

### บทที่ 3

#### วิธีการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 4 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูล โดยทำการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas ; LPG) ได้แก่ คุณสมบัติของสาร องค์ประกอบของสาร ปริมาณการกักเก็บ คุณลักษณะของภาชนะที่ใช้กักเก็บ และเตรียมข้อมูลแผนที่ของพื้นที่ที่จะทำการศึกษา โดยประยุกต์จากระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ Google Earth เพื่อกำหนดและแสดงพื้นที่ตั้งโครงการ บริเวณที่กักเก็บก๊าซ LPG และบริเวณพื้นที่รอบโครงการ

ส่วนที่ 2 ศึกษาความเสี่ยงของการเกิดอันตรายร้ายแรงจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas ; LPG)

ส่วนที่ 3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองฯ BREEZE HAZ Version 1.1 ได้แก่ หลักการทำงานของแบบจำลองฯ ทฤษฎีที่ใช้ในแบบจำลองฯ คุณสมบัติของแบบจำลองฯ ข้อมูลที่ต้องนำมาใช้ร่วมกับแบบจำลองฯ วิธีการและขั้นตอนการในการใช้แบบจำลองฯ

ส่วนที่ 4 ทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองฯ BREEZE HAZ Version 1.1 และประเมินผลลัพธ์ที่ได้โดยพิจารณาระดับความรุนแรงและขอบเขตของผลกระทบที่อาจเกิดขึ้น เพื่อดูความจำเป็นในการหามาตรการลดผลกระทบ

ส่วนที่ 5 ศึกษาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อลดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์จากอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas ;LPG) จากถังกักเก็บ โดยศึกษาทางเลือก

- (1) พิจารณากำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike)
- (2) พิจารณาการลดปริมาณการกักเก็บสาร
- (3) พิจารณาสถานที่กักเก็บสาร

ส่วนที่ 1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลการกักเก็บก๊าซ LPG

พื้นที่ศึกษา

(บริษัท เทคนิคสิ่งแวดล้อมไทย จำกัด, 2550)

บริษัท เชียงใหม่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งอยู่ที่ เลขที่ 535/7 หมู่ 4 ตำบลท่าบุญมี กิ่งอำเภอเกาะจันทร์ จังหวัดชลบุรี มีพื้นที่ประมาณ 20 ไร่ หรือ 32,326 ตารางเมตร (ดังภาพที่ 3.1) สำหรับอาณาเขตและบริเวณรอบโรงงาน (ดังภาพที่ 3.2) มีดังนี้

ทิศเหนือ ติดกับ บริษัท เชียงใหม่ บราซแวย์ (ประเทศไทย) จำกัด ถัดไปเป็น ถนนชลประทาน

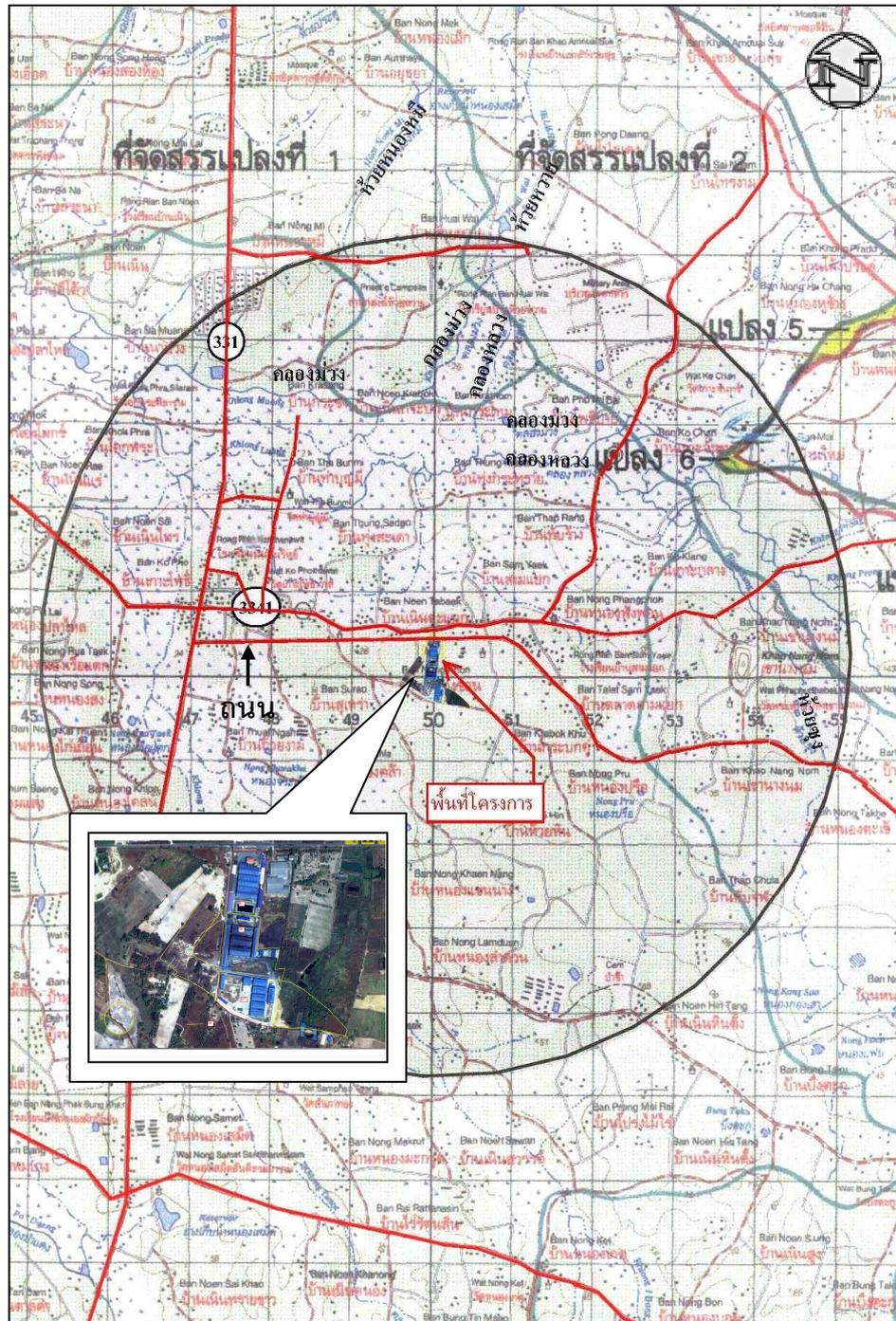
ทิศใต้ ติดกับ บริษัท เอส ที ที อินดัสทรี จำกัด ถัดไปเป็นพื้นที่เกษตรกรรม

ทิศตะวันออก ติดกับ พื้นที่ว่าง (มีโครงการจะก่อสร้างบ้านเอื้ออาทร ของการเคหะแห่งชาติในอนาคต)

ทิศตะวันตก ติดกับ พื้นที่สำรองของโครงการ

ภาพที่ 3.1

ที่ตั้งของบริษัท เจริญ ไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด



ที่มา : ประยุกต์จากแผนที่ทหาร L7017



ภาพที่ 3.3  
 ถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)  
 ของบริษัท เชิงไต้ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด



ที่มา : บริษัท เทคนิคสิ่งแวดล้อมไทย จำกัด, 2550

## ส่วนที่ 2 ศึกษาความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว

การวิเคราะห์โอกาสเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas; LPG) ของบริษัท เชิงไต้ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งความผิดพลาดอาจเกิดจากข้อบกพร่องของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ หรือความผิดพลาดของคน ทำการวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนภาพต้นไม้ความผิดพลาด (Fault Tree Diagram) โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์ควบคุมการผลิตสากล (International Base Frequency, per operated year) ที่ศึกษาและรวบรวมโดย Smith and Warwick และข้อมูลเกี่ยวกับอัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด โดย Less, 1983 และ King ,1990 มาประยุกต์ใช้ รายละเอียดข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3.1 และ 3.2

ตารางที่ 3.1  
ข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์ควบคุมการผลิตสากล

Code	Ratio	Frequency Failure Data Base (time per year)
P1	Power Failure (PEA)	10
P3	Limit switch failure	$1 \times 10^{-4}$
P4	Level switch failure	$8.2 \times 10^{-6}$
P5	Operator Error	$1 \times 10^{-3}$
P6	Pressure control fault	$1 \times 10^{-4}$
P7	Solenoid valve fail to close	$1 \times 10^{-3}$
P8	Level alarm failure	$8.2 \times 10^{-6}$
P9	Vent Gas failure	$2 \times 10^{-5}$
P13	Inter-unit pipe (general)	$3.5 \times 10^{-7}$
P15	Emergency gen. Fault	$1 \times 10^{-5}$
P20	Mechanical failure	$7 \times 10^{-3}$
P21	P. Trip signal	0.2/D or $5.4 \times 10^{-4}/Y$
P27	No immediate ignition	0.5/D or $1.4 \times 10^{-3}/Y$
P28	Immediate ignition	0.9386
P29	Sudden Weather Change	$1 \times 10^{-2}$
P30	Third Party Error	$1 \times 10^{-3}$

ที่มา : Smith and Warwick, 1981

## ตารางที่ 3.2

ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด

Code	Ratio	Frequency Failure Data
		Base (time per year)
L1	Pressure vessels (general)	0.026
L2	Pressure vessels (high standard)	$2.56 \times 10^{-3}$
L3	Pipes	$1.71 \times 10^{-3}$
L4	Pipejoints	$4.27 \times 10^{-3}$
L5	Gaskets	$4.27 \times 10^{-3}$
L6	Bellows	0.043
L7	Diaphragms (metal)	0.043
L8	Diaphragms (rubber)	0.068
L9	Unions	$3.42 \times 10^{-3}$
L10	Hoses (heavily stressed)	0.342
L11	Hoses (lightly stressed)	0.0342
L12	Relief valves (leakage)	0.017
L13	Relief valves (blockage)	$4.27 \times 10^{-3}$
L14	Valves (hand-operated)	0.128
L15	Valves (ball)	$4.27 \times 10^{-3}$
L16	Seals (rotating)	0.0598
L17	Seals (sliding)	0.0256
L18	Seals ("o" ring)	$1.708 \times 10^{-3}$
L19	Filters (blockage)	$8.544 \times 10^{-3}$
L20	Filters (leakage)	$8.544 \times 10^{-3}$
L21	Pins	0.128
L22	Nuts	$1.708 \times 10^{-3}$
L23	Bolts	$1.708 \times 10^{-3}$
L24	Boilers (all types)	$9.398 \times 10^{-3}$
L25	Pressure-indicating controller	1.15
L26	Pressure-recovery controller	1.29
L27	Flow-indicating controller	1.51
L28	Flow-recording controller	2.14
L29	Level-indicating controller	2.37
L30	Level-recording controller	2.25
L31	Temperature-indicating controller	0.94

ตารางที่ 3.2 (ต่อ)

ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด

Code	Ratio	Frequency Failure Data	
			Base (time per year)
L32	Temperature-recording controller Trip initiator		1.99
L33	Impulse lines (blocked or leaking)		0.09
L34	Pressure switch		0.13
L35	Cable (fractured or severed)		0.03
L36	Loss of electric power Steam shut-off system		0.05
L37	Relay (complete with wire)		0.08
L38	Solenoid valve		0.30
L39	Loss of electric power		0.05
L40	Trip valve		0.25
L41	Air Supply line (block, broken)		0.02
L42	Loss of air supply Pump shut-off system		0.02
L43	Relay, etc., as above		0.08
L44	Pressure relief valve		0.02
L45	Flame-failure detector		1.69

ที่มา : Less, 1983 และ King ,1990

ข้อพิจารณาสากลในการจัดอันดับโอกาสเสี่ยงจากอันตรายร้ายแรงมีค่าสถิตินิยาม  
ดังนี้

- Likely - เกิดได้บ่อยและซ้ำครั้งภายในช่วงอายุโรงงาน  
(มากกว่า  $1 \times 10^{-2}$  /ปี ขึ้นไป)
- Unlikely - เกิดบางเวลาภายใน 10% ของช่วงอายุโรงงาน  
(มากกว่า  $1 \times 10^{-2}$  /ปี ถึง  $1 \times 10^{-6}$  /ปี )
- Rare - เกิดบางครั้งจนเกือบพ้นช่วงอายุโรงงาน  
(ระหว่าง  $1 \times 10^{-6}$  /ปี ถึง  $1 \times 10^{-8}$  /ปี )

Extraordinary - เกิดเกินช่วงอายุโรงงานแต่เกิดครั้งหรือสองครั้งมาก่อนแล้ว  
ทั่วโลก (น้อยกว่า  $1 \times 10^{-8}$ /ปี เป็นต้นไป)

### ส่วนที่ 3 การศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับแบบจำลองฯ BREEZE HAZ Version 1.1

#### แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ

แบบจำลอง BREEZE HAZ เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี ซึ่งภายในแบบจำลอง BREEZE HAZ ได้มีการรวบรวมแบบจำลองย่อยเอาไว้อีก เพื่อให้ผู้ใช้เลือกใช้ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ที่กำหนดขึ้น สำหรับข้อมูลที่จะต้องนำมาใส่ในโปรแกรมประกอบด้วย ชนิดของสารเคมีที่ต้องการศึกษา ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของพื้นที่ที่จะทำการศึกษา ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี ข้อมูลลักษณะการรั่วไหลของสารเคมี เป็นต้น สำหรับโปรแกรมย่อยในโปรแกรม BREEZE HAZ ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

#### 1. แบบจำลองย่อย EXPERT

หลักการทำงานของแบบจำลองย่อย EXPERT จะทำการประเมินรูปแบบการรั่วไหล อัตราการรั่วไหล อุณหภูมิขณะรั่วไหล สัดส่วนของไอระเหย ค่าความเข้มข้นเริ่มต้น ความหนาแน่น เส้นผ่าศูนย์กลางของรูรั่ว และปริมาณสารที่รั่วไหล ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ของพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี เช่น อุณหภูมิ กักเก็บ ความดัน กักเก็บ ภาชนะกักเก็บ และปริมาณกักเก็บ
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรั่วไหล เช่น ขนาดของรูรั่ว ระยะเวลาในการเกิดการรั่ว

#### 2. แบบจำลองย่อย Confined Pool Fire

หลักการทำงานของแบบจำลองย่อย Confined Pool Fire เป็นการประเมินการลุกติดไฟแบบมีขอบเขตจำกัด เช่น มีกำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike) เป็นต้น ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยา ของพื้นที่ศึกษา

- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลเกี่ยวกับกำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike) เช่น มีลักษณะรูปร่างเป็นแบบวงกลม (Circular Dike) หรือสี่เหลี่ยม (Rectangular Dike) ขนาดของ Dike ความสูงของเปลวไฟเหนือพื้นดิน

### 3. แบบจำลองขย่อย Unconfined Pool Fire

หลักการการทำงานของแบบจำลองขย่อย Unconfined Pool Fire เป็นการประเมินการลุกติดไฟแบบไม่มีขอบเขตจำกัด โดยคำนวณหาระยะทางของการแผ่รังสีความร้อนจากจุดกึ่งกลางของ Pool Fire ที่ระดับการแผ่รังสีต่างๆ ที่กำหนด ซึ่งแบ่งการคำนวณออกเป็น 2 แบบ คือ

- การรั่วไหลแบบไม่มีขอบเขตจำกัดอย่างต่อเนื่อง (Unconfined Continuous Releases)
- การรั่วไหลแบบฉับพลันอย่างต่อเนื่อง (Unconfined Instantaneous Releases)

ค่ามาตรฐานของระดับการแผ่รังสีที่กำหนดโดย US.EPA ในเอกสาร 112 (r) RMP กำหนดไว้ที่ 5 (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร; kW/m<sup>2</sup>) หรือ ระดับ Radiant Flux ที่กำหนดในมาตรฐานสหพันธ์ของสหรัฐอเมริกา ที่ 49 CFR 193.2057 สำหรับ LNG Facilities โดยข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ประกอบด้วย

- ข้อมูลคุณสมบัติของพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการรั่วไหลของสาร เช่น เป็นการรั่วไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Release) หรือการรั่วไหลแบบฉับพลัน (Instantaneous Release) ลักษณะการกักเก็บสาร พื้นที่เป้าหมาย และลักษณะของพื้นผิวของพื้นที่ศึกษา

### 4. แบบจำลองขย่อย BLEVE

หลักการการทำงานของแบบจำลองขย่อย BLEVE เป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากภาชนะที่กักเก็บถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในรูปของกลุ่มก้อนของมวลสารที่ถูกเผาไหม้เป็นลูกไฟ (Fire Ball) ที่มีขนาดตามปริมาณของสารที่กักเก็บและค่าความร้อนของการเผาไหม้ (Heat of Combustion) โดยมีผลกระทบที่เกิดขึ้นคือการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลปริมาณของสารที่กักเก็บและค่า Radiative Fraction

#### 5. แบบจำลองฯย่อย Explosion (UK HSE TNT Equivalency Explosion)

หลักการการทำงานของแบบจำลองฯย่อย Explosion เป็นการประเมินอันตรายจากการระเบิด โดยในส่วนของแบบจำลองฯ UK HSE TNT Equivalency Explosion เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการหาอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารที่เนื่องมาจากภาชนะกักเก็บถูกทำลายอย่างฉับพลัน และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในรูปของกลุ่มก้อนของมวลสารที่ถูกเผาไหม้เป็นลูกไฟ (Fire Ball) ที่มีขนาดตามปริมาณของสารที่กักเก็บและค่าความร้อนของการเผาไหม้ (Heat of Combustion) โดยมีผลกระทบที่เกิดขึ้นคือการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลปริมาณของสารที่กักเก็บ และค่า Yield Factor

#### ส่วนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ได้ทำการการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรม BREEZE HAZ เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการจำลองเหตุการณ์จากอุบัติเหตุรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) จากถังกักเก็บ โดยรูปแบบของเหตุการณ์พิจารณาจากข้อกำหนดเกี่ยวกับการประเมินความเสี่ยงของธนาคารโลก (World Bank) ซึ่งกำหนดขนาดรั่วที่ควรทำการศึกษา คือ 2 นิ้ว ในช่วงระยะเวลาการรั่วไหล 10 นาที และแผนงานการป้องกันและระงับอัคคีภัยของ บริษัท เชิงไต้ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด มีระยะเวลาในการระงับเหตุการณ์เนื่องจากการเกิดเพลิงไหม้ภายในระยะเวลา 10 นาที สำหรับประเทศไทยใช้ข้อกำหนดตามธนาคารโลก (World Bank) และขนาดรั่วที่นิยมศึกษา คือ 1 นิ้ว ซึ่งสามารถจำแนกรูปแบบเหตุการณ์การได้เป็น 4 กรณี คือ

กรณีที่ 1 เกิดรั่วที่ตัวถัง ขนาดรั่ว 1 นิ้ว แบ่งเป็น

- ขนาดรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศ

แบบ A

- ขนาดรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศ

แบบ D

กรณีที่ 2 เกิดรั่วที่ตัวถัง ขนาดรั่ว 2 นิ้ว แบ่งเป็น

- ขนาดรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศ

แบบ A

- ขนาดรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศ

แบบ D

กรณีที่ 3 ถังเก็บก๊าซถูกทำลายทันที

กรณีที่ 4 ถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด

ส่วนที่ 5 ศึกษาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อลดความรุนแรงของเหตุการณ์

นำผลการวิเคราะห์ทั้งหมดที่ได้จากโปรแกรม BREEZE HAZ ในทุกกรณีมา ประเมินผลกระทบที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อลด ความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เกิดจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) จากถังเก็บ