเย็นของศูนย์การค้า นอกจากนี้ถังบรรจุชนิดท่อยังมีการนำมาใช้หรือสำรองไว้ใช้ในกระบวนการผลิตด้วย ส่วนรูปแบบถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก ใช้ในโรงงานน้ำยางข้นและผลิตภัณฑ์ยาง รวมจำนวน 28 แห่ง (โรงงานผลิตภัณฑ์ยาง เช่น ผลิตถุงมือ เตียงนอนยางธรรมชาติ) ได้แสดงไว้ในตาราง 4.2

ตาราง 4.2 จำนวนโรงงานที่มีการใช้ก๊าซแอมโมเนียจำแนกตามประเภทกิจการและรูปแบบถังบรรจุ

รูปแบบถังบรรจุ	ห้องเย็นและอาหารทะเลแช่แข็ง		ผลิตภัณฑ์ยางพารา		น้ำยางข้น		ผลิตน้ำแข็ง		รวม
	แห่ง	ร้อยละ	แห่ง	ร้อยละ	แห่ง	ร้อยละ	แห่ง	ร้อยละ	
ถังชนิดท่อ	14	100	1	33.33	0	0	8	100	23
ถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก	0	0	1	33.33	17	65.38	0	0	18
ถังชนิดท่อและชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก	0	0	1	33.33	9	34.62	0	0	10
รวม	14	100	3	100	26	100	8	100	51

4.1.2 ที่ตั้งโรงงาน

โรงงานที่มีการจัดหาก๊าซแอมโมเนียที่ใช้การบรรทุกด้วยถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก พบว่าอยู่ใน 2 จังหวัด คือ จังหวัดสงขลาและยะลา จำนวน 22 และ 6 แห่ง ตามลำดับ โดยในจังหวัดสงขลาโรงงานส่วนมากตั้งอยู่บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 และ 4 ซึ่งโรงงานตั้งอยู่ในเขตอำเภอสะเดามากที่สุด จำนวน 7 แห่ง รองลงมาคือ เขตอำเภอบางกล่ำ จำนวน 5 แห่ง ส่วนในเขตอำเภอหาดใหญ่ อำเภอรัตภูมิ อำเภอจะนะ อำเภอนาทวี อำเภอสะบ้าย้อย อำเภอนาหม่อม จำนวน 3, 2, 2, 1, 1 และ 1 แห่ง ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในภาพ 4.1 ในเขตจังหวัดยะลา จำนวน 6 แห่ง ส่วนปัตตานีและนราธิวาสไม่มีการจัดหาก๊าซแอมโมเนียที่ใช้การขนส่งลักษณะนี้



ภาพ 4.1 ที่ตั้งโรงงานในจังหวัดสงขลาที่มีการใช้ก๊าซแอมโมเนียที่ขนส่งด้วยถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก

4.1.3 การจัดหาก๊าซแอมโมเนีย

แหล่งจำหน่ายของก๊าซแอมโมเนียที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า มีการจัดซื้อจาก 4 บริษัท ซึ่งตั้งอยู่ในหลายจังหวัด ได้แก่ ตัวแทนในจังหวัดสงขลา (คลังสารเคมี อยู่จังหวัดสุราษฎร์ธานี) และจังหวัดยะลา จังหวัดละ 1 บริษัท และกรุงเทพมหานคร จำนวน 2 บริษัท การเลือกซื้อก๊าซแอมโมเนียจากบริษัทผู้จำหน่าย ในรูปแบบถังบรรจุชนิดที่ติดตั้งบนรถบรรทุกของโรงงานต่าง ๆ พบว่า โรงงานเลือกซื้อจากตัวแทนบริษัทผู้จำหน่าย ในจังหวัดสงขลา ร้อยละ 64.49 จังหวัดยะลาและกรุงเทพฯ ร้อยละ 21.43 และ ร้อยละ 3.57 ตามลำดับ บางโรงงานในจังหวัดสงขลามีการเลือกแหล่งจัดซื้อ คือ อาจซื้อจากบริษัทผู้จำหน่ายในจังหวัดสงขลาหรือกรุงเทพฯ มีจำนวน 3 โรงงาน จำนวนโรงงานที่มีการจัดซื้อในรูปแบบถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุกที่ต้องขนส่งเข้าสู่หรือผ่านจังหวัดสงขลา พบว่า อยู่ในจังหวัดสงขลา จำนวน 22 โรงงาน และอยู่ในจังหวัดยะลา จำนวน 4 โรงงาน ได้แสดงไว้ในตาราง 4.3

ตาราง 4.3 จำนวนโรงงานที่จัดหาก๊าซแอมโมเนียชนิดถังติดตั้งบนรถบรรทุกจำแนกตามจังหวัดที่ตั้งโรงงานและจังหวัดที่ตั้งบริษัทผู้จำหน่าย

จังหวัดที่ตั้งของบริษัทผู้จำหน่าย	จำนวนโรงงาน (แห่ง)			
	สงขลา	ยะลา	รวม	ร้อยละ
สุราษฎร์ธานี	14	4	18	64.29
ยะลา	4	2	6	21.43
กรุงเทพฯ	1	0	1	3.57
สงขลาหรือกรุงเทพฯ	3	0	3	10.71
รวม	22	6	28	100

4.1.4 ประเภทความจุของถังที่ติดตั้งบนรถบรรทุก

ปริมาณความจุของถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก พบว่า มีจำนวน 4 ขนาด ได้แก่ ปริมาณความจุ 16 ตัน, 8 ตัน, 7.5 ตัน และ 4 ตัน ได้แสดงไว้ในตาราง 4.4 โครงสร้างและองค์ประกอบของถังได้แสดงไว้ในภาพผนวก ข.1 และภาพผนวก ข.2

ตาราง 4.4 ประเภทความจุของถังที่ติดตั้งบนรถบรรทุกจำแนกตามจังหวัดที่ตั้งของบริษัทผู้จำหน่าย

จังหวัด	ประเภทความจุ (ตัน)
สุราษฎร์ธานี	16 , 8
ยะลา	7.5 , 4
กรุงเทพฯ	8

4.1.5 ลักษณะขนส่งและส่งมอบก๊าซแอมโมเนีย

การขนส่งก๊าซแอมโมเนียในลักษณะถังติดตั้งบนรถบรรทุก จะใช้การขนส่งที่อุณหภูมิของบรรยากาศภายใต้ความดัน การส่งมอบเข้าสู่โรงงาน อยู่ในช่วงเวลากลางวัน แต่ไม่มีข้อกำหนดเวลาที่ชัดเจน ช่วงเวลาที่มีการส่งมอบมากที่สุดคือ เวลา 9.00 ถึง 12.00 น. ร้อยละ 82.14 ช่วงเวลา 12.00 ถึง 15.00 น. ร้อยละ 10.71 และร้อยละ 7.14 ที่ส่งมอบก่อนช่วงเวลา 6.00 ถึง 9.00 น. ส่วนหลังเวลา 15.00 -17.00 น. และหลังจาก 17.00 น. ไม่มีการส่งมอบสู่โรงงาน ได้แสดงไว้ในตาราง 4.5

ตาราง 4.5 การส่งมอบก๊าซแอมโมเนียสู่โรงงานในแต่ละช่วงเวลา จำแนกตามจังหวัดที่ตั้งของโรงงาน

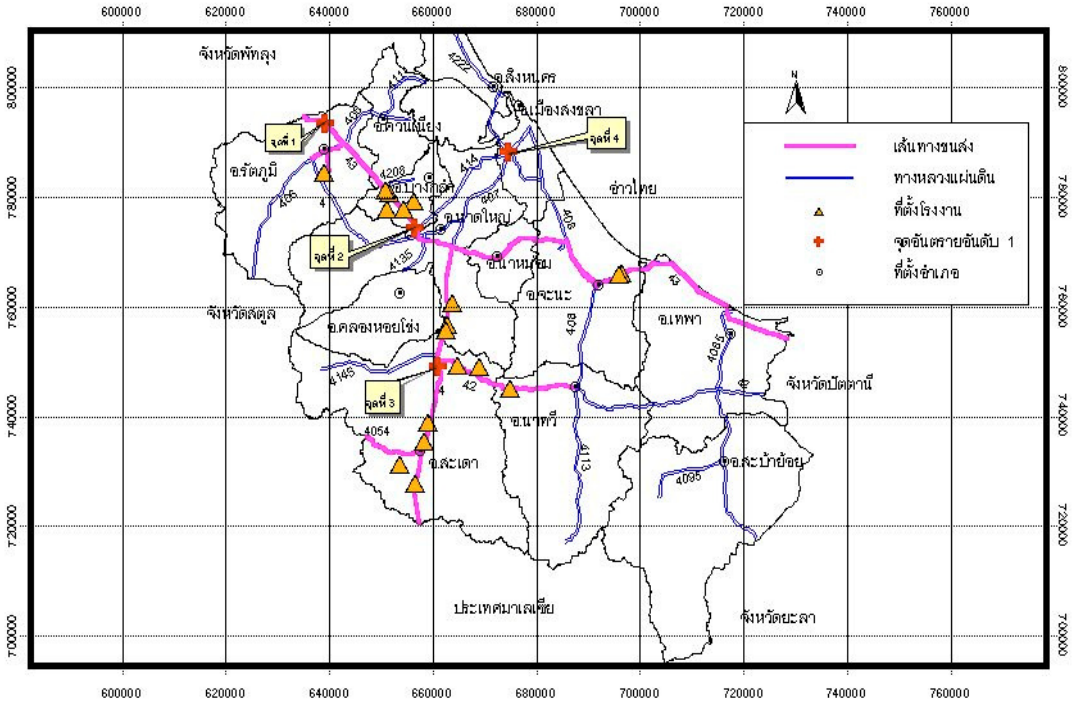
ที่ตั้งโรงงาน	ช่วงเวลาการส่งมอบ (แห่ง)				รวม
	6.00 - 9.00 น.	9.00 - 12.00 น.	12.00 -15.00 น.	หลัง 15.00 น.	
สงขลา	2	17	3	0	22
ยะลา		6		0	6
รวม	2	23	3	0	28
ร้อยละ	7.14	82.14	10.72	0	

4.1.6 เส้นทางการขนส่ง

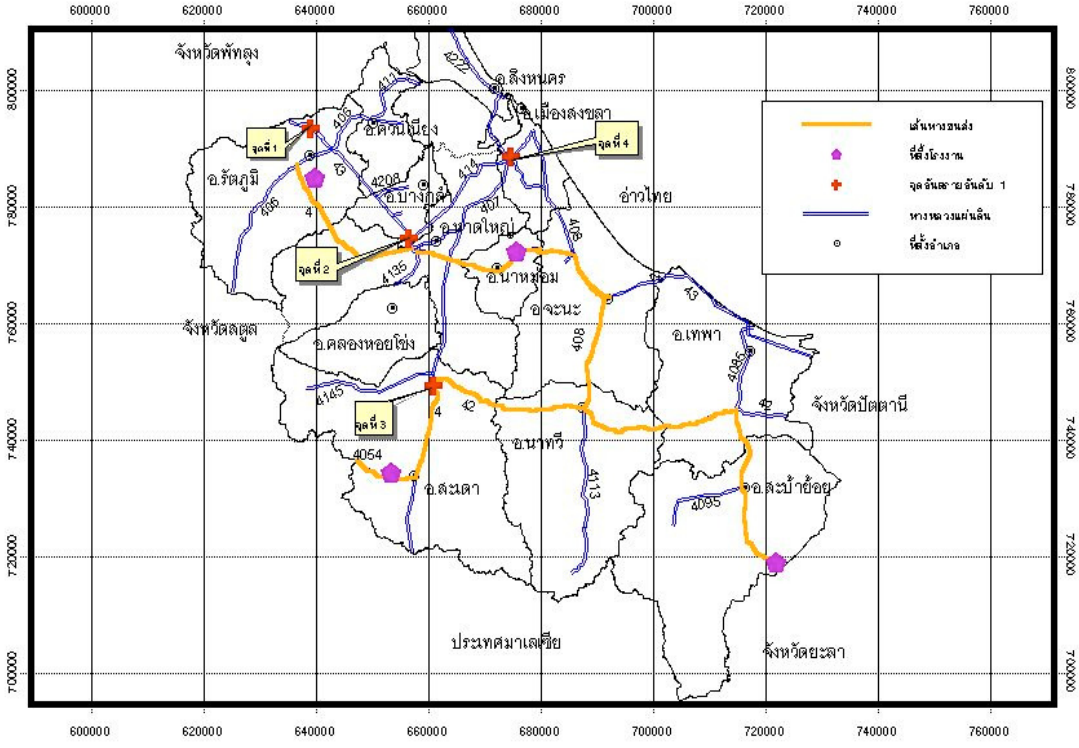
การขนส่งก๊าซแอมโมเนีย เข้าสู่หรือผ่านจังหวัดสงขลา มีเป้าหมายสู่โรงงานใน 2 จังหวัด คือ จังหวัดสงขลาและจังหวัดยะลา เส้นทางการขนส่งของบริษัทผู้จำหน่าย ซึ่งมี 3 บริษัท ตั้งอยู่ใน 3 จังหวัด (ดูรายละเอียดตาราง 4.3) จำแนกได้ 2 เส้นทาง คือ

1) เส้นทางของบริษัทผู้จำหน่ายที่อยู่ในกรุงเทพฯ และสุราษฎร์ธานี ใช้การขนส่งบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 จากจังหวัดพัทลุง เข้าสู่เขตอำเภอรัตภูมิ จังหวัดสงขลา บริการโรงงาน

ในจังหวัดสงขลาและจังหวัดยะลา จำนวน 18 และ 4 แห่ง ตามลำดับ การบริการโรงงานที่อยู่ในจังหวัดยะลา จะใช้การขนส่งบนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 ผ่านอำเภอบางกล่ำ อำเภอหาดใหญ่ อำเภอนาหม่อม อำเภอจะนะ และอำเภอเทพา ตามลำดับ แล้วเข้าสู่เขตจังหวัดปัตตานีและเข้าสู่จังหวัดยะลา การบริการโรงงานที่อยู่ในจังหวัดสงขลา ในเขตอำเภอรัตภูมิ ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 และถนนสายรองก่อนเข้าสู่ตัวอำเภอรัตภูมิ ในเขตอำเภอบางกล่ำ ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 ในเขตอำเภอหาดใหญ่ ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 และ 43 ผ่านอำเภอรัตภูมิ อำเภอบางกล่ำ อำเภอหาดใหญ่ ตามลำดับ ในเขตอำเภอสะเดา ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4, 43 และ 4054 (สะเดา-ปาดังเบซาร์) โดยผ่านอำเภอรัตภูมิ อำเภอบางกล่ำ อำเภอหาดใหญ่ ตามลำดับ ส่วนในเขตอำเภอนาทวี จะขนส่งโดยใช้เส้นทางเดียวกับเส้นทางขนส่งสู่โรงงานที่อยู่ในเขตอำเภอสะเดา แต่เลี้ยวเข้าทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 42 (คลองแงะ-อำเภอนาทวี) ที่บ้านคลองแงะ ตำบลพังลา อำเภอสะเดา เข้าสู่อำเภอนาทวี จากเส้นทางการขนส่งดังกล่าว พบว่า ผ่านจุดอันตรายอันดับ 1 จำนวน 3 แห่ง คือ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ได้แสดงไว้ในภาพ 4.2



2) เส้นทางการขนส่งของบริษัทจำหน่ายที่อยู่ในยะลา ใช้เส้นทางเข้าสู่จังหวัดสงขลาด้วยทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4085 เข้าสู่อำเภอสะบ้าย้อย จังหวัดสงขลา โรงงานที่ใช้บริการอยู่ในเขต 3 อำเภอ คือ อำเภอสะเดา อำเภอนาหม่อม และอำเภอรัตภูมิ เส้นทางที่ใช้ตามที่ตั้งของโรงงาน พบว่า เขตอำเภอสะเดา ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4085 อำเภอสะบ้าย้อย →เขตอำเภอเทพา→ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 42 สู่เขตอำเภอสะเดา(บ้านคลองแงะ) → ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 เขตอำเภอหม่อม ใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4085 อำเภอสะบ้าย้อย →เขตอำเภอเทพา→ ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 408 เขตอำเภอจะนะ → ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 สู่อำเภอนาหม่อม เขตอำเภอรัตภูมิ ใช้เส้นทางเดียวกับการให้บริการในเขตอำเภอนาหม่อม แล้วเข้าสู่อำเภอหาดใหญ่ด้วยทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 43 แล้วใช้ทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 สู่โรงงานในเขตอำเภอรัตภูมิ เส้นทางการขนส่งนี้ผ่านจุดอันตรายอันดับ 1 เพียง 1 แห่ง คือ จุดที่ 3 ได้แสดงไว้ในภาพ 4.3



ภาพ 4.3 เส้นทางการขนส่งของบริษัทผู้จำหน่ายก๊าซแอมโมเนียที่ตั้งอยู่ในจังหวัดยะลา

4.1.7 ปริมาณความถี่ของการขนส่งผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ

จากเส้นทางการขนส่งก๊าซแอมโมเนียโดยใช้ถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุก ผ่านหรือเข้าสู่เขตจังหวัดสงขลา พบว่า ผ่านจุดอันตรายอันดับ 1 จำนวน 3 แห่ง คือ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 (ภาพ 4.2 และภาพ 4.3) ขนาดความจุถัง มีจำนวน 3 ขนาด คือ 16 ตัน, 8 ตัน (องค์ประกอบและโครงสร้างดู

ภาคผนวก ข) และ 7.5 ตัน ซึ่งขนาดความจุ 7.5 ตัน การขนส่งจากจังหวัดยะลาจะผ่านจุดผ่านอันตราย 1 แห่ง คือ จุดที่ 3 และขนาดความจุ 8 ตัน มีการขนส่งจากผู้จำหน่ายในจังหวัดสุราษฎร์ธานีและกรุงเทพฯ การขนส่งใช้เส้นทางขนส่งที่ 1 ผ่านจุดอันตรายอันดับ 1 จำนวน 3 แห่ง คือ จุดที่ 1 จุดที่ 2 และจุดที่ 3 ความถี่การขนส่งผ่านจุดอันตรายทั้ง 3 แห่ง พบว่า จุดที่ 1 มีค่าความถี่มากที่สุด รองลงมา คือ จุดที่ 2 และ 3 ตามลำดับ สำหรับการขนส่งด้วยถังขนาดความจุ 16 ตัน พบว่า การขนส่งมีเพียงบริษัทผู้จำหน่ายจากจังหวัดสุราษฎร์ธานี ซึ่งมีการขนส่งเฉพาะในเขตจังหวัดสงขลา เมื่อมีคำสั่งซื้อของโรงงานมากกว่า 2 แห่ง จากการสอบถามตัวแทนจำหน่ายในจังหวัดสงขลา พบว่า ความถี่ของการขนส่งด้วยถังขนาดความจุ 16 ตัน มีประมาณร้อยละ 20 ของการขนส่งด้วยถังขนาดความจุ 8 ตัน ได้แสดงไว้ในตาราง 4.6

ตาราง 4.6 ความถี่ของการขนส่งก๊าซแอมโมเนียผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ

จังหวัดที่ตั้งบริษัทผู้จำหน่าย	ขนาดความจุ (ตัน)	ความถี่ที่ขนส่งผ่านจุดอันตราย (ครั้ง/ปี)		
		จุดที่ 1	จุดที่ 2	จุดที่ 3
สุราษฎร์ธานี	8	972	660	228
สุราษฎร์ธานี/กรุงเทพฯ	8	120	84	48
รวม	8	1092 [a]	744 [a]	276 [a]
กรุงเทพฯ	8	24 [c]	0 [c]	0 [c]
ยะลา	7.5	0	0	96
รวม	16	219 [b]	149 [b]	55 [b]
	8	897 [d]	595 [d]	221 [d]

a = ผลรวมความถี่ของการขนส่งขนาดความจุ 8 ตัน ที่ผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ

b = ความถี่ของการขนส่งผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ ที่คำนวณร้อยละ 20 จาก a

c = ความถี่การขนส่งผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ ของบริษัทผู้จำหน่ายจากกรุงเทพฯ

d = ความถี่ของการขนส่งผ่านจุดอันตรายต่าง ๆ ที่คำนวณจาก (a-b)+c

4.1.8 จัดลำดับจุดอันตราย

การจัดลำดับอันตราย ใช้การประมาณความเสี่ยงจากการขนส่งด้วยถังชนิดติดตั้งบนรถบรรทุกขนาด 8 ตัน จากสมการ 2.1 กับผลกระทบในรัศมี 2 กิโลเมตรจากจุดอันตรายที่มีต่อประชากรที่อ่อนไหวในสถานที่ต่าง ๆ ได้แก่ โรงเรียน โรงพยาบาล สถานสงเคราะห์คนชรา ศูนย์เด็กเล็กหรือศูนย์เด็ก

ก่อนวัยเรียน และสถานีอนามัย พบว่า จุดอันตรายที่มีความเสี่ยงมากที่สุดคือ จุดที่ 1 มีค่าความเสี่ยง 0.43 รองลงมาคือ จุดที่ 3 และจุดที่ 2 มีค่าความเสี่ยง 0.10 และ 0.06 ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในตาราง 4.7

ตาราง 4.7 ประมาณความเสี่ยงเบื้องต้นบนเส้นทางการขนส่ง

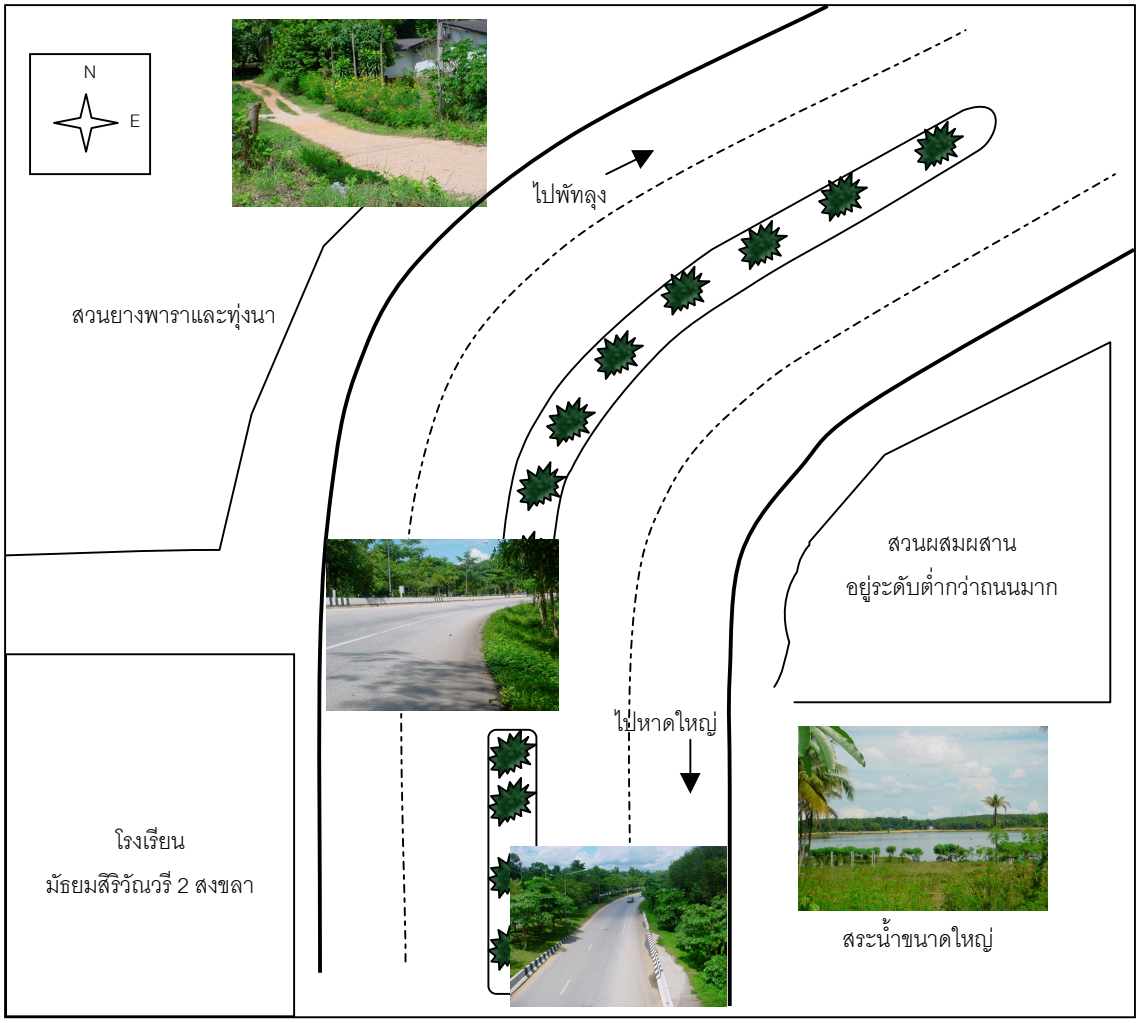
จุดอันตราย	ระยะทาง (กม.)	ความน่าจะเป็นในการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล (ครั้ง/ปี)	ประชากรกลุ่มเสี่ยง* (คน)	ความเสี่ยง (R)
จุดที่ 1	0.84	$897 \times 0.84 \times 2 \times 10^{-6} \times 0.2 = 3.01 \times 10^{-4}$	1,428	0.43
จุดที่ 2	0.12	$595 \times 0.12 \times 2 \times 10^{-6} \times 0.2 = 2.86 \times 10^{-5}$	2,286	0.06
จุดที่ 3	0.40	$221 \times 0.4 \times 2 \times 10^{-6} \times 0.2 = 3.536 \times 10^{-5}$	2,732	0.10

* = ข้อมูลประชากรกลุ่มเสี่ยงจากการสำรวจในพื้นที่จริง

4.1.9 สภาพภูมิประเทศบริเวณจุดอันตราย

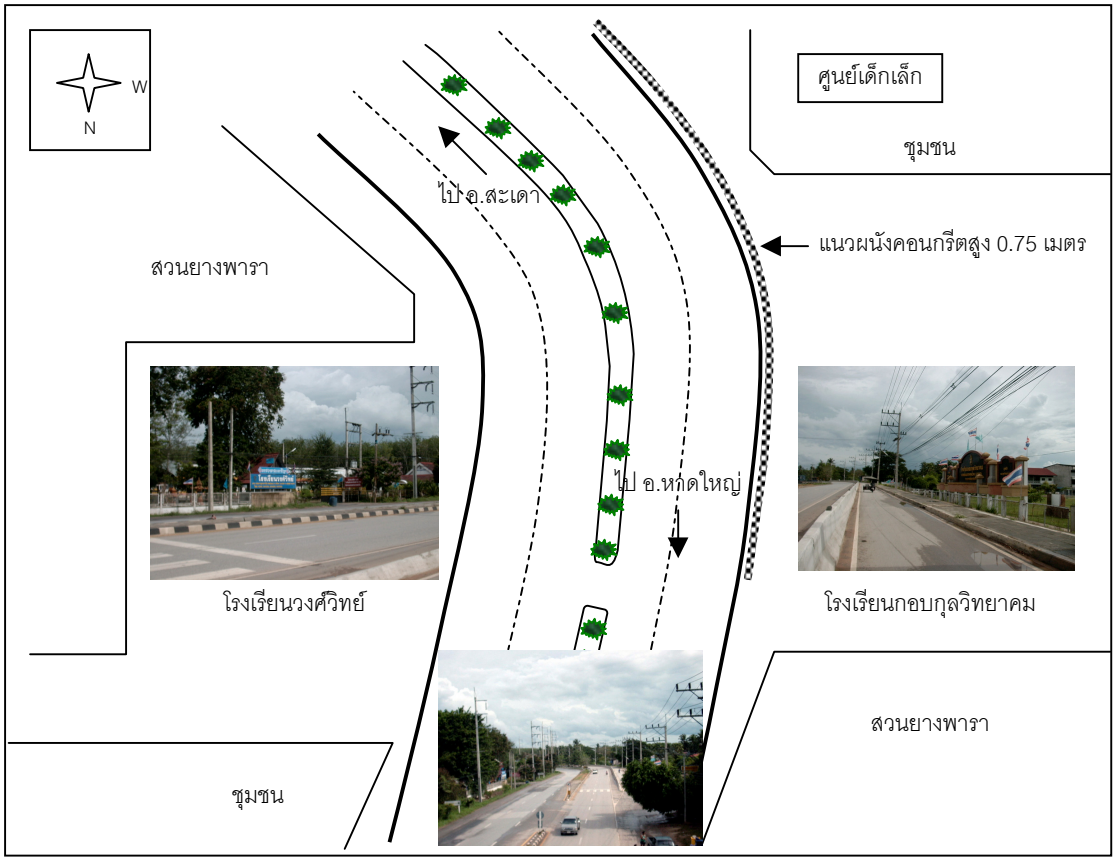
จากเส้นทางการขนส่ง (ดูภาพ 4.2 และ 4.3) จะเห็นว่ามีการขนส่งผ่านจุดอันตรายอันดับ 1 จำนวน 3 แห่ง คือ จุดที่ 1, 2 และ 3 จึงทำการศึกษาจุดที่ 1 และ 3 ซึ่งมีความเสี่ยงมากที่สุดและอันดับรอง ลักษณะภูมิประเทศ พบว่า

จุดที่ 1 อยู่บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (ดูหา-ปากพะยูน) ในเขตอำเภอรัตภูมิ ช่องทางจราจร จำนวน 4 ช่องจราจร ลักษณะของถนน เป็นทางโค้ง มีเกาะกลางถนนตลอดทางโค้ง ถนนผ่านเนินสูงและมีการยกระดับถนนสูงประมาณ 5 เมตร ทำให้ด้านข้างถนน เป็นที่ลาดเอียงต่ำมาก มีแหล่งน้ำขนาดใหญ่ ทุ่งนาและสวนยางพารา ได้แสดงไว้ในภาพ 4.4 ซึ่งความแตกต่างของระดับความสูงของสภาพภูมิประเทศและการเกิดปฏิกิริยากับน้ำ เป็นข้อจำกัดของแบบจำลองที่มิได้นำมาวิเคราะห์ร่วมในการประเมินขอบเขตผลกระทบ จึงพิจารณาในจุดที่ 3 ซึ่งมีค่าความเสี่ยงรองลงมา (ตาราง 4.7)



ภาพ 4.4 สภาพภูมิประเทศบริเวณจุดที่ 1

จุดที่ 3 อยู่บนทางหลวงแผ่นดินหมายเลข 4 (คลองแงะ-คลองพรวน) ในเขตอำเภอสะเดา อยู่ในเขตเทศบาลตำบลพังลา ถนนมีช่องจราจร จำนวน 4 ช่องจราจร ลักษณะเป็นถนนโค้งรัศมีแคบ มีเกาะกลางถนนตลอดแนวรัศมีโค้ง ด้านทิศตะวันตกของแนวรัศมีโค้งมีการสร้างผนังคอนกรีตสูง 0.75 เมตร โดยรอบบริเวณมีชุมชนที่อยู่อาศัย โรงเรียน และศูนย์เด็กเล็ก อยู่ใกล้จุดนี้มาก การใช้ประโยชน์ที่ดิน ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ปลูกต้นยางพารา สลับกับชุมชนที่อยู่อาศัย ด้านทิศตะวันตกเป็นพื้นที่ลาดเอียงต่ำ ได้แสดงไว้ในภาพ 4.5 และจากการศึกษาสภาพพื้นที่ พบว่า ความขรุขระ (roughness) มีค่าเฉลี่ย 78.95 ± 44.56 เซนติเมตร



ภาพ 4.5 สภาพภูมิประเทศบริเวณจุดที่ 3

4.2 วิเคราะห์ผลกระทบ (Vulnerability Analysis)

กรณีศึกษาจำลองการเกิดอุบัติเหตุจากการขนส่งก๊าซแอมโมเนีย ณ จุดที่ 3 โดยใช้โปรแกรม ALOHA วิเคราะห์หาความรุนแรงของผลกระทบ แบ่งเป็น 2 กรณี คือกรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) และกรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ประเมินหารัศมีการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียจากถังบรรทุกสู่อากาศในฤดูร้อนและฤดูฝน โดยใช้ค่าความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียที่ผสมในอากาศตามเกณฑ์ของ AIHA ซึ่งเป็นระดับความเข้มข้นสูงสุดของก๊าซแอมโมเนียในอากาศที่ทุกคนสามารถถูกสัมผัสได้ถึง 1 ชั่วโมง คือ

ERPG 1 มีค่าความเข้มข้น 25 ppm ซึ่งจะไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพแม้เพียงชั่วคราว

ERPG 2 มีค่าความเข้มข้น 250 ppm ซึ่งคาดว่าจะไม่มีผลกระทบที่ไม่อาจรักษาฟื้นฟูได้หรือผลกระทบอื่น ๆ ที่รุนแรงต่อสุขภาพ

ERPG 3 มีค่าความเข้มข้น 750 ppm ซึ่งคาดว่าจะไม่มีผลกระทบที่คุกคามต่อชีวิต

และตามเกณฑ์ NCCRT ที่กำหนดระยะเวลาได้รับสัมผัส 10 นาที ในระดับความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียในอากาศที่มากกว่านี้อาจจะส่งผลกระทบได้ คือ

AEGL 1 มีค่าความเข้มข้น 25 ppm ซึ่งหากมากกว่านี้อาจทำให้ผู้ได้รับสัมผัสรู้สึกไม่สบาย ระคายเคือง หรือผลกระทบอื่น ๆ ที่ไม่มีอาการของโรค แต่เมื่อหยุดการได้รับสัมผัสสามารถหายเป็นปกติได้

AEGL 2 มีค่าความเข้มข้น 270 ppm ซึ่งหากมากกว่านี้อาจทำให้ผู้ได้รับสัมผัส ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่อาจฟื้นฟูรักษาให้หายได้ หรือมีอาการรุนแรงอื่น ๆ ที่เป็นระยะเวลานาน

AEGL 3 มีค่าความเข้มข้น 2700 ppm ซึ่งหากความเข้มข้นมากกว่านี้อาจทำให้ผู้ได้รับสัมผัส ได้รับผลกระทบต่อสุขภาพที่คุกคามต่อชีวิตหรือตายได้

รัศมีผลกระทบ จำแนกตามกรณีดังนี้

4.2.1 กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) จำลองสถานการณ์อุบัติเหตุของถังบรรทุกขนาด 16 ตัน รั่วไหลทั้งหมดโดยตรงสู่บรรยากาศ (direct release) ภายใน 10 นาที ในเวลา 14.00 น. ซึ่งเป็นเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงสุด (ภาพภาคผนวก ง.2 และภาพภาคผนวก ง.3) ใช้การปรับค่าข้อมูลสภาพอากาศในตารางภาคผนวก ง.7 โดยใช้ตัวแทนความเร็วลมในทิศที่มีความถี่มากที่สุด ควบคู่กับปริมาณเมฆให้มากกว่าและน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ค่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูร้อนและฤดูฝน คือ 37.4 และ 36.1 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ประเมินขอบเขตผลกระทบจากจุดเกิดอุบัติเหตุก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล ด้วยโปรแกรม ALOHA พบว่า

1) ในฤดูร้อน รัศมีผลกระทบมีค่าเพิ่มขึ้นตามระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ ดังผลการจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล จำนวน 85 ครั้ง เช่น การจำลองสถานการณ์ลำดับที่ 1 สภาพอากาศมีอุณหภูมิ 37.4 องศาเซลเซียส ปริมาณเมฆ 2 ใน 10 ส่วน ความชื้นร้อยละ 50 ความเร็วลม 1 เมตร/วินาที พบว่า โปรแกรม ALOHA จัดระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ A รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหลของ ERPG 1-3 มีค่าประมาณ 6.3 กิโลเมตร, 3.4 กิโลเมตร และ 1.9 กิโลเมตร ตามลำดับ ลำดับที่ 2 จำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลในสภาพอากาศเช่นเดียวกับลำดับที่ 1 โดยใช้ค่าความเร็วลม 2.5 เมตร/วินาที พบว่า โปรแกรม ALOHA จัดระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ B รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหลของ ERPG 1-3 มีค่าประมาณ 7.1 กิโลเมตร, 3.5 กิโลเมตร และ 1.5 กิโลเมตร ตามลำดับ เมื่อใช้ค่าความเร็วเพิ่มขึ้น พบว่า รัศมีผลกระทบเพิ่มขึ้น เมื่อโปรแกรม ALOHA จัดระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ C ดังผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ลำดับที่ 2 ถึง 6 และรัศมีผลกระทบเพิ่มขึ้นในสภาพอากาศที่จัดระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ D มากที่สุด เมื่อความเร็วลมเพิ่มขึ้นและระดับเสถียรภาพของบรรยากาศเดียวกัน รัศมีผลกระทบจะลดลง ดังเช่นผลลัพธ์จากการจำลองสถานการณ์ลำดับที่ 28 ถึง 30, ลำดับที่ 46 ถึง 48 เป็นต้น รัศมีผลกระทบสูงสุดของ ERPG 1-3 มีค่าประมาณ 9.5 กิโลเมตร, 3.9 กิโลเมตร และ 1.5 กิโลเมตร ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในตาราง 4.8 ลำดับที่ 71 และรัศมีผลกระทบของ AEGL1-3 มีค่าประมาณ 9.5 กิโลเมตร, 2.8 กิโลเมตร และ 0.661 กิโลเมตร ตามลำดับ

ตาราง 4.8 รัศมีผลกระทบจากการจำลองสถานการณ์กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ในฤดูร้อน

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
1	37.4	2	34	1	A	6.3	3.4	1.9
2				2.5	B	7.1	3.5	1.5
3				4	B	6.7	2.8	1.2
4				5.5	C	7.3	3	1.3
5				6.5	C	6.8	2.7	1.2
6				15.45	C	4.4	1.7	0.741
7			50	1	A	6.3	3.4	1.9
8				2.5	B	7.1	3.5	1.5
9				4	B	6.7	2.9	1.2
10				5.5	C	7.3	3	1.3
11				6.5	C	6.8	2.7	1.2
12				15.45	C	4.4	1.7	0.741
13			96	1	A	6.3	3.4	1.9
14				2.5	B	7.1	3.6	1.5
15				4	B	6.7	2.8	1.2
16				5.5	C	7.3	3	1.3
17				6.5	C	6.8	2.7	1.2
18				15.45	C	4.4	1.7	0.741
19	37.4	8	34	1	B	6.5	3.5	2
20				2.5	C	8.1	3.9	1.6
21				4	C	8.1	3.5	1.4
22				5.5	D	9.2	3.7	1.4
23				6.5	D	8.7	3.4	1.4
24				15.45	D	5.7	2.2	0.943

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

ตาราง 4.8 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
25	37.4	8	50	1	B	6.5	3.5	2
26				2.5	C	8.1	3.9	1.6
27				4	C	8.1	3.5	1.4
28				5.5	D	9.3	3.8	1.4
29				6.5	D	8.7	3.4	1.4
30				15.45	D	5.7	2.2	0.955
31			96	1	B	6.5	3.5	2
32				2.5	C	8.1	3.8	1.6
33				4	C	8.1	3.5	1.4
34				5.5	D	9.3	3.7	1.4
35				6.5	D	8.7	3.4	1.4
36				15.45	D	5.7	2.2	0.953
37		6	50	1	B	6.5	3.5	2
38				2.5	B	7.1	3.5	1.5
39				4	C	8.1	3.5	1.4
40				5.5	D	9.3	3.8	1.4
41				6.5	D	8.7	3.4	1.4
42				15.45	D	5.7	2.2	0.955
43		7		1	B	6.5	3.5	2
44				2.5	C	8.1	3.9	1.5
45				4	C	8.1	3.5	1.4
46				5.5	D	9.3	3.8	1.4
47				6.5	D	8.7	3.4	1.4
48				15.45	D	5.7	2.2	0.955

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

ตาราง 4.8 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
49	37.4	8	45	1	B	6.5	3.5	2
50				2.5	C	8.1	3.9	1.6
51				4	C	8.1	3.5	1.4
52				5.5	D	9.3	3.8	1.4
53			46	1	B	6.5	3.5	2
54				2.5	C	8.1	3.9	1.6
55				4	C	8.1	3.5	1.4
56				5.5	D	9.3	3.8	1.4
57			47	1	B	6.5	3.5	2
58				2.5	C	8.1	3.9	1.6
59				4	C	8.1	3.5	1.4
60				5.5	D	9.2	3.7	1.4
61			48	1	B	6.5	3.5	2
62				2.5	C	8.1	3.9	1.6
63				4	C	8.1	3.5	1.4
64				5.5	D	9.3	3.8	1.4
65			49	1	B	6.5	3.5	2
66				2.5	C	8.1	3.9	1.6
67				4	C	8.1	3.5	1.4
68			49	5.5	D	9.3	3.8	1.4
69			51-80	5.5	D	9.3	3.8	1.4
70			50	5	C	7.6	3.1	1.3
71	**37.4**	**8**	**50**	**5.1**	**D**	**9.5**	**3.9**	**1.5**

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

= ลำดับที่ของการจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลที่มีรัศมีผลกระทบสูงสุดตามค่า LOC ที่กำหนด

ตาราง 4.8 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
72	37.4	8	50	5.2	D	9.5	3.8	1.5
73				5.3	D	9.3	3.8	1.5
74				5.4	D	9.3	3.7	1.4
75				5.5	D	9.3	3.8	1.4
76				5.6	D	9.2	3.7	1.4
77				5.7	D	9.2	3.7	1.4
78				5.8	D	9.1	3.7	1.4
79				5.9	D	9.1	3.6	1.4
80				6	D	9	3.6	1.4
81				6.1	D	9	3.6	1.4
82				6.2	D	8.9	3.5	1.4
83				6.3	D	8.8	3.5	1.4
84				6.4	D	8.8	3.5	1.4
85				6.6	D	8.7	3.4	1.4

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

ค่าตัวแปรและผลลัพธ์ จากการจำลองสถานการณ์ร้ายแรงที่สุด (worst case) ในตาราง 4.8 ลำดับที่ 71 มีรายละเอียดดังนี้

SITE DATA INFORMATION:

Location: KHLONG NGAE, THAILAND

Building Air Exchanges Per Hour: 0.75 (sheltered single storied)

Time: April 1, 2004 1400 hours ST (user specified)

CHEMICAL INFORMATION:

Chemical Name: AMMONIA Molecular Weight: 17.03 g/mol

AEGL-3: 2700 ppm AEGL-2: 270 ppm AEGL-1: 25 ppm

ERPG-3: 750 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-1: 25 ppm

IDLH: 300 ppm

Normal Boiling Point: -33.4_ C Ambient Boiling Point: -33.5_ C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC INFORMATION: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5.1 meters/sec from ENE at 10 meters No Inversion Height

Stability Class: D Air Temperature: 37.4_ C

Relative Humidity: 50% Ground Roughness: open country

Cloud Cover: 8 tenths

SOURCE STRENGTH INFORMATION:

Direct Source: 1600 kilograms/min Source Height: 0

Release Duration: 10 minutes

Release Rate: 1,600 kilograms/min

Total Amount Released: 16,000 kilograms

Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.

Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

FOOTPRINT INFORMATION: (HEAVY GAS SELECTED)

Model Run: Heavy Gas

Red LOC (750 ppm = ERPG-3) Max Threat Zone: 1.5 kilometers

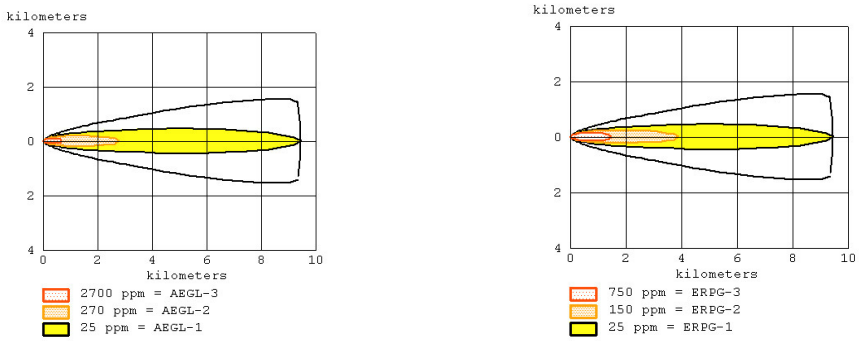
Orange LOC (150 ppm = ERPG-2) Max Threat Zone: 3.9 kilometers

Yellow LOC (25 ppm = ERPG-1) Max Threat Zone: 9.5 kilometers

Red LOC (2700 ppm = AEGL-3) Max Threat Zone: 661 meters

Orange LOC (270 ppm = AEGL-2) Max Threat Zone: 2.8 kilometers

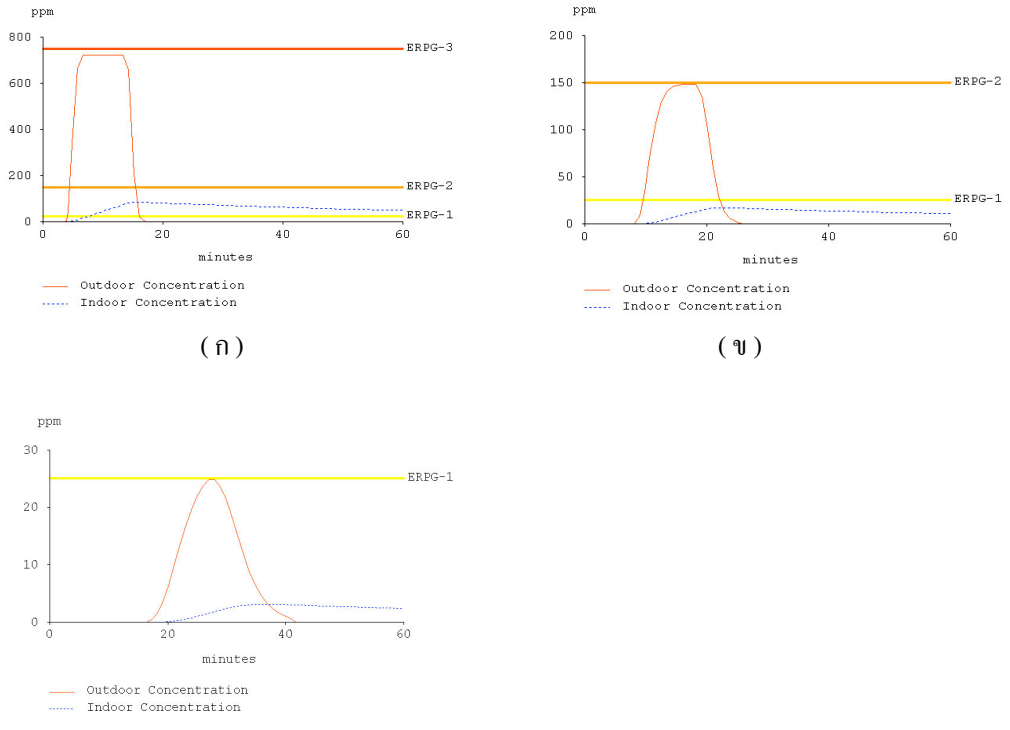
Yellow LOC (25 ppm = AEGL-1) Max Threat Zone: 9.5 kilometers



(ก) (ข)

ภาพ 4.6 พื้นที่ผลกระทบรูป footprint ของ (ก) AEGLs และ (ข) ERPGs กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ในฤดูร้อน

การเกิดอุบัติเหตุก๊าซแอมโมเนียรั่วไหลจากภาชนะบรรทุก การแพร่กระจายของก๊าซสู่บรรยากาศมีการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นในบรรยากาศอย่างรวดเร็ว คาดว่าระยะเวลาที่ระดับความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียจะส่งผลกระทบ (ERPG1-3) ภายนอกอาคาร ประมาณ 30 นาที (ภาพ 4.7) โดยบริเวณพื้นที่ใกล้จุดเกิดอุบัติเหตุ (ภาพ 4.7 (ก)) ภายในระยะเวลาประมาณ 5 นาที ความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียในบรรยากาศจะสูงขึ้นถึงระดับ ERPG 3 อย่างรวดเร็ว ส่วนภายในอาคาร คาดว่าหลังจากเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล ประมาณ 5 นาที ระดับความเข้มข้นจะค่อยเพิ่มขึ้นจนมากกว่า ระดับ ERPG1 แต่ไม่ถึงระดับ ERPG 2 และจะมีความเข้มข้นค่อนข้างคงที่ตลอดระยะเวลา 60 นาที ในระยะทางห่างจากจุดเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล ประมาณ 3.9 กิโลเมตร (ภาพ 4.7 (ข)) จะมีความเข้มข้นในบรรยากาศสูงสุดในระดับ ERPG 2 ภายในระยะเวลาประมาณ 10 นาที สำหรับความเข้มข้นก๊าซแอมโมเนียในอาคาร คาดว่าระดับความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียที่ผสมในอากาศ ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพแต่อย่างใด (ต่ำกว่าระดับ ERPG 1) และที่ระยะห่างประมาณ 9.5 กิโลเมตร (ภาพ 4.7 (ค)) ความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียในบรรยากาศจะค่อย ๆ ลดลง จนถึงระดับ ERPG 1 สำหรับภายในอาคาร อากาศอาจถูกก๊าซแอมโมเนียปนเปื้อนที่ระดับความเข้มข้นต่ำกว่า ERPG1 ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ



ภาพ 4.7 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียภายในและนอกอาคารที่ระยะห่างจากจุดเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล (ก) 1.5 กิโลเมตร (ข) 3.9 กิโลเมตร (ค) 9.5 กิโลเมตร ในกรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ในฤดูร้อน

2) ในฤดูฝน จำลองสถานการณ์อุบัติเหตุของถังบรรทุกขนาด 16 ตัน รั่วไหลทั้งหมดโดยตรงสู่บรรยากาศ (direct release) ภายใน 10 นาที ในเดือนสิงหาคม เวลา 14.00 น. ใช้การปรับค่าข้อมูลสภาพอากาศของฤดูฝนในตารางภาคผนวก ง.7 โดยใช้ตัวแทนความเร็วลมในทิศตะวันตกค่อนไปทางใต้ (WSW) ซึ่งมีความถี่ของทิศทางลมมากที่สุด ควบคู่กับปริมาณเมฆให้มากกว่าและน้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ค่าอุณหภูมิสูงสุดในฤดูฝน คือ 36.1 องศาเซลเซียส ประเมินขอบเขตผลกระทบจากจุดเกิดอุบัติเหตุก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล ด้วยโปรแกรม ALOHA พบว่า การกำหนดเดือนและเวลาในการจำลองสถานการณ์อุบัติเหตุรั่วไหลไม่มีผลต่อรัศมีผลกระทบรัศมี (ตาราง 4.9 ลำดับที่ 27 ถึง 29) รัศมีผลกระทบสูงสุดมีค่าเท่ากับฤดูร้อน คือ ERPG 1-3 มีค่าประมาณ 9.5 กิโลเมตร, 3.9 กิโลเมตร และ 1.5 กิโลเมตร ตามลำดับ และรัศมีผลกระทบของ AEGL1-3 มีค่าประมาณ 9.5 กิโลเมตร, 2.8 กิโลเมตร และ 0.661 กิโลเมตร ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในตาราง 4.9 ลำดับที่ 78

ตาราง 4.9 รัศมีผลกระทบจากการจำลองสถานการณ์กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ในฤดูฝน

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
1	37.4	2	38	1.03	A	6.3	3.4	1.9
2				2.5	B	7.1	3.5	1.5
3				4	B	6.7	2.8	1.2
4				5.5	C	7.3	3.0	1.3
5				6.5	C	6.8	2.7	1.2
6				11.33	C	5.1	2.0	0.866
7			50	1.03	A	6.3	3.4	1.9
8				2.5	B	7.1	3.5	1.5
9				4	B	6.7	2.9	1.2
10				5.5	C	7.3	3.0	1.3
11				6.5	C	6.8	2.7	1.2
12				11.33	C	5.1	2.0	0.867
13			99	1.03	A	6.3	3.4	1.9
14				2.5	B	7.1	3.6	1.5

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

ตาราง 4.9 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
15	37.4	2	99	4	B	6.7	2.8	1.2
16				5.5	C	7.3	3.0	1.3
17				6.5	C	6.8	2.7	1.2
18				11.33	C	5.1	2.0	0.862
19			38	1.03	B	6.5	3.5	2
20				2.5	C	8.1	3.9	1.6
21				4	C	8.1	3.5	1.4
22				5.5	D	9.2	3.7	1.4
23				6.5	D	8.7	3.4	1.4
24				11.33	D	6.7	2.6	1.1
25			50	1.03	B	6.5	3.5	2
26				2.5	C	8.1	3.9	1.6
27				4	C	8.1	3.5	1.4
28				5.5	D	9.3	3.8	1.4
29				6.5	D	8.7	3.4	1.4
30				11.33	D	6.7	2.6	1.1
31			99	1.03	B	6.5	3.5	2
32				2.5	C	8.1	3.8	1.6
33				4	C	8.1	3.5	1.4
34				5.5	D	9.3	3.7	1.4
35				6.5	D	8.7	3.4	1.4
36				11.33	D	6.7	2.6	1.1
37	36.1	2	38	1.03	A	6.3	3.3	1.9
38				2.5	B	7	3.5	1.5
39				4	B	6.7	2.8	1.2

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

ตาราง 4.9 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
40	36.1	2	38	5.5	C	7.3	3	1.3
41				6.5	C	6.8	2.7	1.2
42				11.33	D	6.7	2.6	1.1
43			50	1.03	A	6.3	3.3	1.9
44				2.5	B	7	3.5	1.5
45				4	B	6.7	2.8	1.2
46				5.5	C	7.3	3	1.4
47				6.5	C	6.8	2.7	1.2
48				11.33	C	5.1	2	0.875
49			99	1.03	A	6.3	3.3	1.9
50				2.5	B	7.1	3.5	1.5
51				4	B	6.7	2.8	1.2
52				5.5	C	7.3	3	1.3
53				6.5	C	6.8	2.7	1.2
54				11.33	C	5.1	2	0.876
55		8	38	1.03	B	6.5	3.5	2
56				2.5	C	8.1	3.9	1.6
57				4	C	8.1	3.5	1.4
58				5.5	D	9.2	3.7	1.4
59				6.5	D	8.7	3.4	1.4
60				11.33	D	6.7	2.6	1.1
61			50	1.03	B	6.5	3.5	2
62				2.5	C	8.1	3.9	1.6
63				4	C	8.1	3.5	1.4
64				5.5	D	9.3	3.8	1.4

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

ตาราง 4.9 (ต่อ)

ลำดับที่	ค่าตัวแปรที่ใช้				ระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	ความชื้น (ร้อยละ)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)		ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
65	36.1	8	50	6.5	D	8.7	3.4	1.4
66				11.33	D	6.7	2.6	1.1
67			99	1.03	B	6.5	3.5	2
68				2.5	C	8.1	3.8	1.6
69				4	C	8.1	3.5	1.4
70				5.5	D	9.3	3.7	1.4
71				6.5	D	8.7	3.4	1.4
72				11.33	D	6.7	2.6	1.1
73			38	5	C	7.6	3.1	1.3
74			50		C	7.6	3.1	1.3
75			60		C	7.6	3.1	1.3
76			70		C	7.6	3.1	1.3
77			99		C	7.6	3.1	1.3
78	**36.1**	**8**	**50**	**5.1**	**D**	**9.5**	**3.9**	**1.5**
79				5.2	D	9.4	3.8	1.5
80				5.3	D	9.4	3.8	1.4
81				5.4	D	9.3	3.7	1.4
82				5.5	D	9.3	3.8	1.4
83				5.6	D	9.2	3.7	1.4
84				5.7	D	9.2	3.7	1.4
85				5.8	D	9.1	3.6	1.4
86				5.9	D	9	3.6	1.4
87				6	D	9	3.6	1.4
88				6.1	D	9	3.6	1.4

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

= ลำดับที่ของการจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลที่มีรัศมีผลกระทบสูงสุดตามค่า LOC ที่กำหนด

รายละเอียดค่าตัวแปรที่ใช้และผลลัพธ์ จากการจำลองสถานการณ์กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ในฤดูฝน จากตาราง 4.9 ลำดับที่ 78 มีดังนี้

SITE DATA INFORMATION:

Location: KHLONG NGAE, THAILAND

Building Air Exchanges Per Hour: 0.75 (sheltered single storied)

Time: August 1, 2006 1400 hours ST (user specified)

CHEMICAL INFORMATION:

Chemical Name: AMMONIA Molecular Weight: 17.03 g/mol

AEGL-3: 2700 ppm AEGL-2: 270 ppm AEGL-1: 25 ppm

ERPG-3: 750 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-1: 25 ppm

IDLH: 300 ppm

Normal Boiling Point: -33.4? C Ambient Boiling Point: -33.5? C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC INFORMATION: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 5.1 meters/sec from WSW at 10 meters

No Inversion Height

Stability Class: D Air Temperature: 36.1? C

Relative Humidity: 50% Ground Roughness: open country

Cloud Cover: 8 tenths

SOURCE STRENGTH INFORMATION:

Direct Source: 1600 kilograms/min Source Height: 0

Release Duration: 10 minutes

Release Rate: 1,600 kilograms/min

Total Amount Released: 16,000 kilograms

Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.

Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

FOOTPRINT INFORMATION: (HEAVY GAS SELECTED)

Model Run: Heavy Gas

Red LOC (750 ppm = ERPG-3) Max Threat Zone: 1.5 kilometers

Orange LOC (150 ppm = ERPG-2) Max Threat Zone: 3.9 kilometers

Yellow LOC (25 ppm = ERPG-1) Max Threat Zone: 9.5 kilometers

Red LOC (2700 ppm = AEGL-3) Max Threat Zone: 661 meters

Orange LOC (270 ppm = AEGL-2) Max Threat Zone: 2.8 kilometers

Yellow LOC (25 ppm = AEGL-1) Max Threat Zone: 9.5 kilometers

4.2.2 กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) จำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุของถังบรรทุกขนาด 8 ตัน ในช่วงเวลา 14.00 น. และ 10.00 น. รั่วไหลจากวาล์วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.75 นิ้ว ซึ่งอยู่ในตำแหน่งความสูงต่าง ๆ จากพื้นถังบรรทุก ในสภาพอากาศ จากตาราง 4.10 โดยความเร็วลมใช้ตัวแทนทิศลมที่มีความถี่มากที่สุด คือ ทิศ ENE และ ทิศ WSW ในฤดูร้อนและฤดูฝน ตามลำดับ

ตาราง 4.10 ค่าตัวแปรสภาพอากาศในการจำลองสถานการณ์กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case)

ตัวแปรสภาพอากาศ	ฤดูร้อน		ฤดูฝน	
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	4.50±1.70	1.03 – 15.45	3.94±1.56	1.03 – 9.79
ปริมาณเมฆ (ส่วนใน 10 ส่วน)	5.59 ±1.40	2.0 – 8	6.55±1.22	2.5 – 8
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	28.42 ±1.07	24.30 – 31.40	27.64±1.20	23.25 – 30.75
ความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	74.16 ±4.14	63.02 – 91.0	78.14±5.40	65.0 – 98.5

1) สถานการณ์จำลองในฤดูร้อน พบว่า สภาพบรรยากาศ จัดอยู่ในระดับเสถียรภาพของบรรยากาศ C รัศมีผลกระทบมากที่สุด เมื่อกำหนดค่า LOC ของ ERPG 1, ERPG 2 และ ERPG 3 มีค่าประมาณ 3.3 กิโลเมตร,1.3 กิโลเมตร และ 0.535 กิโลเมตร ตามลำดับ ซึ่งเกิดจากตำแหน่งรั่วไหลที่อยู่สูงจากพื้นถังบรรทุก 0.5 เมตร รายละเอียดได้แสดงไว้ในตาราง 4.11 ลำดับ 6 และเมื่อกำหนดค่า LOC ของ AEGL 1, AEGL 2 และ AEGL 3 โดยกำหนดค่าตัวแปรเดียวกัน พบว่า รัศมีผลกระทบมากที่สุด มีค่าประมาณ 3.3 กิโลเมตร, 0.929 กิโลเมตร และ 0.242 กิโลเมตร ตามลำดับ

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียหลังจากการเกิดอุบัติเหตุ พบว่า พื้นที่ใกล้จุดเกิดอุบัติเหตุจะมีความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียสูงอย่างรวดเร็ว ในระยะทางที่ห่างออกไปประมาณ 500 เมตร ผู้ที่อยู่ภายนอกบ้านหรืออาคารมีโอกาสที่จะได้รับสัมผัสก๊าซแอมโมเนียในระดับความเข้มข้นที่ส่งผลกระทบถึงชีวิต (ERPG 3) ซึ่งระดับความเข้มข้นจะค่อนข้างคงที่และจะลดลงอย่างรวดเร็วก่อนนาทีที่ 20 หลังจากเกิดอุบัติเหตุ สำหรับผู้ที่อยู่อาศัยภายในบ้านหรืออาคารสำนักงานที่ปิดกั้นการถ่ายเทอากาศ คาดว่าจะได้รับผลกระทบที่ไม่รุนแรงและสามารถรักษาฟื้นฟูให้หายเป็นปกติได้ (ERPG 1) แต่ความเข้มข้นของก๊าซจะค่อนข้างคงที่ตลอดเวลา 60 นาที (ภาพ 4.9 (ก)) สำหรับระยะห่างประมาณ 1.3 กิโลเมตร ในระยะเวลาไม่ถึง 5 นาที มีความเป็นไปได้ว่าผู้อยู่ภายนอกบ้านหรืออาคารสำนักงาน จะได้รับผลกระทบในระดับ ERPG 2 และได้รับสัมผัสถึงนาทีที่ 20 ของการเกิดอุบัติเหตุ สำหรับผู้ที่อยู่ในบ้านหรืออาคาร ที่ปิดมิดชิด คาดว่าจะไม่ได้รับผลกระทบใด ๆ (ภาพ 4.9 (ข)) สำหรับพื้นที่ที่อยู่ห่างจุดเกิดอุบัติเหตุ ในช่วงระยะทางประมาณ 1.3 กิโลเมตร ถึง 3.3 กิโลเมตร อาจได้รับผลกระทบที่ไม่รุนแรงและสามารถรักษาให้หายเป็นปกติได้ (ภาพ 4.9 (ค)) คาดว่าเหตุการณ์หลังจากการเกิดอุบัติเหตุกรณีนี้ จะส่งผลกระทบเป็นระยะเวลา 20 นาที

ตาราง 4.11 รัศมีผลกระทบจากการจำลองสถานการณ์กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูร้อน

ลำดับที่	เวลา	ระดับรูรั่วจากพื้นล่างของถัง (เมตร)	ปริมาณรั่วไหล (กิโลกรัม)	ระยะเวลารั่วไหล (นาที)	อัตรารั่วไหลสูงสุด (กิโลกรัม/นาที)	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
						ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
1		2	775	>60	19.8	0.317	0.129	0.058
2		1.7	960	>60	203	2.3	0.939	0.395
3	10.00น.	1.5	1722	>60	361	3.2	1.3	0.526
4	และ	1.3	2523	>60	361	3.2	1.3	0.526
5	14.00น.	1	3907	>60	361	3.2	1.3	0.530
6		**0.5**	**6034**	**>60**	**360**	**3.3**	**1.3**	**0.535**
7		0.25	6822	31	360	3.3	1.3	0.534
8		0	7257	21	361	3.2	1.3	0.535

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

☐ = ลำดับที่ของการจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลที่มีรัศมีผลกระทบสูงสุดตามค่า LOC ที่กำหนด

รายละเอียดค่าตัวแปรที่ใช้และผลลัพธ์ จากการจำลองสถานการณ์กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูร้อน จากตาราง 4.11 ลำดับที่ 6 มีดังนี้

SITE DATA INFORMATION:

Location: KHLONG NGAE, THAILAND

Building Air Exchanges Per Hour: 0.51 (sheltered single storied)

Time: August 1, 2000 1400 hours ST (user specified)

CHEMICAL INFORMATION:

Chemical Name: AMMONIA Molecular Weight: 17.03 g/mol

AEGL-3: 2700 ppm AEGL-2: 270 ppm AEGL-1: 25 ppm

ERPG-3: 750 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-1: 25 ppm

IDLH: 300 ppm

Normal Boiling Point: -33.4? C Ambient Boiling Point: -33.5? C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC INFORMATION: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 4.5 meters/sec from ENE at 10 meters

No Inversion Height

Stability Class: C Air Temperature: 28.42? C

Relative Humidity: 74% Ground Roughness: 78.95 centimeters

Cloud Cover: 6 tenths

SOURCE STRENGTH INFORMATION:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Tank Diameter: 2 meters Tank Length: 4.2212 meters

Tank Volume: 13.3 cubic meters Tank contains liquid

Internal Temperature: 28.42? C

Chemical Mass in Tank: 8 tons Tank is 91% full

Circular Opening Diameter: .75 inches

Opening is .5 meters from tank bottom

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Average Sustained Release Rate: 360 kilograms/min (averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 6,034 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

FOOTPRINT INFORMATION:

Model Run: Heavy Gas

Red LOC (750 ppm = ERPG-3) Max Threat Zone: 535 meters

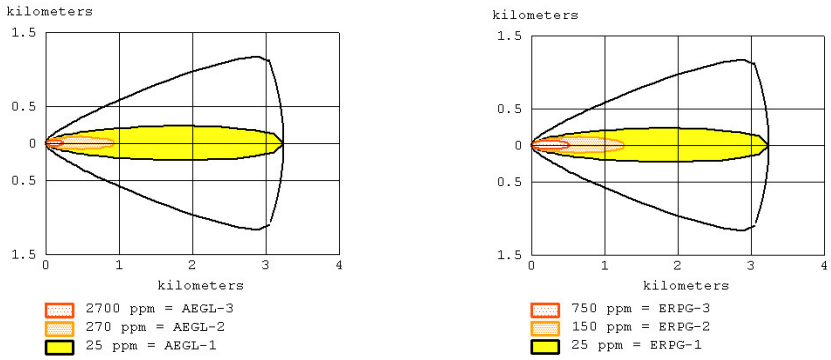
Orange LOC (150 ppm = ERPG-2) Max Threat Zone: 1.3 kilometers

Yellow LOC (25 ppm = ERPG-1) Max Threat Zone: 3.3 kilometers

Red LOC (2700 ppm = AEGL-3) Max Threat Zone: 242 meters

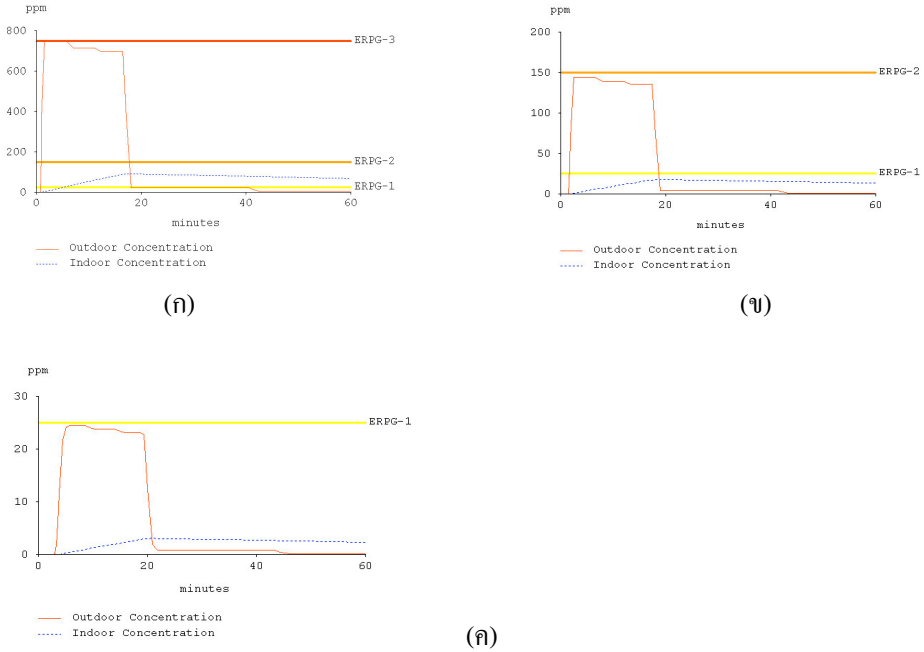
Orange LOC (270 ppm = AEGL-2) Max Threat Zone: 929 meters

Yellow LOC (25 ppm = AEGL-1) Max Threat Zone: 3.3 kilometers



(ก) (ข)

ภาพ 4.8 พื้นที่ผลกระทบรูป footprint ของ (ก) AEGLs และ (ข) ERPGs กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูร้อน



ภาพ 4.9 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียภายในและนอกอาคารที่ระยะห่างจากจุดเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล (ก) 0.535 กิโลเมตร (ข) 1.3 กิโลเมตร (ค) 3.3 กิโลเมตร กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูร้อน

2) สถานการณ์จำลองในฤดูฝน ใช้ข้อมูลสภาพอากาศเฉลี่ยตามตาราง 4.10 และปรับค่าตำแหน่งความสูงของจุดรั่ว และเวลาที่เกิดอุบัติเหตุ พบว่า ช่วงเวลา ไม่มีผลกับรัศมีผลกระทบ ตำแหน่งรูรั่วที่ทำให้เกิดรัศมีผลกระทบสูงสุดคือ 1.3 เมตรจากระดับพื้นถังบรรทุก เมื่อกำหนดค่า LOC ของ ERPG 1, ERPG 2 และ ERPG 3 พบว่า รัศมีผลกระทบ มีค่าประมาณ 3.5 กิโลเมตร, 1.3 กิโลเมตร และ 0.561 กิโลเมตร ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในตาราง 4.12 ลำดับที่ 4 และ เมื่อกำหนดค่า LOC ของ AEGL 1, AEGL 2 และ AEGL 3 พบว่า รัศมีผลกระทบ มีค่าประมาณ 3.5 กิโลเมตร, 0.984 กิโลเมตร และ 0.246 กิโลเมตร ตามลำดับ

ศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียหลังจากการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล โดยใช้ 3 ตำแหน่งตามรัศมีผลกระทบสูงสุดคือ ERPG1-3 พบว่า ระยะเวลาที่ส่งผลกระทบประมาณ 10 นาที หลังจากการเกิดอุบัติเหตุความเข้มข้นของก๊าซมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว คาดว่าผู้ที่อยู่ภายในบ้านหรืออาคารที่ปิดมิดชิด จะไม่ได้ผลกระทบใด ๆ ยกเว้น พื้นที่ใกล้จุดเกิดอุบัติเหตุในรัศมี 0.561 กิโลเมตร อาจได้รับผลกระทบที่ไม่รุนแรงและรักษาให้หายปกติได้ รายละเอียดได้แสดงไว้ในภาพ 4.10 และภาพ 4.11

ตาราง 4.12 รัศมีผลกระทบจากการจำลองสถานการณ์กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูฝน

ลำดับที่	เวลา	ระดับรูรั่วจากพื้นล่างของถัง (เมตร)	ปริมาณรั่วไหล (กิโลกรัม)	ระยะเวลารั่วไหล (นาที)	อัตรารั่วไหลสูงสุด (กิโลกรัม/นาที)	รัศมีผลกระทบจากจุดรั่วไหล		
						ERPG 1 (กม.)	ERPG 2 (กม.)	ERPG 3 (กม.)
1	10.00น. และ 14.00น.	2	767	>60	19.4	0.691	0.251	0.097
2		1.7	945	>60	203	2.3	1	0.42
3		1.5	1,665	>60	357	3.3	1.3	0.556
4		**1.3**	**2,510**	**>60**	**357**	**3.5**	**1.3**	**0.561**
5		1	3,854	>60	361	3.4	1.3	0.561
6		0.5	6,028	>60	356	3.5	1.3	0.56
7		0.25	6,028	32	356	3.5	1.3	0.56
8		0	7,257	21	357	3.4	1.3	0.561

ช่องว่างของแต่ละตัวแปร = ค่าตัวแปรในสดมภ์เดียวกันในลำดับที่น้อยกว่าที่ปรากฏค่าตัวแปร

☐ = ลำดับที่ของการจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลที่มีรัศมีผลกระทบสูงสุดตามค่า LOC ที่กำหนด

รายละเอียดค่าตัวแปรที่ใช้และผลลัพธ์ จากการจำลองสถานการณ์ในตาราง 4.11 ลำดับที่ 4 มีดังนี้

SITE DATA INFORMATION:

Location: KHLONG NGAE, THAILAND

Building Air Exchanges Per Hour: 0.46 (sheltered single storied)

Time: August 1, 2000 1400 hours ST (user specified)

CHEMICAL INFORMATION:

Chemical Name: AMMONIA Molecular Weight: 17.03 g/mol

AEGL-3: 2700 ppm AEGL-2: 270 ppm AEGL-1: 25 ppm

ERPG-3: 750 ppm ERPG-2: 150 ppm ERPG-1: 25 ppm

IDLH: 300 ppm

Normal Boiling Point: -33.4? C Ambient Boiling Point: -33.5? C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC INFORMATION: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 3.94 meters/sec from WSW at 10 meters

No Inversion Height

Stability Class: C Air Temperature: 27.64? C

Relative Humidity: 78% Ground Roughness: 78.95 centimeters

Cloud Cover: 6 tenths

SOURCE STRENGTH INFORMATION:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Tank Diameter: 2 meters Tank Length: 4.2212 meters

Tank Volume: 13.3 cubic meters Tank contains liquid

Internal Temperature: 27.64? C

Chemical Mass in Tank: 8 tons Tank is 91% full

Circular Opening Diameter: .75 inches

Opening is 1.3 meters from tank bottom

Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour

Max Average Sustained Release Rate: 357 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

Total Amount Released: 2,510 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

FOOTPRINT INFORMATION: (HEAVY GAS SELECTED)

Model Run: Heavy Gas

Red LOC (750 ppm = ERPG-3) Max Threat Zone: 561 meters

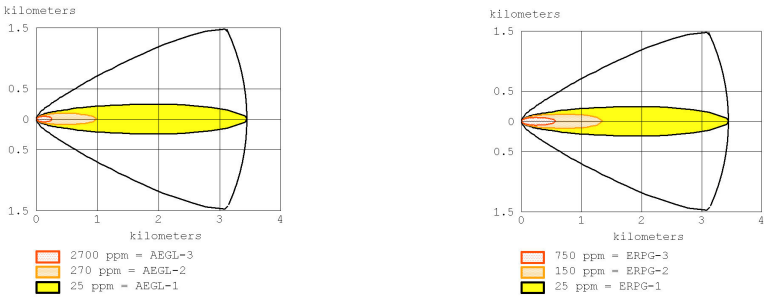
Orange LOC (150 ppm = ERPG-2) Max Threat Zone: 1.3 kilometers

Yellow LOC (25 ppm = ERPG-1) Max Threat Zone: 3.5 kilometers

Red LOC (2700 ppm = AEGL-3) Max Threat Zone: 246 meters

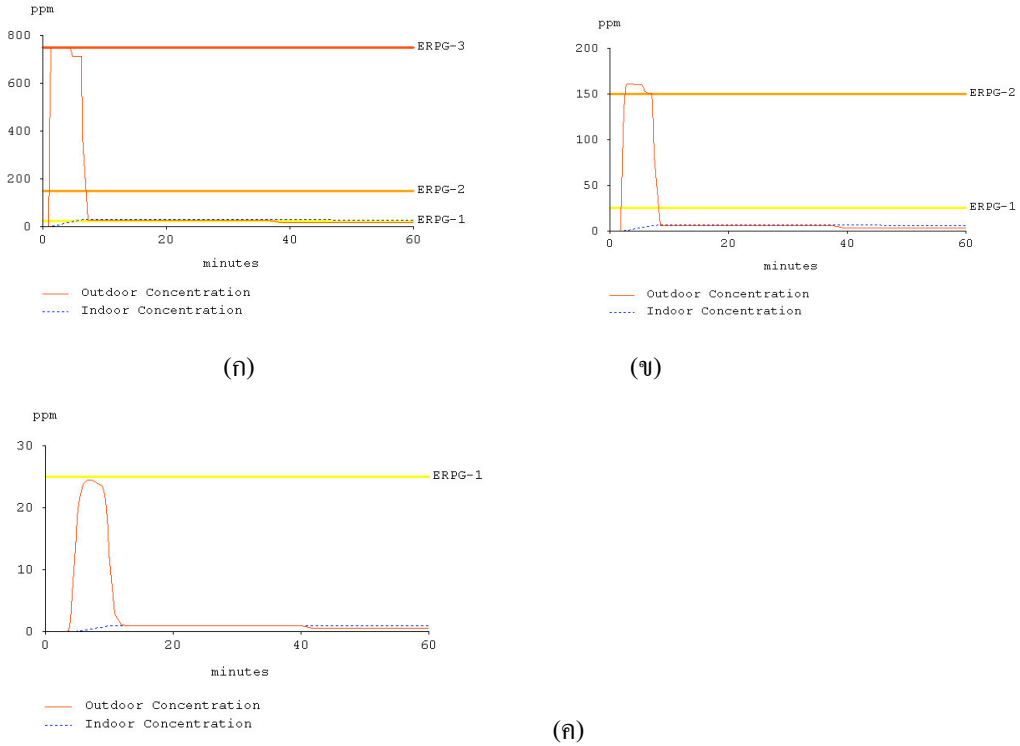
Orange LOC (270 ppm = AEGL-2) Max Threat Zone: 984 meters

Yellow LOC (25 ppm = AEGL-1) Max Threat Zone: 3.5 kilometers



(ก) (ข)

ภาพ 4.10 พื้นที่ผลกระทบรูป footprint ของ (ก) AEGLs และ (ข) ERPGs กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูฝน



(ค)

ภาพ 4.11 การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของก๊าซแอมโมเนียภายในและนอกอาคารที่ระยะห่างจากจุดเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล (ก) 0.561 กิโลเมตร (ข) 1.3 กิโลเมตร (ค) 3.5 กิโลเมตร กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) ในฤดูฝน

4.2.3 พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ALOHA เพื่อประมาณรัศมีผลกระทบที่อ้างอิงจากจุดอันตรายอันดับ 1 จุดที่ 3 และนำค่ารัศมีผลกระทบมากที่สุด คือ ERPG 1-3 วิเคราะห์หาพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ในลักษณะวงกลม(buffer) ด้วยโปรแกรม Arcview 3.1 พบว่า

1) กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) คาดว่าพื้นที่ได้รับผลกระทบส่วนใหญ่อยู่ในเขตอำเภอสะเดา และอำเภอหาดใหญ่บางส่วน รายละเอียดจำแนกตามค่าเกณฑ์ความเสี่ยง ดังนี้

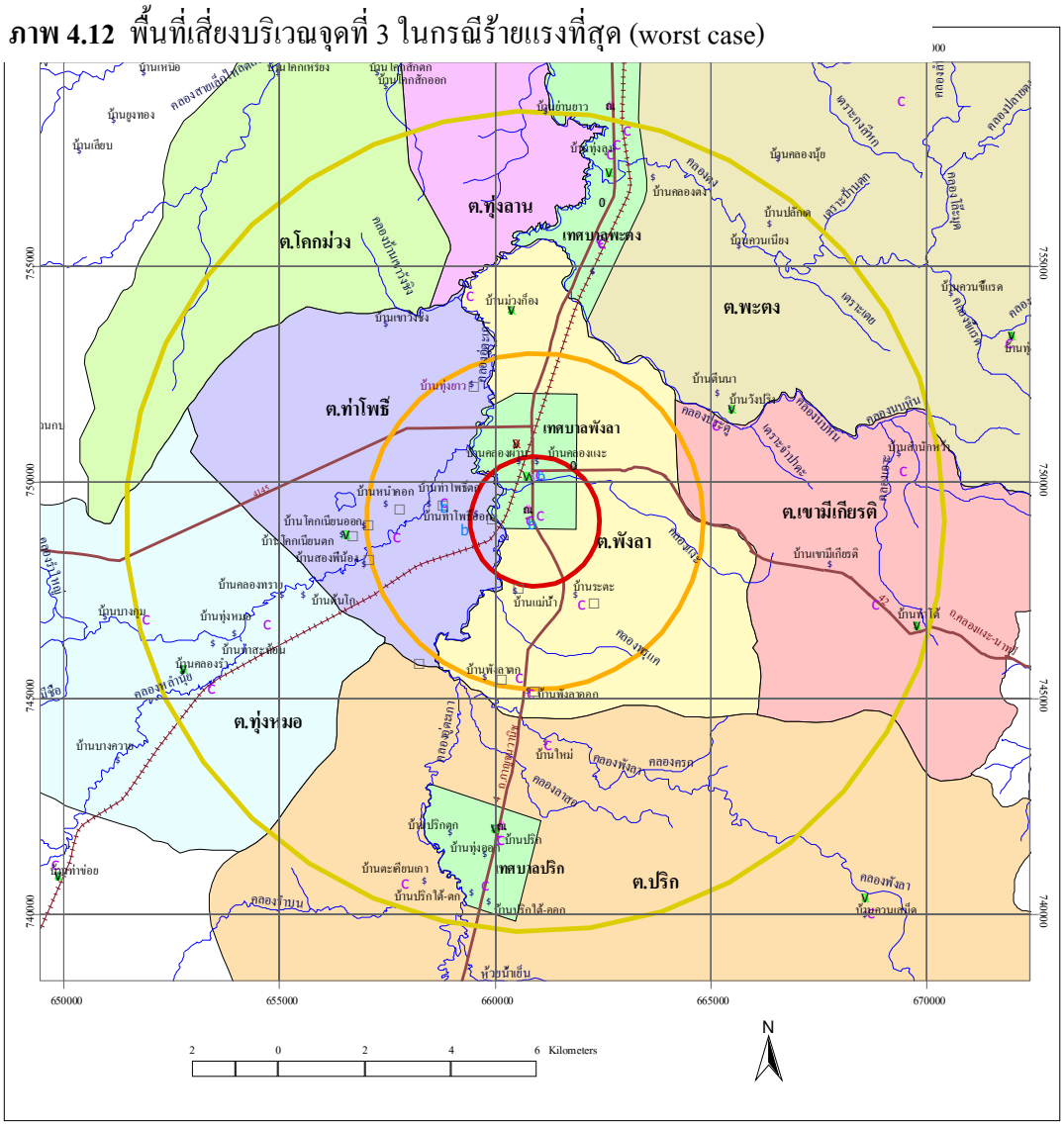
ก) ERPG 1 รัศมีผลกระทบ 9.5 กิโลเมตร คาดว่ามีพื้นที่ได้รับผลกระทบในเขตอำเภอหาดใหญ่ด้านทิศใต้ จำนวน 3 ตำบล ได้แก่ โคกม่วง ทุ่งลาน พะตง และเทศบาลตำบลพะตง เขตอำเภอสะเดา จำนวน 5 ตำบล ได้แก่ ท่าโพธิ์ พังลา เขามีเกียรติ ปริก ทุ่งหมอ และเทศบาลตำบลปริก

ข) ERPG 2 รัศมีผลกระทบ 3.9 กิโลเมตร คาดว่าพื้นที่ได้รับผลกระทบอยู่ในเขตตำบลจำนวน 3 ตำบล ได้แก่ พื้นที่ส่วนใหญ่ของตำบลพังลา ตำบลท่าโพธิ์ด้านทิศตะวันออก ตำบลเขามีเกียรติด้านทิศตะวันตกเล็กน้อย กลุ่มประชากรที่อ่อนไหวที่อาจได้รับผลกระทบ ได้แก่ โรงเรียน จำนวน 4 แห่ง ตั้งอยู่ในเขตตำบลท่าโพธิ์ และตำบลพังลา ตำบลละ 2 แห่ง จำนวนประชากรรวม 847 คน สถานที่รับเลี้ยงเด็กก่อนเกณฑ์ จำนวน 2 แห่ง ตั้งอยู่ในบ้านท่าโพธิ์ออกและบ้านท่าโพธิ์ตก ตำบลท่าโพธิ์ จำนวนประชากรรวม 35 คน หน่วยสนับสนุนที่จำเป็น ได้แก่ สถานีบรรเทาสาธารณภัยเทศบาลตำบลพังลาและชุมสายโทรศัพท์คลองแงะ และแหล่งน้ำสำคัญ ได้แก่ คลองอู่ตะเภา และคลองสาขาของคลองอู่ตะเภา เช่น คลองแงะ คลองพรุแค ซึ่งแหล่งน้ำเหล่านี้ เป็นแหล่งน้ำดิบสำหรับการผลิตน้ำประปาของระบบประปาหมู่บ้าน จำนวน 6 แห่ง

ค) ERPG 3 รัศมีผลกระทบ 1.5 กิโลเมตร พื้นที่อาจได้รับผลกระทบส่วนใหญ่อยู่ด้านทิศใต้ของเทศบาลตำบลพังลา ได้แก่ บ้านคลองผ่าน บ้านคลองแงะ เขตตำบลพังลา ได้แก่ บ้านแม่น้ำ บ้านระตะ และด้านทิศตะวันออกของตำบลท่าโพธิ์ กลุ่มประชากรที่อ่อนไหวที่คาดว่าจะได้ผลกระทบ ได้แก่ โรงเรียน จำนวน 3 แห่ง ซึ่งตั้งอยู่ในเขตเทศบาลตำบลพังลา จำนวนประชากรรวม 2,622 คน สถานที่รับเลี้ยงเด็กก่อนเกณฑ์ จำนวน 2 แห่ง อยู่ในเขตเทศบาลตำบลพังลา จำนวนประชากรรวม 50 คน หน่วยสนับสนุน จำนวน 3 แห่ง ได้แก่ สถานีอนามัย สถานีตำรวจภูธรและสำนักงานประปาภูมิภาค แหล่งน้ำ ได้แก่ คลองอู่ตะเภา คลองแงะ ระบบน้ำประปา ได้แก่ สถานีสูบน้ำดิบของสำนักงานประปาภูมิภาค จำนวน 1 แห่ง และระบบประปาหมู่บ้าน จำนวน 1 แห่ง

ผลกระทบกรณีนี้ คาดว่าประชากรอ่อนไหวที่ได้สัมผัสอากาศที่ปนเปื้อนก๊าซแอมโมเนียจนมีผู้เสียชีวิต (ERPG 3) และมีผู้ได้รับผลกระทบรุนแรงต่อสุขภาพ หรือไม่อาจฟื้นฟูรักษาให้เป็นปกติได้ (ERPG 2) จำนวน 2,672 คน (ร้อยละ 75.18) และ จำนวน 882 คน (ร้อยละ 24.82)ตามลำดับ ได้แสดงไว้ในภาพ 4.12

ภาพ 4.12 พื้นที่เสี่ยงบริเวณจุดที่ 3 ในกรณีร้ายแรงที่สุด (worst case)



สัญลักษณ์

พื้นที่ผลกระทบกรณี worst case

- ERPG 3 รัศมี 1.5 กิโลเมตร
- ERPG 2 รัศมี 3.9 กิโลเมตร
- ERPG 1 รัศมี 9.5 กิโลเมตร

b สถานที่รับเลี้ยงเด็กก่อนเกณฑ์ | สำนักงานประปาภูมิภาค | ระบบประปาหมู่บ้าน | แม่น้ำ/คลอง

c โรงเรียน | ชุมสายโทรศัพท์ | จุดอันตรายอันดับ 1 | ขอบเขตเทศบาล

สถานีบรรเทาสาธารณภัย | สถานีอนามัย | ทางหลวงแผ่นดิน

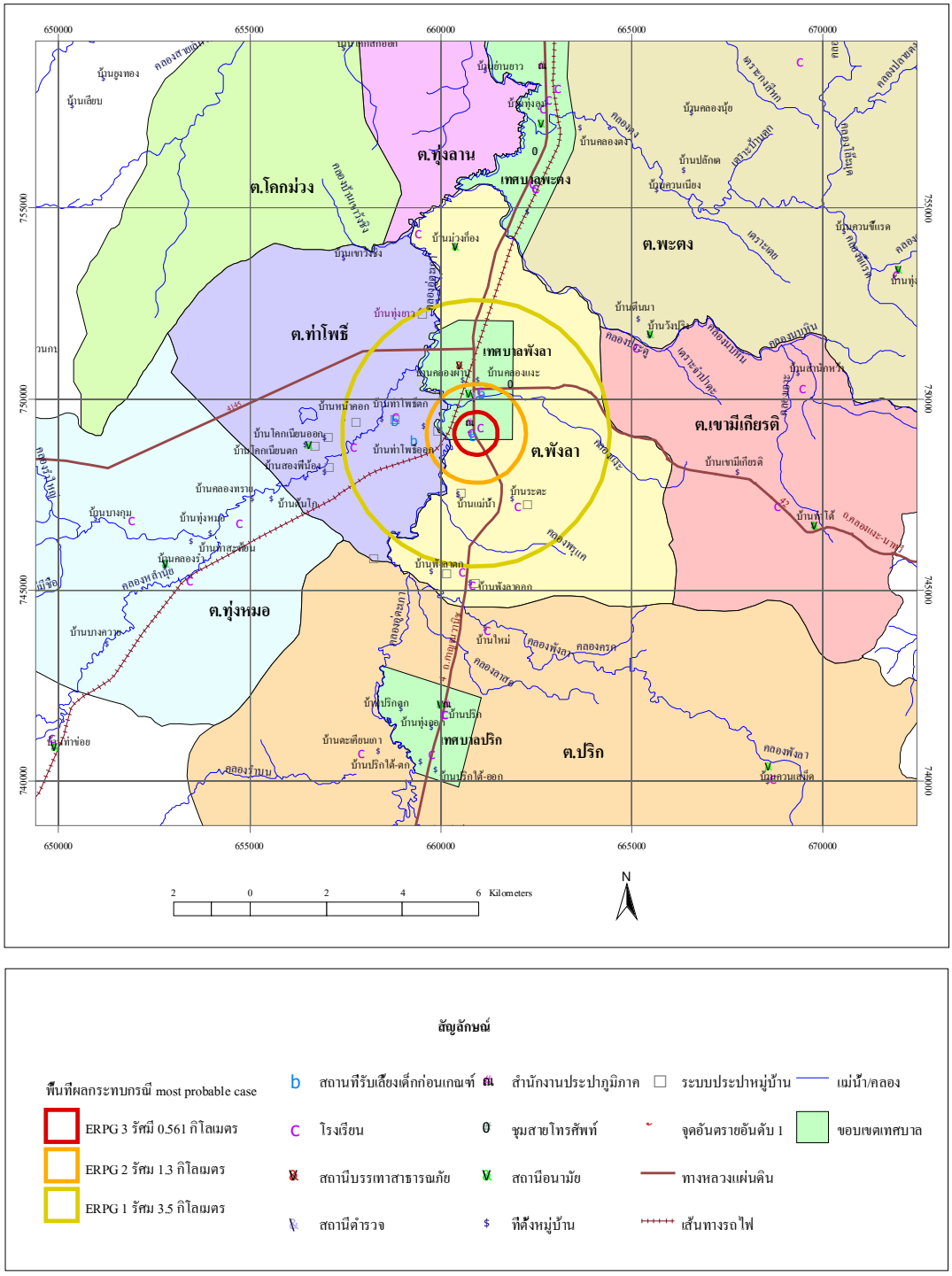
สถานีตำรวจ | ที่ตั้งหมู่บ้าน | เส้นทางรถไฟ

2) กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case) รัศมีผลกระทบมากที่สุดคาดว่าเกิดขึ้นในฤดูฝนตามค่า LOC ของ ERPG 1-3 คือ 3.5 กิโลเมตร, 1.3 กิโลเมตร และ 0.561 กิโลเมตร ตามลำดับ พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบทั้งหมดอยู่ในเขตอำเภอสะเดา โดยมีรายละเอียดดังนี้

ก) ERPG 1 รัศมีผลกระทบ 3.5 กิโลเมตร คาดว่าพื้นที่ที่จะได้รับผลกระทบ ได้แก่ ด้านทิศเหนือของเทศบาลตำบลพังลา มีสถานที่สำคัญ ได้แก่ ชุมสายโทรศัพท์คลองแงะ สถานีบรรเทาสาธารณภัย เขตตำบลท่าโพธิ์ด้านทิศตะวันออก ในบริเวณบ้านท่าโพธิ์ออก และบ้านท่าโพธิ์ตก มีสถานที่รับเลี้ยงเด็กก่อนเกณฑ์ จำนวน 2 แห่งและโรงเรียน จำนวน 2 แห่ง เขตตำบลพังลา ในบริเวณบ้านแม่น้ำ บ้านระตะ มีโรงเรียน จำนวน 1 แห่ง

ข) ERPG 2 รัศมีผลกระทบ 1.3 กิโลเมตร คาดว่าส่งผลกระทบต่อพื้นที่ในเขตเทศบาลพังลา ซึ่งเป็นชุมชนที่อยู่อาศัย พื้นที่เกษตรกรรม สถานที่สำคัญ ได้แก่ สถานีอนามัย สถานีตำรวจ โรงเรียน และเขตตำบลพังลา ซึ่งส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม แหล่งน้ำสำคัญ ได้แก่ คลองอู่ตะเภา คลองคลองแงะ กลุ่มประชากรอ่อนไหว มีจำนวน 875 คน

ค) ERPG 3 รัศมีผลกระทบ 0.561 กิโลเมตร พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เป็นบริเวณทิศใต้ของเทศบาลตำบลพังลา ซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงเรียน จำนวน 2 แห่งและสถานที่รับเลี้ยงเด็กก่อนเกณฑ์ จำนวน 1 แห่ง ซึ่งเป็นกลุ่มประชากรอ่อนไหว รวมจำนวน 1,754 คน และ สำนักงานประปาภูมิภาค จำนวน 1 แห่ง ได้แสดงไว้ในภาพ 4.13

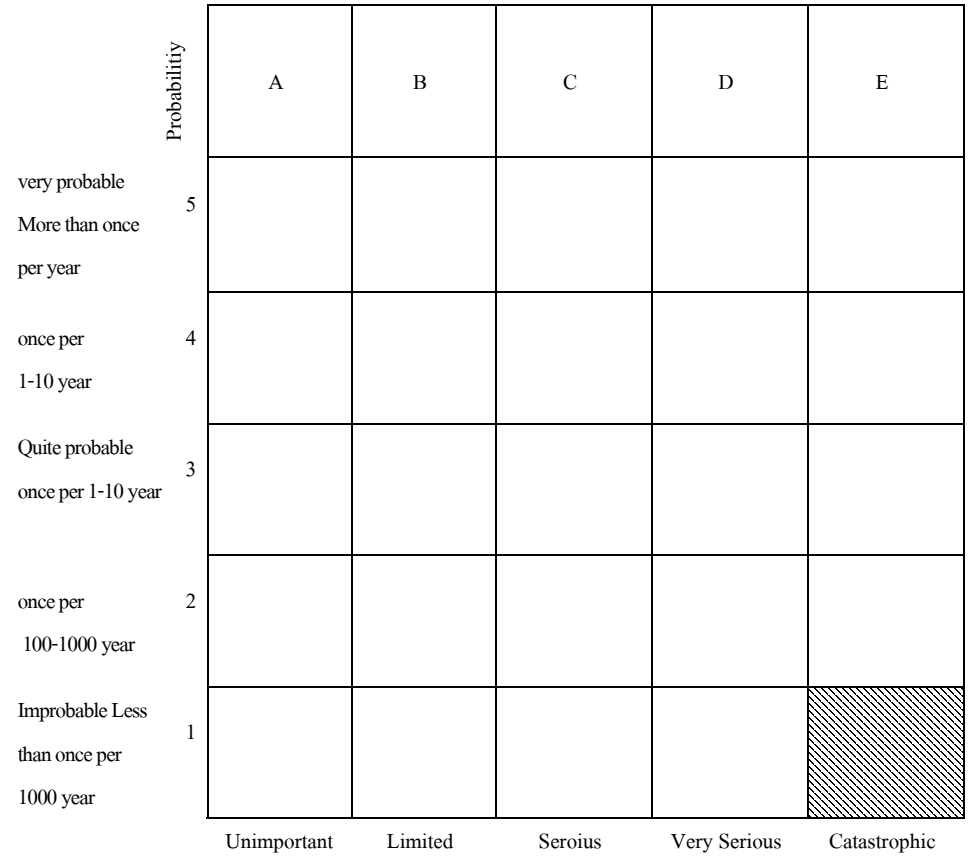


ภาพ 4.13 พื้นที่เสี่ยงบริเวณจุดที่ 3 ในกรณีเกิดที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case)

4.3 การวิเคราะห์ความเสี่ยง(Risk Analysis)

การวิเคราะห์ความเสี่ยงในกรณีศึกษานี้ เป็นการวิเคราะห์ความเสี่ยงเบื้องต้นเชิงคุณภาพ โดยใช้ปัจจัยที่เกี่ยวข้อง 2 ปัจจัย คือ การประเมินโอกาสที่จะเกิดการรั่วไหลจากการเกิดอุบัติเหตุ ใช้วิธีการประเมินตามสมการ 2.2 และความรุนแรงของผลอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น ตามคู่มือแนะนำ UNEP(1992) โดยจำแนกเป็นกรณี ดังนี้

4.3.1 กรณีร้ายแรงที่สุด (worst case) ซึ่งจำลองสถานการณ์ในเวลากลางวัน โดยจำลองการเกิดอุบัติเหตุรถบรรทุกก๊าซแอมโมเนียที่ขนาดบรรทุกสูงที่สุด คือ จำนวน 16 ตัน รั่วไหลทั้งหมดภายในเวลา 10 นาที (US EPA and CEPP, 1999) การวิเคราะห์ความเสี่ยงเกี่ยวข้องกับ 2 ปัจจัย ดังกล่าวข้างต้น ซึ่งได้ศึกษาในข้อ 4.1 และ 4.2 พบว่า ความน่าจะเป็นในการเกิดอุบัติเหตุรั่วไหล มีค่าประมาณ 8.8×10^{-6} ครั้ง/ปี (น้อยกว่า 1 ครั้งใน 1,000 ปี) ความรุนแรงของผลอุบัติเหตุ คาดว่าผลต่อสิ่งแวดล้อมอาจเกิดการปนเปื้อนธรรมดา มีผลกระทบในวงกว้าง โดยเฉพาะคลองอู่ตะเภา ซึ่งมีระยะทางห่างจากจุดเกิดอุบัติเหตุ 700 เมตร ผลกระทบอาจลดลงเนื่องจากด้านทิศตะวันตกมีผนังคอนกรีตสูงตลอดแนวรัศมีโค้งและรอบบริเวณโรงเรียนมีแนวรั้วกั้นทึบ (ภาพ 4.5 และ ภาพ 4.12) ซึ่งจะเป็นฉนวนกั้นและชะลอการแพร่กระจายของก๊าซแอมโมเนียที่ลอยตัวต่ำตามแรงโน้มถ่วงได้ ผลต่อทรัพย์สิน คาดว่าอยู่ในระดับจำกัด เนื่องจากสภาพภูมิประเทศส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ปลูกต้นยางพารา และด้วยคุณสมบัติของก๊าซแอมโมเนียไม่ติดไฟ ทำให้ผลต่อชุมชนที่อยู่อาศัยอยู่ในระดับจำกัด ผลต่อชีวิตและสุขภาพ อาจมีผู้ได้รับบาดเจ็บรุนแรง(ERPG 2) จำนวน 882 คน และผู้เสียชีวิต (ERPG 3) จำนวน 2,672 คน รวมจำนวน 3,554 คน จัดผลกระทบที่ตามมา (consequence) ในระดับหายนะ(catastrophic) คือ มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 20 ราย บาดเจ็บรุนแรงหลายร้อยราย อพยพมากกว่า 500 คน ดังนั้นจึงต้องลดอันตรายให้เหลือน้อยลงหรือกำจัดออกไป หรือให้มีมาตรการป้องกัน การวางแผนป้องกันบุคลากรทั้งในพื้นที่และการอพยพ (E) ได้แสดงไว้ในภาพ 4.14

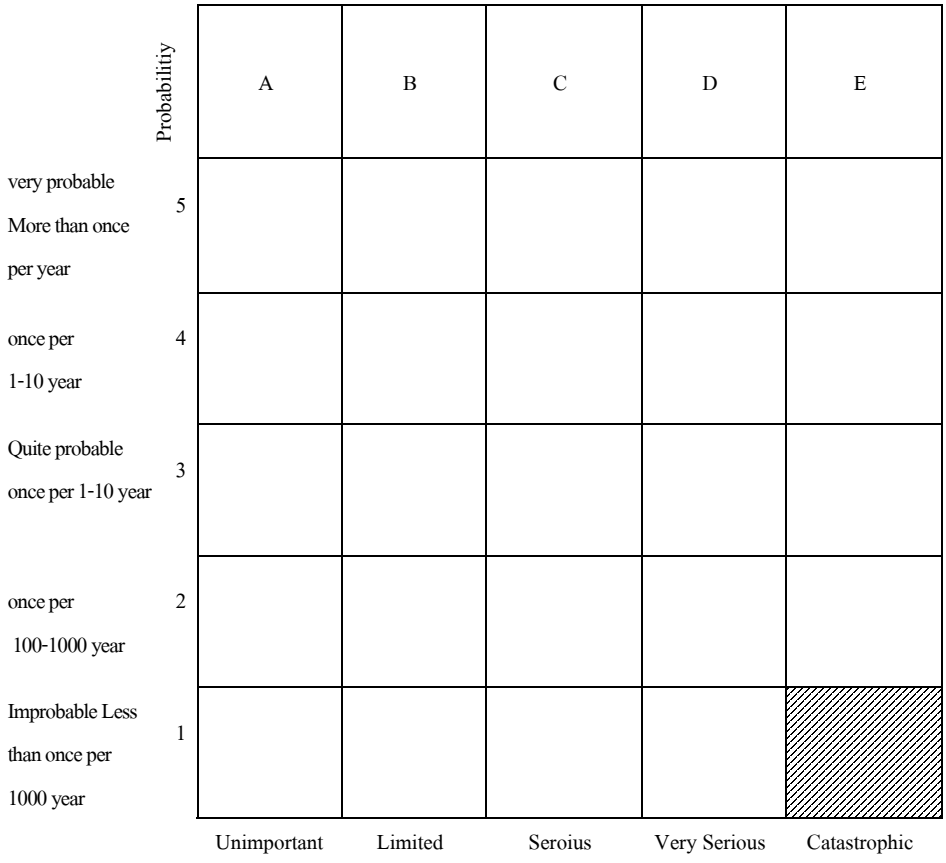


ภาพ 4.14 ระดับความเสี่ยงกรณีร้ายแรงที่สุด (worst case)

Consequence

4.3.2 กรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case)

ความเสี่ยงกรณีนี้ ใช้การจำลองสถานการณ์การเกิดอุบัติเหตุของรถบรรทุกก๊าซแอมโมเนียขนาดบรรทุก 8 ตัน ซึ่งมีความถี่การขนส่งผ่านจุดที่ 3 มากที่สุด ความน่าจะเป็นที่จะเกิดอุบัติเหตุรั่วไหลมีค่าประมาณ 3.536×10^{-5} ครั้ง/ปี(น้อยกว่า 1 ครั้งใน 1,000 ปี และคาดว่าผลกระทบที่เด่น คือ ผลต่อชีวิตและสุขภาพ กล่าวคือ อาจจะมีประชากรเสียชีวิต จำนวน 2,629 คน เนื่องจากมีโรงเรียนและศูนย์เด็กเล็ก อยู่ใกล้จุดเกิดอุบัติเหตุมาก จัดเป็นผลกระทบในระดับหายนะ ซึ่งผลของการเกิดอุบัติเหตุทำให้เกิดผลระทบถึงชีวิต การช่วยชีวิตทำได้ด้วยความลำบาก เกินกำลังความสามารถของท้องถิ่น จำเป็นต้องลดอันตรายให้น้อยลงหรือไม่ให้มี ควรมีมาตรการป้องกัน การวางแผนป้องกันในพื้นที่และการอพยพ (E) ได้แสดงไว้ในภาพ 4.15



ภาพ 4.15 ระดับความเสี่ยงกรณีที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้มากที่สุด (most probable case)

Consequence