



วิทยานิพนธ์

การประเมินผลกระทบกรณีการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุดิบอันตราย
เพื่อสร้างแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน: กรณีศึกษาถังบรรจุก๊าซ
ไฮโดรคาร์บอนเบาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

**IMPACT EVALUATION OF LEAKAGE AND EXPLOSION OF
HAZARDOUS SUBSTANCE FOR EMERGENCY PLAN:
CASE STUDY OF LIGHT HYDROCARBON GASES TANK IN
PETROCHEMICAL INDUSTRIAL**

นายณัฐพงษ์ จุลากุโพธิ์ชัย

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. 2550



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

ปริญญา

วิศวกรรมความปลอดภัย

โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การประเมินผลกระทบกรณีการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุนตรายเพื่อสร้างแผน
รองรับเหตุฉุกเฉิน: กรณีศึกษาดังบรรจุก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

Impact Evaluation of Leakage and Explosion of Hazardous Substance for Emergency

Plan: Case Study of Light Hydrocarbon Gases Tank in Petrochemical Industrial

نامผู้วิจัย นายณัฐพงษ์ จุลากุโฑรัชย์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

(รองศาสตราจารย์ธงไชย ศรีนพคุณ, Ph.D.)

ประธานสาขาวิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อนนต์ วงษ์เกษม, M.S.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์วินัย อัจฉกหาญ, M.A.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การประเมินผลกระทบกรณีการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุดิบอันตรายเพื่อสร้างแผนรองรับ
เหตุฉุกเฉิน: กรณีศึกษาถังบรรจุก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบาในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี

Impact Evaluation of Leakage and Explosion of Hazardous Substance for Emergency Plan:
Case Study of Light Hydrocarbon Gases Tank in Petrochemical Industrial

โดย

นายณัฐพงษ์ จุลากุญชร

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)

พ.ศ. 2550

ณัฐพงษ์ จุลเกตุโพธิชัย 2550: การประเมินผลกระทบกรณีการรั่วไหลและการระเบิด
ของวัตถุอันตรายเพื่อสร้างแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน: กรณีศึกษาถังบรรจุก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา
ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมความปลอดภัย)
สาขาวิศวกรรมความปลอดภัย โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ, Ph.D.
106 หน้า

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อใช้ในการประเมินผลกระทบกรณีการรั่วไหลและการระเบิด
ของวัตถุอันตรายในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี เพื่อนำผลมากำหนดแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน โดยงานวิจัย
ดังกล่าวได้นำโปรแกรม ALOHA มาใช้ในการจำลองสถานการณ์เพื่อหาผลกระทบจากการเกิด
เหตุดังกล่าว และนำผลการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ร่วมกับโปรแกรมสารสนเทศภูมิศาสตร์
ArcGIS เพื่อแสดงภาพตำแหน่งสถานที่ต่างๆที่จะได้รับผลกระทบ และหาเส้นทางการอพยพหรือ
เส้นทางการเข้าระงับเหตุที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลหรือการระเบิดได้

กรณีศึกษาได้กำหนดสถานการณ์จำลองการรั่วไหลและการระเบิดของถังเก็บสารเคมี
ขนาดใหญ่จำนวน 4 ถัง ซึ่งมีบรรจุก๊าซแตกต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ Ethane, Ethylene, Propane และ
Propylene และมีปริมาณและการควบคุมในแต่ละถังที่ต่างกัน ของโรงงานแห่งหนึ่งในจังหวัด
ระยอง

ผลการศึกษาพบว่า ผลกระทบจากการรั่วไหลของวัตถุอันตรายระยะทางจากมากไปน้อย
คือ Propane , Propylene , Ethylene และ Ethane ตามลำดับ และผลกระทบจากการระเบิดของ
วัตถุอันตรายระยะทางจากมากไปน้อย คือ Propylene , Ethylene , Ethane และ Propane ตามลำดับ
ซึ่งรัศมีผลกระทบจาก Propane รั่วไหลสูงสุดอยู่ที่ระยะประมาณ 152 เมตร และรัศมีผลกระทบ
จาก Propylene ระเบิดสูงสุดอยู่ที่ระยะประมาณ 4,300 เมตร ระยะรัศมีการรั่วไหลยังไม่ส่งผลต่อ
โรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด ซึ่งห่างจากจุดเกิดเหตุ 1,900 เมตร แต่การระเบิดส่งผลต่อโรงพยาบาลนี้
ดังนั้นต้องมีการอพยพผู้ได้รับบาดเจ็บไปยังโรงพยาบาลนอกพื้นที่ และนำผลการศึกษาจัดทำ
แผนรับรองเหตุฉุกเฉินได้

Nattaphongs Julagatepotichai 2007: Impact Evaluation of Leakage and Explosion of Hazardous Substance for Emergency Plan: Case Study of Light Hydrocarbon Gases Tank in Petrochemical Industrial. Master of Engineering (Safety Engineering), Major Field: Safety Engineering, Interdisciplinary Graduate Program. Thesis Advisor: Associate Professor Penjit Srinophakhun, Ph.D. 106 pages.

The purpose of the research is to access the impact of leaking and exploding of the hazardous substance in petrochemical industrial. This research will be taken as a case study for arranging and planning for support the emergency situation. The researcher decided to use the ALOHA program in the simulate situation to inspect the impact. The result from this situation will be applied to use with geographic information systems (ArcGIS) program which can indicate the location where trend to receive the effect. Therefore, the researcher can plan the method to control the situation and find out the path for moving out the people.

In the case study from a plant at Rayong province, the researcher determined the simulate situation of the exploding and leaking of four big chemical tanks. These four chemical tanks are contained the discrepant chemistries such as Ethane, Ethylene, Propane and Propylene by limit the quantity and differ in controlling treatment for each tank.

The researcher had arrange the level of leaked and exploded of the hazardous substance base on the range of distance where receive the effect from the most to the less. As the result, the chemical which create the critical effect from leaking is Propane, Propylene, Ethylene and Ethane respectively. On the other hand, the chemical which create the impact of exploding the most is Propylene, then, Ethylene, Ethane and Propane respectively. The range of the impact from Propane leaked in maximum level is 152 meter and from Propylene exploded in maximum level is 4,300 meter. As mention, the range of leaking in the maximum level is not effect to the nearest hospital, where is away form the plant around 1,900 meters. But, on the other hand, the exploding can cause the effect to this hospital. So, the researcher has to move the victim to the hospital outside the effected area instead.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.เพ็ญจิตร ศรีนพคุณ ประธานกรรมการ
ที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ ดร. ธงไชย ศรีนพคุณ กรรมการที่ปรึกษาวิชาเอก ที่ได้ช่วยเหลือ
ในการวางแผนงานวิจัยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนการให้คำปรึกษาแนะนำตรวจแก้ไข
ข้อบกพร่องต่างๆในการทำวิทยานิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณสมาน ตั้งทองทวี การนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย , คุณสุวิทย์
กิตติภูมิชัย สำนักงานนิคมอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งที่ใช้ข้อมูลในการวิจัย , คุณเฮเลน อารมณ์ดี ,
คุณปิยาณี ตั้งทองทวี , คุณถกล ประกายรุ่งทอง , ผู้บังคับบัญชาในสายงาน รวมถึงพี่และเพื่อน
ร่วมงาน กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม , คุณสุจิต ย์สุนแสง กองสารสนเทศ
ภูมิศาสตร์ กรุงเทพมหานคร และนายทศวรรษ มีลาภที่ให้คำปรึกษา ให้แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์
และช่วยเหลือในด้านต่างๆให้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโครงการจากโครงการวิศวกรรมความปลอดภัย ภาคพิเศษ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่าน และเพื่อนรุ่น 5 ที่ได้ให้คำแนะนำและ
อำนวยความสะดวกต่างๆ จนจบการศึกษาด้วยดี

ณัฐพงษ์ จุลเกตุโพธิชัย

เมษายน 2550

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(3)
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ	(5)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	22
อุปกรณ์	22
วิธีการ	22
ผลและวิจารณ์	24
การคำนวณหาระยะทางที่ได้รับผลกระทบ	24
การประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อ	
ตรวจสอบพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุอันตราย	41
การจัดทำแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน	47
สรุปและข้อเสนอแนะ	56
สรุป	56
ข้อเสนอแนะ	57
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	58
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก คุณสมบัติและคุณสมบัติของวัตถุอันตรายที่จะศึกษาวิจัย	61
ภาคผนวก ข สภาพภูมิอากาศจังหวัดระยอง	77
ภาคผนวก ค ArcMap ALOHA Import Tools	79
ภาคผนวก ง ArcGIS Network Analyst Tutorial	84
ประวัติการศึกษา และการทำงาน	106

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ALOHA sources and scenarios.	7
2	Thermal radiation burn injury criteria.	9
3	Explosion overpressure damage estimates.	10
4	ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่าง	18
5	แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Ethane	27
6	แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Ethylene	31
7	แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Propane	34
8	แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Propylene	38
9	เปรียบเทียบระยะผลกระทบจากการรั่วไหลและรัศมีผลกระทบ จากการระเบิด	40
10	ค่าพลังงานจากการระเบิดและปริมาณของวัตถุอันตราย	41
11	Hazardous (Classified) Locations	52
12	หลักการปิดกั้น	53

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	Gaussian distribution (left) and Gaussian spread (right).	5
2	Cloud spread as a result of gravity.	6
3	ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	15
4	แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์	16
5	ในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่	19
6	การแปลงข้อมูล Vector เป็น Raster	20
7	ตัวอย่างข้อมูลประเภท Raster	21
8	ตัวอย่างข้อมูลประเภท Vector	21
9	แผนภูมิการผลิตโอเลฟินส์และผลิตภัณฑ์ขั้นต่อเนื่อง	25
10	ถังบรรจุ Ethane	27
11	ระยะของผลกระทบกรณี Ethane รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของ ความเข้มข้นในระดับต่างๆ	28
12	รัศมีการระเบิดของ Ethane แสดงในรูปของรังสีความร้อน	29
13	ถังบรรจุ Ethylene	30
14	ระยะของผลกระทบกรณี Ethylene รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วย ของความเข้มข้นในระดับต่างๆ	31
15	รัศมีการระเบิดของ Ethylene แสดงในรูปของรังสีความร้อน	32
16	ถังบรรจุ Propane	34
17	ระยะของผลกระทบกรณี Propane รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วย ของความเข้มข้นในระดับต่างๆ	35
18	รัศมีการระเบิดของ Propane แสดงในรูปของรังสีความร้อน	36
19	ถังบรรจุ Propylene	37
20	ระยะของผลกระทบกรณี Propylene รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วย ของความเข้มข้นในระดับต่างๆ	38

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
21	รัศมีการระเบิดของ Propylene แสดงในรูปของรังสีความร้อน	39
22	ชั้นรายละเอียดของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิจัย	42
23	ชั้นข้อมูลของถนนไม่สมบูรณ์ เนื่องจากจุดตัดของถนนบริเวณทางแยกไม่เชื่อมต่อกัน	43
24	ชั้นข้อมูลของถนนที่ถูกแก้ไขให้จุดตัดของถนนบริเวณทางแยกเชื่อมต่อกัน	43
25	การประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับโปรแกรม ArcGIS ในส่วนของ การแสดงผลพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของ Propane	44
26	การประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับโปรแกรม ArcGIS ในส่วนของ การแสดงผลพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการระเบิดของ Propylene	45
27	เส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการส่งผู้ที่ได้รับบาดเจ็บไปยังโรงพยาบาล ในพื้นที่	46
28	เส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการอพยพคนออกนอกพื้นที่ ทางที่ 1	46
29	เส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการอพยพคนออกนอกพื้นที่ ทางที่ 2	47
ภาพผนวกที่		
ข1	สภาพภูมิอากาศจังหวัดระยอง	78

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

คำอธิบายอักษรย่อ

ALOHA	=	Areal Location of Hazardous Atmospheres
BLEVE	=	Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion
GIS	=	Geographic Information Systems
LEL	=	Lower Explosion Limit
LOC	=	Levels of Concern
TEEL	=	Temporary Exposure Limits
UEL	=	Upper Explosion Limit
USEPA	=	U.S. Environmental Protection Agency

**การประเมินผลกระทบกรณีการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุนตรายเพื่อสร้าง
แผนรองรับเหตุฉุกเฉิน: กรณีศึกษาถังบรรจุก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา
ในอุตสาหกรรมปิโตรเคมี**

**Impact Evaluation of Leakage and Explosion of Hazardous Substance
for Emergency Plan: Case Study of Light Hydrocarbon Gases Tank
in Petrochemical Industrial**

คำนำ

ความเจริญเติบโตทางอุตสาหกรรมและเทคโนโลยีการผลิต เป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้มีความต้องการใช้เคมีและผลิตภัณฑ์ทางเคมีมากขึ้น เช่น เชื้อเพลิง สารเริ่มต้นที่ใช้ในการผลิต เป็นต้น ซึ่งที่กล่าวมาจัดเป็นวัตถุนตราย และเป็นสิ่งจำเป็นในขั้นตอนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้มีการนำเข้าวัตถุนตรายเข้าประเทศปีละจำนวนมาก และส่งผลให้เกิดความเสี่ยงที่จะเกิดอุบัติเหตุเพิ่มขึ้นตามไปด้วยหากขาดการจัดการที่ดี ซึ่งอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่งผลให้เกิดการรั่วไหลและการแพร่กระจายออกสู่ภายนอก และอาจรวมไปถึงการเกิดอัคคีภัยหรือการระเบิดได้ ซึ่งอาจจะส่งผลกระทบด้านชีวนามัยและความปลอดภัยของมนุษย์

ปัจจุบันความก้าวหน้าของเทคโนโลยีด้านคอมพิวเตอร์ ด้านการสื่อสารและโทรคมนาคม ได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว เทคโนโลยีเหล่านี้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ผสมผสานกันและพัฒนาจนเกิดเป็นเทคโนโลยีสารสนเทศที่สามารถช่วยในการจัดเก็บ รวบรวม และวิเคราะห์ข้อมูลอย่างเป็นระบบ ซึ่งสามารถช่วยในการบริหารและจัดการวัตถุนตรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ยังได้มีการพัฒนาโปรแกรมสำเร็จรูปให้มีความสะดวกต่อผู้ใช้ถึงแม้ว่าผู้ใช้ไม่มีความรู้ทางคอมพิวเตอร์อย่างเชี่ยวชาญก็สามารถใช้งานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ได้ตามต้องการ

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System หรือ GIS) เป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาจากระบบการจัดการฐานข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในลักษณะข้อมูลตาราง สถิติ ข้อมูลบรรยายและอื่น ๆ ที่แสดงข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute data) ของสิ่งต่าง ๆ ร่วมกับข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) ที่มีระบบพิกัดอ้างอิงตามตำแหน่งบนพื้นโลกที่สามารถแสดง

ข้อมูลในลักษณะของแผนที่ โดยข้อมูลทั้งสองจะมีความสัมพันธ์กันทางพื้นที่ ซึ่งต้องอาศัยการจัดการด้วยระบบคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูง ทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ข้อมูลที่จัดเก็บในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์นี้ สามารถนำมาประสมประสาน วิเคราะห์ และประมวลผลเข้ากับข้อมูลจากการสำรวจต่าง ๆ ในลักษณะข้อมูลเชิงซ้อน เพื่อประโยชน์ในการวางแผนจัดการด้านความปลอดภัย และการวางแผนพัฒนาในด้านต่าง ๆ

ALOHA (Area Locations of Hazardous Atmospheres) เป็นโปรแกรมที่พัฒนาโดยหน่วยงานของสหรัฐอเมริกา คือ U.S. Environmental Protection Agency และ National Oceanic and Atmospheric Administration สำหรับออกแบบการตอบสนองกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินกรณีสารเคมีรั่วไหล รวมถึงการเกิดอัคคีภัยและระเบิด ซึ่งแบบจำลองของ ALOHA จะเกี่ยวข้องกับค่าความเป็นพิษ (toxicity) ความไวไฟ (flammability) การแผ่รังสีความร้อน (thermal radiation) และ ความดันสูง (overpressure) ซึ่งใช้ในการวิเคราะห์ขอบเขตที่ได้รับผลกระทบ โดยมีข้อจำกัด คือ โปรแกรมไม่สามารถประเมินผลจากปฏิกิริยาต่อเนื่องจากการเกิดเหตุเพลิงไหม้ ปฏิกิริยาที่เกิดจากการรวมตัวของสารเคมี หลังจากการเกิดเหตุรั่วไหล

งานวิจัยนี้ได้กำหนดสถานการณ์จำลองการรั่วไหลและการระเบิดของถังเก็บสารเคมี ขนาดใหญ่จำนวน 4 ถัง บรรจุสารเคมีต่างกัน 4 ชนิด ได้แก่ Ethane, Ethylene, Propane และ Propylene ซึ่งมีปริมาณและการควบคุมในแต่ละถังที่ต่างกันของโรงงานแห่งหนึ่ง ซึ่งผู้วิจัยได้ทำกรณีศึกษาการรั่วไหล แพร่กระจาย และการระเบิด เพื่อดูผลกระทบและแนวทางการจัดทำแผนรองรับเหตุฉุกเฉิน โดยประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ในการศึกษาและวิเคราะห์การรั่วไหลและการระเบิดของถังบรรจุก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบาของโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมี ได้แก่ Ethane, Ethylene, Propane และ Propylene
2. เพื่อประยุกต์โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประกอบกับการพยากรณ์ของโปรแกรม ALOHA เพื่อทราบพื้นที่หรือรัศมีระยะที่ส่งผลกระทบกรณีเกิดเหตุการณ์รั่วไหลและการระเบิดของก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา
3. ประยุกต์ใช้โปรแกรมด้านสารสนเทศภูมิศาสตร์การระเบิดของสารเคมีมาวิเคราะห์หาเส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุดสำหรับการเข้าระงับเหตุ หรือการอพยพคนออกจากเหตุการณ์ หรือการเคลื่อนย้ายผู้ป่วยไปยังโรงพยาบาล รวมถึงระยะที่ปลอดภัยสำหรับเจ้าหน้าที่ที่จะเข้าไประงับเหตุการณ์เกิดเหตุฉุกเฉิน
4. นำผลการของการวิจัยมาจัดทำแผนรองรับเหตุฉุกเฉินกรณีเกิดเหตุการณ์รั่วไหลและการระเบิดของก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา

การตรวจเอกสาร

การประเมินผลกระทบการรั่วไหลและการระเบิดของก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา และสร้างแผนรองรับเหตุการณ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและทบทวนจากเอกสาร หนังสือ วารสาร บทความและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นพื้นฐานความรู้และใช้ในการอ้างอิง ซึ่งสามารถแบ่งหัวข้อได้ ดังนี้

1. ลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุอันตราย
2. การสร้างแบบจำลองการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุอันตราย
3. หลักการของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

1. ลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุอันตราย

กรณีศึกษาการรั่วไหลและการระเบิดของก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา ผู้วิจัยยกตัวอย่างกรณีศึกษาก๊าซไฮโดรคาร์บอนเบา ได้แก่ Propane, Ethane, Propylene และ Ethylene ซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติ ดังแสดงไว้ในภาคผนวก ก และมีการจัดเก็บสารเคมีในถังบรรจุและการควบคุมที่แตกต่างกันดังนี้

1.1 Ethane บรรจุใน Vertical Cylindrical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 เมตร สูง 24.5 เมตร ปริมาณ 3,042 ตัน ควบคุมอุณหภูมิในถัง -80 องศาเซลเซียส และความดัน 500 mm.H₂O

1.2 Ethylene บรรจุใน Vertical Cylindrical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 เมตร สูง 27 เมตร ปริมาณ 4,000 ตัน ควบคุมอุณหภูมิในถัง -102 องศาเซลเซียส และความดัน 500 mm.H₂O

1.3 Propane บรรจุใน Spherical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22.3 เมตร ปริมาณ 1,800 ตัน ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิในถัง แต่มีการควบคุมความดัน 17 kg/cm²

1.4 Propylene บรรจุใน Vertical Cylindrical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.22 เมตร สูง 25.25 เมตร ปริมาณ 6,000 ตัน ควบคุมอุณหภูมิในถัง -40 องศาเซลเซียส และความดัน 0.5 PSI

2. การสร้างแบบจำลองการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุอันตราย

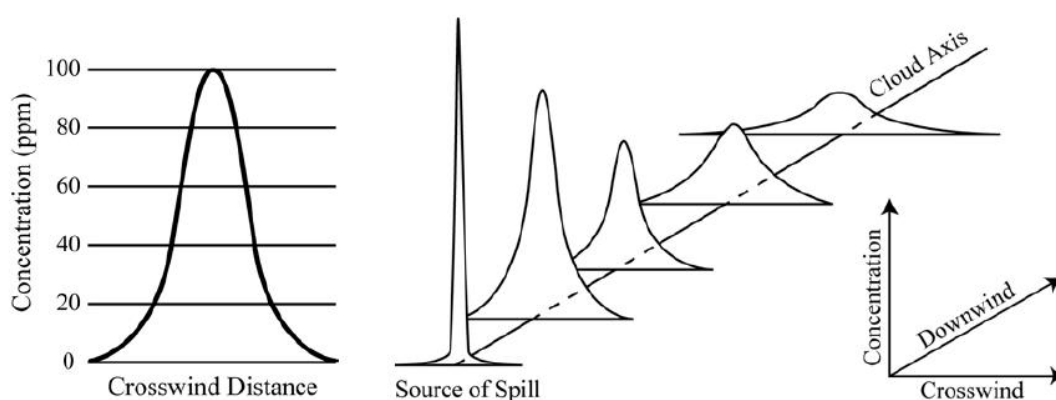
การสร้างแบบจำลองการรั่วไหลและการระเบิดวัตถุอันตราย ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม ALOHA ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดย National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) และ U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) ซึ่งโปรแกรมสามารถจำลองประเภทความเป็นอันตรายได้ 3 ประเภท ได้แก่ Toxic Gas Dispersion, Fires และ Explosions โดยจะแสดงผลเป็นรูปซึ่งง่ายต่อการนำไปใช้วางแผนป้องกันเหตุฉุกเฉิน

2.1 แบบจำลองการแพร่กระจาย (Dispersion Model)

สำหรับการจำลองแบบการแพร่กระจาย โปรแกรม ALOHA จะประเมินพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี ได้แก่ toxicity, flammability, thermal radiation หรือ overpressure โดยกำหนดเป็น Levels of Concern (LOCs)

ซึ่งแบบจำลองการแพร่กระจายถูกแบ่งออกเป็น 2 แบบ ได้แก่ Gaussian และ Heavy gas

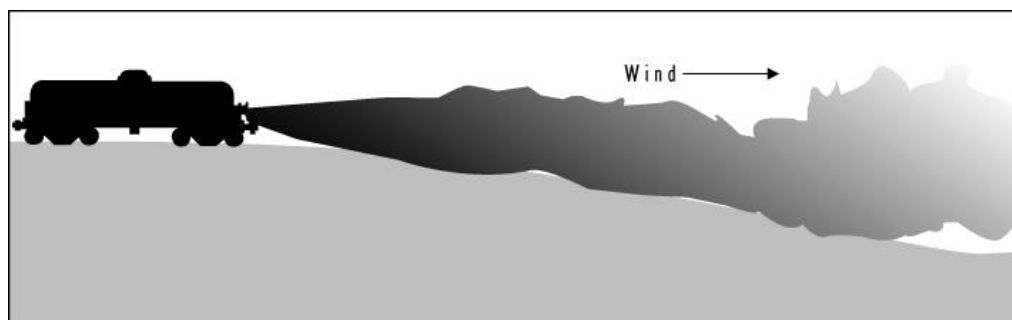
- แบบจำลอง Gaussian จะใช้ทำนายแก๊สที่แพร่กระจายในบรรยากาศจนกระทั่งแก๊สมีความหนาแน่นเท่ากับอากาศ ซึ่งลมและความแปรปรวนของบรรยากาศจะมีผลต่อการพาแก๊สที่รั่วไหลไปกับอากาศ และท้ายคั่นลมจะมีความเข้มข้นของแก๊สมากกว่าท้ายลม ซึ่งมีความสัมพันธ์ดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 Gaussian distribution (left) and Gaussian spread (right).

ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency (2006)

- แบบจำลอง Heavy gas จะใช้ทำนายการรั่วไหลของแก๊สที่น้ำหนักมากกว่าอากาศ เนื่องจากแก๊สมีน้ำหนักมากกว่าอากาศรอบข้าง แก๊สจะกระจายตามแรงโน้มถ่วงของโลกแสดงได้ดังภาพที่ 2



ภาพที่ 2 Cloud spread as a result of gravity.

ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency (2006)

ซึ่งโปรแกรม ALOHA มีโหมดสำหรับช่วยตัดสินใจในการเลือกแบบจำลองที่เหมาะสมให้กับเราได้

2.2 แบบจำลองการลุกติดไฟ และการระเบิด (Fires and Explosions Model) ALOHA

สามารถจำลองการรั่วไหลสารเคมีจากแหล่ง 4 ชนิด คือ Direct, Puddle, Tank และ Gas Pipeline ซึ่งชนิดและประเภท (sources and scenarios) ที่โปรแกรม ALOHA สามารถประมวลผลได้ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ALOHA sources and scenarios.

Source	Toxic Scenarios	Fire Scenarios	Explosion Scenarios
Direct			
Direct Release	Toxic Vapor Cloud	Flammable Area (Flash Fire)	Vapor Cloud Explosion
Puddle			
Evaporating	Toxic Vapor Cloud	Flammable Area (Flash Fire)	Vapor Cloud Explosion
Burning (Pool Fire)		Pool Fire	
Tank			
Not Burning	Toxic Vapor Cloud	Flammable Area (Flash Fire)	Vapor Cloud Explosion
Burning		Jet Fire or Pool Fire	
BLEVE		BLEVE (Fireball and Pool Fire)	
Gas Pipeline			
Not Burning	Toxic Vapor Cloud	Flammable Area (Flash Fire)	Vapor Cloud Explosion
Burning (Jet Fire)		Jet Fire	

ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency (2006)

สารเคมีหลาย ๆ ตัวที่อยู่ในโปรแกรมALOHA นอกจากจะเป็นพิษแล้วยังไวไฟอีก ซึ่งเป็นอันตรายอย่างยิ่งเมื่ออยู่ในอากาศ นอกจาก ALOHAจะสามารถสร้างแบบจำลองความเป็นพิษแล้วยังสามารถสร้างแบบจำลองการเกิดไฟไหม้และการระเบิดได้อีกด้วยโดยทำทีละแบบ ถ้าสารเคมีที่เป็นพิษและไวไฟ เช่น Acrolein รั่วไหลออกมา เราต้องใช้แบบจำลองการกระจายตัวก่อนต่อไปใช้จำลองเหตุการณ์ไฟไหม้และการระเบิด แล้วนำผลจากทั้งสองแบบจำลองไปลงในแผนผังประกอบกับข้อมูลจำเพาะอื่น ๆ เพื่อใช้เป็นข้อมูลการตัดสินใจตอบรับอุบัติเหตุ นั้น ในหลาย ๆ เหตุการณ์ การได้ตอบการรั่วไหลของพิษมีความสำคัญมากกว่าไฟไหม้และการระเบิด

2.2.1 ไฟ (Fire) คือ ปฏิกิริยาอุกโชนของเชื้อเพลิงกับออกซิเจนที่ให้ความร้อน แสงสว่าง และแสงสว่าง ไฟจากสารเคมีส่วนใหญ่เกิดจากการจุดประกายจากแหล่งต่าง ๆ เช่น ประกายไฟไฟฟ้าสถิต ความร้อน หรือเปลวไฟจากแหล่งอื่น ๆ สารเคมีบางตัวที่มีอุณหภูมิติดไฟอัตโนมัติ (Autoignition) จะติดไฟได้เองโดยไม่ต้องอาศัยการจุดประกาย หากมีอุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิติดไฟอัตโนมัติของมัน

มีอุณหภูมิบางตัวที่วัดว่าสารนั้น ๆ ติดไฟได้ง่ายขนาดไหน จะขอกล่าวถึงสามตัวคือ การระเหยง่าย(Volatility) จุดวาบไฟ (flash point) จี๊ดจำกัดความไวไฟ (flammability limits) การระเหยง่ายเป็นคุณสมบัติของสารไวไฟที่กลายเป็นไอได้เร็ว ยิ่งเร็วเท่าไรยิ่งติดไฟง่ายเท่านั้น ของเหลวไวไฟต้องกลายเป็นไวก่อนจึงจะติดไฟ จุดวาบไฟเป็นอุณหภูมิต่ำสุดที่สารไวไฟจะระเหยและพร้อมที่จะติดไฟได้ จุดวาบไฟยิ่งต่ำยิ่งมีความง่ายต่อการติดไฟ จี๊ดจำกัดความไวไฟแบ่งได้เป็นจี๊ดจำกัดระเบิดล่าง (Lower Explosive Limit: LEL) และจี๊ดจำกัดการระเบิดบน (Upper Explosive Limit: UEL) เป็นช่วงความไวไฟของไอระเหยของสารหนึ่ง ๆ ช่วงระหว่างจี๊ดจำกัดบนและล่างจะเป็นช่วงที่ไอระเหยของสารไวไฟในอากาศติดไฟได้ง่ายที่สุด สารเคมีที่มีคุณสมบัติการกลายเป็นไอสูงและจุดวาบไฟต่ำ มักจะมีจี๊ดจำกัดล่างของการระเบิดต่ำด้วย

เมื่อสารไวไฟติดไฟแล้วต้องอาศัยสามสิ่งที่ทำให้ไฟติดต่อไปได้คือ เชื้อเพลิง ออกซิเจน และความร้อนถ้ากำจัดตัวใดออกไปไฟก็จะดับ

การไหม้ของไฟยังก่อให้เกิดผลพลอยได้อื่น คือ คาร์บอน เขม่า ควัน และ สารเคมีรูปแบบใหม่จากปฏิกิริยาเคมี ซึ่งบางตัวก็เป็นสารอันตราย ALOHA ไม่สามารถจำลอง ขบวนการอันซับซ้อนของการเผาไหม้ได้ แต่สามารถใช้คาดคะเนความร้อนจากการแผ่รังสีได้ การแผ่รังสีความร้อน นอกจากจะเป็นอันตรายโดยตรงแล้วยังมีผลทางอ้อมในการทำให้เกิดไฟไหม้หรือระเบิดซ้ำซ้อนในบริเวณใกล้เคียงได้อีก

ระดับการพิจารณาของการแผ่รังสีความร้อน (Thermal Radiation Levels of Concern, LOC) คือ จี๊ดจำกัดของอันตรายจากการแผ่รังสีความร้อน เมื่อใช้ ALOHA ในการคำนวณ มันจะบอกจี๊ดจำกัดนี้เป็นสามระดับ (วัดเป็นกิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) เพื่อเป็นขอบเขตการป้องกัน

- แสง : 10 กิโลวัตต์/ตารางเมตร (อาจเสียชีวิตได้ภายใน 60 วินาที)
- สัม : 5 กิโลวัตต์/ตารางเมตร (เกิดการไหม้ระดับ2ภายใน 60 วินาที)
- เหลือง : 2 กิโลวัตต์/ตารางเมตร (เกิดอาการปวดร้อนภายใน 60 วินาที)

ผลกระทบจากการแผ่รังสีความร้อนต่อมนุษย์ขึ้นกับระดับดังกล่าวและเวลาในการสัมผัส ขอบเขตที่แสดงผลใน ALOHA บ่งบอกถึงระดับความรุนแรงต่อมนุษย์พร้อมทั้งข้อเสนอแนะในการหาที่กำบังการตั้งค่า LOC ใน ALOHA ควรใช้ตามตาราง 2

ตารางที่ 2 Thermal radiation burn injury criteria.

Radiation Intensity (kW/m ²)	Time for Severe Pain (s)	Time for 2nd Degree Burns (s)
1	115	663
2	45	187
3	27	92
4	18	57
5	13	40
6	11	30
8	7	20
10	5	14
12	4	11

ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency (2006)

2.2.2 การระเบิด (Explosion) คือ การปลดปล่อยพลังงานเข้มข้นอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดเสียงดัง อุณหภูมิสูง การกระจายของเศษวัสดุ และการเกิดคลื่นความดัน สาเหตุและผลกระทบของการเกิดระเบิดมีหลายประเภท ALOHA จะใช้สร้างแบบจำลองการระเบิด ซึ่งเป็นผลมาจากอุบัติเหตุจากเคมีในอุตสาหกรรม ผลของการระเบิดจะส่งผลกระทบต่อความเสียหายที่ยิ่งใหญ่

การพิจารณาอันตรายจากการระเบิดอาจมองเบื้องต้นสามอย่าง คือการแผ่รังสีความร้อนแรงดันสูง และการกระจายของเศษวัสดุ ซึ่งอันตรายทั้งสามอย่างอาจจะไม่เกิดขึ้นพร้อมกันเสมอ หรืออาจเกิดพร้อมกันแต่ช่วงสั้น ๆ อีกเรื่องที่ต้องคำนึงถึงคือการไหม้หรือระเบิดซ้ำซ้อน ซึ่งต้องนำมาพิจารณา ก่อนที่จะบอกว่าไม่มีอันตรายอื่นแล้ว

2.2.3 คลื่นความดัน (Overpressure) เป็นการขยายตัวของพลังงานจากการระเบิดแล้ว ขยายตัวออกอย่างรวดเร็วเกิดเป็นคลื่นพลังงาน ซึ่งมีความเร็วพอ ๆ กับการเดินทางของคลื่นเสียง และมีอำนาจการทำลายสูง

คลื่นความดันอาจฟังดูมีอันตรายน้อยกว่าไฟหรือการกระจายของเศษวัสดุ แต่มันอาจทำให้เสียชีวิต แรงดันในรูปคลื่นที่ปะทะอย่างรุนแรงและรวดเร็วอาจผลักคนที่อยู่ใกล้ ๆ ให้ลอยไปชนวัตถุอย่างอื่นอย่างรุนแรง

การใช้ ALOHA ในการคาดคะเนผลของการระเบิด จะทำให้ทราบถึงรัศมีที่มีผลกระทบ เช่น อาคารและสิ่งปลูกสร้างอื่น เพื่อหาทางป้องกัน

2.2.4 ระดับความสำคัญของคลื่นความดัน(Overpressure Levels of Concern: LOC) เป็นตัวบ่งบอกระดับความรุนแรงของคลื่นความดันจากการระเบิด ซึ่งโปรแกรม ALOHA แบ่งออกเป็นสามระดับ

- แดง : 8.0 psi (ทำลายอาคารได้)
 - ส้ม : 3.5 psi (ทำให้บาดเจ็บสาหัสได้)
 - เหลือง : 1.0 psi (แก้วแตกกระจาย)
- การเลือกใช้ค่าระดับความสำคัญนี้ให้ใช้ตารางที่ 3

ตารางที่ 3 Explosion overpressure damage estimates.

Overpressure* (psig)	Expected Damage
0.04	Loud noise (143 dB); sonic boom glass failure.
0.15	Typical pressure for glass failure.
0.40	Limited minor structural damage.
0.50-1.0	Windows usually shattered; some window frame damage.
0.70	Minor damage to house structures.
1.0	Partial demolition of houses; made uninhabitable.
1.0-2.0	Corrugated metal panels fail and buckle. Housing wood panels blown in.
1.0-8.0	Range for slight to serious laceration injuries from flying glass and other missiles.
2.0	Partial collapse of walls and roofs of houses.
2.0-3.0	Non-reinforced concrete or cinder block walls shattered.
2.4-12.2	Range for 1-90% eardrum rupture among exposed populations.
2.5	50% destruction of home brickwork.
3.0	Steel frame building distorted and pulled away from foundation.
5.0	Wooden utility poles snapped.
5.0-7.0	Nearly complete destruction of houses.
7.0	Loaded train cars overturned.
9.0	Loaded train box cars demolished.
10.0	Probable total building destruction.
14.5-29.0	Range for the 1-99% fatalities among exposed populations due to direct blast effects.
* These are peak pressures formed in excess of normal atmospheric pressure by blast and shock waves.	

ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency. (2006)

เศษวัสดุอันตรายเศษวัสดุกระจายอาจจะมาจากตัวภาชนะบรรจุสารระเบิดเอง และจากสิ่งแวดล้อมของจุดเกิดระเบิด ALOHA ไม่สามารถสร้างแบบจำลองนี้ได้ ถ้าการคำนวณตามแบบจำลองบ่งชี้ว่าจะเกิดการระเบิดขึ้นได้ เราจะต้องคำนึงถึงเศษวัสดุอันตรายอันอาจจะเกิดขึ้นในลำดับต่อไป

2.2.5 รูปแบบของการเกิดไฟไหม้และการระเบิด (Types of fire and explosion scenarios) ALOHA สามารถสร้างแบบจำลองของไฟและการระเบิดจากสารเคมีได้ 5 แบบ

2.2.5.1 Jet fire เป็นไฟที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหลของสารเคมีออกจากภาชนะที่รั่วแล้วติดไฟที่เป็นลำพุ่งออกไป ALOHA สามารถสร้างแบบจำลองการเกิดลำเปลวไฟจากท่อส่งแก๊สหรือถังแก๊ส สำหรับถังบรรจุแก๊ส ALOHA สามารถสร้างแบบจำลองสองสถานะได้คือของเหลวกลายเป็นไอและแก๊สติดไฟ ALOHA จะจำลองลำไฟพุ่งขึ้นแนวตรงขึ้นข้างบน ถึงแม้จะมีแรงลมเป็นตัวแปรก็ตาม ALOHA จะสร้างแบบจำลองของการแผ่รังสีความร้อน แต่จะไม่สร้างแบบจำลองของควัน สารพิษจากไฟและการระเบิดจากสิ่งแวดล้อม บางครั้ง Jet fire เผาไหม้ภาชนะบรรจุเพิ่มความร้อนจนทำลายความแข็งแรงของมันจนทำให้เกิด BLEVE ดังจะกล่าวต่อไป

2.2.5.2 Pool fire เกิดจากไฟไหม้ในแอ่งของเหลวไวไฟ ALOHA จะสร้างแบบจำลองของแอ่งไฟบนพื้นดิน แต่จะไม่ทำกับผิวน้ำในบางครั้งแอ่งไฟเผาทำลายภาชนะบรรจุทำให้เกิด BLEVE ได้เหมือนกัน ซึ่งอันตรายกว่า Jet fire ในกรณีนี้ควรจะให้ ALOHA จำลองแต่ละเหตุการณ์แยกจากกันเพื่อนำมาเปรียบเทียบ

2.2.5.3 BLEVEs เกิดขึ้นกับภาชนะปิดที่บรรจุแก๊สเหลวภายใต้ความดันหรือลดอุณหภูมิลงต่ำกว่าจุดเดือดถึงแม้ว่าแก๊สเหลวไวไฟและไม่ไวไฟจะสามารถเกิด BLEVE ได้ แต่ ALOHA จะสร้างแบบจำลองเฉพาะสารไวไฟเท่านั้น ถังบรรจุ Propane มักจะเป็นภาชนะภายใต้ความดัน เพราะ Propane มีจุดเดือด -43.7°F ซึ่งต่ำกว่าอุณหภูมิบรรยากาศ เมื่อภาชนะบรรจุแก๊สเหลวถูกเผา ทำให้อุณหภูมิของเหลวเดือดเหนืออุณหภูมิจุดเดือด เมื่อภาชนะแตกไอระเหยจะพุ่งออกและเกิดลูกไฟใหญ่ (Fire ball) ALOHA จะสมมุติว่าของเหลวที่ยังไม่เกิดลูกไฟจะอยู่ในรูปของแอ่งไฟ ALOHA จะคำนวณรังสีความร้อนจาก Fire ball และ Poolfire เท่านั้น เพราะเป็นดังที่ก่อเกิดอันตรายสูงสุด

- Fireball เมื่อสร้างแบบจำลอง BLEVE ALOHA จะถือว่ามีเกิด fireball ด้วย ALOHA จะคาดว่าสารเคมีใน fireball จะเป็นสามเท่าของส่วนที่วaporไฟออกไป ALOHA จะคำนวณทั้งการแผ่ความร้อน fireball กับ Pollfire ในขณะที่คำนวณ BLEVE ไม่จำเป็นต้องสร้างแบบจำลองคำนวณทีละครั้ง

- Explosion and hazardous fragments เมื่อเกิด BLEVE เศษวัสดุจากการแตกของภาชนะบรรจุจะผสมกับเศษวัสดุรอบข้าง บวกกับแรงระเบิด ทำให้สร้างศักยภาพในการทำลายสูง แต่ ALOHA จะไม่แสดงผลออกมา ผู้คำนวณจะต้องทราบและหาทางป้องกัน

2.2.5.4 Flash fires (Flamable area) คือ การติดไฟของกลุ่มไอแก๊ส ทำให้เกิดการเผาไหม้อย่างรวดเร็วครอบคลุมพื้นที่ โปรแกรม ALOHA สามารถคำนวณพื้นที่เสี่ยง ที่ปกคลุมด้วยไอแก๊สหลังจากเกิดการรั่วไหล ซึ่งการไหม้อย่างรุนแรงจะเกิดอยู่ในช่วง UEL และ LEL เท่านั้น ALOHA จะใช้ค่าความเข้มข้นของสารเคมีไวไฟเฉลี่ยตามเวลา มีการทดลองบางอันแสดงให้เห็นว่า ALOHA ใช้ 60% ของ LEL เป็นค่าสำหรับเขตสีแดงและ 10% LEL สำหรับเขตสีเหลือง

2.2.5.5 Vapor cloud explosions เกิดจากการรั่วไหลของสารเคมีไวไฟพุ่งไปตามทิศทางของลม เมื่อมีการติดไฟจะไหม้ด้วยความเร็วขึ้นอยู่กับขนาดความเข้มข้นของสาร ก่อให้เกิดแรงระเบิด เป็นคลื่นที่สามารถทำลายสิ่งรอบ ๆ ได้ ALOHA สามารถคำนวณแบบจำลองของแรงระเบิดได้

- Deflagration & Detonation เป็นแรงระเบิดที่มีอำนาจการทำลายสูง โดยขึ้นกับเวลาการขยายตัวแรงระเบิด และความเร็วในการเดินทางของเปลวไฟ

Deflagration ความเร็วของเปลวไฟ 2.2 ไมล์/ชั่วโมง (16 เมตร/วินาที)

Detonation ความเร็วของเปลวไฟ 5600 ไมล์/ชั่วโมง (2500 เมตร/วินาที)

- Congestion & Confinement

Congestion เป็นแนวคิดในการหาปริมาณช่องทาง ในโครงสร้างของกลุ่มไอที่จะระเบิด หรือความหนาแน่นของสิ่งกีดขวางของการเกิดการไหลแบบปั่นป่วน การที่โครงสร้างของกลุ่มไอมีปริมาณสิ่งกีดขวางมาก ทำให้การระเบิดรุนแรงน้อยกว่าสิ่งกีดขวางน้อย

(ซึ่งมีการไหลปั่นป่วนกว่า) ALOHA แบ่ง congestion ออกเป็นสองระดับ โคนใช้เปอร์เซ็นต์ของ
สิ่งกีดขวางภายในปริมาณของกลุ่มควันไอ

Congested Cloud > 1.5%

Uncongested Cloud < 1.5%

3. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems)

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ มาจากศัพท์ภาษาอังกฤษว่า Geographic Information Systems (บางครั้งใช้ Geo – Information System หรือ Geographical Information Systems) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า GIS เป็นระบบที่จัดการเกี่ยวกับข้อมูลเชิงพื้นที่ สมจิตร์ (2538) ได้กล่าวไว้ว่า ในปัจจุบันยังไม่มีคำบัญญัติความหมายของ GIS อย่างเป็นทางการ โดยการนำคำภาษาไทยมาใช้ แทนคำดังกล่าวหลายคำ เช่น ทวีศักดิ์ (ม.ป.ป.), เกริกศักดิ์ (ม.ป.ป.) และพรทิพย์ (2531) ได้ใช้คำว่า “ระบบข้อมูลภูมิศาสตร์” วิมุติ (2532), บุญเกียรติ (2533) และสุระ (2534) ใช้คำว่า “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” วณิตา (2531) ใช้คำว่า “ระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์” ส่วน ชวลิต (2531) ใช้คำว่า “ระบบข้อมูลภูมิศาสตร์”

ดังนั้น ในการศึกษาในครั้งนี้จะใช้คำว่า “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์” แทนคำว่า Geographic Information Systems หรือ GIS ซึ่งความหมายของคำดังกล่าวมีนักวิชาการได้ให้ไว้หลายความหมาย กล่าวคือ

Burrough (1986) “GIS หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมและสะสมข้อมูลไว้เพื่อเรียกใช้ได้ตามต้องการ ทั้งสามารถเปลี่ยนแปลงและแสดงผลข้อมูลเชิงพื้นที่จากโลกของความเป็นจริง เพื่อวัตถุประสงค์ต่าง ๆ กันเฉพาะเรื่องไป”

Dangermond (1984) ได้ให้คำจำกัดความว่า “GIS คือ ระบบข้อมูลแบบจักรวาล ซึ่งนำ ข้อมูลเข้ามารวมกันโดยผสมผสานเข้าด้วยกัน และจะให้ข้อมูลที่ไม่เคยมีมาก่อน และนำเสนอข้อมูลเก่าในกรอบใหม่ซึ่งไม่เคยเป็นไปได้อีกก่อน GIS ยังช่วยให้เห็นมิติทางด้านพื้นที่ ซึ่งข้อมูลได้บันทึกไว้ และเห็นความสัมพันธ์ทางพื้นที่จึงทำให้เข้าใจปัญหาแบบบูรณาการ”

TYDAC Technologies Inc. (1987) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่า Geographic Information Systems (GIS) หรือระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ คือ “Geographic Information Systems are software packages which can be used to create and analyze spatial information. With such systems, maps, air photos and diagrams describing natural and man – made features can be translated into an electronic code which can be recalled, modified and analyzed.”

สุระ (2534) ได้กล่าวว่า “ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง ขบวนการของการใช้ คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic data) และการออกแบบ (Personal design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงถึงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ ในการจัดเก็บ และการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์ เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ นั้นเอง

ธีระ และคณะ (2532) อธิบายความหมายของ GIS ว่าเป็นเครื่องมือที่ทำให้เราสามารถใช้งานคอมพิวเตอร์ เพื่อการจัดการด้านฐานข้อมูลที่มีลักษณะเชิงพื้นที่ที่มีปริมาณมาก ๆ สามารถที่จะทำการนำเข้าข้อมูล จัดเก็บและเรียกค้นข้อมูล ทำการวิเคราะห์และแสดงผลการวิเคราะห์ ทั้งในลักษณะของข้อมูลเชิงพื้นที่ เช่น ในรูปของแผนที่ และที่ไม่ใช่เชิงพื้นที่ เช่น ในรูปของข้อมูลตารางได้ เป็นต้น

ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information Systems) หรือ ระบบ GIS เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Data) โดยข้อมูลลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่ ที่ทำการศึกษาจะถูกนำมาจัดให้อยู่ในรูปแบบที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกันและกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดและรายละเอียดของข้อมูลนั้น ๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดตามต้องการ

“GIS เป็นระบบของคอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และวิธีการที่ออกแบบมา เพื่อการจัดเก็บ การจัดการ การจัดทำ การวิเคราะห์ การทำแบบจำลอง และการแสดงข้อมูลเชิงพื้นที่ เพื่อแก้ปัญหาการวางแผนที่ซับซ้อน และปัญหาในการจัดการ” เป็นคำจำกัดความที่ได้ให้ไว้ โดย Federal Interagency Coordinating Committee (1988)

“ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เป็นระบบโปรแกรมที่สามารถนำไปใช้ในการสร้างและวิเคราะห์ข้อมูลรูปทรงพื้นฐานของวัตถุทุกอย่างบนพื้นผิวโลก (Spatial) เกี่ยวกับระบบแผนที่ ภาพถ่ายทางอากาศและแผนผังต่าง ๆ ของลักษณะภูมิประเทศทั้งที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น สิ่งเหล่านี้สามารถแปลความออกมาเป็นรหัสอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเรียกออกมาใช้งานแก้ไข และวิเคราะห์ข้อมูลได้” (พรทิพย์, 2531) แต่จากการสำรวจอัตราส่วนในการนำไปใช้ประโยชน์ถือว่าประสบผลสำเร็จน้อยมาก (Marble และ Penquet, 1983) ทั้งนี้เนื่องจากมีปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ และการแก้ไขข้อมูลให้ถูกต้องเพราะข้อมูลที่บันทึกไว้อาจผิดพลาดได้ซึ่งเป็นเรื่องของคณิตศาสตร์และซอฟต์แวร์ (ครรรชิต, 2529)

และอีกความหมายหนึ่งคือ ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ หมายถึง กระบวนการของการใช้คอมพิวเตอร์ฮาร์ดแวร์ (Hardware) ซอฟต์แวร์ (Software) ข้อมูลทางภูมิศาสตร์ (Geographic Data) และการออกแบบ (Personnel Design) ในการเสริมสร้างประสิทธิภาพของการจัดเก็บข้อมูล การปรับปรุงข้อมูล การคำนวณ และการวิเคราะห์ข้อมูล ให้แสดงผลในรูปของข้อมูลที่สามารถอ้างอิงได้ในทางภูมิศาสตร์ หรือหมายถึง การใช้สมรรถนะของคอมพิวเตอร์ในการจัดเก็บ และการใช้ข้อมูลเพื่ออธิบายสภาพต่าง ๆ บนพื้นผิวโลก โดยอาศัยลักษณะทางภูมิศาสตร์เป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลต่าง ๆ นั้นเอง ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลักษณะของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)

3.1 องค์ประกอบระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Components of Geographic Information Systems) โดยหลักการแล้วจะประกอบด้วย 5 ส่วน คือ องค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ องค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ หน่วยงานหรือตัวบุคคล วิธีการปฏิบัติงาน และข้อมูล



ภาพที่ 4 แสดงองค์ประกอบของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์

ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)

3.2 ลักษณะของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Characteristics of GIS Information)

3.2.1 ประเภทข้อมูลในระบบ GIS

ข้อมูล (DATA) หมายถึง ค่าสังเกต ค่าจากการจัดการบันทึกคุณสมบัติของวัตถุค่าต่าง ๆ เหล่านี้ไม่มีความหมาย ถ้าไม่ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลที่ี้จะต้องเกี่ยวข้องกับงานที่มีความแม่นยำถูกต้อง (Accuracy) และทันต่อเหตุการณ์ ข้อมูลที่ได้แปลความหมายแล้วเรียกว่า information หรือสารสนเทศ ผู้บริหารอาจจะนำข้อมูลที่บันทึกไว้มากลั่นกรองเป็นสารสนเทศก่อน เช่น โดยการหาค่าเฉลี่ย เปรียบเทียบข้อมูลปัจจุบันกับอดีตหาความเบี่ยงเบน และความแปรปรวน เป็นต้น ความสำคัญของสารสนเทศทำให้ผู้บริหารเข้าใจในการดำเนินงานของตนเอง และ

เมื่อทราบแล้วก็สามารถตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไรต่อไป ในทางภูมิศาสตร์แบ่งประเภทข้อมูลออกเป็น 2 ประเภทคือ

1) ข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial data) เป็นข้อมูลที่สามารถอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ (Geo-referenced) ทางภาคพื้นดิน ซึ่งแตกต่างกับระบบ MIS (Management Information System) หรือระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ เป็นระบบงานคอมพิวเตอร์ซึ่งผสมผสานกับการทำงานด้วยมือ เพื่อจัดทำข่าวสารข้อมูลหรือสารสนเทศสำหรับผู้บริหารในการตัดสินใจ จะเห็นว่าระบบ MIS นั้น ไม่จำเป็นต้องอ้างอิงกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์

2) ข้อมูลที่ไม่อยู่ในเชิงพื้นที่ (Non-spatial data) เป็นข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับคุณลักษณะต่าง ๆ ในพื้นที่นั้น ๆ (Attributes) ได้แก่ ข้อมูลการถือครองที่ดิน ข้อมูลปริมาณธาตุอาหารในดิน และข้อมูลเกี่ยวกับสถานะเศรษฐกิจและสังคม เป็นต้น

ข้อมูลเชิงพื้นที่ที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ได้ 3 รูปแบบ (Features) (ดังภาพที่ 4) คือ

- จุด (point) ได้แก่ ที่ตั้งหมู่บ้าน ตำบล อำเภอ จุดตัดของถนน จุดตัดของแม่น้ำ เป็นต้น
- เส้น (line) ได้แก่ ถนน ลำคลอง แม่น้ำ เป็นต้น
- พื้นที่ หรือรูปหลายเหลี่ยม (Area or Polygons) ได้แก่ ขอบเขตอำเภอ เป็นต้น

3.2.2 ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute Characteristics) หมายถึง ลักษณะประจำตัวหรือลักษณะที่มีความแปรผันในการชี้วัดปรากฏการณ์ต่าง ๆ ตามธรรมชาติ โดยจะระบุถึงสถานที่ที่ทำการศึกษาในช่วงระยะเวลาหนึ่ง ๆ ลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะ (Attribute) อาจมีลักษณะที่ต่อเนื่องกัน เช่น เส้นชั้นระดับความสูง (Terrain Elevation) หรือเป็นลักษณะที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น จำนวนพลเมือง (Number of Inhabitants) และชนิดของสิ่งปกคลุมดิน (Land Cover Type) เป็นต้น ค่าความแปรผันของลักษณะข้อมูลเชิงคุณลักษณะนี้ จะทำการชี้วัดออกมาในรูปของตัวเลข (Numeric) โดยกำหนดเกณฑ์การวัดออกเป็น 3 ระดับคือ

- Nominal Level เป็นระดับที่มีการวัดข้อมูลอย่างหยาบ ๆ โดยจะกำหนดตัวเลขหรือสัญลักษณ์ เพื่อจำแนกลักษณะของสิ่งต่าง ๆ เท่านั้น เช่น การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่หนึ่ง จำแนกได้เป็นป่าไม้ แหล่งน้ำ ทุ่งหญ้า ฯลฯ เป็นต้น ลักษณะเหล่านี้จะแทนค่าโดยตัวเลข เช่น 1 = ป่าไม้ 2 = ทุ่งหญ้า 3 = แหล่งน้ำ เป็นต้น ซึ่งค่าเหล่านี้ไม่สามารถทำการเปรียบเทียบกันได้ว่า 1 มากกว่า 2 หรือมากกว่า 3 ในแง่ของค่าตัวเลข

- Ordinal Level หรือ Ranking Level เป็นการเปรียบเทียบลักษณะในแต่ละปัจจัยว่ามีขนาดเล็กกว่าเท่ากัน หรือใหญ่กว่า เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้าหรือ $1 > 2$ หรือการให้สัญลักษณ์แทนลักษณะของถนน เช่น ถนนสายเอเชีย = 1 และถนน 2 เลน = 2 ถนนทางลูกรัง = 3 อาจจะบ่งบอกถึงความสำคัญว่า 1 สำคัญกว่า 2 แต่บอกไม่ได้ว่าสำคัญกว่าเป็นปริมาณเท่าใด

- Interval - Ratio Level เป็นการพิจารณาถึงความสัมพันธ์ในระหว่างแต่ละปัจจัยของ Ordinal Level ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เช่น พื้นที่ป่าไม้มีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทุ่งหญ้า 2 เท่า หรือเส้นชั้นความสูงที่ระดับ 500 เมตร สูงกว่าที่ระดับ 400 เมตรอยู่ 100 เมตร เป็นต้น

ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์การวัดในระดับต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ลักษณะของเกณฑ์การวัดในระดับต่าง ๆ

	NOMINAL	ORDINAL	INTERVAL-RATIO
ความสำคัญของสารสนเทศ	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ * เปรียบเทียบหรือจัดลำดับชั้นได้	* แสดงเอกลักษณ์ของวัตถุได้ เปรียบเทียบหรือจัดลำดับชั้นได้ และหาค่าความแตกต่างได้
OPERATION ที่ทำได้	* Operation ทางด้านตรรกวิทยาบางคำสั่ง เช่น เท่ากัน/ไม่เท่า	Operation ทางตรรกได้ทุกคำสั่ง	Operation ทางตรรก และคณิตศาสตร์ได้

ตารางที่ 4 (ต่อ)

	NOMINAL	ORDINAL	INTERVAL-RATIO
ความสัมพันธ์ทาง	MODE CONTINGENCY	MEDIAN	MEAN, VAREANCE
STATISTICS	COEFFICIENT	PERCENTILES	COEDDICIENT OF CORRELATION

ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)

	Point	Line	Area
Interval/Ratio	Each dot represents 200 objects		Population density: 120, 100, 80, 60 Elevation zones: 4,000, 2,000, 1,000
Ordinal			
Nominal			

ภาพที่ 5 ในการวัดสำหรับวัตถุที่แสดงในการทำแผนที่

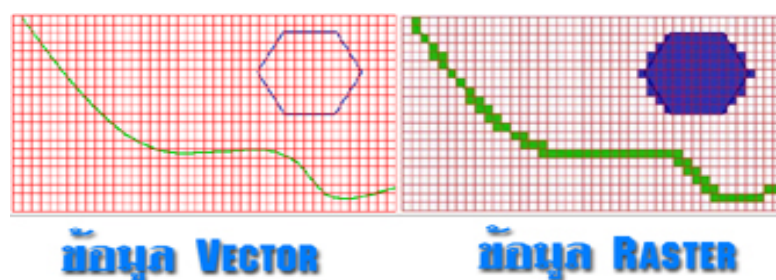
ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)

จากภาพที่ 5 ได้อธิบายเพิ่มเติมในส่วนของเกณฑ์ในการวัดของข้อมูลในระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทั้งในรูปแบบข้อมูล (Feature) แบบจุด เส้น และรูปหลายเหลี่ยมปิด ในระดับของ Nominal Level นั้นจะไม่สามารถที่จะเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของตัวเลขได้ แต่ค่าสัญลักษณ์นั้นจะแทนวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ บนแผนที่ ถ้าในระดับ Ordinal Level จะเห็นว่าสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งในรูปแบบของปริมาณมากหรือน้อยกว่ากัน แต่ยังไม่สามารถบอกได้ว่ามากกว่า

กันเท่าใด แต่ในระดับ Interval/Ratio นั้นสามารถบอกได้ถึงระดับค่าความแตกต่างของแต่ละสัญลักษณ์ตัวเลขที่แทนวัตถุหรือสิ่งต่าง ๆ บนแผนที่

3.2.3 ลักษณะข้อมูลเชิงพื้นที่ (Spatial Characteristics) ตัวแทนในการจัดเก็บข้อมูลในเชิงภูมิศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท

1) Raster or grid representation คือ จุดของเซลล์ที่อยู่ในแต่ละช่วงสี่เหลี่ยม (grid) โครงสร้างของ Raster ประกอบด้วยชุดของ Grid cell หรือ pixel หรือ picture element cell ข้อมูลแบบ Raster เป็นข้อมูลที่อยู่บนพิกัดรูปตารางแฉกอนและแฉกตั้ง แต่ละ cell อ้างอิงโดยแฉกและสคัมภ์ภายใน grid cell จะมีตัวเลขหรือภาพข้อมูล Raster ความสามารถแสดงรายละเอียดของข้อมูลราสเตอร์ขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ ณ จุดพิกัดที่ประกอบขึ้นเป็นฐานข้อมูลแสดงตำแหน่งชุดนั้น ซึ่งข้อมูลประเภท Raster มีข้อได้เปรียบในการใช้ทรัพยากรระบบคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่า ช่วยให้สามารถทำการวิเคราะห์ได้รวดเร็ว Raster Data อาจแปรรูปมาจากข้อมูล Vector หรือแปลงจาก Raster ไปเป็น Vector แต่เห็นได้ว่าจะมีความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นระหว่างการแปรรูปข้อมูล



ภาพที่ 6 การแปลงข้อมูล Vector เป็น Raster

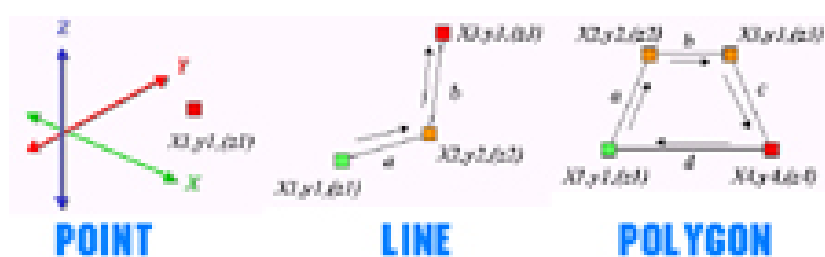
ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)



ภาพที่ 7 ตัวอย่างข้อมูลประเภท Raster

ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)

2) Vector representation ตัวแทนของเวกเตอร์นี้อาจแสดงด้วย จุด เส้น หรือ พื้นที่ซึ่งถูกกำหนดโดยจุดพิกัด ซึ่งข้อมูลประกอบด้วยจุดพิกัดทางแนวราบ (X, Y) และ/หรือ แนวตั้ง (Z) หรือ Cartesian Coordinate System ถ้าเป็นพิกัดตำแหน่งเดียวก็จะเป็นค่าของจุด ถ้าจุดพิกัดสองจุดหรือมากกว่าก็เป็นเส้น ส่วนพื้นที่นั้นจะต้องมีจุดมากกว่า 3 จุดขึ้นไป และจุดพิกัดเริ่มต้นและจุดพิกัดสุดท้าย จะต้องอยู่ตำแหน่งเดียวกันข้อมูลเวกเตอร์ ได้แก่ ถนน แม่น้ำ ถ้าคลอง ขอบเขตการปกครอง เป็นต้น



ภาพที่ 8 ตัวอย่างข้อมูลประเภท Vector

ที่มา: <http://www.gis2me.com> (2550)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. ฮาร์ดแวร์

- 1.1 เครื่องคอมพิวเตอร์
- 1.2 เครื่องพิมพ์งาน (Printer)

2. ซอฟต์แวร์

- 2.1 โปรแกรม ALOHA เวอร์ชัน 5.4
- 2.2 โปรแกรม ArcGIS เวอร์ชัน 9.0
- 2.3 ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งที่ทำการศึกษา
- 2.4 ข้อมูลของโรงงานแห่งหนึ่งที่จะใช้เป็นตัวอย่งในการทำวิจัยเพื่อใช้เป็นกรณีศึกษา

วิธีการ

1. รวบรวมและทบทวนข้อมูลแผนที่ในส่วนที่ทำการศึกษา
2. แปลงรูปแบบข้อมูลแผนที่ให้อยู่ในรูปแบบที่เหมาะสมกับโปรแกรมที่ใช้
3. ปรับปรุงเพิ่มเติมข้อมูลแผนที่ในส่วนที่จำเป็นในการศึกษา
4. รวบรวมและทบทวนข้อมูลด้านต่าง ๆ รวมถึงสถานที่ที่จะทำการศึกษา เช่น ข้อมูลสารเคมี การจัดเก็บสารเคมี พิกัดที่ตั้ง เป็นต้น
5. สร้างสถานการณ์จำลองกับสถานที่ที่จะทำการศึกษา เพื่อดูว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์แล้วจะขึ้นจะมีผลกระทบในรัศมีใกล้เคียงเท่าใดด้วยโปรแกรม ALOHA เวอร์ชัน 5.4 โดยกำหนดเงื่อนไขสถานที่และสภาพแวดล้อมให้ใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด

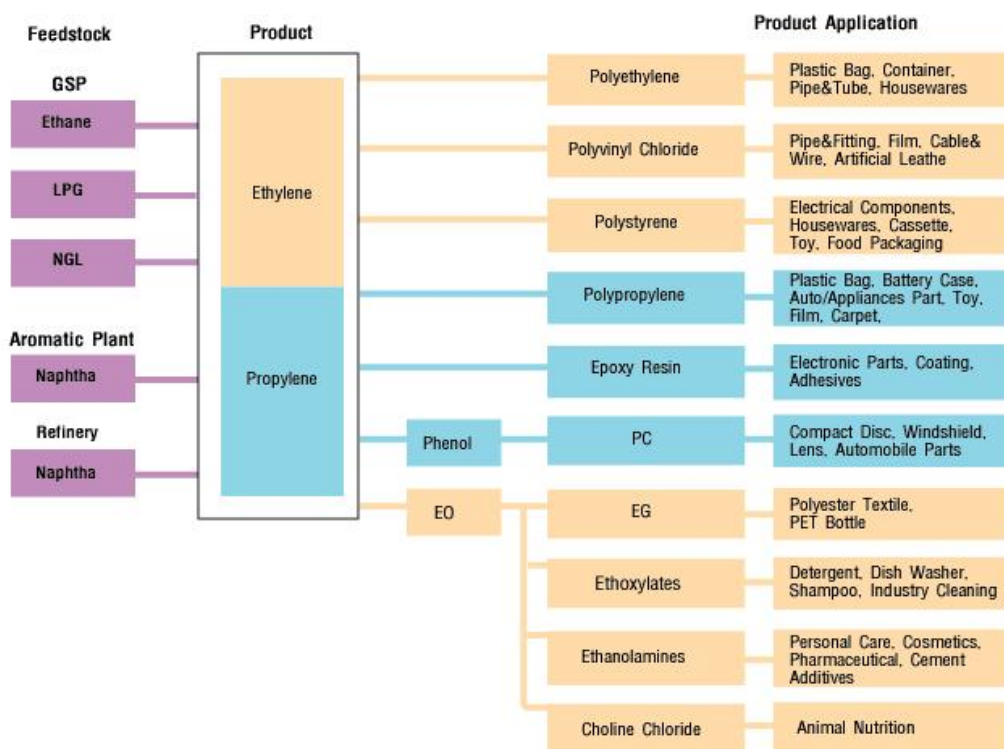
6. นำสถานการณ์จำลองมาประยุกต์ใช้กับโปรแกรมภูมิศาสตร์สารสนเทศ ซึ่งที่นำมาใช้เป็นโปรแกรม ArcGIS เวอร์ชัน 9.0 เพื่อดูว่าเมื่อเกิดเหตุการณ์ขอบเขตหรือบริเวณใดบ้างที่ได้รับผลกระทบ และจะเกิดความเสียหายมากน้อยเพียงใด
7. จัดทำแนวทางการป้องกันเพื่อลดผลกระทบ และเตรียมแผนรองรับกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

ผลและวิจารณ์

1. การคำนวณหาระยะที่ได้รับผลกระทบ

ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 3 เรื่อง มาตรการคุ้มครองความปลอดภัยในการดำเนินงาน ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อตรวจสอบหาสาเหตุของอันตรายที่แอบแฝงจากการทำงาน โดยเมื่อตรวจพบสิ่งบอเหตุต่าง ๆ แล้วจึงเป็นที่มาของการกำหนดมาตรการลดความเสี่ยงภัย รวมทั้งมาตรการบรรเทาเหตุความรุนแรงเมื่อเกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปลอดภัย ซึ่งกำหนดให้โรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับเคมีภัณฑ์ สารเคมี หรือวัตถุอันตราย และรวมไปถึงโรงงานประกอบกิจการเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์จากปิโตรเลียม

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยมีข้อมูลกระบวนการผลิตของโรงงานปิโตรเคมีแห่งหนึ่งเป็นโรงงานตัวอย่างในการทำงานวิจัยนี้ ซึ่งไม่สามารถเปิดเผยรายชื่อโรงงานดังกล่าว เนื่องจากเหตุผลด้านการความปลอดภัยและหลีกเลี่ยงมิให้ส่งผลกระทบต่อโรงงานดังกล่าวด้วย ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างสถานการณ์จำลอง เหตุการณ์รั่วไหลแพร่กระจาย และการระเบิด เพื่อที่จะได้ทราบระยะที่ได้รับผลกระทบ ซึ่งมีกระบวนการผลิตดังแสดงไว้ในภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แผนภูมิการผลิตโอเลฟินส์และผลิตภัณฑ์ขั้นต่อเนื่อง

ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

โดยผู้วิจัยได้ทำการวิจัยในโรงงานตัวอย่าง ซึ่งมีถึงบรรจุสารเคมีขนาดใหญ่ 4 ชนิด ได้แก่ Ethane, Ethylene, Propane และ Propylene ซึ่งคุณสมบัติคุณลักษณะของสารเคมีมีรายละเอียดตาม ภาคผนวก ก (<http://msds.pcd.go.th>, 2550) และถึงจัดเก็บสารเคมีมีปริมาณและการควบคุมในแต่ละ ถังที่ต่างกัน ในส่วนของสภาพอากาศที่นำมาใช้ในการสร้างแบบจำลองผู้วิจัยได้กำหนดเงื่อนไข สภาพอากาศโดยใช้ข้อมูลสภาพอากาศ ณ วันที่ 17 มีนาคม 2550 เวลา 13.00 น. รายละเอียดตาม ภาคผนวก ข รายละเอียดเงื่อนไขมีดังนี้

- ความเร็วลม 5.97 เมตร/วินาที ทิศทางจาก ESE เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการวิจัยเป็นพื้นที่ติด กับทะเล ซึ่งจะมีทิศทางลมไม่แน่นอน คือ จะมีลมบกและลมทะเล ซึ่งจะต้องมีการพิจารณา ลม ในทิศทางอื่นด้วย โดยใช้ระยะทางเป็นรัศมีและจุดเกิดเหตุเป็นจุดศูนย์กลางเมื่อลากเป็นวงกลม จะได้พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการเปลี่ยนทิศทางของลม

- อุณหภูมิภายนอกถึง 35.2 องศาเซลเซียส
- ความชื้นสัมพัทธ์ 63%
- เมฆ มีเมฆมากบางส่วน (กำหนดในโปรแกรมมีเมฆ 5 ใน 10 ส่วน)

สำหรับการจำลองการเกิดเหตุวัตถุอันตรายรั่วไหล ผู้วิจัยได้นำปัญหาที่เคยเกิดเหตุในโรงงานตัวอย่างคือ การรั่วไหลของวัตถุอันตรายบริเวณหน้าแปลน ซึ่งมีขนาดรอยรั่วกว้าง 1 มิลลิเมตร และมีความยาว 2 เซนติเมตร เป็นเงื่อนไขในการจำลองสถานการณ์โดยใช้โปรแกรม ALOHA ปรากฏว่าโปรแกรมไม่สามารถแสดงแบบจำลองได้ เนื่องจากมีผลกระทบน้อยมาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงต้องสร้างสถานการณ์ให้มีขนาดรอยรั่วมีขนาดกว้างขึ้นเพื่อโปรแกรมสามารถแสดงแบบจำลองการรั่วไหลได้ โดยกำหนดรอยรั่วมีลักษณะ  มีขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร

1.1 ถึงบรรจุ Ethane

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างสถานการณ์ เพื่อตรวจสอบผลกระทบจากสาเหตุวัตถุอันตรายหกรั่วไหลและระเบิด โดยใช้โปรแกรม ALOHA ทั้งนี้ได้กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

เงื่อนไขแหล่งกำเนิด

- Vertical Cylindrical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 19 เมตร สูง 24.5 เมตร ดังแสดงไว้ในภาพที่ 10 และตารางที่ 5

- บรรจุ Ethane 3,042 ตัน ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะดังแสดงไว้ในตารางที่ 5

- ควบคุมอุณหภูมิในถัง -80 องศาเซลเซียส และความดัน 500 mm.H₂O

- กรณีวัตถุอันตรายหกรั่วไหล กำหนดเงื่อนไขมีรูรั่วจากตัวถัง รูปทรง  ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และสูงจากระดับก้นถังถึง 1 เมตร

- ระยะเวลาในการเกิดเหตุ 60 วินาที



ภาพที่ 10 ถังบรรจุ Ethane

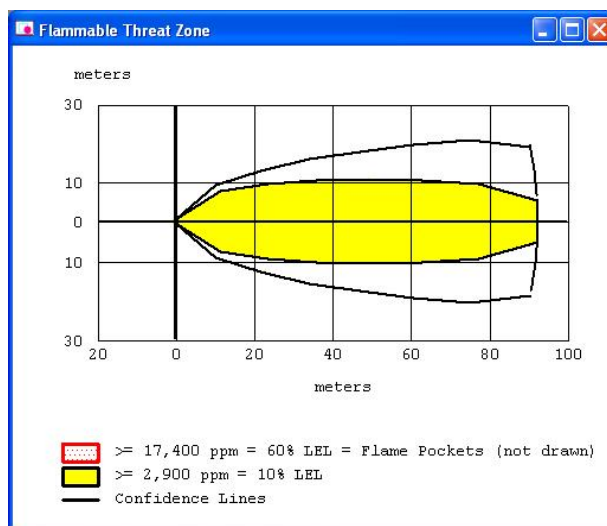
ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ตารางที่ 5 แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Ethane

ขนาดอุปกรณ์ (Outer Shell Size) - เส้นผ่าศูนย์กลาง : 19 m - สูง : 24.5 m พื้นที่ผิว : 1,014.2 m² ปริมาตร : 5,575 m³	ผลิตภัณฑ์/สารเคมีในอุปกรณ์ Ethane (C₂H₆) จุดวาบไฟ : -135°C ค่า LEL 3 % ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1) : 1.04 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ : 0.446 ที่ 0 °C ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ=1) : 1.242 ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยตาม NFPA (ระบุเป็นตัวเลข) อันตรายต่อสุขภาพ = 1 (อันตรายน้อย) ความไวไฟ = 4 (จุดวาบไฟต่ำกว่า 22°C) ความไวไฟในปฏิกิริยา = 0 (เสถียร)
Processing Condition - Pressure 500 mm.H₂O - Temp. -80 C° - Inventory 3,042 tons - PHASE Liquid	

ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

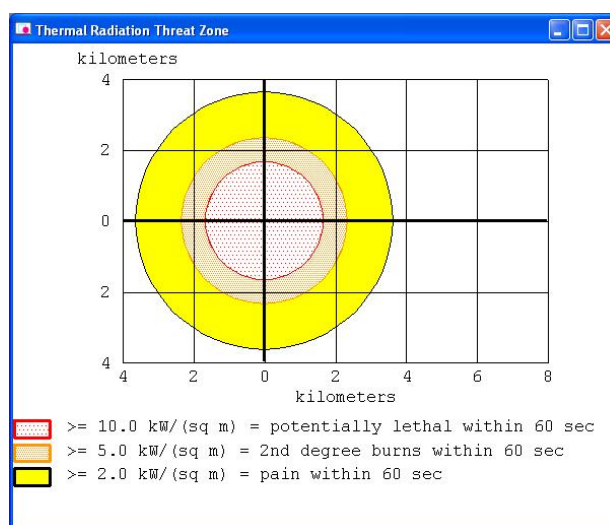
ซึ่งจากเงื่อนไขที่กล่าวมาข้างต้นนำมาใช้ในการสร้างแบบจำลอง ซึ่งสามารถแสดงผลการแพร่กระจายจากการรั่วไหล และการระเบิดที่ได้จากโปรแกรม ALOHA ดังแสดงใน ภาพที่ 11 และ 12



ภาพที่ 11 ระยะของผลกระทบกรณี Ethane รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ

ตามภาพที่ 11 เป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของ Ethane ในกรณีเกิดการรั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีระยะ 30 เมตร มีค่าความเข้มข้น 17,400 ส่วนในล้านส่วน หรือ 60% LEL (Flame Pockets) ซึ่งโปรแกรมจะไม่สามารถแสดงในภาพที่ 11 เนื่องจากมีระยะของผลกระทบ น้อยมาก
- พื้นที่สีเหลืองมีระยะ 93 เมตร มีค่าความเข้มข้น 2,900 ส่วนในล้านส่วน หรือ 10% LEL



ภาพที่ 12 รัศมีการระเบิดของ Ethane แสดงในรูปของรังสีความร้อน

ตามภาพที่ 12 เป็นแบบจำลองของรังสีความร้อนของ fireball เนื่องจากการระเบิดของ Ethane ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีพื้นที่รัศมี 1.7 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 10.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิต

- พื้นที่สีส้มมีพื้นที่รัศมี 2.3 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงในการถูกเผาไหม้ในระดับที่สอง

- พื้นที่สีเหลืองมีพื้นที่รัศมี 3.6 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 2.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงถึงขั้นได้รับบาดเจ็บ

1.2 ถึงบรรจุ Ethylene

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างสถานการณ์ เพื่อตรวจสอบผลกระทบจากสาเหตุวัตถุน้ำมันรั่วไหลและระเบิด โดยใช้โปรแกรม ALOHA ทั้งนี้ได้กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

เงื่อนไขแหล่งกำเนิด

- Vertical Cylindrical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 26 เมตร สูง 27 เมตร
 ดังแสดงไว้ในภาพที่ 13 และตารางที่ 6

- บรรจุ Ethylene 4,000 ตัน ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะดังแสดงไว้ในตารางที่ 6

- ควบคุมอุณหภูมิในถัง -102 องศาเซลเซียส และความดัน 500 mm.H₂O

- กรณีวัตถุอันตรายหกรั่วไหล กำหนดเงื่อนไขมีรั่วจากตัวถัง รูปทรง  ขนาด กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และสูงจากระดับก้นถังถึง 1 เมตร

- ระยะเวลาในการเกิดเหตุ 60 วินาที



ภาพที่ 13 ถังบรรจุ Ethylene

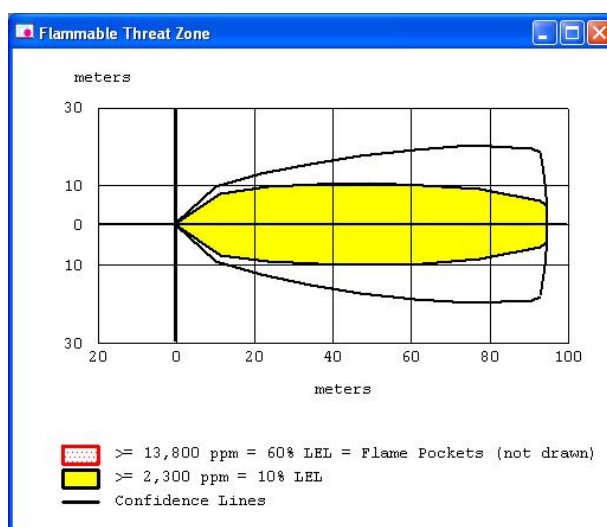
ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ตารางที่ 6 แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Ethylene

ขนาดอุปกรณ์ (Outer Shell Size) - เส้นผ่าศูนย์กลาง : 26 m - สูง : 27 m พื้นที่ผิว : 1,632.8 m² ปริมาตร : 8,000 m³	ผลิตภัณฑ์/สารเคมีในอุปกรณ์ Ethylene (C₂H₄) จุดวาบไฟ : -136°C ค่า LEL 2.7 % ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1) : 0.98 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ : 0.610 ที่ 0 °C ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ=1) : 0.57 ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยตาม NFPA (ระบุเป็นตัวเลข) อันตรายต่อสุขภาพ = 1 (อันตรายน้อย) ความไวไฟ = 4 (จุดวาบไฟต่ำกว่า 22°C) ความไวไฟในปฏิกิริยา = 2 (ปฏิกิริยาเคมีรุนแรง)
Processing Condition - Pressure 500 mm.H₂O - Temp. -102 C° - Inventory 4,000 tons - PHASE Liquid	

ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ซึ่งจากเงื่อนไขที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงผลการแพร่กระจายจากการรั่วไหล และการระเบิดที่ได้จากโปรแกรม ALOHA ดังแสดงในภาพที่ 14 และ 15



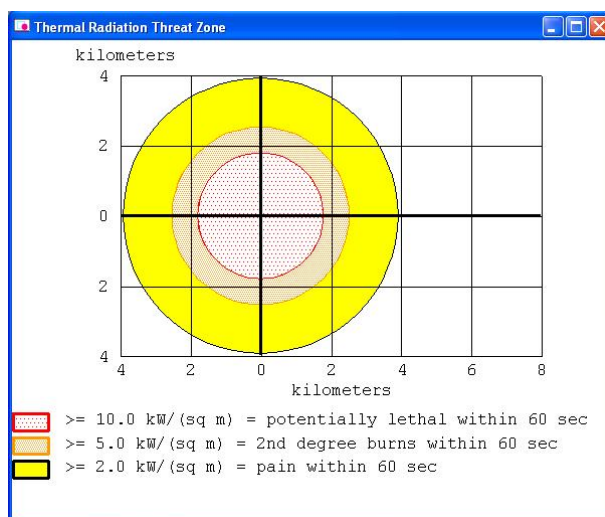
ภาพที่ 14 ระยะของผลกระทบกรณี Ethylene รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของ

ความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ

ตามภาพที่ 14 เป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของ Ethylene ในกรณีเกิดการรั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีระยะ 30 เมตร มีค่าความเข้มข้น 13,800 ส่วนในล้านส่วน หรือ 60% LEL (Flame Pockets) ซึ่งโปรแกรมจะไม่สามารถแสดงในภาพที่ 14 เนื่องจากมีระยะของผลกระทบ น้อยมาก

- พื้นที่สีเหลืองมีระยะ 95 เมตร มีค่าความเข้มข้น 2,300 ส่วนในล้านส่วน หรือ 10% LEL



ภาพที่ 15 รัศมีการระเบิดของ Ethylene แสดงในรูปของรังสีความร้อน

ตามภาพที่ 15 เป็นแบบจำลองของรังสีความร้อนของ fireball เนื่องจากการระเบิดของ Ethylene ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีพื้นที่รัศมี 1.8 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 10.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิต

- พื้นที่สัมผัสมีพื้นที่รัศมี 2.5 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงในการถูกเผาไหม้ในระดับที่สอง

- พื้นที่สีเหลืองมีพื้นที่รัศมี 3.9 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 2.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงถึงขั้นได้รับบาดเจ็บ

1.3 ถังบรรจุ Propane

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างสถานการณ์ เพื่อตรวจสอบผลกระทบจากสาเหตุวัตถุอันตรายหกรั่วไหลและระเบิด โดยใช้โปรแกรม ALOHA ทั้งนี้ได้กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

เงื่อนไขแหล่งกำเนิด

- Spherical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22.3 เมตร ดังแสดงไว้ในภาพที่ 16 และตารางที่ 7

- บรรจุ Propane 1,800 ตัน ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะดังแสดงไว้ในตารางที่ 7

- ไม่มีการควบคุมอุณหภูมิในถัง แต่มีการควบคุมความดัน 17 kg/cm^2

- กรณีวัตถุอันตรายหกรั่วไหล กำหนดเงื่อนไขมีรั่วจากตัวถัง รูปทรง  ขนาด กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และสูงจากระดับก้นถัง 22.3 เมตร

- ระยะเวลาในการเกิดเหตุ 60 วินาที



ภาพที่ 16 ถังบรรจุ Propane

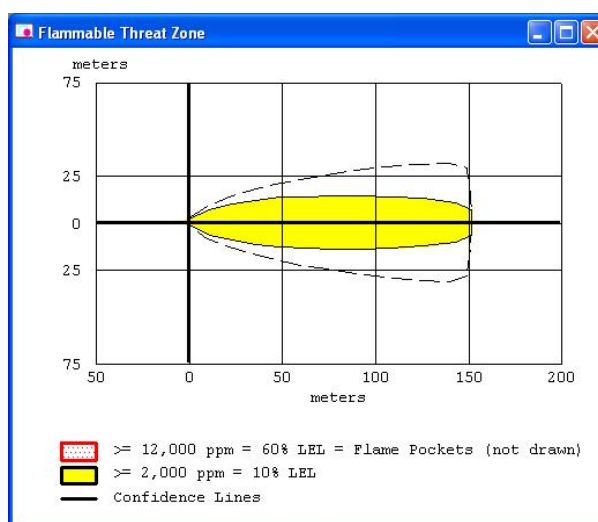
ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ตารางที่ 7 แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Propane

ขนาดอุปกรณ์ (Outer Shell Size) - เส้นผ่าศูนย์กลาง : 20.3 m พื้นที่ผิว : 1,300 m² ปริมาตร : 2,000 m³	ผลิตภัณฑ์/สารเคมีในอุปกรณ์ Propane (C₃H₈) จุดวาบไฟ : -104°C ค่า LEL 2.37 % ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1) : 1.6 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ : 0.5852 ที่ -44.5 °C และ 4 °C ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ=1) : 0.50-0.51 ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยตาม NFPA (ระบุเป็นตัวเลข) อันตรายต่อสุขภาพ = 1 (อันตรายน้อย) ความไวไฟ = 4 (จุดวาบไฟต่ำกว่า 22°C) ความไวไฟในปฏิกิริยา = 0 (เสถียร)
Processing Condition - Pressure 17 kg/cm² - Temp. Ambient C° - Inventory 1,800 tons - PHASE Liquid	

ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ซึ่งจากเงื่อนไขที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงผลการแพร่กระจายจากการรั่วไหล และการระเบิดที่ได้จากโปรแกรม ALOHA ดังแสดงในภาพที่ 17 และ 18

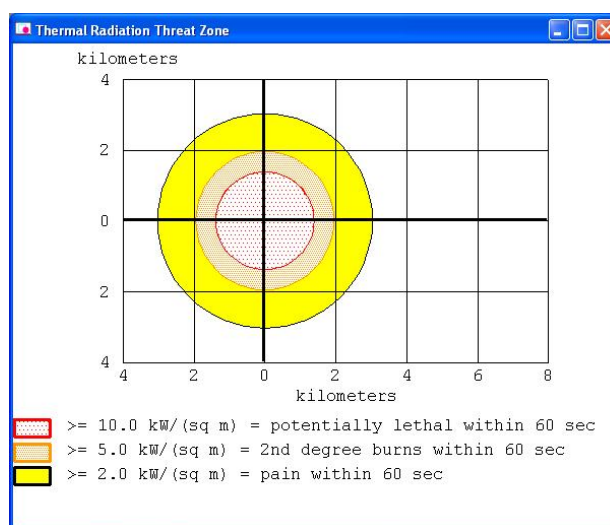


ภาพที่ 17 ระยะของผลกระทบกรณี Propane รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ

ตามภาพที่ 17 เป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของ Propane ในกรณีเกิดการรั่วไหล ออกจากถังเก็บในหน่วยของความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีระยะ 48 เมตร มีค่าความเข้มข้น 12,000 ส่วนในล้านส่วน หรือ 60% LEL (Flame Pockets) ซึ่งโปรแกรมจะไม่สามารถแสดงในภาพที่ 17 เนื่องจากมีระยะของผลกระทบ น้อยมาก

- พื้นที่สีเหลืองมีระยะ 152 เมตร มีค่าความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน หรือ 10% LEL



ภาพที่ 18 รัศมีการระเบิดของ Propane แสดงในรูปของรังสีความร้อน

ตามภาพที่ 18 เป็นแบบจำลองของรังสีความร้อนของ fireball เนื่องจากการระเบิดของ Propane ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีพื้นที่รัศมี 1.4 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 10.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิต

- พื้นที่สีส้มมีพื้นที่รัศมี 2.0 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงในการถูกเผาไหม้ในระดับที่สอง

- พื้นที่สีเหลืองมีพื้นที่รัศมี 3.0 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 2.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงถึงขั้นได้รับบาดเจ็บ

1.4 ถังบรรจุ Propylene

ผู้วิจัยได้ทำการสร้างสถานการณ์ เพื่อตรวจสอบผลกระทบจากสาเหตุวัตถุอันตราย หกรั่วไหลและระเบิด โดยใช้โปรแกรม ALOHA ทั้งนี้ได้กำหนดเงื่อนไข ดังนี้

เงื่อนไขแหล่งกำเนิด

- Vertical Cylindrical Tank ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 24.22 เมตร สูง 25.25 เมตร
ดังแสดงไว้ในภาพที่ 19 และตารางที่ 8
- บรรจุ Propylene 6,000 ตัน ซึ่งมีข้อมูลจำเพาะดังแสดงไว้ในตารางที่ 8
- ควบคุมอุณหภูมิในถัง -40 องศาเซลเซียส และความดัน 0.5 PSI
- กรณีวัตถุอันตรายหกรั่วไหล กำหนดเงื่อนไขมีรั้วจากตัวถัง รูปทรง ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 2 เซนติเมตร และสูงจากระดับกันถึง 1 เมตร
- ระยะเวลาในการเกิดเหตุ 60 วินาที



ภาพที่ 19 ถังบรรจุ Propylene

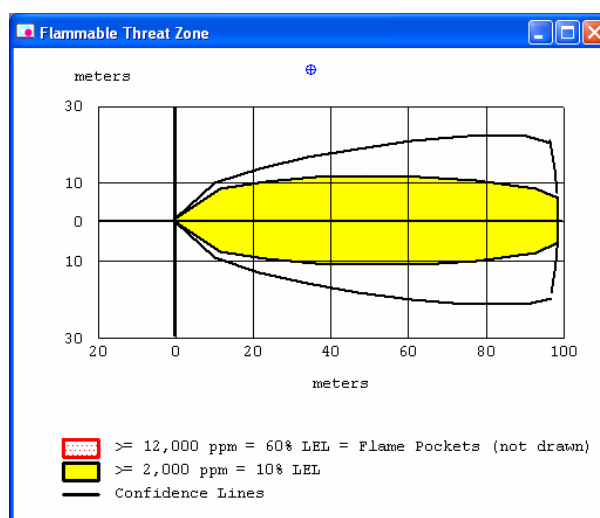
ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ตารางที่ 8 แสดงข้อมูลจำเพาะของเคมีและถังบรรจุ Propylene

ขนาดอุปกรณ์ (Outer Shell Size) - เส้นผ่าศูนย์กลาง : 24.22 m - สูง : 25.25 m พื้นที่ผิว : 1,421 m² ปริมาตร : 9,960 m³	ผลิตภัณฑ์/สารเคมีในอุปกรณ์ Propylene (C₃H₆) จุดวาบไฟ : -108°C ค่า LEL 11 % ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1) : 1.5 ความหนาแน่นสัมพัทธ์ : 1.49 ที่ 0 °C ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ=1) : 0.5 ข้อมูลเพื่อความปลอดภัยตาม NFPA (ระบุเป็นตัวเลข) อันตรายต่อสุขภาพ = 1 (อันตรายน้อย) ความไวไฟ = 4 (จุดวาบไฟต่ำกว่า 22°C) ข้อมูลพิเศษ = - ความไวไฟในปฏิกิริยา = 1 (ไม่เสถียรเมื่อโดนความร้อน)
Processing Condition - Pressure 0.5 PSI - Temp. -40 C^o - Inventory 6,000 tons - PHASE Liquid	

ที่มา: โรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษา (2550)

ซึ่งจากเงื่อนไขที่กล่าวมาข้างต้นสามารถแสดงผลการแพร่กระจายจากการรั่วไหล และการระเบิดที่ได้จากโปรแกรม ALOHA ดังแสดงในภาพที่ 20 และ 21



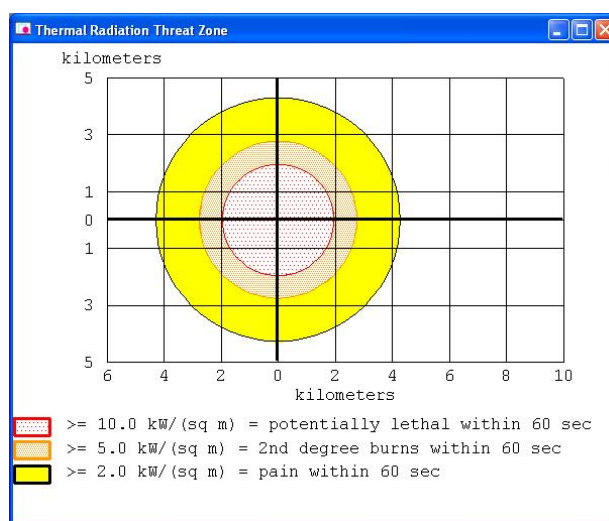
ภาพที่ 20 ระยะของผลกระทบกรณี Propylene รั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของ

ความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ

ตามภาพที่ 20 เป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของ Propylene ในกรณีเกิดการรั่วไหลออกจากถังเก็บในหน่วยของความเข้มข้นในระดับต่าง ๆ ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีระยะ 32 เมตร มีค่าความเข้มข้น 12,000 ส่วนในล้านส่วน หรือ 60% LEL (Flame Pockets) ซึ่งโปรแกรมจะไม่สามารถแสดงในภาพที่ 17 เนื่องจากมีระยะของผลกระทบ น้อยมาก

- พื้นที่สีเหลืองมีระยะ 99 เมตร มีค่าความเข้มข้น 2,000 ส่วนในล้านส่วน หรือ 10% LEL



ภาพที่ 21 รัศมีการระเบิดของ Propylene แสดงในรูปของรังสีความร้อน

ตามภาพที่ 21 เป็นแบบจำลองของรังสีความร้อนของ fireball เนื่องจากการระเบิดของ Propane ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้

- พื้นที่สีแดงมีพื้นที่รัศมี 2.0 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 10.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงอาจถึงขั้นเสียชีวิต

- พื้นที่สัมผัสมีพื้นที่รัศมี 2.8 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงในการถูกเผาไหม้ในระดับที่สอง

- พื้นที่สีเหลืองมีพื้นที่รัศมี 4.3 กิโลเมตร มีค่าพลังงานความร้อน 2.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีความรุนแรงถึงขั้นได้รับบาดเจ็บ

ตารางที่ 9 เปรียบเทียบระยะผลกระทบจากการรั่วไหลและรัศมีผลกระทบจากการระเบิด

วัตถุอันตราย ที่ทำการศึกษา	รัศมีผลกระทบกรณีเกิดเหตุ	
	การรั่วไหล (ระยะทาง)	การระเบิด (รัศมี)
1. Ethane	93 เมตร	3,600 เมตร
2. Ethylene	95 เมตร	3,900 เมตร
3. Propane	152 เมตร	3,000 เมตร
4. Propylene	99 เมตร	4,300 เมตร

จากตารางที่ 9 วัตถุอันตรายที่มีระยะผลกระทบจากมากไปน้อยที่สุดกรณีเกิดเหตุรั่วไหล คือ Propane , Propylene , Ethylene และ Ethane ตามลำดับ

การกำหนดสิ่งแวดล้อมภายนอกเท่ากัน ได้แก่ การกำหนดลักษณะภูมิอากาศภายนอกเท่ากัน ขนาดของรอยรั่วมีขนาดเท่ากัน เป็นต้น ปัจจัยที่มีผลต่อระยะผลกระทบกรณีเกิดเหตุรั่วไหลจะขึ้นอยู่กับน้ำหนักโมเลกุลและแรงดันในถัง เมื่อพิจารณาน้ำหนักโมเลกุลของ Propane เปรียบเทียบกับวัตถุอันตรายทั้งสามชนิด Propane จะมีน้ำหนักโมเลกุลสูงที่สุด จึงไม่ใช่ปัจจัยที่ส่งผลให้ระยะของผลกระทบจากการรั่วไหลของ Propane ไกลที่สุด แต่หากพิจารณาความดันในถังของ Propane ซึ่งมีค่าความดันที่สูงกว่าถังบรรจวัตถุอันตรายทั้งสามชนิด จะเห็นได้ว่ามีปัจจัยทำให้ระยะผลกระทบจากการรั่วไหลของ Propane มีระยะทางมาก

จากตารางที่ 9 ผลกระทบจากมากไปน้อยกรณีเกิดเหตุระเบิด คือ Propylene, Ethylene, Ethane และ Propane ตามลำดับ

ปัจจัยที่ส่งผลให้มีรัศมีการระเบิดมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณของวัตถุอันตราย (mass) และพลังงานจากการระเบิดของวัตถุอันตรายแต่ละชนิด (energy of explosion) จากตารางที่ 10

พิจารณาในค่าพลังงานจากการระเบิด Propane จะมีค่าพลังงานจากการระเบิดสูงที่สุด รองลงมาคือ Propylene, Ethane และ Ethylene ตามลำดับ แต่หากพิจารณาในส่วนของคุณสมบัติของวัตถุอันตรายจะเห็นว่า Propylene จะมีปริมาณสูงที่สุด รองลงมา คือ Ethylene, Ethane และ Propane ตามลำดับ ดังนั้นปัจจัยที่ส่งผลให้ Propylene มีรัศมีการระเบิดสูงสุดคือ ปริมาณที่มีมากกว่าวัตถุอันตรายตัวอื่น ๆ

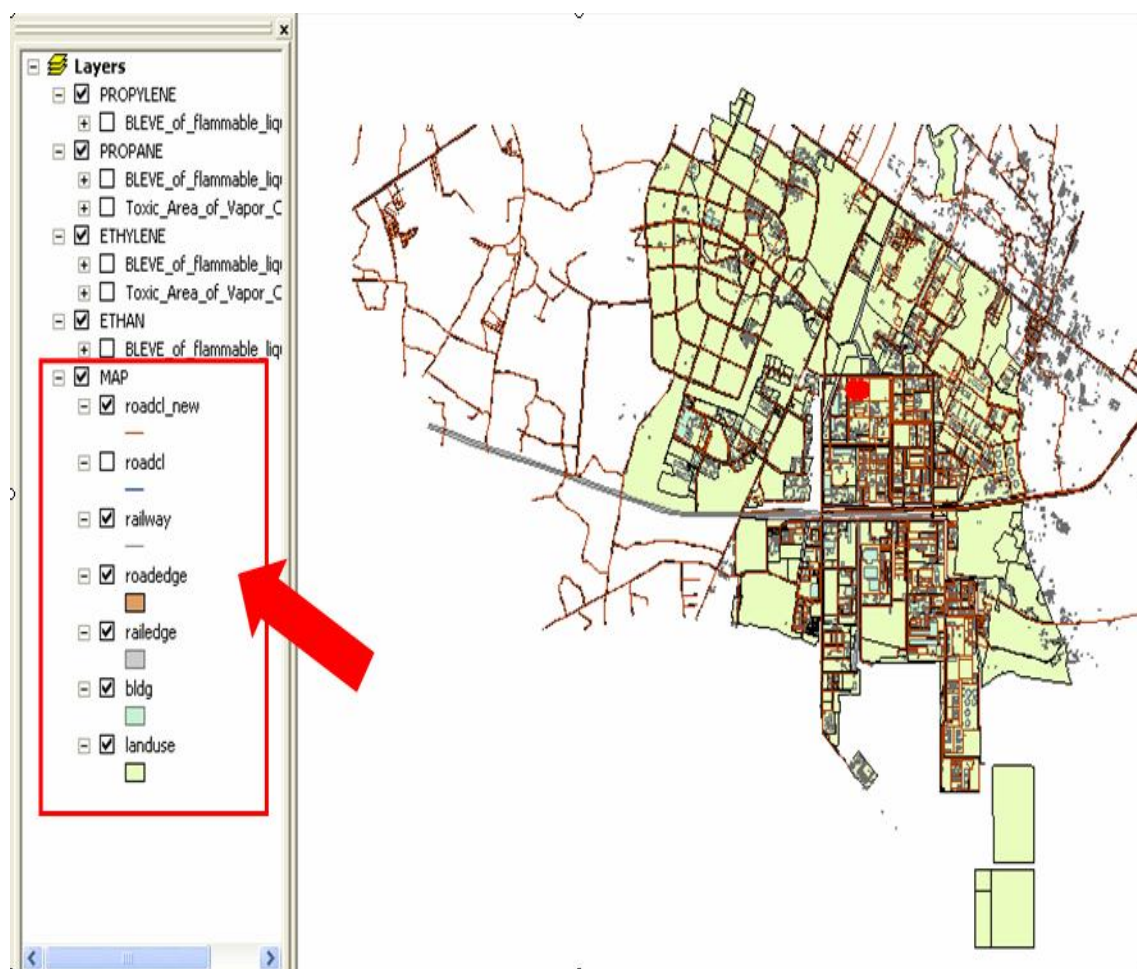
ตารางที่ 10 ค่าพลังงานจากการระเบิดและปริมาณของวัตถุอันตราย

	ค่าพลังงานจากการระเบิด (kJ/mol)	ปริมาณ (ตัน)
Ethane	-1,468.7	3,042
Ethylene	-1,332.4	4,000
Propane	-2,110.3	1,800
Propylene	-1,959.0	6,000

จากแบบจำลองดังกล่าวนำมาขยายผลโดยนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ต่อไป

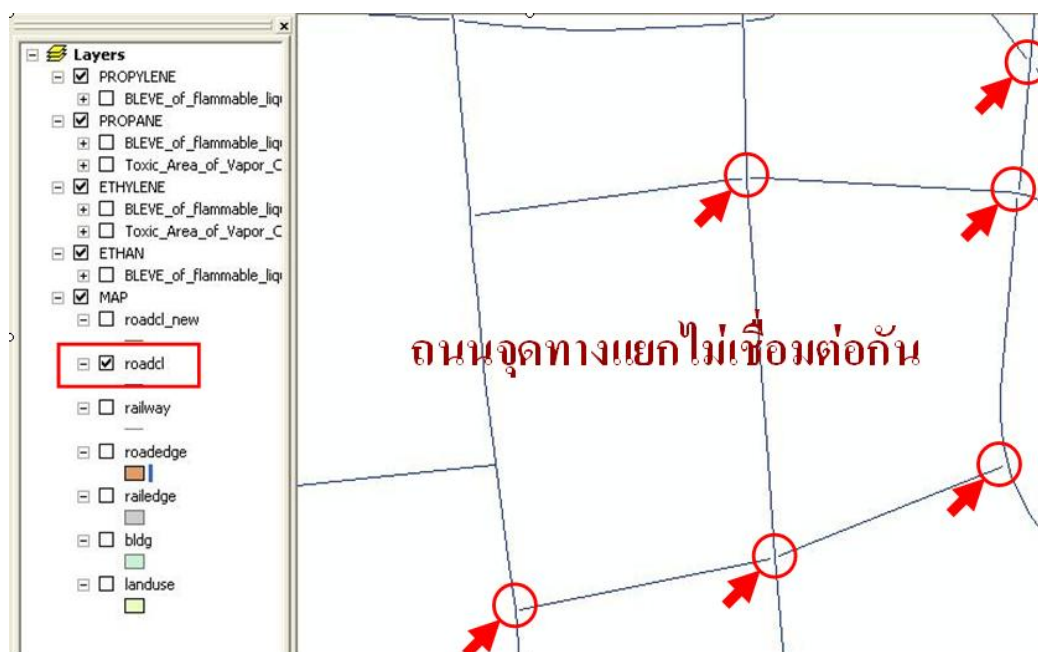
2. การประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อตรวจสอบพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหล และการระเบิดของวัตถุอันตราย

ทั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม ArcGIS เวอร์ชัน 9.0 มาใช้แสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหล และการระเบิดของสารเคมี ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่ผู้วิจัยนำมาใช้เป็นพื้นที่ของการนิคมอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งในจังหวัดระยอง ประกอบด้วยชั้นข้อมูล คือ ถนน ทางรถไฟ พื้นที่ใช้ประโยชน์ เป็นต้น รายเอียดแสดงดังภาพที่ 22



ภาพที่ 22 ชั้นรายละเอียดของข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ในการวิจัย

จากทดลองใช้ข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่มีอยู่ ผู้วิจัยพบว่าชั้นข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ที่นำมาใช้ไม่สมบูรณ์ โดยเฉพาะในส่วนของชั้นข้อมูลของถนนคือ จุดตัดของถนนในบริเวณทางแยกไม่เชื่อมต่อกัน ดังแสดงในภาพที่ 23 ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้โปรแกรม ArcGIS โดยใช้ Network Analyst ไม่สามารถหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการอพยพคนที่ได้รับบาดเจ็บจากการเกิดเหตุรั่วไหล หรือการระเบิดของสารเคมีได้ ดังนั้นผู้วิจัยจำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ให้แล้วเสร็จก่อนที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในงานวิจัยต่อไป ดังแสดงในภาพที่ 24



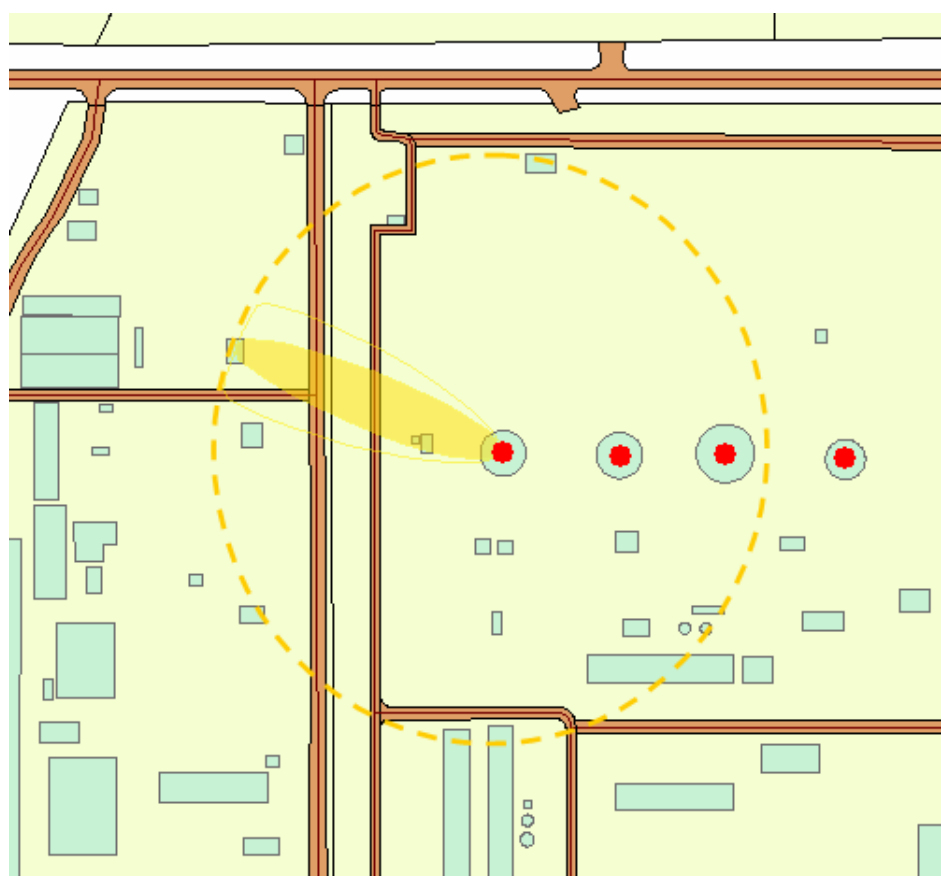
ภาพที่ 23 ชั้นข้อมูลของถนนไม่สมบูรณ์ เนื่องจากจุดตัดของถนนบริเวณทางแยกไม่เชื่อมต่อกัน



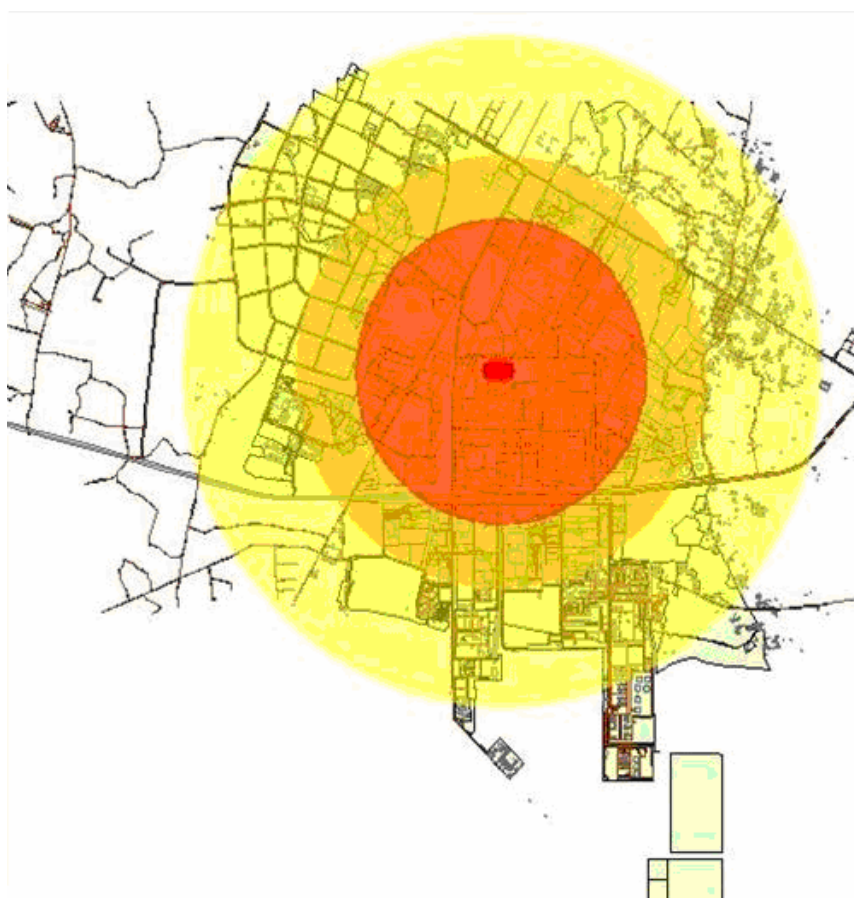
ภาพที่ 24 ชั้นข้อมูลของถนนที่ถูกแก้ไขให้จุดตัดของถนนบริเวณทางแยกเชื่อมต่อกัน

การติดตั้งโปรแกรมวางชั้นข้อมูลจากโปรแกรม ALOHA บนโปรแกรม ArcGIS และรวมถึงวิธีการใช้มีรายละเอียดดังภาคผนวก ค ผู้วิจัยได้ดำเนินการวางชั้นข้อมูลจากโปรแกรม ALOHA บนโปรแกรม ArcGIS พบว่าในส่วนของการรั่วไหลที่แสดงในรูปของความเข้มข้นที่สามารถถูกติดไฟได้ ไม่สามารถดึงขึ้นวางแสดงบนโปรแกรม ArcGIS ได้ แต่จะวางข้อมูลในส่วนของการรั่วไหลในรูปของความเข้มข้นของสารพิษ และการระเบิดของวัตถุอันตรายแสดงบนโปรแกรม ArcGIS ได้

ซึ่งจากการวางชั้นข้อมูลจากโปรแกรม ALOHA บนโปรแกรม ArcGIS จะทำให้เห็นพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุการณ์รั่วไหลหรือระเบิดของวัตถุอันตราย ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 25 และ 26



ภาพที่ 25 การประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับโปรแกรม ArcGIS ในส่วนของ การแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลของ Propane

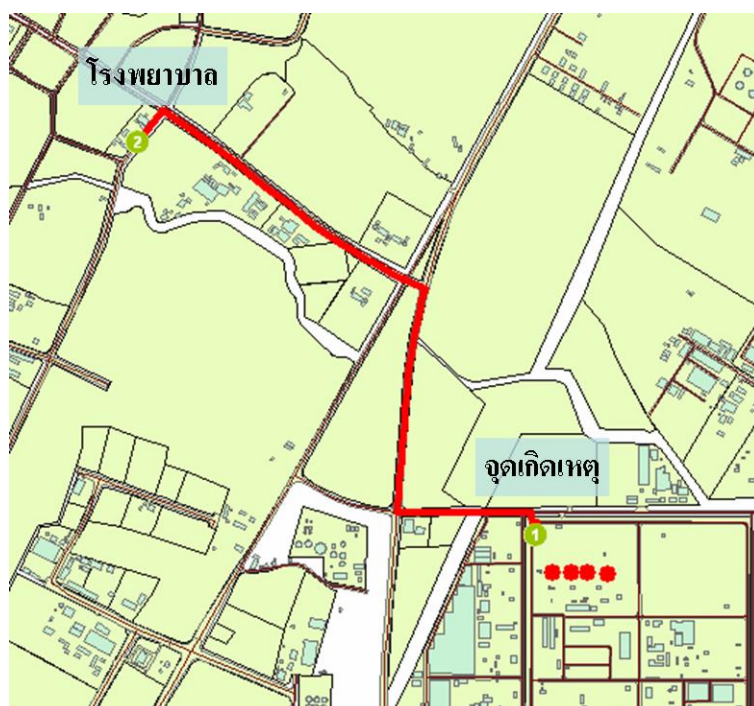


ภาพที่ 26 การประยุกต์ใช้โปรแกรม ALOHA ร่วมกับโปรแกรม ArcGIS ในส่วนของการแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบจากการระเบิดของ Propylene

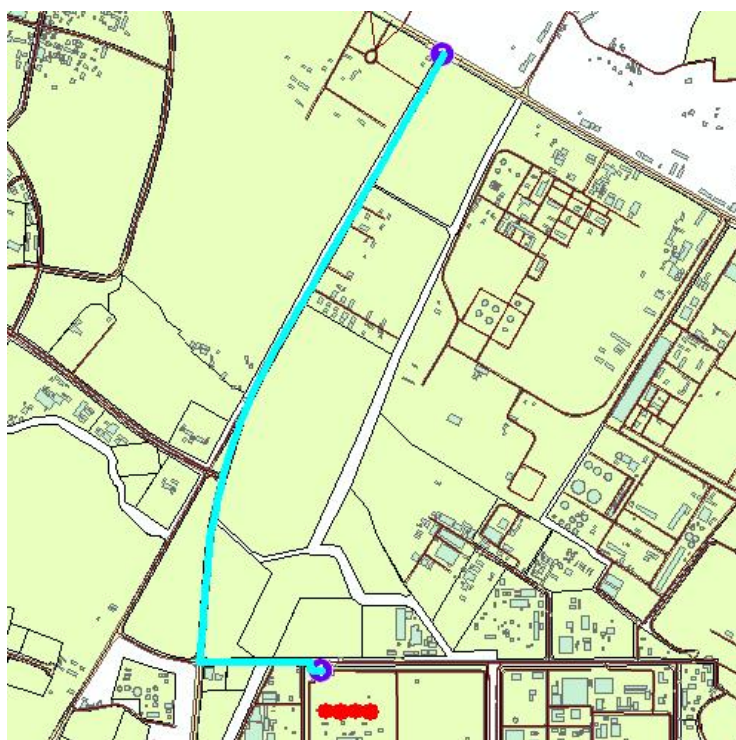
นอกจากการใช้ประโยชน์ของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการแสดงพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบแล้ว ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ยังสามารถช่วยหาเส้นทางที่สั้นที่สุดในการเข้าระงับเหตุหรืออพยพคนที่ได้รับบาดเจ็บได้ โดยใช้ Network Analyst ในการวิเคราะห์หาเส้นทางดังกล่าวซึ่งในงานวิจัยได้จัดทำเส้นทางไว้สามเส้นทาง ประกอบด้วย

- เส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดสำหรับส่งผู้ที่ได้รับบาดเจ็บไปยังโรงพยาบาลในพื้นที่ ดังแสดงในภาพที่ 27 ซึ่งมีระยะทาง 2,366.98 เมตร

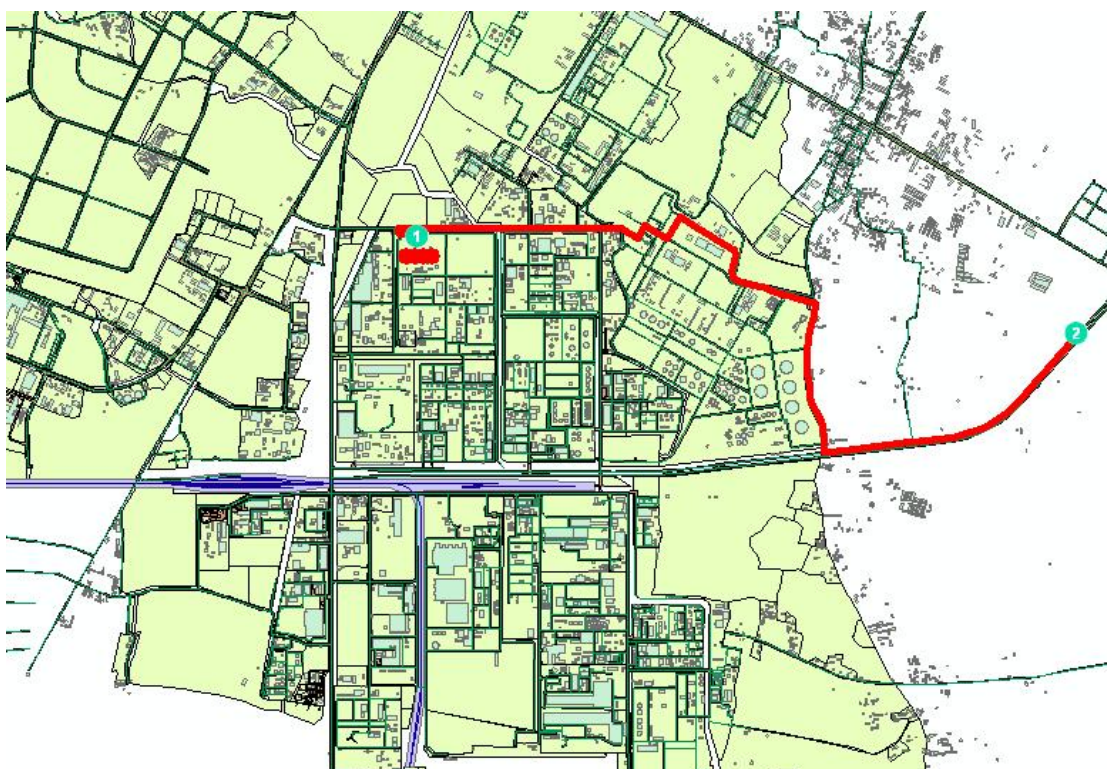
- เส้นทางที่มีระยะทางสั้นที่สุดสำหรับอพยพคนออกนอกพื้นที่สำหรับทางออก 2 ทาง ดังแสดงในภาพที่ 28 และ 29 โดยเส้นทางที่ 1 มีระยะทาง 3,083.62 เมตร และเส้นทางที่ 2 มีระยะทาง 6,783.17 เมตร



ภาพที่ 27 เส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการส่งผู้ที่ได้รับบาดเจ็บไปยังโรงพยาบาลในพื้นที่



ภาพที่ 28 เส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการอพยพคนออกนอกพื้นที่ ทางที่ 1



ภาพที่ 29 เส้นทางที่มีระยะสั้นที่สุดที่ใช้ในการอพยพคนออกนอกพื้นที่ ทางที่ 2
ขั้นตอนการหาเส้นทางที่สั้นที่สุดจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งโดยใช้โปรแกรม ArcGIS
Network Analyst สามารถดูได้ในภาคผนวก ง

3. การจัดทำแผนป้องกันและรองรับกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน

โดยจะแบ่งภาวะฉุกเฉินเป็น 3 ระดับ ดังนี้

- ภาวะฉุกเฉินระดับที่ 1 ได้แก่ การเกิดเหตุรั่วไหลของวัตถุอันตรายเล็กน้อย และไม่มีแนวโน้มที่จะเกิดเหตุเพลิงไหม้หรือระเบิด ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อชุมชนหรือโรงงานใกล้เคียง และสามารถควบคุมได้ โดยใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในโรงงาน

- ภาวะฉุกเฉินระดับ 2 ได้แก่ การเกิดเหตุรั่วไหลของวัตถุอันตราย และมีแนวโน้มที่จะเกิดเหตุเพลิงไหม้ แต่ไม่ถึงขั้นเกิดการระเบิด ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อชุมชนหรือโรงงานใกล้เคียง การควบคุมภาวะฉุกเฉินต้องขอความช่วยเหลือจากหน่วยงานภายนอกข้างเคียง นอกเหนือจากทรัพยากรที่มีอยู่ในโรงงาน

- ภาวะฉุกเฉินระดับ 3 ได้แก่ การเกิดเหตุรั่วไหล และมีแนวโน้มเกิดการระเบิดของวัตถุอันตราย ซึ่งเป็นภาวะฉุกเฉินระดับใหญ่สุดที่มีผลกระทบกับชุมชนหรือสิ่งแวดล้อมจนถึงขั้นต้องอพยพคนออกนอกพื้นที่ที่มีความเสี่ยงกรณีเกิดเหตุการณ์ระเบิดของสารเคมี

3.1 แผนปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินในโรงงาน ระดับที่ 1 ได้แก่ การรั่วไหลของวัตถุอันตรายเล็กน้อย โดยไม่มีแนวโน้มที่จะเกิดเหตุเพลิงไหม้หรือการระเบิดของวัตถุอันตรายดังกล่าว จะต้องดำเนินการ ดังนี้

3.1.1 ผู้รับผิดชอบในโรงงานเข้าระงับเหตุตามแผนฉุกเฉินของโรงงาน

3.1.2 รายงานให้หน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้องทราบ เช่น เขตประกอบการหรือนิคมอุตสาหกรรม อำเภอ กิ่งอำเภอ หรือเทศบาลเขตพื้นที่

3.1.3 ในกรณีที่มีผู้บาดเจ็บจากเหตุการณ์รั่วไหลของวัตถุอันตรายหรือเหตุอื่นที่ระยะผลกระทบไม่ส่งผลไปยังโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด ให้รายงานโรงพยาบาลทราบเบื้องต้น

3.1.4 แจ้งโรงงานข้างเคียงทราบ

โดยการรายงานตามข้อ 3.1.2 - 3.1.4 ต้องระบุจุดที่เกิดเหตุ ภัยที่เกิด สาเหตุ การเกิดขนาดความรุนแรง การช่วยเหลือในขณะนั้น การติดต่อสื่อสาร รายละเอียดเท่าที่มีทั้งหมด ฯลฯ เพื่อให้หน่วยงานภายนอกทราบเหตุเบื้องต้นและเตรียมเข้าสนับสนุนต่อไป

3.1.5 สั่งการให้บุคคลที่ต้องรับผิดชอบตามแผนฉุกเฉินของโรงงานทุกฝ่ายเตรียมรอรับการสนับสนุนจากภายนอก กรณีที่เหตุการณ์อาจลุกลามเข้าสู่ระดับ 2 และ 3

3.1.6 จัดเตรียมเจ้าหน้าที่ระดับสูงเพื่อรายงานเหตุการณ์และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการระงับเหตุของโรงงานให้หน่วยสนับสนุนจากภายนอกทราบ

3.1.7 หากเห็นว่าเหตุการณ์อาจลุกลาม และต้องการความช่วยเหลือ ให้รายงานยืนยันขอรับการสนับสนุน พร้อมเตรียมแจ้งอพยพคนออกนอกพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดการระเบิด

3.2 แผนปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินในโรงงาน ระดับที่ 2

เมื่อโรงงานที่เกิดเหตุแจ้งขอรับการสนับสนุนไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ให้ดำเนินการ ดังนี้

3.2.1 โรงงานที่เกิดเหตุ

3.2.1.1 จัดเจ้าหน้าที่ของโรงงานทำหน้าที่ร่วมกับหน่วยงานสนับสนุนจากภายนอก

3.2.1.2 จัดเตรียมเจ้าหน้าที่ระดับสูงเพื่อรายงานเหตุการณ์ และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการระงับเหตุของโรงงานให้หน่วยสนับสนุนจากภายนอกทราบ

3.2.2 หน่วยงานภายนอกที่เกี่ยวข้องในการเข้าระงับเหตุ

3.2.2.1 จัดเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ เข้าสนับสนุนร่วมระงับภัยกับโรงงานที่เกิดเหตุและโรงงานข้างเคียง

3.2.2.2 แจ้งตำรวจท้องที่ เพื่อปิดกั้นการจราจรเส้นทางที่ใช้ไปยังโรงงาน หรือเส้นทางขนส่งที่เกิดเหตุ และรักษาความสงบเรียบร้อยบริเวณโรงงาน

3.2.2.3 เตรียมการอพยพในกรณีที่จะต้องมีการอพยพประชาชนหรือพนักงานของโรงงานที่เกิดเหตุหรือโรงงานข้างเคียง

3.2.2.4 เมื่อเดินทางถึงโรงงานที่เกิดเหตุ ดำเนินการดังนี้

- เข้ารายงานตัวต่อเจ้าหน้าที่ของโรงงาน
- แจ้งกำลังเจ้าหน้าที่ อุปกรณ์ ฯลฯ ที่นำเข้ามาสนับสนุน
- รับทราบสถานการณ์
- รับทราบผังบริเวณ เส้นทาง ประเภตสารติดไฟ สารเคมี รายละเอียดอื่นที่จำเป็น
- มอบหมายภารกิจ

3.2.2.5 การระงับภัยและการช่วยเหลือผู้บาดเจ็บ ณ จุดที่เกิดเหตุขึ้นอยู่กับ การสั่งการของผู้สั่งการของโรงงานที่เกิดเหตุ โดยประสานงานกับหัวหน้าชุดสนับสนุนจาก ภายนอก

3.2.2.6 การสั่งการขั้นสูงสุดขึ้นอยู่กับหัวหน้าหน่วยงานภาครัฐที่เกี่ยวข้อง เช่น นายอำเภอ ปลัดอำเภอผู้เป็นหัวหน้าประจำกิ่งอำเภอ นายกเทศมนตรี หรือหัวหน้าพนักงาน ป้องกันภัยของอำเภอ กิ่งอำเภอ หรือเทศบาล ตามกฎหมาย โดยการให้ข้อมูล แนะนำ และ ประสานงานของเจ้าหน้าที่ของโรงงาน

3.2.2.7 นายอำเภอ ปลัดอำเภอผู้เป็นหัวหน้าประจำกิ่งอำเภอ นายกเทศมนตรี หรือหัวหน้าพนักงานป้องกันภัยของอำเภอ กิ่งอำเภอ หรือเทศบาล ตามกฎหมาย หรือโรงงาน ที่เกิดเหตุ รายงานสถานการณ์และการสนับสนุน

3.2.3 โรงงานข้างเคียง

จัดกำลังเจ้าหน้าที่และอุปกรณ์ เข้าสนับสนุนตามความเหมาะสม โดย ดำเนินการเฉพาะตามข้อ 3.2.2.4 และ 3.2.2.5

3.2.4 การติดต่อสื่อสาร

จะต้องสามารถติดต่อสื่อสารหน่วยงานต่าง ๆ ทุกหน่วย เช่น ทีมดับเพลิงของ พื้นที่โรงพยาบาล

3.2.5 การประเมินสถานการณ์

หน่วยงานที่เข้าสนับสนุนทุกหน่วยร่วมกับโรงงานที่เกิดเหตุประเมินสถานการณ์ หากเห็นว่าเหตุการณ์ดังกล่าวจะลุกลามเป็นภัยขนาดใหญ่ ไม่สามารถควบคุมได้ และต้องการรับ การสนับสนุน ให้ Emergency Director ของโรงงาน หรือผู้บังคับบัญชาสูงสุดของหน่วยงานภาครัฐ ที่เข้าร่วมระงับเหตุภายในโรงงานรายงานขอรับการสนับสนุนจากจังหวัด

3.3 แผนปฏิบัติการภาวะฉุกเฉินในโรงงาน ระดับที่ 3

เมื่อภาวะฉุกเฉินเข้าสู่ระดับที่ 3 จะมีหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการระงับเหตุจากภาครัฐ เช่น ผู้ว่าราชการจังหวัดหรือผู้อำนวยการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือน จังหวัดสั่งประกาศภาวะฉุกเฉินและจัดตั้งคณะทำงานรองรับเหตุฉุกเฉิน โดยแจ้งทุกฝ่ายและหน่วยงานสนับสนุนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องเข้าพื้นที่ที่กำหนดไว้หรือพื้นที่อื่น ๆ ที่กำหนดตามความเหมาะสมตามสภาพของพื้นที่เกิดภัย

ซึ่งภารกิจของคณะทำงานรองรับเหตุฉุกเฉิน มีดังนี้

3.3.1 รับทราบสถานการณ์ภาวะฉุกเฉิน โดยรับรายงานตั้งแต่แรกจาก นายอำเภอ ปลัดอำเภอผู้เป็นหัวหน้ากิ่งอำเภอ นายกเทศมนตรีท้องถิ่น และผู้อำนวยการในภาวะฉุกเฉินของโรงงานที่เกิดเหตุ

3.3.2 ประเมินสถานการณ์ จัดเตรียมอุปกรณ์และเจ้าหน้าที่ในส่วนที่รับผิดชอบ ที่จะต้องใช้ระงับเหตุ กำหนดภารกิจ สั่งการให้หน่วยงานต่าง ๆ เข้าปฏิบัติในภาวะฉุกเฉินแยกตามภารกิจ

3.3.3 ประกาศภาวะฉุกเฉิน

3.3.4 กรณีวัสดุอุปกรณ์ที่มีอยู่ไม่เพียงพอ หรือไม่มีศักยภาพพอที่จะระงับภัย ให้ทำหน้าที่สั่งการ หรือประสานงานหน่วยข้างเคียง และหน่วยสนับสนุนทุกหน่วย เพื่อขอรับการสนับสนุนด้านต่าง ๆ

3.3.5 นำเสนอผู้ว่าราชการจังหวัดให้ส่งบุคคล เครื่องมือสื่อสาร ยานพาหนะ การอพยพ ฯลฯ ในพื้นที่จังหวัด ช่วยสนับสนุนในการป้องกันภัยฝ่ายพลเรือนทั้งหมดทุกด้าน

3.3.6 รายงานหน่วยเหนือ และร้องขอการสนับสนุนจากรัฐบาล กรณีเกินขีดความสามารถของคณะทำงานรองรับเหตุฉุกเฉิน

3.3.7 นำเสนอผู้ว่าราชการจังหวัด เพื่อสั่งการให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องเข้าบูรณะฟื้นฟูความเสียหายโดยเร่งด่วน ตามอำนาจหน้าที่ของหน่วยงานตามกฎหมาย

3.3.8 ประกาศยกเลิกภาวะฉุกเฉินเมื่อเสร็จสิ้นภารกิจ

3.3.9 จัดการแถลงข่าวต่อสื่อมวลชน เพื่อชี้แจงเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นให้ประชาชนเข้าใจไม่ตื่นตระหนกและทราบวิธีการปฏิบัติตนในช่วงของการฟื้นฟูบูรณะ รวมทั้งสิ่งที่ทางราชการจะเข้าไปช่วยเหลือ

3.4 การควบคุมพื้นที่

บริเวณที่มีการรั่วไหลของสารเคมี ต้องมีการควบคุมพื้นที่ไม่ให้ผู้ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าไปโดยการกั้นธงแดงหรือแสดงเครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ว่ามีการรั่วไหลของสารเคมี กรณีสารเคมีรั่วไหล เป็นก๊าซหรือของเหลวไวไฟ ต้องมีการควบคุมแหล่งกำเนิดประกายไฟ เช่น จากระบบ HOT WORK จากระบบ ฯลฯ เพื่อป้องกันการเกิดเพลิงไหม้และทำ การแจ้งให้ผู้ที่ไม่มีความเกี่ยวข้องออกจากจุดเกิดเหตุไปอยู่ในจุดที่ปลอดภัย

การควบคุมพื้นที่อันตราย

3.4.1 การแบ่งพื้นที่เพื่อปิดกั้นบริเวณให้ดำเนินการปิดกั้นตาม Hazardous (Classified) Locations ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 Hazardous (Classified) Locations

Zone 0	บริเวณที่มีก๊าซ , ไอสารเคมีรั่วไหลตลอดเวลา
Zone 1	บริเวณดังกล่าวมีก๊าซ , ไอสารเคมีไหลระเหยออกมาตามกระแสลม ในขณะที่เกิดการรั่วไหล โดยปริมาณดังกล่าวอยู่ใกล้กับจุดที่อาจมีการสัมผัสรับไอวัตถุอันตราย
Zone 2	บริเวณที่จัดเหนือลม หรือที่มีการระบายอากาศดี ตรวจเช็คแล้วไม่มีปริมาณก๊าซและวัตถุอันตราย

3.4.2 หลักการปิดกั้น ตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 หลักการปิดกั้น

Zone	Distances		Isolation and Protection Action
	Day	Night	
0	ระยะปิดกั้นตาม ชนิดของก๊าซ,สาร	แต่ละชนิด Hazardous Location	1. ปิดกั้นบริเวณด้วยแนวธงแดง และติดป้ายเตือน (Safety Sign) “อันตรายก๊าซ, สารเคมีรั่วไหลห้าม เข้า” กรณีกลางคืนให้ติดตั้งสัญญาณไฟฉุกเฉิน 2. จัดเจ้าหน้าที่ Standby จุดผ่านที่ปิดกั้น Zone 0
1			1. ปิดกั้นบริเวณด้วยแนวธงแดงและติดป้ายเตือน (Safety Sign) “อันตรายก๊าซ, สารเคมีรั่วไหลห้าม เข้า” 2. จัด Security Standby จุดผ่านที่ปิดกั้นบริเวณ Zone 1 3. จัดเจ้าหน้าที่ตรวจเช็คปริมาณก๊าซตลอดเวลา 4. ระยะเวลาควบคุมของ Zone 1 จะขยายตามผล การวัดปริมาณก๊าซที่ตรวจสอบได้
2			ระยะเวลาควบคุมของ Zone 2 จะขยายตามผลของ กระแสลม ความรุนแรงที่ส่งผลกระทบต่อ ผู้เกี่ยวข้องต่าง ๆ

3.5 การควบคุมสถานการณ์

3.5.1 สารเคมีที่เป็นก๊าซ

เมื่อมีการรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นก๊าซไวไฟ ต้องควบคุมแหล่งกำเนิดประกายไฟ และทำการลดความเข้มข้นของกลุ่มก๊าซเพื่อป้องกันการติดไฟ โดยการสเปรย์น้ำไปยังกลุ่มก๊าซให้ ความเข้มข้นของก๊าซลดลงและบรรยากาศบริเวณใกล้เคียงเย็นตัวลงลดโอกาสในการติดไฟ และ ทำการตัดแยกระบบเพื่อไม่เกิดเหตุการณ์ต่อเนื่อง

3.5.2 สารเคมีที่เป็นของเหลวไวไฟ

เมื่อมีการรั่วไหลของสารเคมีที่เป็นของเหลวไวไฟต้องควบคุมแหล่งกำเนิดประกายไฟและกักเก็บของเหลวไวไฟไว้ในบริเวณจำกัด ไม่ให้กระจายออกไปถ้าสามารถดักหรือสูบใส่ถังได้ให้ดำเนินการโดยใช้อุปกรณ์ และอุปกรณ์ที่ใช้จะต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ (Explosion Proof) กรณีไม่สามารถกักเก็บได้จะต้องทำการระบายของเหลวดังกล่าวลงในบ่อเก็บกักน้ำจากกระบวนการผลิต (Diversion Box, API) ของโรงงาน

3.5.3 สารเคมีที่สามารถติดไฟได้เอง เมื่อสัมผัสกับน้ำหรืออากาศ

เมื่อมีการรั่วไหลของสารเคมีที่สามารถติดไฟได้เองเมื่อสัมผัสกับน้ำหรืออากาศ ห้ามใช้น้ำดับเพลิงโดยเด็ดขาดต้องใช้ Dry Chemical หรือทรายในการดับเพลิง และกลบสารเคมีดังกล่าวด้วยทรายแห้ง ๆ ป้องกันไม่ให้ลุกติดไฟ

3.5.4 สารเคมีที่เป็นควันหรือไอ เมื่อรั่วออกมาภายนอก

เมื่อมีการรั่วของสารเคมีที่มีควันหรือไอ จะต้องแจ้งผู้ที่อยู่ใกล้เคียงให้ทราบ และอพยพออกจากบริเวณเกิดเหตุไปในทิศทางตั้งฉากกับทิศทางลม (สังเกตจาก Wind Sock) หลังจากนั้นให้ทำการควบคุมควันหรือไอที่ลอยในอากาศด้วยการฉีดน้ำเป็นฝอยเพื่อให้ควันผสมเจือจางกับน้ำเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของไอสารเคมี

3.5.5 การทำความสะอาดบริเวณพื้นที่และการกำจัดของเสีย

สารเคมีที่เป็นของเหลวหรือของแข็งเมื่อมีการหกหรือรั่วไหลออกมาต้องทำความสะอาดพื้นที่ให้เรียบร้อยและรวบรวมเศษวัสดุจากการทำความสะอาด และสารปนเปื้อนไว้ในภาชนะที่ปิดมิดชิดเพื่อนำไปกำจัดตามวิธีการที่กำหนด

3.6 การกำหนดจุดคัดกรอง (Triage Area)

เป็นพื้นที่สำหรับการปฐมพยาบาลและทำการรักษาเบื้องต้นจากเหตุการณ์ฉุกเฉิน และใช้เป็นจุดนัดหมายที่มีความปลอดภัยต่อผู้บาดเจ็บและผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ดังกล่าวมากที่สุด โดยใช้ในวัตถุประสงค์ต่าง ๆ คือ

- 3.6.1 เป็นจุดนัดหมายในการรับส่งผู้บาดเจ็บ
- 3.6.2 เป็นจุดที่ทำการรักษา ปฐมพยาบาลเบื้องต้น
- 3.6.3 ใช้เป็นจุดนัดหมายในการจัดส่งความช่วยเหลืออื่น ๆ

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

วัตถุประสงค์หลักของงานวิจัยนี้เป็นการใช้โปรแกรม ALOHA ประเมินการรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุอันตราย อีกทั้งการนำระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มาประยุกต์ใช้ร่วมเพื่อจะเห็นสถานที่ที่ได้รับผลกระทบจากเหตุรั่วไหลและการระเบิดของวัตถุอันตราย และสามารถค้นหาเส้นทางเดินรถที่สั้นที่สุดในการเข้าระงับเหตุ หรืออพยพคนที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งส่วนที่ต่างจากผลวิจัยอื่นคือ การนำแบบจำลองของโปรแกรม ALOHA ในการส่วนการจำลองการระเบิดของวัตถุอันตรายและนำผลการจำลองมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ โดยผลการทดลองสามารถสรุปได้ดังนี้

ผลกระทบจากการรั่วไหลของวัตถุอันตรายสามารถสรุปจากมากไปน้อยได้ คือ Propane, Propylene, Ethylene และ Ethane ตามลำดับ และผลกระทบจากการระเบิดของวัตถุอันตรายสามารถสรุปจากมากไปน้อยได้ คือ Propylene, Ethylene, Ethane และ Propane ตามลำดับ ซึ่งรัศมีผลกระทบจาก Propane รั่วไหลซึ่งเป็นค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะประมาณ 152 เมตร และรัศมีผลกระทบจาก Propylene ระเบิดซึ่งเป็นค่าสูงสุดอยู่ที่ระยะประมาณ 4,200 เมตร

จากระยะรัศมีที่ส่งผลกระทบดังกล่าว หากพิจารณาในส่วนของระยะทางของการเกิดเหตุรั่วไหลสูงสุด คือ การเกิดการรั่วไหลของ Propane ซึ่งมีระยะทาง 152 เมตร จะเห็นว่าผลกระทบจากการเกิดเหตุดังกล่าวไม่ส่งผลไปยังโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด ซึ่งโรงพยาบาลอยู่ในรัศมีเกิดเหตุประมาณ 1,900 เมตร แต่หากพิจารณาในส่วนของรัศมีของการเกิดเหตุการณ์การระเบิดสูงสุด คือ การเกิดเหตุการณ์ระเบิดของ Propylene ซึ่งมีรัศมีผลกระทบประมาณ 4,200 เมตร จะเห็นว่าโรงพยาบาลที่ใกล้กับสถานที่เกิดเหตุจะได้รับผลกระทบจากการระเบิดด้วย

ซึ่งจากการใช้โปรแกรม ALOHA จำลองเหตุการณ์ และนำมาประยุกต์ใช้กับระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ทำให้ทราบพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบที่ชัดเจนมากยิ่งขึ้น และสามารถนำมาใช้กำหนดในแผนรองรับเหตุฉุกเฉินในส่วนของการกำหนดระยะเข้าระงับเหตุที่ปลอดภัย รวมถึงการกำหนดจุดรวมพลกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินซึ่งอยู่ในระยะที่ปลอดภัยจากการเกิดเหตุได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะ

การใช้ประโยชน์ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์มีหลายด้านและน่าจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่ศึกษาวิจัย เช่น ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร การเกษตรกรรม การจัดการทรัพยากร และสิ่งแวดล้อม หรือสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวกับทรัพยากรพื้นที่ แต่ทั้งนี้ในการทำฐานข้อมูลทางด้านภูมิศาสตร์สารสนเทศ จะต้องมีการพัฒนาระบบเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัย เช่น ข้อมูลตำแหน่งที่ตั้งสถานที่ต่าง ๆ เช่น โรงงาน สถานีดับเพลิง โรงพยาบาล เป็นต้น ซึ่งต้องมีการปรับปรุงข้อมูลให้ทันสมัยตามสถานที่ที่มีเพิ่มเติมขึ้นหรือมีการเปลี่ยนแปลงข้อมูล หรือการปรับปรุงข้อมูลทางการเดินทางขนส่ง ได้แก่ ความเร็วของถนนแต่ละเส้นทาง ประเภทของเส้นทางขนส่ง เป็นต้น ข้อมูลด้านความหนาแน่นของประชากรเพื่อที่จะได้ใช้ในการประเมินจำนวนประชากรที่ได้รับผลกระทบจากการเกิดเหตุได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

จากการประสานขอข้อมูลหน่วยงานภาครัฐเกี่ยวกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ จะเห็นว่าข้อมูลจะกระจายอยู่ตามหน่วยงานต่าง ๆ และแต่ละหน่วยงานก็มีข้อมูลคนในแต่ละด้านที่แตกต่างกันไป เช่น กรมโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อมูลเฉพาะโรงงานนอกการเขตประกอบการหรือการนิคมอุตสาหกรรมเท่านั้น ส่วนข้อมูลของการนิคมอุตสาหกรรมก็จะมีข้อมูลเฉพาะพื้นที่ในเขตการนิคมและรวมถึโรงงานในการนิคมอุตสาหกรรมเท่านั้น ทั้งสองหน่วยงานที่มีข้อมูลโรงงานซึ่งทั้งนี้ไม่ได้รวมถึงข้อมูลด้านอื่น ๆ เช่น ข้อมูลความหนาแน่นของประชากรในพื้นที่ ข้อมูลด้านการขนส่ง ข้อมูลสถานที่ตั้งหน่วยงานอื่น ๆ เป็นต้น จากปัญหาตามที่กล่าวมาข้างต้น หากมีหน่วยงานกลางเป็นศูนย์กลางรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ในทุก ๆ ด้าน จะดีต่อการบริหารจัดการและการพัฒนาข้อมูลต่อไป

ส่วนของการประเมินผลกระทบจะเห็นได้ว่า หากเกิดเหตุการณ์รั่วไหลหรือการระเบิดของวัตถุอันตราย รัศมีของผลกระทบส่งผลกระทบต่อพื้นที่ในบริเวณกว้าง ดังนั้นจะต้องมีการวางแผนป้องกันหรือรองรับกรณีเกิดเหตุฉุกเฉินให้มีประสิทธิภาพ เพื่อที่เวลาเกิดเหตุจะได้แก้ไขหรือบรรเทาความรุนแรง หรืออพยพคนที่อยู่ในเหตุการณ์ได้ทันทั่วทั้งที่ และจะทราบพื้นที่ที่ยังเสี่ยงต่อการได้รับผลกระทบต่อเหตุการณ์ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. ม.ป.ป. ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์. แหล่งที่มา <http://msds.pcd.go.th> ,
12 สิงหาคม 2549.

กรมอุตุนิยมวิทยา. สภาพอากาศในพื้นที่จังหวัดระยอง. แหล่งที่มา <http://www.tmd.go.th>,
17 มีนาคม 2550.

ชลเลิศ นวลโคกสูง. 2531. การใช้ระบบข้อมูลสารสนเทศภูมิศาสตร์ เพื่อการวางแผนการใช้ที่ดิน
เกษตรกรรมบริเวณอำเภอพนมสารคาม จังหวัดฉะเชิงเทรา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วนิดา เผื่อนาค. 2531. GRID ตัวอย่างหนึ่งของระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์. วารสารภูมิศาสตร์
13 (2): 67 – 74.

วิมูตา ประเสริฐพันธุ์. 2532. การใช้เทคนิคของระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการวิเคราะห์
อิทธิพลโครงข่ายพื้นฐานที่มีต่อรูปแบบการพัฒนาของกรุงเทพมหานครและปริมณฑล.
จุลสารดาวเทียม 38: 23 – 27.

สุกิต หัตยาสมบุรณ์. 2548. การประยุกต์ใช้โปรแกรมโอเอสทาทำนaylorการกระจายตัวของสารคลอรีน
เหลวเพื่อทำการประเมินผลกระทบของการฟุ้งกระจาย และสร้างแผนงานป้องกันและ
บรรเทาความเสียหายจากอุบัติเหตุการรั่วไหล. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สมจิตร ลิ้มสวัสดิ์ผล. 2538. การประยุกต์ใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์เพื่อวางแผนการใช้ที่ดิน
จังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สุเพชร จิระจรกุล. 2549. ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์และการใช้โปรแกรม ArcGIS Desktop
เวอร์ชัน 9.1. บริษัท เอส.อาร์. พรินติ้ง แมสโปรดักส์ จำกัด, นนทบุรี.

- สุระ พัฒนเกียรติ. 2534. **หลักเบื้องต้นระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, กรุงเทพฯ.
- Burrough, P.A. 1986. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment**. Clarendon Press, New York.
- Dangermond, J. 1984. A Classification of Software Components Commonly Used in Geographic Information Systems, pp. 1–23, 1-57. *In Basic Readings in Geographic Information Systems*. SPAD Systems, Ltd., New York.
- Geomatics Internet Service to Millennium Education. 2001-2002. **Fundamental of GIS**. Available Source: <http://www.gis2me.com>, August 12, 2006.
- Jay S., C. Tarun. 2006. **ArcGIS Network Analyst Tutorial**. Available Source : <http://www.esri.com>, August 12, 2006.
- TYDAC Technologies Inc. 1987. Systems overview and information, chapter 2, pp. 1 – 9 *In Spatial Analysis Systems, reference guide version 3.6*. Ontario.
- U.S. Environmental Protection Agency. 2006. **ALOHA® Areal Locations of Hazardous Atmospheres (user's manual)**. Available Source: <http://www.epa.gov/ceppo/cameo/aloha.htm>, August 12, 2006.

ภาคผนวก

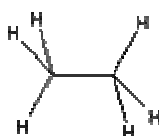
ภาคผนวก ก

คุณลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุอันตรายที่จะศึกษาวิจัย

ลักษณะและคุณสมบัติของวัตถุอันตรายที่จะทำการกรณศึกษา

1. Ethane; Methylmethane

ลักษณะทั่วไป

ชื่อพ้องอื่นๆ	Dimethyl; Ethyl hydride; Ethane, C.P. grade, 99%
สูตรโมเลกุล	C_2H_6
สูตรโครงสร้าง	
CAS No.	74-84-0
รหัส EC NO.	601-002-00-X
UN/ID No.	1035, 1961
รหัส RTECS	KH 3800000

การใช้ประโยชน์ ใช้ในการผลิตน้ำมัน, แก๊สธรรมชาติ, ใช้เป็นเชื้อเพลิง

ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ

LD ₅₀ (มก./กก.)	: -(-)
LC ₅₀ (มก./ม ³)	: -/- ชั่วโมง (-)
IDLH(ppm)	: -
ADI(ppm)	: -
MAC(ppm)	: -
PEL-TWA(ppm)	: -
PEL-STEL(ppm)	: -
PEL-C(ppm)	: -
TLV-TWA(ppm)	: -
TLV-STEL(ppm)	: -
TLV-C(ppm)	: -

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ : ก๊าซ ณ อุณหภูมิปกติ

สี : ไม่มีสี

กลิ่น : อ่อน ๆ

น้ำหนักโมเลกุล : 30.10

จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$) : -89

จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง ($^{\circ}\text{C}$) : -183

ความถ่วงจำเพาะ : 1.242 (น้ำ = 1)

ความหนาแน่นไอ : 1.04 (อากาศ = 1)

ความหนืด (mPa.sec) : 63.4

ความดันไอ (มิลลิเมตรปรอท) : 28842 ที่ 21°C

ความสามารถในการละลายน้ำ (กรัม/100 มิลลิลิตร) : 0.00602

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) : -

อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

สัมผัสทางหายใจ

- การหายใจเข้าไป อาจจะทำให้เกิดการระคายเคือง ปวดศีรษะ เชื้ออิมซึม เคลิบเคลิ้ม สั่นกระตุก หายใจติดขัด หมดสติไม่รู้สีกตัว หัวใจเต้นผิดปกติ เนื่องจาก มีฮีโมโกลบินน้อยกว่าปกติ มีผลกระทบต่อระบบประสาท ส่วนกลาง อาจถึงเสียชีวิตได้

สัมผัสทางผิวหนัง

- การสัมผัสถูกผิวหนัง จะทำให้เกิดการระคายเคือง ทำให้เกิดแผลไหม้ เนื่องจาก ความเย็นเยือก

กินหรือกลืนเข้าไป

- ไม่มีข้อมูล

สัมผัสถูกตา

- การสัมผัสถูกตา จะทำให้เกิดการระคายเคือง ทำให้เกิดแผลไหม้ เนื่องจาก ความเย็นเยือก

การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่น ๆ

- สารนี้มีผลเป็นสารเสพติด

ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- สารที่เข้ากันไม่ได้ : คลอรีน ไดออกซิเจน ไซยาไนด์ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ สารออกซิไดส์
- สภาวะที่ควรหลีกเลี่ยง : อุณหภูมิสูง ๆ จะทำให้เกิดการระเบิดได้
- สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว : ถ้าสลายตัวจากความร้อนจะเกิดสารที่เป็นอันตราย ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์

การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ (°C) : -135

จุดลุกติดไฟได้เอง (°C) : 472

ค่า LEL % : 3

ค่า UEL % : 12.5

- สารนี้เป็นก๊าซไวไฟ
- ใช้น้ำฉีดหล่อเย็นภาชนะบรรจุที่สัมผัสถูกไฟ และใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อสลายก๊าซหรือไอของสาร
- กรณีเกิดเพลิงไหม้ให้สวมใส่อุปกรณ์ช่วยหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว (SCBA)
- ไอระเหยของสารสามารถแพร่กระจายออกไปถึงแหล่งจุดติดไฟและอาจเกิดการติดไฟและอาจเกิดการติดไฟย้อนกลับมา
- ไอระเหยเมื่อผสมกับอากาศจะทำให้เกิดการระเบิดได้ที่อุณหภูมิสูง
- ภาชนะบรรจุของสารอาจเกิดการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับความร้อนหรือไฟ

การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด
- เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง
- เก็บในบริเวณที่มีการระบายอากาศเพียงพอ
- เก็บห่างจาก แหล่งความร้อน, แหล่งจุดติดไฟ และสารที่เข้ากันไม่ได้
- ภาชนะบรรจุของสารที่เป็นถังเปล่า แต่มีกากสารเคมีตกค้างอยู่ เช่น ไอระเหยของเหลว อาจเป็นอันตรายได้
- อย่าตัด เสียดสีการเจาะ การเชื่อม หรือนำภาชนะบรรจุมาใช้ใหม่จนกว่าจะมีการป้องกันอันตรายอย่างเพียงพอ
- อุณหภูมิของถังแก๊สไม่ควรเกิน 52 องศาเซลเซียส

- สารนี้บรรจุอยู่ภายใต้ความดัน
- ปิดวาล์วเมื่อไม่ได้ทำงานและเมื่อใช้หมด
- ใช้อุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับในการเดินท่อ

การจัดการกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- วิธีการปฏิบัติในกรณีเกิดการหกรั่วไหล ให้เคลื่อนย้ายออกจากบริเวณที่มีการหกรั่วไหล
- ถังแยกพื้นที่ จนกระทั่งก๊าซสลายตัวหมด
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอย เพื่อลดไอระเหย
- ปิดแหล่งจุดติดไฟ ห้ามจุดไฟสูบบุหรี่ หรือเปลวไฟในพื้นที่บริเวณสารหก
- ให้อยู่ห่างจากรั่วไหล ถ้าสามารถทำได้โดยปราศจากความเสี่ยงอันตราย
- การพิจารณาการจัดการ : ปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎระเบียบที่ทางราชการกำหนด

2. Propane

ลักษณะทั่วไป

ชื่อพ้องอื่น ๆ

Dimethyl methane; Liquified petroleum gas; Propyl hydride; Lpg propane; Mixture of hydrocarbon; Liquid propane; Cq2

สูตรโมเลกุล

C_3H_8

สูตรโครงสร้าง



CAS No.

74-98-6

UN/ID No.

1075 , 1978

รหัส RTECS

TX 2275000

รหัส EUEINECS/ELINCS 202-827-9

การใช้ประโยชน์ ใช้ในการเคลือบโลหะ, เป็นสารตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีผลิตเชื้อเพลิง LPG และแก๊สธรรมชาติ

ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ

LD ₅₀ (มก./กก.)	: -(-)
LC ₅₀ (มก./ม ³)	: -/- ชั่วโมง (-)
IDLH(ppm)	: 2,100
ADI(ppm)	: -
MAC(ppm)	: -
PEL-TWA(ppm)	: 1,000
PEL-STEL(ppm)	: -
PEL-C(ppm)	: -
TLV-TWA(ppm)	: 2,500
TLV-STEL(ppm)	: -
TLV-C(ppm)	: -

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ	: ก๊าซ ณ อุณหภูมิปกติ
สี	: ไม่มีสี
กลิ่น	: ไม่มีกลิ่น
น้ำหนักโมเลกุล	: 44.10
จุดเดือด (°C)	: -42
จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง (°C)	: -187
ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1)	: 0.50-0.51
ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1)	: 1.6
ความหนืด (mPa.sec)	: -
ความดันไอ (มิลลิเมตรปรอท)	: 208 ที่ 38°C
ความสามารถในการละลายน้ำ (กรัม/100 มิลลิลิตร)	: ละลายได้เล็กน้อย
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	: -
ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ	: ละลายได้ในแอลกอฮอล์และอีเทอร์

อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

สัมผัสทางหายใจ

- การหายใจเข้าไป อาจจะเป็นอันตรายต่อระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้เกิดการกระตุกสั่น ปวดและเวียนศีรษะ เชื่องซึม สายตาพร่ามัว เมื่อยล้า อาการชักกระตุกอย่างแรง หหมดสติ ไม่รู้สึกตัว อาจหยุดหายใจทันทีและถึงแก่ความตาย เมื่อสารนี้ที่มีความเข้มข้นผสมกับอากาศจะทำให้สลบหมดความรู้สึกและขาดออกซิเจนในเวลาต่อมา ทำให้เกิดสภาวะมีเม็ดเลือดแดงหรือฮีโมโกลบินน้อยกว่าปกติและทำให้หัวใจผิดปกติ

สัมผัสทางผิวหนัง

- การสัมผัสกับสารนี้ที่อยู่ในสภาวะของเหลวจะทำให้เนื้อเยื่อตายหรือได้รับอันตรายเนื่องจากได้รับความเย็นจัด

กินหรือกลืนเข้าไป

- ยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับอันตรายใด ๆ เนื่องจากการกลืนหรือกินเข้าไป

สัมผัสถูกตา

- การสัมผัสถูกตากับสารนี้ที่อยู่ในสภาวะของเหลวจะทำให้เนื้อเยื่อตายหรือได้รับอันตรายเนื่องจากได้รับความเย็นจัด

การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่น ๆ

- ผู้ที่สัมผัสกับสารนี้ในโรงกลั่นน้ำมันมีโอกาสที่จะเกิดมะเร็งได้

ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- สารที่เข้ากันไม่ได้ : สารออกซิไดซ์อย่างแรง, เปอร์ออกไซด์, ความร้อน, พลาสติก และคลอรีนไดออกไซด์
- สารเคมีอันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาและการสลายตัว : เมื่อเกิดการเผาไหม้จะทำให้มีออกซิเจนไม่เพียงพอ ทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนมอนนอกไซด์

การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ (°C) : -104

จุดลุกติดไฟได้เอง (°C) : 432

ค่า LEL % : 2.37

ค่า UEL % : 9.5

ค่า LFL % : 2.37

ค่า UFL % : 9.5

- ไอระเหยของสารนี้จะไวไฟหรือทำให้ส่วนผสมระเบิดได้ที่อุณหภูมิห้อง
- ไอระเหยจะสะสมและเข้มข้นในบริเวณที่ต่ำหรืออับอากาศ
- จะเป็นอันตรายเมื่อสัมผัสกับความร้อนหรือเปลวไฟ
- ภาชนะบรรจุสารนี้จะระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนหรืออับอากาศ
- สารนี้สามารถสลายตัวเนื่องจากความร้อนทำให้เกิดก๊าซระคายเคืองหรือก๊าซพิษขึ้นได้
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อหล่อเย็นภาชนะบรรจุที่สัมผัสถูกเพลิงไหม้
- พนักงานดับเพลิงจะต้องสวมใส่อุปกรณ์ชนิดมีถึงอากาศในตัว (SCBA) ที่ได้รับการรับรองจาก MSHA/NIOSH พร้อมกับหน้ากากแบบเต็มหน้า และชุดป้องกันสารเคมีชนิดปิดคลุมทั้งลำตัว

การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บในภาชนะที่ปิดมิดชิด
- เก็บในที่ที่แห้งและเย็น
- เก็บให้ห่างจากสารติดไฟได้ ความร้อน แหล่งจุดติดไฟ และสารที่เข้ากันไม่ได้
- ใช้วิธีการปฏิบัติสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี ล้างมือก่อนการกินอาหาร การดื่ม การสูบบุหรี่ หรือการใช้สิ่งอำนวยความสะดวกในห้องน้ำ
- ถอดและทำความสะอาดเสื้อผ้าที่เปื้อนก่อนก่อนกลับนำมาใช้ครั้งต่อไป อาบน้ำด้วยสบู่และน้ำหลังจากเลิกทำงาน
- เก็บให้ห่างจากความร้อน ประกายไฟ และเปลวไฟ
- ใช้เครื่องมือใช้อุปกรณ์ที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ มีการต่อสายดิน และอุปกรณ์ที่ใช้ระหว่างการถ่ายเทเพื่อลดการเกิดประกายไฟฟ้าที่สถิตย์ ที่จะทำให้เกิดอัคคีภัยและการระเบิด
- ภาชนะบรรจุสัมผัสกับความร้อน สูงอากาศให้ไอระเหยระบายออกที่ลิ้นระบายไอหรือในกรณีการระเบิดเนื่องจากของเหลวเดือดขยายตัว (Bleve)
- ภาชนะบรรจุว่างเปล่าจะมีสารพิษ ไวไฟติดไฟได้หรือสารระเบิดหรือไอระเหยตกค้าง

- อย่าตัด เจียรสี เจาะเชื่อม การนำกลับมาใช้ใหม่จนกว่าจะมีการระมัดระวังและมาตรการความปลอดภัยเพียงพอ

การกำจัดกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- ขั้นตอนการปฏิบัติกรณีรั่วไหล ให้ปิดกั้นแหล่งจุดติดไฟ เปลวไฟ การสูบบุหรี่ในพื้นที่อันตราย
- กั้นแยกพื้นที่อันตรายจนกระทั่งก๊าซสลายตัวหมด
- ให้อยู่ห่างจากรั่วไหลถ้าทำได้โดยปราศจากความเสี่ยงอันตราย
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยเพื่อลดการแพร่กระจายของไอระเหย
- อย่าสัมผัสหรือเดินข้ามสารที่รั่วไหลอยู่
- หลีกเลี่ยงวิธีซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ คำเตือน ควรจะฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยของพนักงานและการสัมผัสกับสารที่รั่วไหล

3. Ethylene

ลักษณะทั่วไป

ชื่อพ้องอื่นๆ

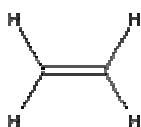
Acetylene; Olefiant Gas; Bicarburetted Hydrogen;

Ethylene-d3 (gas)

สูตรโมเลกุล

C_2H_4

สูตรโครงสร้าง



CAS No.

74-85-1

UN/ID No.

1962 , 1038

รหัส RTECS

KU 5340000

รหัส EINECS/ELINCS

601-010-00-3

การใช้ประโยชน์ ใช้ในการผลิต gasoline

ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ

LD ₅₀ (มก./กก.)	: -(-)
LC ₅₀ (มก./ม ³)	: -/- ชั่วโมง (-)
IDLH(ppm)	: 2,100
ADI(ppm)	: -
MAC(ppm)	: -
PEL-TWA(ppm)	: N/E
PEL-STEL(ppm)	: -
PEL-C(ppm)	: -
TLV-TWA(ppm)	: -
TLV-STEL(ppm)	: -
TLV-C(ppm)	: -

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ	: ก๊าซ
สี	: ไม่มีสี
กลิ่น	: หอมหวาน
น้ำหนักโมเลกุล	: 28.05
จุดเดือด (°C)	: -104
จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง (°C)	: -169
ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1)	: 0.57
ความหนาแน่นไอ (อากาศ=1)	: 0.98
ความหนืด (mPa.sec)	: -
ความดันไอ (มิลลิเมตรปรอท)	: 30400 ที่ 0 °C
ความสามารถในการละลายน้ำ (กรัม/100 มิลลิลิตร)	: ไม่ละลายน้ำที่ 20 °C
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	: -
ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ	: สารนี้สามารถละลายได้ดีใน เอทานอล เอทิลีนไดออกไซด์ และละลายได้ในเบนซีน

อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

สัมผัสทางหายใจ

- การหายใจเข้าไป : ก๊าซนี้ไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูก และคอ ถ้าได้รับก๊าซนี้ในปริมาณที่ LEL ต่ำกว่า 3.1% (31,000 ppm) ถ้าสัมผัสก๊าซนี้ที่มีความเข้มข้นสูง (มากกว่า 20%) หรือ 200,000 ppm อาจจะทำให้หมดสติและร่างกายขาดออกซิเจน, ผลของการขาดออกซิเจน : 12-16% การหายใจและชีพจรเต้นเร็วขึ้น การทำงานของกล้ามเนื้อไม่สัมพันธ์กัน 10-14% โมโหง่าย เหนื่อยผิดปกติ ระบบหายใจปั่นป่วน 6-10% เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน หมดสติ 6% เกิดอาการชัก ระบบหายใจติดขัด และเสียชีวิตได้

สัมผัสทางผิวหนัง

- การสัมผัสถูกผิวหนัง ก๊าซนี้จะไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อผิวหนัง กินหรือกลืนเข้าไป
- ไม่มี

สัมผัสถูกตา

- การสัมผัสถูกตาก๊าซนี้จะไม่ก่อให้เกิดการระคายเคืองตา
- การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่น ๆ
- ผลเรื้อรัง สารนี้จะมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางถูกกด ทำให้ดับ ใต้ และเลือดถูกทำลาย

ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัว : สารนี้คงตัวภายใต้อุณหภูมิและความดันปกติ ที่อุณหภูมิ และความดันสูง สารนี้สามารถเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์
- สารที่เข้ากันไม่ได้ : อลูมิเนียมคลอไรด์, สารออกซิไดซ์ที่รุนแรง, คลอรีน, ออร์กาไนคส์ เปอร์ออกไซด์, โอโซน, ไนโตรเจนไดออกไซด์
- สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว : คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์

การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ (°C) : -136

จุดลุกติดไฟได้เอง (°C) : 490

ค่า LEL % : 2.7

ค่า UEL % : 36

ค่า LFL % : 2.7

ค่า UFL % : 36

- สารนี้เป็นก๊าซไวไฟ

- สารดับเพลิง : ให้ใช้ผงเคมีแห้ง คาร์บอนไดออกไซด์ น้ำฉีดเป็นฝอย โฟมชนิดธรรมดา

- ใช้น้ำหล่อเย็นภาชนะบรรจุเพราะภาชนะบรรจุสามารถระเบิดได้เมื่อเพลิงไหม้ทำได้โดยให้อยู่ห่างจากด้านหัวของถังบรรจุ

- สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัวเมื่อได้รับความร้อนและเผาไหม้ : คาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนมอนอกไซด์

- ข้อแนะนำในการดับเพลิงขั้นรุนแรง : ห้ามดับเปลวไฟของแก๊สที่รั่วไหลออกมา นอกจากว่าหยุดการรั่วไหลอย่างปลอดภัยแล้วให้เคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุออกจากบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้ถ้าไม่เสี่ยงต่อการเกิดอันตราย

- ให้ออกห่างจากบริเวณนั้นทันทีถ้ามีเสียงจากอุปกรณ์ระบายไอน์รั่ว หรือถังบรรจุถูกเพลิงไหม้จนเกิดการเปลี่ยนสี

การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

- เก็บในภาชนะบรรจุที่ปิดมิดชิด

- เก็บในบริเวณที่เย็นและแห้ง

- เก็บห่างจากสารออกซิไดซ์ และกรดฮาโลเจน

- เก็บในห้อง บริเวณที่ป้องกันไฟ

การกำจัดกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- ให้เคลื่อนย้ายออกจากบริเวณที่หกรั่วไหล

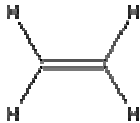
- จัดให้มีการระบายอากาศ

- ให้สวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสม

- เก็บส่วนที่หกรั่วไหลไว้ในภาชนะบรรจุที่เหมาะสมเพื่อนำไปกำจัด
- การพิจารณาการกำจัด : ปฏิบัติให้เป็นไปตามกฎระเบียบที่ทางราชการกำหนด

4. Propylene

ลักษณะทั่วไป

ชื่อพ้องอื่นๆ	Methylethene ; Methylethylene; 1-Propylene; Various grades
สูตรโมเลกุล	C ₂ H ₄
สูตรโครงสร้าง	
CAS No.	115-07-1
UN/ID No.	1077
รหัส RTECS	UC 6740000
รหัส EUEINECS/ELINCS	204-062-1

การใช้ประโยชน์ ใช้ในการพอลิเมอไรเซชันโพลีโพรพิลีน, ในการผลิตอะซีโตน, ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์, โพรพิลีนออกไซด์, ผลิต gasoline , ในการผลิต petroleum

ค่ามาตรฐานและความเป็นพิษ

LD ₅₀ (มก./กก.)	: -(-)
LC ₅₀ (มก./ม ³)	: -/- ชั่วโมง (-)
IDLH(ppm)	: -
ADI(ppm)	: -
MAC(ppm)	: -
PEL-TWA(ppm)	: N/E
PEL-STEL(ppm)	: -
PEL-C(ppm)	: -
TLV-TWA(ppm)	: -
TLV-STEL(ppm)	: -
TLV-C(ppm)	: -

คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี (Physical and Chemical Properties)

สถานะ : ก๊าซ

สี : ไม่มีสี

กลิ่น : เกือบไม่มีกลิ่น

น้ำหนักโมเลกุล : 42.08

จุดเดือด ($^{\circ}\text{C}$) : -48

จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง ($^{\circ}\text{C}$) : -185

ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ = 1) : 0.5

ความหนาแน่นไอ (อากาศ = 1) : 1.5

ความหนืด (mPa.sec) : -

ความดันไอ (มิลลิเมตรปรอท) : 10.3 ที่ 21.1°C

ความสามารถในการละลายน้ำ (กรัม/100 มิลลิลิตร) : -

ความเป็นกรด-ด่าง (pH) : -

ข้อมูลทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ : สารนี้สามารถละลายในแอลกอฮอล์

อันตรายต่อสุขภาพอนามัย (Health Effect)

สัมผัสทางหายใจ

- การหายใจเข้าไปทำให้ร่างกายขาดออกซิเจน ทำให้หายใจถี่ และหัวใจเต้นถี่ ทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เป็นลมหมดสติ และอาจทำให้เสียชีวิตได้

สัมผัสทางผิวหนัง

- การสัมผัสถูกผิวหนัง ไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง แต่ทำให้แสบไหม้ผิวหนัง หรือมีอาการเหมือนน้ำแข็งกัด

กินหรือกลืนเข้าไป

- การกลืนหรือกินเข้าไป ไม่สามารถหกลได้เนื่องจากสารเป็นแก๊ส

สัมผัสถูกตา

- การสัมผัสถูกตาไม่ทำให้เกิดการระคายเคือง แต่ทำให้แสบไหม้เหมือนอาการน้ำแข็งกัด

การก่อมะเร็ง ความผิดปกติอื่น ๆ

- ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง, อาจไม่เป็นอันตรายต่อทารกในครรภ์, ไม่เป็นสารเปลี่ยนแปลงพันธุกรรม

ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reaction)

- ความคงตัวทางเคมี : ปกติสารนี้จะเสถียร แต่จะสลายตัวเมื่อความดันและอุณหภูมิสูง
- สารที่เข้ากันไม่ได้ : ไนโตรเจนออกไซด์, สารออกซิไดซ์รุนแรง
- สารเคมีอันตรายที่เกิดจากการสลายตัว : ไม่มี
- อันตรายจากการเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ : ไม่เกิดขึ้น
- การกัดกร่อนโลหะ : ไม่กัดกร่อน

การเกิดอัคคีภัยและการระเบิด (Fire and Explosion)

จุดวาบไฟ (°C) : -108

จุดติดไฟได้เอง (°C) : 455

ค่า LEL % : 11

ค่า UEL % : 2

ค่า LFL % : 11

ค่า UFL % : -

- สารนี้เสถียรต่อแรงกระแทก, วัตถุประจุไฟฟ้าสถิตย์
- อันตรายจากเพลิงไหม้ สามารถเกิดการระเบิดถ้าผสมกับอากาศ
- แก๊สสามารถกระจายไปแหล่งจุดติดไฟ และเกิดเพลิงไหม้ย้อนกลับมาได้
- สารดับเพลิงกรณีเกิดเพลิงไหม้ ให้ใช้ผงเคมีแห้ง, คาร์บอนไดออกไซด์, สเปรย์น้ำ, โฟม
- สารเคมีอันตรายจากการเผาไหม้ คาร์บอนไดออกไซด์, คาร์บอนมอนอกไซด์
- วิธีการดับเพลิง ให้ย้ายภาชนะบรรจุออกจากบริเวณเพลิงไหม้ถ้าสามารถทำได้
- แยกสารออกจากบริเวณเพลิงไหม้ และป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้อง
- ใช้น้ำหล่อเย็นภาชนะบรรจุที่เพลิงไหม้
- ผู้ดับเพลิงควรสวมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย

การเก็บรักษา/สถานที่เก็บ/เคลื่อนย้าย/ขนส่ง (Storage and Handling)

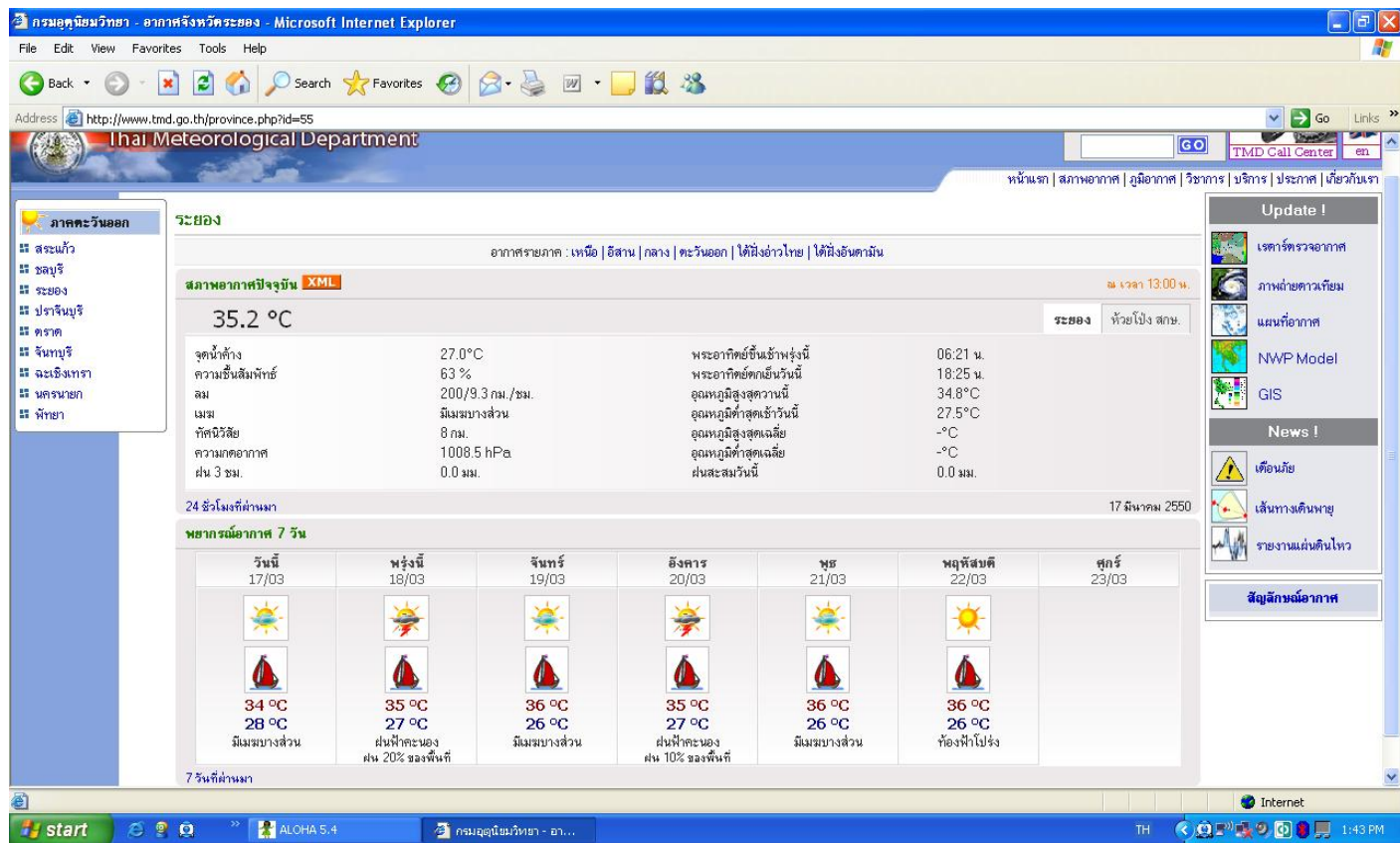
- เก็บในที่เย็น แห้ง และมีการระบายอากาศ
- อยู่ห่างจากแสงอาทิตย์
- เก็บห่างจากสารที่เข้ากันไม่ได้ เช่น ออกไซด์ของไนโตรเจน, สารออกซิไดซ์อย่างแรง

- ป้องกันการกีดกร่อนและการทำลายทางกายภาพ
- เก็บภาชนะที่ว่างเปล่าออกจากภาชนะที่มีสารเต็ม
- เก็บห่างจากความร้อนและแหล่งจุดติดไฟ
- ใช้อุปกรณ์ที่ไม่ทำให้เกิดประกายไฟ
- ชื่อในการขนส่ง : Propylene
- รหัส UN : 1077
- ประเภทอันตราย : 2.1

การกำจัดกรณีรั่วไหล (Leak and Spill)

- ทำความสะอาดโดยบุคคลที่ชำนาญ
- สวมอุปกรณ์ป้องกันอันตราย
- ควรมีอุปกรณ์ดับเพลิงหรือย้ายแหล่งจุดติดไฟออกไปทั้งหมด
- มีการระบายอากาศบริเวณสารหก
- การทำความสะอาด ให้หยุดการรั่วไหลถ้าสามารถทำได้
- ใช้สเปรย์น้ำลดการกระจายของไอ
- แยกบริเวณออกจากบริเวณอื่น

ภาคผนวก ข
สภาพภูมิอากาศจังหวัดระยอง



ภาพผนวกที่ 1 สภาพภูมิอากาศจังหวัดระยอง

ที่มา: <http://www.tmd.go.th> (2550)

ภาคผนวก ค

ArcMap ALOHA Import Tools

ArcMap ALOHA Import Tools

The ALOHA Import Tools enable the import of ALOHA footprint (.pas) files into ArcMap. If you are running...

- ArcMap 9.2, you should use the aloha_92.dll file (released 3/15/07).

- ArcMap 9.0 or 9.1, you should use the aloha_91.dll file (released 1/04/07; updated 3/15/07). (A previous version of aloha_9.dll fixed a bug that existed in the aloha_8.dll version, in which the use of certain release units caused the Tool to fail.)

- ArcMap 8.x, you can still use the aloha_8.dll file (released 7/23/04; "bug fix" 4/29/05), but be aware that using units other than "ppm" for your chemical release may cause the Tool to fail.

Downloading the Import Tool

1. If your browser supports FTP downloading (most current browsers do), download the appropriate file by clicking the link below. Otherwise, you can use an FTP utility (<http://archive.orr.noaa.gov/cameo/comeoftp.html>).

Download aloha_92dll.zip

from “ftp://ftp.orr.noaa.gov/pub/hazmat/cameo/aloha_92dll.zip”

Download aloha_91dll.zip

from “ftp://ftp.orr.noaa.gov/pub/hazmat/cameo/aloha_91dll.zip”

Download aloha_8dll.zip

from ftp://ftp.orr.noaa.gov/pub/hazmat/cameo/aloha_8dll.zip

These files are in zipped (compressed) format so that they can be downloaded from the Internet. They are self-extracting zip files, so look for the file, aloha_92.dll, aloha_91.dll, or aloha_8.dll. (Your computer may display a message that it is unable to open the file because it does not know what application created it. You can disregard this message and continue with step two.)

2. Save the uncompressed file to your hard drive. We recommend that you save it with the other ArcMap DLLs in the directory, C:\arcgis\arcexe9x\bin (or C:\arcgis\arcexe8x\bin, as appropriate).

Installing the Import Tool

After you have saved the uncompressed file (aloha_92.dll, aloha_91.dll, or aloha_8.dll, as appropriate) to your hard drive ...

1. Launch ArcMap.
2. Right-click on the ArcMap toolbar and scroll down to Customize... (or choose the Customize... option under the Tools menu).
3. Select the Commands tab on the Customize... window.
4. Click the Add from file... button. Navigate to the .dll file on your hard drive. (If you don't see the file, your browser may not have automatically unzipped the compressed version. Try using WinZip or Stuffit Expander.) Select the file and click Open to add the ALOHA Import Tool to your available tools. Click OK.
5. In the scrollable list on the left side of the Customize... window, highlight ArcObjectTools. To the right you should see the Aloha Footprint Extension (vs 1.1) command (or in ArcMap 8.x, the Aloha Footprint Extension command).

Note: If you are upgrading from the aloha_8 Tool, while this window is open, select the hula girl icon that is currently on your tool bar and drag it off the tool bar.

6. Click the hula girl icon next to the Aloha Footprint Extension (vs 1.1) command (or in ArcMap 8.x, the Aloha Footprint Extension) and drag it onto your standard toolbar. Release the mouse button when your cursor becomes a vertical bar. (You need to release the mouse button at or before the last icon on your toolbar.)

7. Exit the Customize... window.

You are now ready to use the Aloha Footprint Import Tool!

Using the Import Tool

When the footprint option is chosen from ALOHA, a file entitled alo_fnp.pas is created and placed in the ALOHA directory. This file will be deleted when ALOHA is shut down, so it is best to rename the file in case you want to import the footprint into ArcMap after ALOHA is off. Be sure, however, to retain the .pas suffix so that ArcMap will recognize the file as an ALOHA footprint.

To use the ArcMap Tool, simply click on the hula girl icon. You will be guided through the import process. You will need to provide the source site of the release, either in decimal degrees or degrees, minutes, and seconds. The geodatabase that is created will have a defined coordinate system (geographic coordinates, WGS-84). This allows ArcMap to reproject the footprint layers if you have other data layers in a different, defined coordinate system. You will also need to navigate to the ALOHA footprint .pas file and can specify an alternate name for the geodatabase (the default will be the name of the chemical released). The mapped output will include a layer for each level of concern specified in the ALOHA .pas file. The layers will be named with these levels of concern. In addition, a balloon callout box containing the parameters of the spill and other relevant information is displayed. This box and

the red dot showing the release site are graphic elements and may be moved or deleted using the graphic selection tool.

With the aid of this tool, you will be able to view and query the ALOHA footprint output with other data layers available for your ArcMap session.

Removing the Import Tool

To remove the ALOHA Import Tool from your toolbar, open the Customize... window and drag the hula girl icon off the toolbar.

ภาคผนวก ง

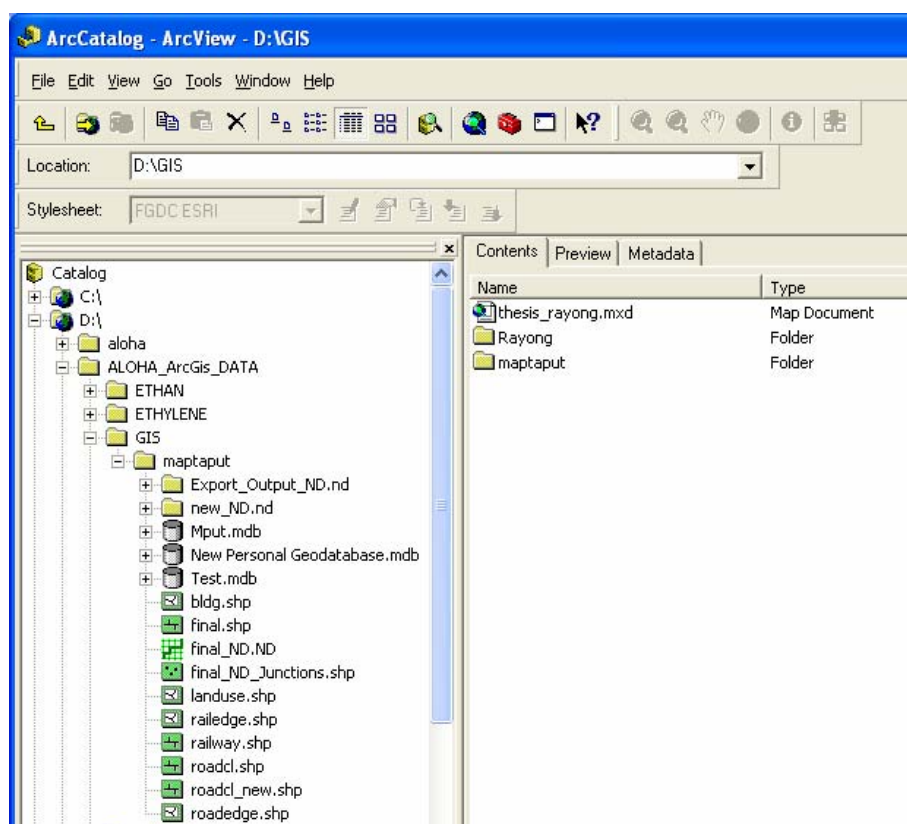
ArcGIS Network Analyst Tutorial

Creating a shapefile based network dataset

In this Exercise you will create a simple shapefile based network dataset from a single line feature class and a turn feature class.

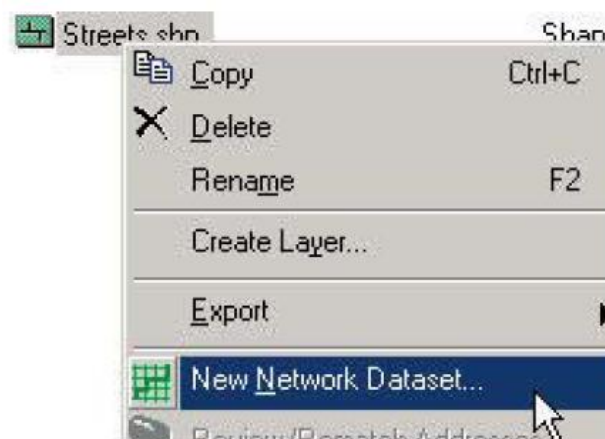
Creating a network dataset

1. Start ArcCatalog by either double-clicking a shortcut installed on your desktop or using the programs list in your Start menu.
2. Navigate to the C:\arcgis\ArcTutor\Network_Analyst folder in the Catalog Tree. (This is the default install location for this data.)
3. Click the Exercise1 folder to show its contents.



4. If the Network Analyst Extension is not enabled, on the Tools menu, click Extensions, and in the Extensions dialog, click Network Analyst and close the Extensions dialog.

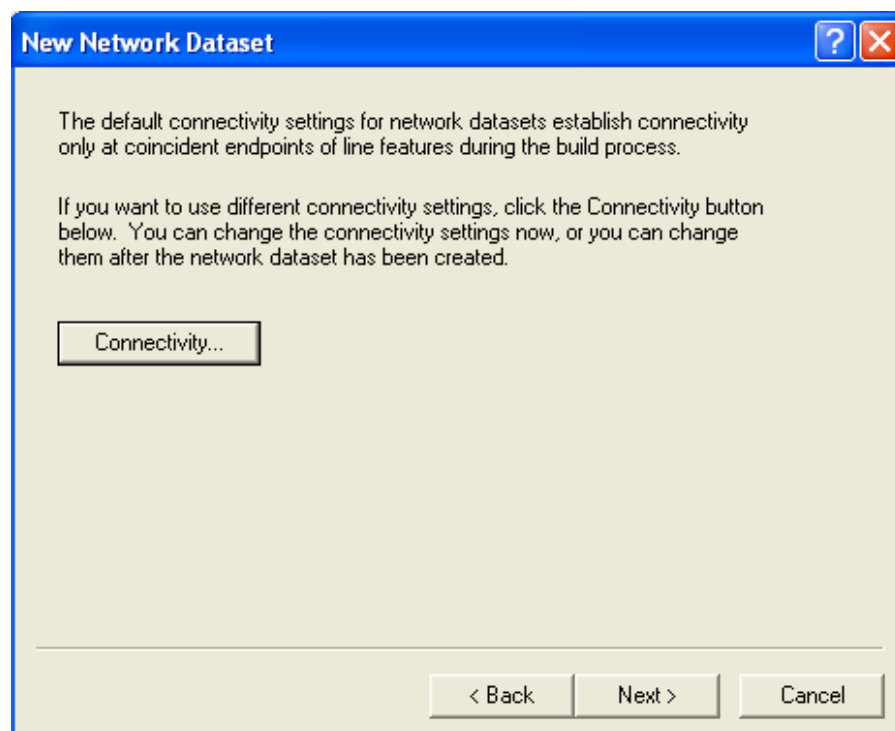
5. Right-click the Streets shapefile and choose New Network Dataset. This shapefile contains street data for downtown San Francisco.



6. The name of the network dataset is set to Streets_ND by default.

Network Connectivity defines how features that participate in a network connect to each other. The default connectivity for a network dataset places all sources in one connectivity group and assigns all edge sources endpoint connectivity. In a shapefile based network there is only one edge source, hence there is no need for multiple connectivity groups. Also, we wish to model streets with endpoint connectivity. (To see how this is modeled, you may click the Connectivity button.)

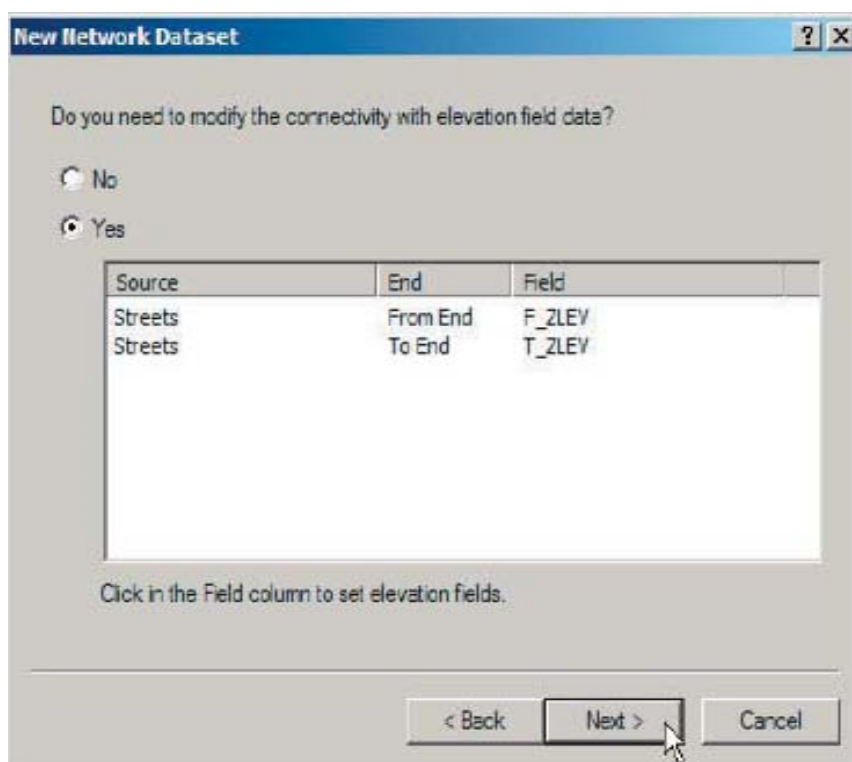
7. You will accept the default connectivity, therefore Click Next to continue.



Earlier versions of ArcView GIS and ARC/INFO support optional elevation fields to establish connectivity. Each feature in a shapefile or a coverage would be assigned two Z-elevation values, one for each endpoint. If the endpoints of line features have the same Z-elevation value, connectivity is established. If the values are different, they do not connect (e.g. in the case of bridges or tunnels).

The elevation field contains logical elevation values for establishing connectivity only and does not provide height information for the feature. ArcGIS Network Analyst can use this data to modify the connectivity settings established in the previous step. ArcGIS Network Analyst automatically searches and maps the relevant fields.

8. Click Next to accept the default elevation fields settings. If ArcGIS Network Analyst finds elevation fields data in your shapefile, it automatically chooses the Yes radio button and assigns the appropriate fields

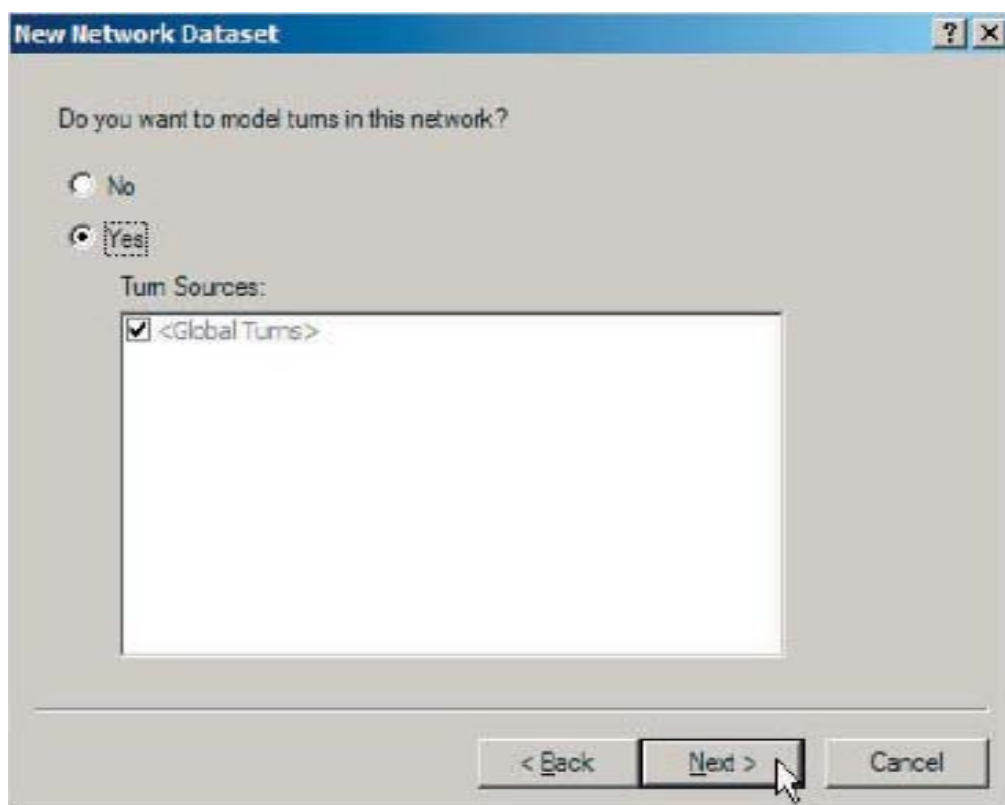


ArcGIS Network Analyst supports turns in a shapefile based network. Turn information (such as turning restrictions and delays) enhance the quality of network analysis. Earlier versions of ARC/INFO and ArcView GIS used turn tables. These turn tables can be converted into turn features and used in the network dataset. You will use turn features in Exercise 2.

In addition, by default Global Turns are selected. Global Turns are rules that can be set, such as all left turns have a delay of 15 seconds. Such a rule gives preference to right turning movements. The advantage of Global Turns is that you do not need to create individual turn features for rules that apply to every turn in the network.

9. Click Yes to model turns in the network.

10. Click Next to continue.



Network attributes are properties of the network that are used to control navigation. Common examples are costs that function as impedances over the network. Restrictions like oneway traversal are also examples of network attributes. The ArcGIS Network Analyst analyzes the source shapefile and looks for common fields like Meters, Minutes (FT_Minutes and TF_Minutes, one for each direction), and Oneway. Once it finds these fields, it automatically creates the corresponding network attributes and assigns the respective fields to them. (This can be viewed by clicking the Evaluators button.)

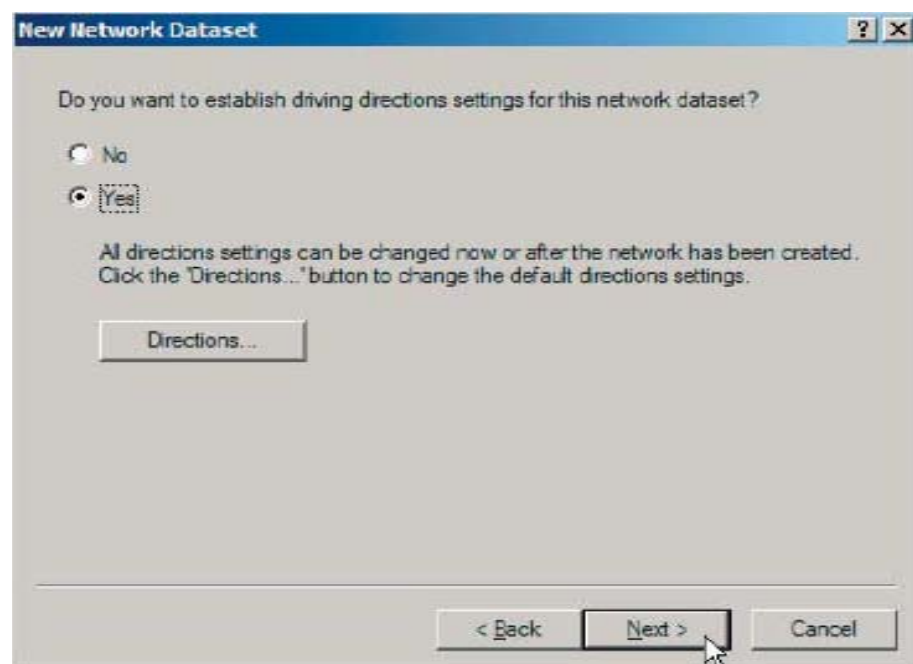
11. Since the attributes are automatically defined and assigned values, click Next to continue. To use driving directions in a network analysis, they should be set in the network dataset.



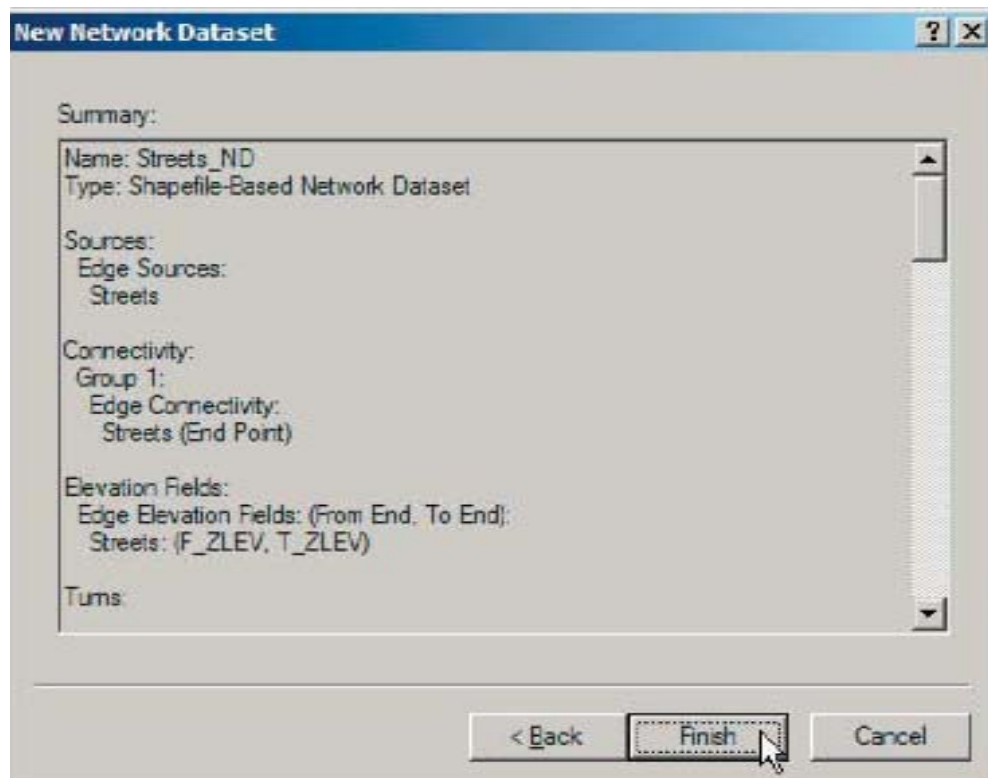
12. Select Yes to establish driving directions settings for this network dataset.

The Network Analyst automatically finds and maps the field in the streets source that will be used to report street names. Additionally Length and Time fields are automatically mapped as well.

13. Click Next to continue.

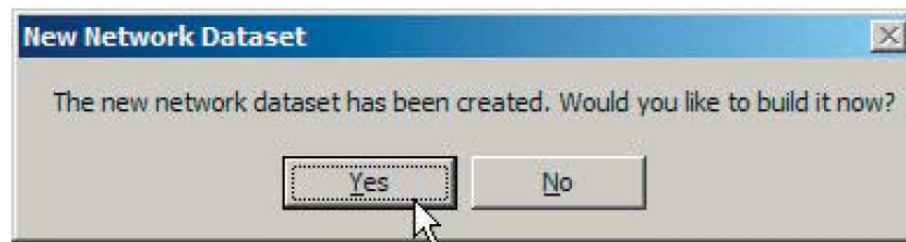


14. A summary of all the settings that have been chosen is displayed in the following window for your review. Click Finish to create the new shapefile based network dataset.



Once created, the system prompts for the network to be built.

15. Click Yes to build the network.

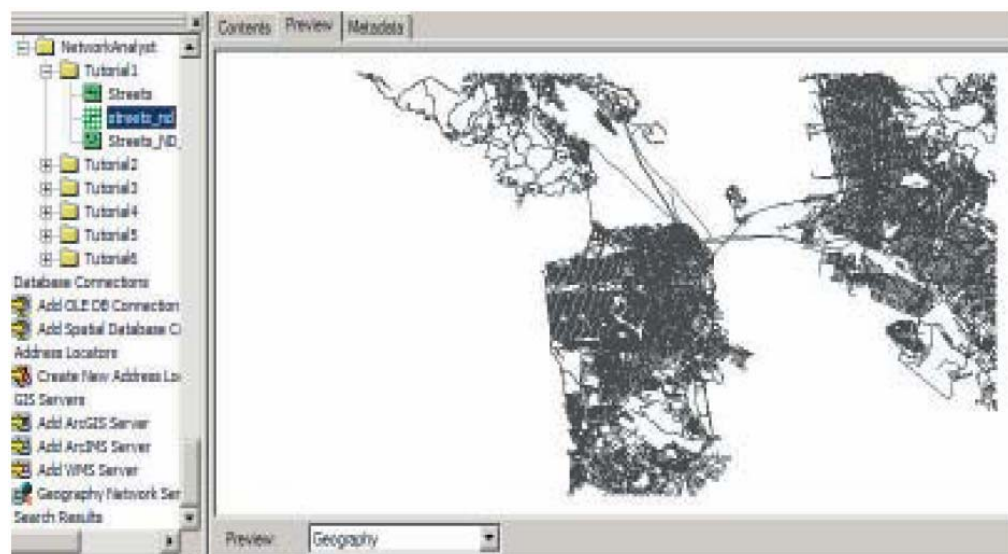


The network dataset has been built when the progress bar disappears.



The shapefile based network, Streets_ND, is added to ArcCatalog along with the system junctions shapefile Streets_ND_Junctions.

16. Select Streets_ND and click on the Preview tab to see the built network dataset.



17. Close ArcCatalog.

Finding the best route using a network dataset

In this Exercise you will find the best route for the given order of stops based on travel time.

Preparing your display

1. If you have Exercise4.mxd open in ArcMap, skip steps 2 to 5.
2. Start ArcMap by either double-clicking a shortcut installed on your desktop or using the programs list in your Start menu. Choose Ok to start ArcMap with a new empty map.
3. Click File on the Main menu and click Open.
4. In the Open dialog box, navigate to C:\arcgis\ArcTutor\Network_Analyst\Exercise4.
(This is the default install location for this data.)
5. Double-click Exercise4.mxd.
6. If the Network Analyst Extension is not enabled, on the Tools menu, click Extensions, and in the Extensions dialog, click Network Analyst and then close the dialog.
7. If the Network Analyst toolbar is not already present, on the Main menu, click View, point to Toolbars, and click Network Analyst.



8. If the Network Analyst Window is not already open, click the Network Analyst Window button  on the Network Analyst toolbar.

This is a dockable window which you can dock within the ArcMap window or leave undocked. In this Exercise the window is docked below the Table of Contents.

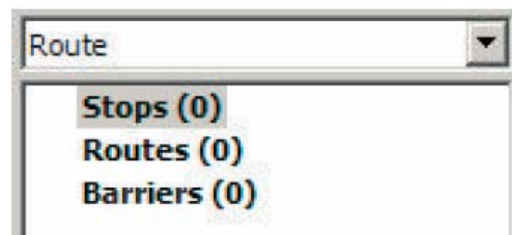


Creating the Route analysis layer

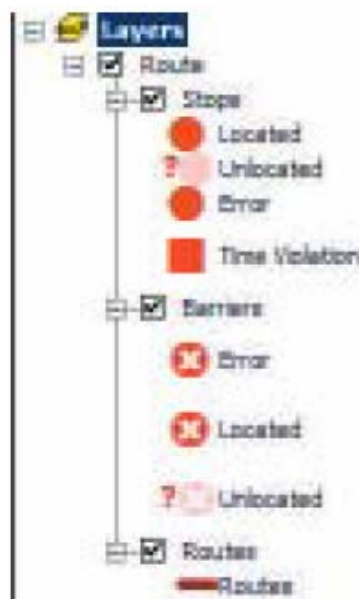
1. On the Network Analyst toolbar, click the Network Analyst dropdown menu and click New Route.



The Network Analyst Window now contains empty lists of Stops, Routes and Barriers categories.



Additionally, the table of contents contains a new Route Analysis Layer.



Adding a stop

Next, you will add the stops between which you will be creating the best route.

1. Click Stops(0) on the Network Analyst Window.

2. On the Network Analyst Toolbar, click the Create Network Location tool .

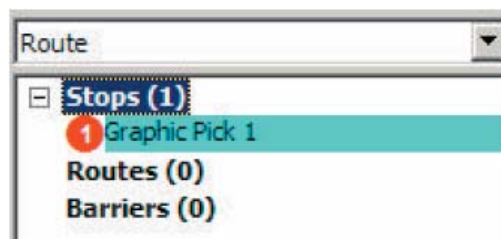
3. Click anywhere on the street network in the map to define a new stop location.

The program then calculates the nearest network location and symbolizes the stop with the located symbol. The stop will remain selected until another stop is placed or until it is unselected.



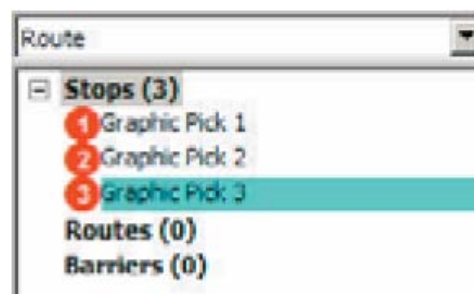
The located stop also displays the number 1. The number represents the order in which the stops will be visited by the calculated route.

You will also notice that the Stops category on the Network Analyst Window now lists 1 stop. Expand the Stops category to see the Graphic Pick 1 listed there.



4. Add two more stops on the map. The stops are numbered 2 and 3. The order of stops can be changed on the Network Analyst Window.

The first stop is treated as the origin and the last, as the destination.





If a stop is not located on the network, it will appear with an unlocated symbol.



An unlocated stop can be located on the network by moving it, closer to any edge that belongs to the network. On the Network Analyst Toolbar, click Select/Move Network Location tool .

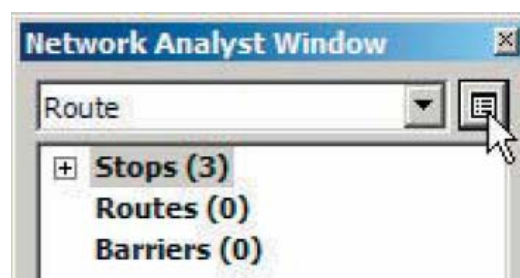
Using the Select/Move Network Location tool , click and drag the unlocated stop closer to an edge on the network.



Setting up the parameters for the analysis

Next, you will specify that your route will be calculated based on time (minutes), that U-turns are allowed everywhere, and that one-way restrictions must be followed.

1. Click the Analysis Layer Properties button next to Route layer on the Network Analyst Window to bring up the Layer Properties dialog for Route.



2. In the Layer Properties dialog, click the Analysis Settings tab. Make sure the impedance selected is Minutes (Minutes).

3. Do not use time windows. (Leave the box unchecked). Time windows are used when certain stops can only be visited at certain times.

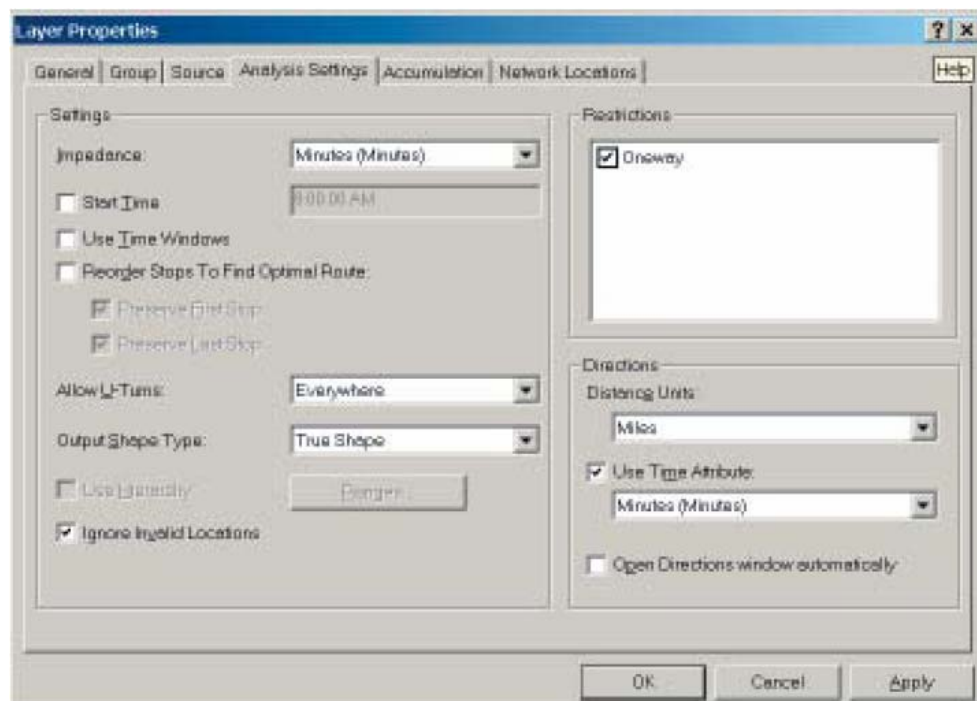
4. Do not reorder stops. (Leave the box unchecked). This preserves the order of stops as decided by you, when you created the stops.

5. Choose Everywhere from the Allow U-turns dropdown box.

6. Choose True Shape from the Output Shape Type dropdown box.

7. Check the box labeled Ignore Invalid Locations. This will let you find the best route using located stops. Stops that were not located on the network will be ignored.

8. Check Oneway in the Restrictions list.



9. Check the Directions settings.

10. Make sure the Distance Units are set to Miles, the Use Time Attribute box is checked and the time attribute is set to Minutes.

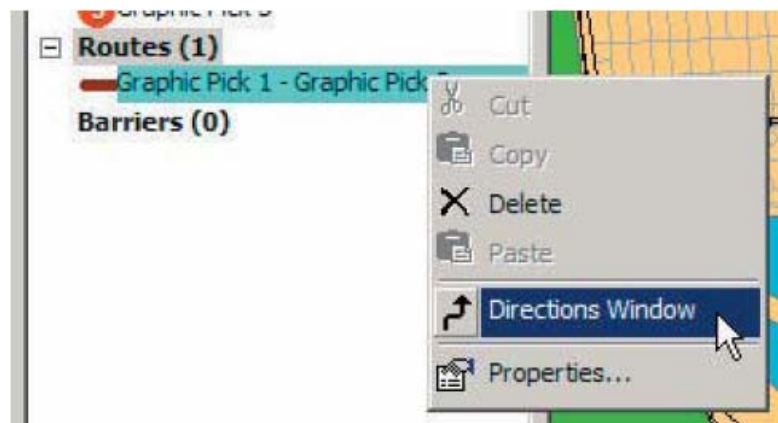
11. Click OK.

Run the process to compute the best route

1. Click the Solve button  on the Network Analyst toolbar. The route polyline appears in the map and in the Route category of the Network Analyst Window.



2. Click the plus (+) sign next to Routes on the Network Analyst Window to show the Route.
3. Right-click the new route called 'Graphic Pick 1 - Graphic Pick 3' and click Directions Window to display driving directions.



4. The Directions Window can also be displayed with turn-by-turn maps that can be shown by clicking on the Map link.



5. Close the Directions Window.

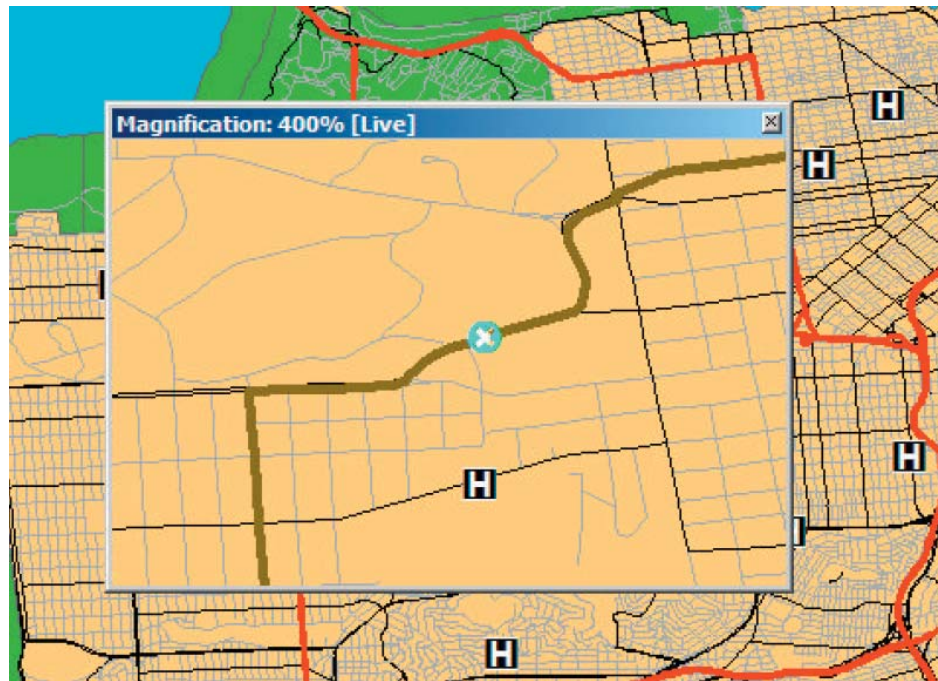
Adding a barrier

In this section, you will add a barrier on the route, that represents a road block and will find an alternate route to the destination, avoiding the road block.

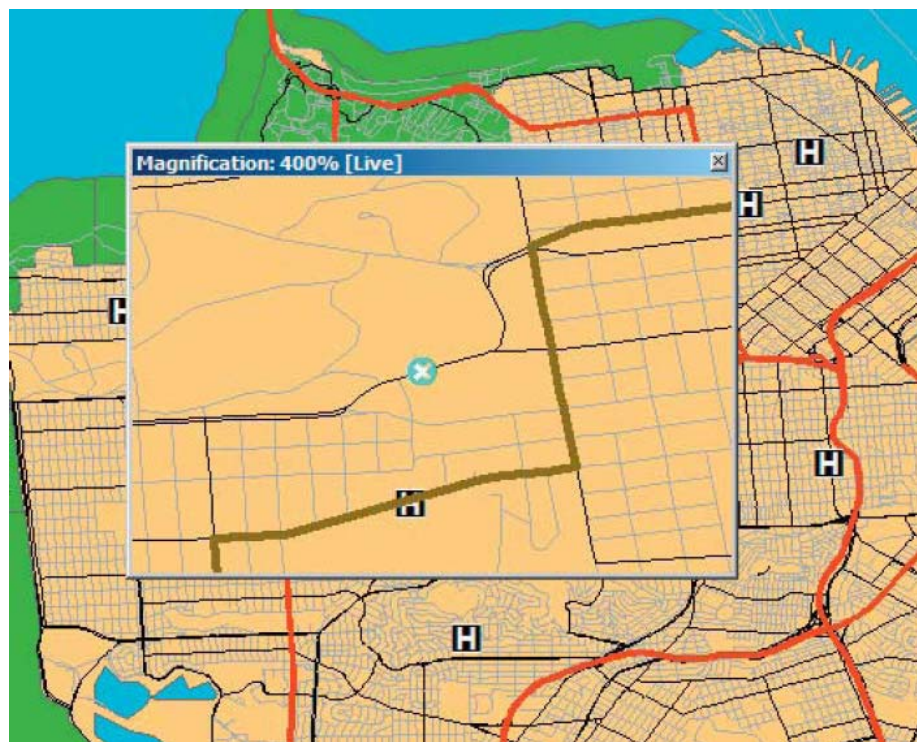
1. In the Window menu, click Magnifier to bring up the Magnifier window.
2. Click on the title bar of the Magnifier window and drag to reposition the Magnifier window.
3. Move the Magnifier window over the route, to a point where you want to add a barrier.
The Magnifier window shows a part of the map where you can add a barrier at a zoom of 400%.



4. On the Network Analyst Window, click Barrier (0).
5. On the Network Analyst Toolbar, click the Create Network Location tool  .
6. In the Magnifier Window, click anywhere on the route, to place a barrier.



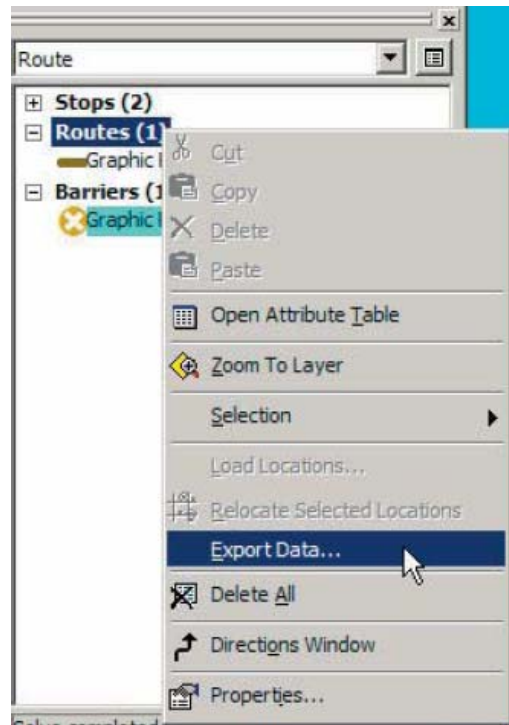
7. Click the Solve button  on the Network Analyst toolbar. A new alternative route is computed, avoiding the barrier.



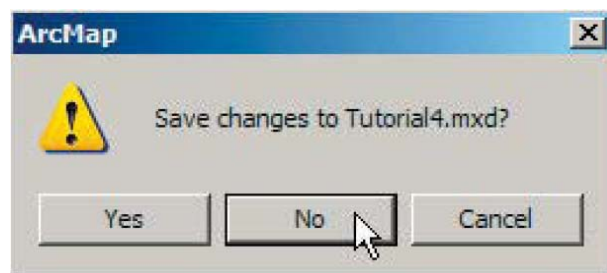
8. Close the Magnifier Window.

Saving the best route

1. Right-click Routes (1) on the Network Analyst Window and click Export Data.



2. Type in a location and shapefile name to save the results such as C:\Data\Exercise4_Route.shp in the Output shapefile or feature class field.
3. Click OK. The best route generated is saved to the specified shapefile.
4. Click NO when prompted to add the exported data to the map as a layer.
5. If you do not plan to work on any other Exercise, close ArcMap. Click No to discard all changes.



6. If you do plan to work on other Exercise, then do a File New in ArcMap and Click Yes to discard all changes to the current map document.

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นายณัฏฐพงษ์ จุลาเกตุโพธิชัย
วัน เดือน ปี ที่เกิด	วันที่ 27 มกราคม 2518
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
ประวัติการศึกษา	ปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	วิศวกร 6ว
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม