บทที่ 4

ผลการศึกษา

1. <u>การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว</u>

การวิเคราะห์อันตรายบริเวณถังเก็บกัก LPG พบว่า การเกิดอันตรายมีโอกาสที่จะเกิดใน 2 เหตุการณ์ คือ

1. จากการชนหรือกระแทกจากภายนอกอย่างกะทันหัน ทั้งจากเจ้าหน้าที่ที่ดูแลการขนย้ายต่างๆ ประมาท การที่มีผู้เข้ามาติดต่อไม่คุ้นเคยสถานที่และไม่สามารถควบคุมยานพาหนะภายในบริเวณดังกล่าวได้

2. จากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ หรือแรงดันภายในถัง กระทั่งเกินความสามารถที่ออกแบบไว้ (Over Enthalpy) เนื่องมาจากการส่งสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมที่เกี่ยวข้องมีการทำงานผิดพลาด กระทั่งระบบควบคุมอุณหภูมิ (Delude System) ไม่ทำงาน หรือทำงานแต่ไม่สามารถควบคุมสถานการณ์ไว้ได้

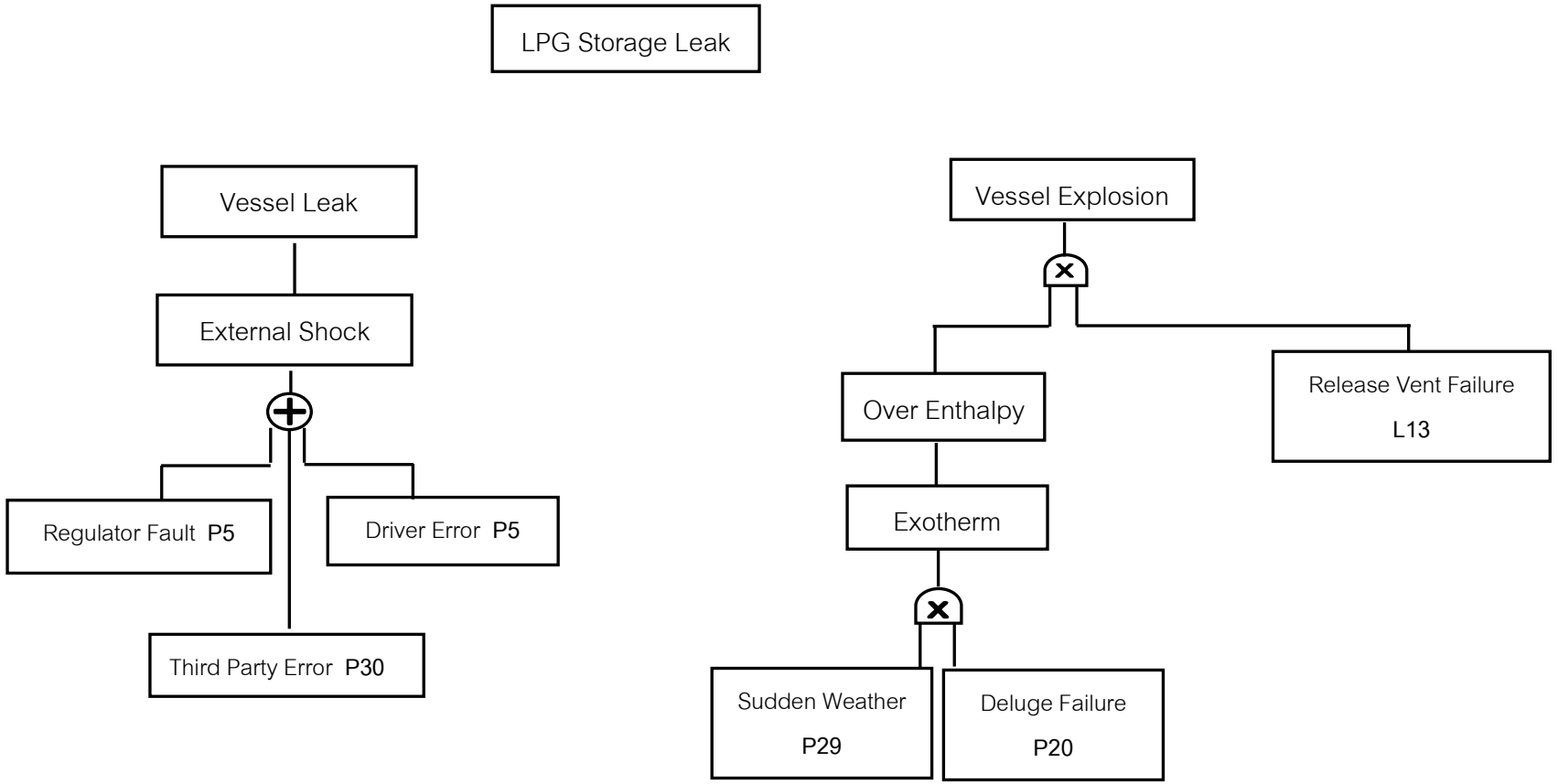
จากการวิเคราะห์เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้นแล้วนำมาเขียน Fault Tree Diagram ได้ดังภาพที่ 4.1 โดยกำหนดให้

สัญลักษณ์เครื่องหมายบวก หมายถึง การเกิดเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง
สัญลักษณ์เครื่องหมายคูณ หมายถึง การเกิดเหตุการณ์ขึ้นพร้อมกัน

ภาพที่ 4.1

แผนภาพ Fault Tree Diagram กรณีเกิดความผิดพลาด

ที่ถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas; LPG)



จากแผนภาพที่ 4.1 สามารถวิเคราะห์หาโอกาสเสี่ยง ได้ดังนี้

1. การกระแทกจากภายนอก (External Shock)

= P30 + P5 + P5

= $(1x10^{-3})$ + $(1x10^{-3})$ + $(1x10^{-3})$

= $3 x10^{-3}$ / ปี

2. การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ หรือแรงดันภายในถัง จนเกินความสามารถที่ออกแบบไว้ (Over Enthalpy)

= (P20 x P29)

= $(1x10^{-2} x 7x10^{-3})$

= $7 x 10^{-5}$ / ปี

3. การเกิดการระเบิดของถังเก็บ (Vessel Explosion)

= $(7 x 10^{-5}$ / ปี) x L13

= $(7 x 10^{-5}$ / ปี) x $(4.27 x10^{-3})$

= $2.989 x 10^{-7}$ / ปี

นำผลที่วิเคราะห์ได้ของทั้ง 2 เหตุการณ์มารวมกันเพื่อหาโอกาสเสี่ยงของการเกิดการรั่วไหลของถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว พบว่ามีค่าเท่ากับ $3 x10^{-3}$ / ปี

จากผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว พบว่า มีโอกาสเสี่ยงอยู่ที่ระดับ Unlikely (มากกว่า $1x10^{-2}$ /ปี ถึง $1x10^{-6}$ /ปี) หมายถึง มีโอกาสเกิดขึ้นได้บางเวลาภายใน 10 เปอร์เซ็นต์ (%) ของช่วงอายุโรงงาน

2. ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) จากถังกักเก็บ

ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) จากถังกักเก็บ กรณีศึกษาบริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ซึ่งทำการศึกษาโดยจำแนกรูปแบบเหตุการณ์ออกเป็น 4 กรณี ที่อาจจะเกิดขึ้น ได้แก่ กรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว กรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว กรณีถังเก็บถูกทำลายทันที และกรณีถังเก็บเกิดการระเบิด ผลการศึกษาแสดงดังนี้

ผลการศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว

การศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น

- ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A
- ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

1) ผลการวิเคราะห์การรั่วไหล

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯย่อย EXPERT ซึ่งทำการประเมินอัตราการไหลของสารเคมี และมวลสารที่รั่วไหลจากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ EXPERT ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่

  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
  ความคงตัวบรรยากาศ (Stability Class) แบบ A และ D

- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)

- ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี ได้แก่

  ลักษณะของถังที่กักเก็บ เป็นแบบแนวนอน (Horizontal Tank)

  ขนาดของถังกักเก็บ ความยาว 3.74 เมตร (m) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 เมตร (m)

  สภาพการกักเก็บ เป็นก๊าซเหลวอัดความดัน (Liquefied Gas Pressurized)

  อุณหภูมิกักเก็บ 28 องศาเซลเซียส (°C)

  ความดันกักเก็บ 17 บรรยากาศ (atm)

  ปริมาณกักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg)

- ข้อมูลการรั่วไหล ได้แก่

  ขนาดของรูรั่ว 1 นิ้ว (Inch)

  ระยะเวลาในการรั่วไหล 10 นาที (Minutes)

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย EXPERT ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว
เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Horizontal tank(cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquefied Gas(Pressurized)	
Number of Phases	Two-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	LPG Thai	
Chem. Name	LPG Thai	
CAS #	Mixture	
Evaporating pool	No	
Emission rate	13.27781	kilograms/s
Storage container quantity - mass	5208.32	kilograms
Total quantity released	5208.32	kilograms
Exit velocity	44.55	m/s
Wind speed at anemometer height	1.6	m/s
Wind speed at release height of 1 meters	0.83	m/s
Specified Release duration	10	minutes
Computed Release duration	6.54	minutes
Used Release duration	6.54	minutes
Storage temperature	28	° C
Ambient temperature	28	° C
Boiling temperature	-23.59	° C
Release temperature	-23.59	° C
Storage pressure	17	atm
Ambient pressure	1	atm
Exit pressure	9.808904	atm
Storage density	588.2595	kg/m^3
Ambient air density	1.152584	kg/m^3
Release density	14.93758	kg/m^3
Storage container diameter	1.7	meters
Diameter of hole	1	inches
Release diameter after expansion	6.275443	inches
Vapor fraction	0.1590405	

ตารางที่ 4.2
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย EXPERT ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว
เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Horizontal tank(cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquefied Gas(Pressurized)	
Number of Phases	Two-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	LPG Thai	
Chem. Name	LPG Thai	
CAS #	Mixture	
Evaporating pool	No	
Emission rate	13.27781	kilograms/s
Storage container quantity - mass	5208.32	kilograms
Total quantity released	5208.32	kilograms
Exit velocity	44.55	m/s
Wind speed at anemometer height	1.6	m/s
Wind speed at release height of 1 meters	0.73	m/s
Specified Release duration	10	minutes
Computed Release duration	6.54	minutes
Used Release duration	6.54	minutes
Storage temperature	28	° C
Ambient temperature	28	° C
Boiling temperature	-23.59	° C
Release temperature	-23.59	° C
Storage pressure	17	atm
Ambient pressure	1	atm
Exit pressure	9.808904	atm
Storage density	588.2595	kg/m^3
Ambient air density	1.152584	kg/m^3
Release density	14.93758	kg/m^3
Storage container diameter	1.7	meters
Diameter of hole	1	inches
Release diameter after expansion	6.275443	inches
Vapor fraction	0.1590405	

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองฯย่อย EXPERT ที่รูรั่วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D พบว่า การรั่วไหลของสารมีรูปแบบการรั่วไหลแบบ 2 สถานะ (Two - Phase) อัตราการรั่วไหลเท่ากับ 13.28 กิโลกรัม/วินาที (kg/s) ปริมาณสารเคมีที่รั่วไหล เท่ากับ 5,208.32 กิโลกรัม (kg) ระยะเวลาในการรั่วไหล 6.54 นาที

2) การศึกษาการติดไฟและการระเบิด

การติดไฟ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ Unconfined Pool Fire ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรั่วไหลของสาร ได้แก่
  รูปแบบการรั่วไหล เป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Release)
  มีอัตราการรั่วไหล 13.28 กิโลกรัมต่อวินาที (kg/s)
  อุณหภูมิกักเก็บ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันกักเก็บ 17 บรรยากาศ (atm)
  ลักษณะพื้นผิวของพื้นที่เป็นแบบคอนกรีต (Concrete)
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.3 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.3
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire
ขนาดรูรั่ว 1 นิ้วเวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศ
แบบ A และแบบ D

ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)	อาณาเขตของผลกระทบ(m)	
	ความคงตัวของบรรยากาศ แบบ A	ความคงตัวของบรรยากาศ แบบ D
37.5	21.63	21.63
12.5	27.54	27.54
5.0*	34.32	34.32
4.0	36.45	36.45

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire พบว่า ที่รูรั่วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D มีอาณาเขตของผลกระทบเท่ากันเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของWorld Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 21.63 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 27.54 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 36.45 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บเป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ

US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 34.32 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน ภาพอาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.2 และ 4.3

ภาพที่ 4.2
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาทีความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.2 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 21.69 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ ถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลวใบอื่น จำนวน 2 ถัง พื้นที่ประมาณ 10% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 22.6 เมตร อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 27.54 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า พื้นที่ประมาณ 20% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 28.4 เมตร อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้น

เริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 36.45 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 10%ของบริเวณด้านหลังของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 30% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 37.2 เมตร

ภาพที่ 4.3
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาทีความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.3 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 34.32 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 10% ของบริเวณด้านหลังของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 20% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 34.60 เมตร

การรั่วระเหยและติดไฟ (BLEVE)

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE ซึ่งเป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากภาชนะกักเก็บถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ BLEVE ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ปริมาณสารที่กักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg) และค่า Radiative Fraction คือ 0.4 ตามที่ US.EPA เสนอ
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.4 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย BLEVE ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว

รายการ	ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)				ขนาดของ Fireball (m)	ช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball (วินาที)
อาณาเขตของผลกระทบ	37.5	12.5	5.0*	4.0		
(m)	141.27	244.68	386.87	432.54	100.54	7.8

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย BLEVE ที่รูรั่วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที พิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสี

ความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 141.27 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 244.68 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 432.54 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน โดยมีขนาดของ Fireball เท่ากับ 100.54 เมตร และช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball เท่ากับ 7.8 วินาที ภาพอาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.4 และ 4.5

ภาพที่ 4.4
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ BLEVE กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที และทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.4 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 432.54 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) พื้นที่ประมาณ 40% ทางด้านทิศใต้ของ บริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 78.0 เมตร นอกจากนี้ยังมีถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวอีกจำนวน 2 ถัง อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) อาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2)อาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และระบบบำบัดน้ำเสีย พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกรีดทองเหลืองเส้น (F3) พื้นที่ประมาณ 60% ของอาคารรวบรวมกากของเสีย พื้นที่ประมาณ 50% ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 133.9 เมตร และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 141.27เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของบริษัท เซิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 90% ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 235 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 233.5 เมตร

ภาพที่ 4.5
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ BLEVE กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที และทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.5 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 97% ของบริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 80% ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 210 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 208.7 เมตร

<u>ผลการศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว</u>

การศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น

- ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A
- ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

1) ผลการวิเคราะห์การรั่วไหล

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯย่อย EXPERT ซึ่งทำการประเมินอัตราการไหลของสารเคมี และมวลสารที่รั่วไหลจากรูรั่วขนาด 2 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ EXPERT ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
  ความคงตัวบรรยากาศ (Stability Class) แบบ A และ D
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี ได้แก่
  ลักษณะของถังที่กักเก็บ เป็นแบบแนวนอน (Horizontal Tank)
  ขนาดของถังกักเก็บ ความยาว 3.74 เมตร (m) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 เมตร (m)
  สภาพการกักเก็บ เป็นก๊าซเหลวอัดความดัน (Liquefied Gas Pressurized)
  อุณหภูมิกักเก็บ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันกักเก็บ 17 บรรยากาศ (atm)
  ปริมาณกักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg)
- ข้อมูลการรั่วไหล ได้แก่
  ขนาดของรูรั่ว 2 นิ้ว (Inch)
  ระยะเวลาในการรั่วไหล 10 นาที (Minutes)

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.5 และ 4.6

ตารางที่ 4.5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย EXPERT ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว

เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Horizontal tank(cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquefied Gas(Pressurized)	
Number of Phases	Two-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	LPG Thai	
Chem. Name	LPG Thai	
CAS #	Mixture	
Evaporating pool	No	
Emission rate	53.11123	kilograms/s
Storage container quantity - mass	5208.32	kilograms
Total quantity released	5208.32	kilograms
Exit velocity	44.55	m/s
Wind speed at anemometer height	1.6	m/s
Wind speed at release height of 1 meters	0.83	m/s
Specified Release duration	10	minutes
Computed Release duration	1.63	minutes
Used Release duration	1.63	minutes
Storage temperature	28	° C
Ambient temperature	28	° C
Boiling temperature	-23.59	° C
Release temperature	-23.59	° C
Storage pressure	17	atm
Ambient pressure	1	atm
Exit pressure	9.808904	atm
Storage density	588.2595	kg/m^3
Ambient air density	1.152584	kg/m^3
Release density	14.93758	kg/m^3
Storage container diameter	1.7	meters
Diameter of hole	2	inches
Release diameter after expansion	12.55089	inches
Vapor fraction	0.1590405	

ตารางที่ 4.6

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย EXPERT ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว

เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Horizontal tank(cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquefied Gas(Pressurized)	
Number of Phases	Two-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	LPG Thai	
Chem. Name	LPG Thai	
CAS #	Mixture	
Evaporating pool	No	
Emission rate	53.11123	kilograms/s
Storage container quantity - mass	5208.32	kilograms
Total quantity released	5208.32	kilograms
Exit velocity	44.55	m/s
Wind speed at anemometer height	1.6	m/s
Wind speed at release height of 1 meters	0.73	m/s
Specified Release duration	10	minutes
Computed Release duration	1.63	minutes
Used Release duration	1.63	minutes
Storage temperature	28	° C
Ambient temperature	28	° C
Boiling temperature	-23.59	° C
Release temperature	-23.59	° C
Storage pressure	17	atm
Ambient pressure	1	atm
Exit pressure	9.808904	atm
Storage density	588.2595	kg/m^3
Ambient air density	1.152584	kg/m^3
Release density	14.93758	kg/m^3
Storage container diameter	1.7	meters
Diameter of hole	2	inches
Release diameter after expansion	12.55089	inches
Vapor fraction	0.1590405	

จากตารางที่ 4.5 และ 4.6 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองฯย่อย EXPERT ที่รูรั่วขนาด 2 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D พบว่า การรั่วไหลของสารมีรูปแบบการรั่วไหลแบบ 2 สถานะ (Two - Phase) อัตราการรั่วไหล เท่ากับ 53.11 กิโลกรัม/วินาที (kg/s) ปริมาณสารเคมีที่รั่วไหล เท่ากับ 5,208.32 กิโลกรัม (kg) ระยะเวลาในการรั่วไหล 1.63 นาที

2) การศึกษาการติดไฟและการระเบิด

การติดไฟ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้จากรูรั่วขนาด 2 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ Unconfined Pool Fire ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรั่วไหลของสาร ได้แก่
  รูปแบบการรั่วไหล เป็นแบบต่อเนื่อง (Continuous Release)
  มีอัตราการรั่วไหล 53.11 กิโลกรัมต่อวินาที (kg/s)
  อุณหภูมิกักเก็บ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันกักเก็บ 17 บรรยากาศ (atm)
  ลักษณะพื้นผิวของพื้นที่เป็นแบบคอนกรีต (Concrete)
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)

เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.7 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.7

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D

ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)	อาณาเขตของผลกระทบ (m)	
	ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A	ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D
37.5	35.69	35.69
12.5	46.69	46.69
5.0*	58.75	58.75
4.0	62.53	62.53

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.7 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire ที่รูรั่วขนาด 2 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D มีอาณาเขตของผลกระทบเท่ากัน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 35.69 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 46.69 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 62.53 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 58.75 เมตร

ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน อาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.6 และ 4.7

ภาพที่ 4.6
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 2 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาทีความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.6 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 35.69 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 10% ของอาคารหอพัก อาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า ถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวอีกจำนวน 2 ถัง และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 36.4 เมตร อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 46.69 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 30% ของอาคารหอพัก และอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 20% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) และทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็น

ระยะทางประมาณ 47.4 เมตร อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 62.53 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 60% ของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) พื้นที่ประมาณ 40% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 63.5 เมตร

ภาพที่ 4.7

อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 2 นิ้ว ในช่วงเวลา 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.7 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 58.75 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 30% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) พื้นที่ประมาณ 30% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 59 เมตร

การรั่วระเหยและติดไฟ (BLEVE)

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE ซึ่งเป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากภาชนะกักเก็บถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ BLEVE ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ปริมาณสารที่กักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg) และค่า Radiative Fraction คือ 0.4 ตามที่ US.EPA เสนอ
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.8 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.8
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย BLEVE ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว

รายการ	ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)				ขนาดของ Fireball (m)	ช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball (วินาที)
อาณาเขตของผลกระทบ (m)	37.5	12.5	5.0*	4.0		
	141.27	244.68	386.87	432.54	100.54	7.8

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.8 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย BLEVE ที่รูรั่วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที พิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสี

ความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 141.27 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 244.68 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 432.54 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน โดยมีขนาดของ Fireball เท่ากับ 100.54 เมตร และช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball เท่ากับ 7.8 วินาที ภาพอาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.8 และ 4.9

ภาพที่ 4.8
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ BLEVE กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 2 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที และทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.8 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 432.54 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) พื้นที่ประมาณ 40% ทางด้านทิศใต้ของ บริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 78.0 เมตร นอกจากนี้ยังมีถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวอีกจำนวน 2 ถัง อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) อาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2)อาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และระบบบำบัดน้ำเสีย พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกรีดทองเหลืองเส้น (F3) พื้นที่ประมาณ 60% ของอาคารรวบรวมกากของเสีย พื้นที่ประมาณ 50% ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 133.9 เมตร และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 141.27เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของบริษัท เซิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 90% ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 235 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 233.5 เมตร

ภาพที่ 4.9
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ BLEVE กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที และทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.9 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 97% ของบริษัท เซิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 80% ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 210 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 208.7 เมตร

ผลการศึกษากรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที

1) ผลการวิเคราะห์การรั่วไหล

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯย่อย EXPERT ซึ่งทำการประเมินอัตราการไหลของสารเคมี และมวลสารที่รั่วไหลจากกรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ EXPERT ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
  ความคงตัวบรรยากาศ (Stability Class) แบบ A และ D
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี ได้แก่
  ลักษณะของถังที่กักเก็บ เป็นแบบแนวนอน (Horizontal Tank)
  ขนาดของถังกักเก็บ ความยาว 3.74 เมตร (m) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.7 เมตร (m)
  ภาพการกักเก็บ เป็นก๊าซเหลวอัดความดัน (Liquefied Gas Pressurize
  อุณหภูมิกักเก็บ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันกักเก็บ 17 บรรยากาศ (atm)
  ปริมาณกักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg)

- ข้อมูลการรั่วไหล เลือกการรั่วไหลกรณีเหตุการณ์รุนแรงที่สุด ในช่วงเวลา 10 นาที ซึ่งกำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.9 และ 4.10

ตารางที่ 4.9

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย EXPERT

กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันทีเวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของ

บรรยากาศแบบ A

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Horizontal tank(cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquefied Gas(Pressurized)	
Number of Phases	Two-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	LPG Thai	
Chem. Name	LPG Thai	
CAS #	Mixture	
Evaporating pool	No	
Emission rate	8.680534	kilograms/s
Storage container quantity - mass	5208.32	kilograms
Total quantity released	5208.32	kilograms
Exit velocity	44.55	m/s
Wind speed at anemometer height	1.6	m/s
Wind speed at release height of 1 meters	0.26	m/s
Specified Release duration	10	minutes
Computed Release duration	10	minutes
Used Release duration	10	minutes
Storage temperature	28	° C
Ambient temperature	28	° C
Boiling temperature	-23.59	° C
Release temperature	-23.59	° C
Storage pressure	17	atm
Ambient pressure	1	atm
Exit pressure	9.808904	atm
Storage density	588.2595	kg/m^3
Ambient air density	1.152584	kg/m^3
Release density	14.93758	kg/m^3
Storage container diameter	1.7	meters
Diameter of hole	2.05E-02	inches
Release diameter after expansion	0.1288808	inches
Vapor fraction	0.1590405	

ตารางที่ 4.10
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย EXPERT
กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของ
บรรยากาศแบบ D

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Horizontal tank(cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquefied Gas(Pressurized)	
Number of Phases	Two-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	LPG Thai	
Chem. Name	LPG Thai	
CAS #	Mixture	
Evaporating pool	No	
Emission rate	8.680534	kilograms/s
Storage container quantity - mass	5208.32	kilograms
Total quantity released	5208.32	kilograms
Exit velocity	44.55	m/s
Wind speed at anemometer height	1.6	m/s
Wind speed at release height of 1 meters	0.26	m/s
Specified Release duration	10	minutes
Computed Release duration	10	minutes
Used Release duration	10	minutes
Storage temperature	28	° C
Ambient temperature	28	° C
Boiling temperature	-23.59	° C
Release temperature	-23.59	° C
Storage pressure	17	atm
Ambient pressure	1	atm
Exit pressure	9.808904	atm
Storage density	588.2595	kg/m^3
Ambient air density	1.152584	kg/m^3
Release density	14.93758	kg/m^3
Storage container diameter	1.7	meters
Diameter of hole	2.05E-02	inches
Release diameter after expansion	0.1288808	inches
Vapor fraction	0.1590405	

จากตารางที่ 4.9 และ 4.10 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองฯย่อย EXPERT กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D พบว่า การรั่วไหลของสารมีรูปแบบการรั่วไหลแบบ 2 สถานะ (Two - Phase) อัตราการรั่วไหล เท่ากับ 8.680534 กิโลกรัม/วินาที (kg/s) ปริมาณสารเคมีที่รั่วไหล เท่ากับ 5208.32 กิโลกรัม (kg) ระยะเวลาในการรั่วไหล 10 นาที

2) การศึกษาการติดไฟและการระเบิด

การติดไฟ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้จากกรณีที่ถังเก็บก๊าซถูกทำลายทันที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ Unconfined Pool Fire ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรั่วไหลของสาร ได้แก่
  รูปแบบการรั่วไหล เป็นแบบฉับพลัน (Instantaneous Release)
  ปริมาณสารที่รั่วไหล 5,208.32 กิโลกรัม (kg)
  อุณหภูมิกักเก็บ 28 องศาเซลเซียส (°C)
  ความดันกักเก็บ 17 บรรยากาศ (atm)
  ลักษณะพื้นผิวของพื้นที่เป็นแบบคอนกรีต (Concrete)
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.11 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.11
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire
กรณีที่ถังเก็บก๊าซถูกทำลายทันที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศ
แบบ A และแบบ D

ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)	อาณาเขตของผลกระทบ (m)	
	ความคงตัวของบรรยากาศ แบบ A	ความคงตัวของบรรยากาศ แบบ D
37.5	87.37	87.37
12.5	117.94	117.94
5.0	153.77	153.77
4.0	164.98	164.98

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.11 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire กรณีที่ถังก๊าซถูกทำลายทันทีที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D มีอาณาเขตของผลกระทบเท่ากัน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 87.37 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 117.94 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 164.98 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ

US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 153.77 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อนภาพอาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.10 และ 4.11

ภาพที่ 4.10
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที
ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.10 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 87.73 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารหอพัก ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า ถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลวใบอื่น จำนวน 2 ถัง พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 70% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1)พื้นที่ประมาณ 15% ของอาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2) พื้นที่ประมาณ 30 %ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 83.72 เมตร อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 27.54 เมตร

มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) พื้นที่ประมาณ 80% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5)พื้นที่ประมาณ 70% ของอาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2) พื้นที่ประมาณ 50% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 112.57 เมตร อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 36.45 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) อาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2) อาคารแผนกรีดทองเหลืองเส้น (F3) และอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารแผนกหลอมทองเหลืองและอาคารเก็บวัตถุดิบ (F4) พื้นที่ประมาณ 80% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 165.4 เมตร

ภาพที่ 4.11
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที
ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.11 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 153.77 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) อาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2) อาคารแผนกรีดทองเหลืองเส้น (F3) และอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารแผนกหลอมทองเหลืองและอาคารเก็บวัตถุดิบ (F4) พื้นที่ประมาณ 80% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 154.7 เมตร

การรั่วระเหยและติดไฟ (BLEVE)

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE ซึ่งเป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากภาชนะกักเก็บถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น จากกรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที ในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ BLEVE ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ปริมาณสารที่กักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg) และค่า Radiative Fraction คือ 0.4 ตามที่ US.EPA แนะนำ
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.12 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.12
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย BLEVE
กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที

รายการ	ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)				ขนาดของ Fireball (m)	ช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball (วินาที)
อาณาเขตของผลกระทบ	37.5	12.5	5.0*	4.0		
(m)	141.27	244.68	386.87	432.54	100.54	7.8

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย BLEVE กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที เวลาการรั่วไหล 10 นาที พิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 141.27 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 244.68 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 432.54 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน โดยมีขนาดของ Fireball เท่ากับ 100.54 เมตร และช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball เท่ากับ 7.8 วินาที ภาพอาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.12 และ 4.13

ภาพที่ 4.12
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ BLEVE กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที
ในช่วงเวลา 10 นาที และทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.12 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 432.54 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) พื้นที่ประมาณ 40% ทางด้านทิศใต้ของ บริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 78.0 เมตร นอกจากนี้ยังมีถังก๊าซปิโตรเลียมเหลวอีกจำนวน 2 ถัง อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) อาคารแผนกปั๊มทรายและชุบเคลือบ (F2)อาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5) และระบบบำบัดน้ำเสีย พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารแผนกรีดทองเหลืองเส้น (F3) พื้นที่ประมาณ 60% ของอาคารรวบรวมกากของเสีย พื้นที่ประมาณ 50% ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย)

จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 133.9 เมตร และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) อยู่ที่ระยะ 141.27เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของบริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 90% ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 235 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 233.5 เมตร

ภาพที่ 4.13
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ BLEVE กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที
ในช่วงเวลา 10 นาที และทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.13 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 อยู่ที่ระยะ 386.87 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 97% ของบริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่

ประมาณ 80% ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 210 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 208.7 เมตร

ผลการศึกษากรณีถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย HSE TNT Equivalency ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิด จากกรณีที่ถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว, 2 นิ้ว และกรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที ในช่วงเวลา 10 นาที ที่ทุกสภาพความคงตัวของบรรยากาศ โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ HSE TNT Equivalency ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ปริมาณสารที่กักเก็บ 5,208.32 กิโลกรัม (kg) และค่า Yield Factor คือ 10%
- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.13 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย HSE TNT Equivalency แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.13

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย HSE TNT Equivalency

กรณีที่ถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด ที่ทุกสภาพความคงตัวของบรรยากาศ

แรงดันเนื่องจากการระเบิด (atm)	อาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิด (m)		
	ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว	ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว	กรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที
0.039	453.086	453.086	453.086
0.068	293.704	293.704	293.704
0.069	291.702	291.702	291.702
0.345	101.809	101.809	101.809

จากตารางที่ 4.13 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย HSE TNT Equivalency กรณีที่ถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว 2 นิ้ว และกรณีถังก๊าซถูกทำลายทันที ที่ทุกสภาพความคงตัวของบรรยากาศมีอาณาเขตของผลกระทบเท่ากัน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดระดับรุนแรง (0.345 atm) อยู่ในระยะ 101.809 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ บ้านจะถูกทำลายสิ้นเชิง อุปกรณ์ในโรงงานถูกทำลาย เกิดการรั่วไหลของเชื้อเพลิงในถังเก็บ อาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดระดับปานกลาง (0.069 atm) อยู่ในระยะ 291.702 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ กระจกแตก กระเบื้องหลังคาจะหลุดออก และอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดระดับเริ่มต้น (0.039 atm) อยู่ในระยะ 453.086 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ90% ของหน้าต่างจะสั่นและส่วนน้อยจะแตก และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดที่ 0.068 atm อยู่ในระยะ 293.704 เมตร ภาพอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิด ดังภาพที่ 4.14 และ 4.15

ภาพที่ 4.14
อาณาเขตแรงดันเนื่องจากแรงระเบิด กรณีถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด
ในช่วงเวลา 10 นาที ทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.14 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับแรงดันเนื่องจากการระเบิดของ World Bank ที่อาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดระดับรุนแรง (0.345 atm) อยู่ในระยะ 194.504 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 40% ของบริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และพื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 103.9 เมตร อาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดระดับปานกลาง (0.069 atm) อยู่ในระยะ 291.702 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของบริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และอาคารที่อยู่ทางด้านทิศตะวันออกของบริษัทเชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 60% ของบริษัท เอส ที ที อินดัสทรี จำกัด พื้นที่ประมาณ 50% ของโครงการบ้านเอื้ออาทร พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 293.4 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 290.7 เมตร และอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดระดับเริ่มต้น (0.039 atm) อยู่ในระยะ 453.086 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับ

ผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของบริษัท เซิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด บริษัท เอส ที ที อินดัสทรี จำกัด และโครงการบ้านเอื้ออาทร และพื้นที่รอบโครงการในรัศมีประมาณ 454.3 เมตร

ภาพที่ 4.15
อาณาเขตแรงดันเนื่องจากแรงระเบิด กรณีถังเก็บก๊าซเกิดการระเบิด
จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ในช่วงเวลา 10 นาที ที่ทุกสภาพบรรยากาศ
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA

จากภาพที่ 4.15 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับแรงดันเนื่องจากการระเบิดของ US.EPA มีอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิดที่ 0.068 atm อยู่ในระยะ 293.704 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ทั้งหมดของบริษัท เซิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด และบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 50% ของบริษัท เอส ที ที อินดัสทรี จำกัด และโครงการบ้านเอื้ออาทร พื้นที่ด้านตะวันออกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 295.5 เมตร และพื้นที่ด้านตะวันตกของโรงงานเป็นระยะทางประมาณ 292.8 เมตร

3. ผลการศึกษาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อลดความรุนแรงของเหตุการณ์

จากการวิเคราะห์ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas; LPG) จากถังกักเก็บ กรณีศึกษา บริษัท เชิ่งไท่ อินดัสเทรียล (ประเทศไทย) จำกัด เพื่อหาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกที่เหมาะสมเพื่อลดความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น จากการพิจารณาทางเลือก พบว่า พิจารณากำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike) น่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องด้วยสภาพพื้นที่ของโรงงานที่มีพื้นที่จำกัด จึงไม่สามารถพิจารณาสถานที่กักเก็บสารใหม่ได้ และโรงงานกำลังดำเนินการขยายกำลังการผลิต ดังนั้นจึงไม่สามารถพิจารณาการลดปริมาณการกักเก็บสารได้

ผลการศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว

การศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น

- ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A
- ขนาดรูรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

การติดไฟ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้สำหรับการลุกติดไฟแบบมีกำแพงกั้น จากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ Confined Pool Fire ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (^{o}C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลเกี่ยวกับกำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike) ได้แก่
  ลักษณะรูปร่างของกำแพงป้องกัน (Dike) เลือกรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยม (Rectangular Dike Fire)

ขนาดของกำแพงป้องกัน (Dike) ความยาว 12 เมตร (m) ความกว้าง 8 เมตร (m) ความสูง 2 เมตร (m)

- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)
  เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.14 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.14
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire
ขนาดรูรั่ว 1 นิ้วเวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศ
แบบ A และแบบ D

ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)	อาณาเขตของผลกระทบ (m)			
	ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A		ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D	
	ด้านหน้า	ด้านข้าง	ด้านหน้า	ด้านข้าง
37.5	16.72	14.25	16.72	14.25
12.5	29.72	25.29	29.72	25.29
5.0*	43.71	38.16	43.71	38.16
4.0	47.95	41.95	47.95	41.95

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

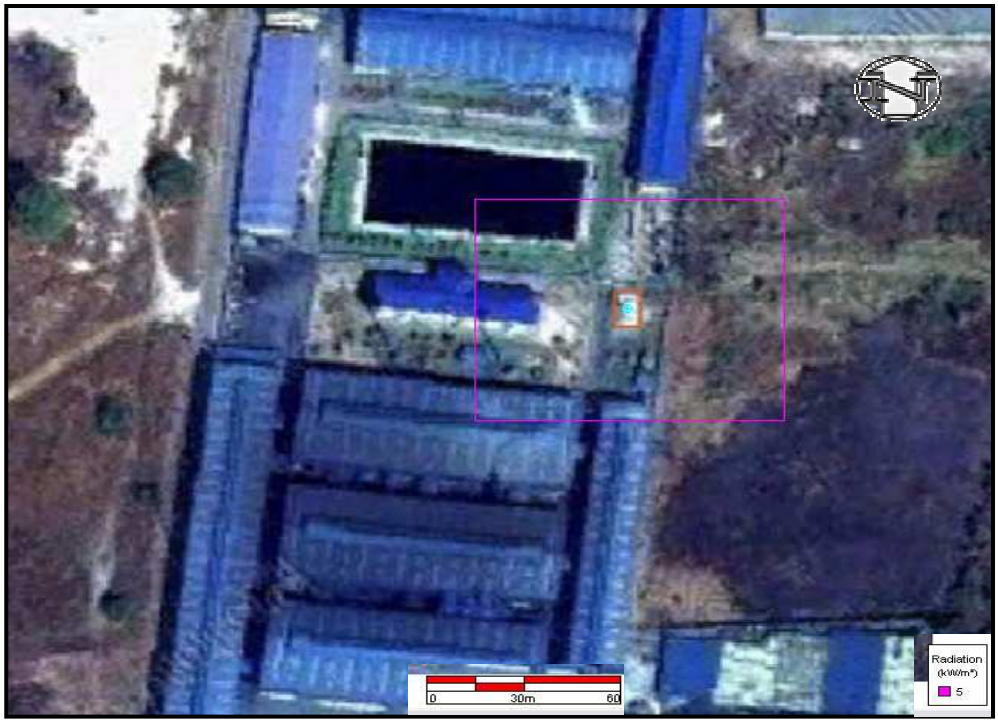
จากตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire ที่รูรั่วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D มีอาณาเขตของผลกระทบเท่ากัน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 16.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 14.25 เมตร

ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 29.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 25.29 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 47.95 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 41.95 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 43.71 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 38.16 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน อาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.16 และ 4.17

ภาพที่ 4.16
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.16 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 16.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 14.25 เมตร ไม่มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ ยกเว้นถังกักเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) อีกจำนวน 2 ถัง อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 29.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 25.29 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 10% ของอาคารหอพัก ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า และพื้นที่ประมาณ 5% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 47.95 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 41.95 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 30% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เซิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 20% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) และพื้นที่ประมาณ 15% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5)

ภาพที่ 4.17
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 1 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA



จากภาพที่ 4.17 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 43.71 เมตรด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 38.16 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 20% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 15% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) และพื้นที่ประมาณ 10% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5)

<u>ผลการศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว</u>

การศึกษากรณีเกิดรูรั่วที่ตัวถัง ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น

- ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A
- ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

การติดไฟ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้สำหรับการลุกติดไฟแบบมีกำแพงกั้น จากรูรั่วขนาด 2 นิ้ว ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ Confined Pool Fire ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีชลบุรี ได้แก่
  อุณหภูมิบรรยากาศ 28 องศาเซลเซียส (^{o}C)
  ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
  ความเร็วลม 1.6 เมตรต่อวินาที (m/s)
- ข้อมูลสารเคมี คือ ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG)
- ข้อมูลเกี่ยวกับกำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike) ได้แก่

ลักษณะรูปร่างของกำแพงป้องกัน (Dike) เลือกรูปแบบเป็นสี่เหลี่ยม (Rectangular Dike Fire)

ขนาดของกำแพงป้องกัน (Dike) ความยาว 12 เมตร (m) ความกว้าง 8 เมตร (m) ความสูง 2 เมตร (m)

- กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่

เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank)

เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.15 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ง)

ตารางที่ 4.15

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยแบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire ขนาดรูรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D

ระดับรังสีความร้อน (kW/m^2)	อาณาเขตของผลกระทบ (m)			
	ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A		ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D	
	ด้านหน้า	ด้านข้าง	ด้านหน้า	ด้านข้าง
37.5	16.72	14.25	16.72	14.25
12.5	29.72	25.29	29.72	25.29
5.0*	43.71	38.16	43.71	38.16
4.0	47.95	41.95	47.95	41.95

หมายเหตุ : * มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA

จากตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire ที่รูรั่วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D มีอาณาเขตของผลกระทบเท่ากัน เมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ World Bank พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 16.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 14.25 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ สิ่งก่อสร้างในบริเวณนี้ถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตทั้งหมดหากสัมผัสรังสีความร้อนเกิน 1 นาที อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 29.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 25.29 เมตร

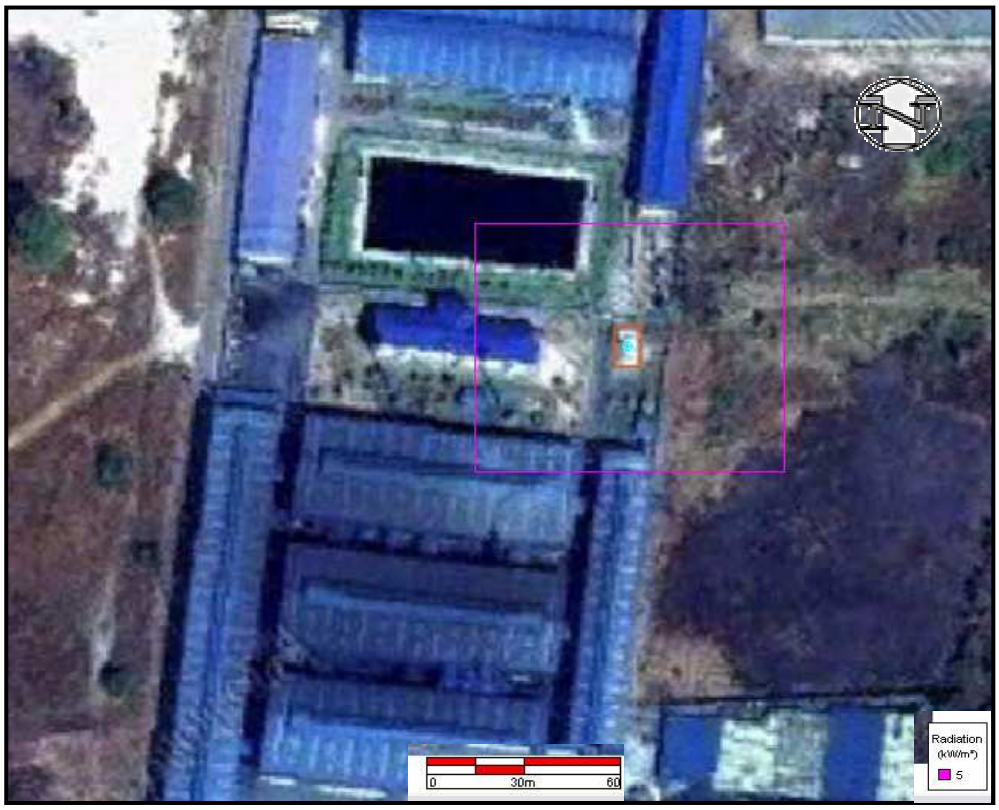
ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณนี้จะเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 47.95 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 41.95 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ ทำให้ผิวหนังรู้สึกเจ็บ เป็นแผลพุพอง หากไม่ป้องกันหรือหลีกออกไปภายใน 20 วินาที และเมื่อพิจารณาตามเกณฑ์ของ US.EPA พบว่า อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 43.71 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 38.16 เมตร ผลกระทบที่เกิดขึ้น คือ เริ่มรู้สึกว่าได้รับผลกระทบจากรังสีความร้อน อาณาเขตรังสีความร้อนแสดงดังภาพที่ 4.18 และ 4.19

ภาพที่ 4.18
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 2 นิ้ว ในช่วงเวลา 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D ตามเกณฑ์มาตรฐานของ World Bank

จากภาพที่ 4.18 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ World Bank ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนสูง (37.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 16.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 14.25 เมตร ไม่มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ ยกเว้นถังกักเก็บก๊าซ

ปิโตรเลียมเหลว (LPG) อีกจำนวน 2 ถัง อาณาเขตของระดับรังสีความร้อนปานกลาง (12.5 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 29.72 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 25.29 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 10% ของอาคารหอพัก ตู้จ่ายกระแสไฟฟ้า และพื้นที่ประมาณ 5% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด และอาณาเขตของระดับรังสีความร้อนขั้นเริ่มต้น (4.0 kW/m^2) ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 47.95 เมตร ด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 41.95 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 50% ของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 30% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 20% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) และพื้นที่ประมาณ 15% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5)

ภาพที่ 4.19
อาณาเขตรังสีความร้อนแบบ Pool Fire กรณีการรั่วไหลที่รูขนาด 2 นิ้ว
ในช่วงเวลา 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D
ตามเกณฑ์มาตรฐานของ US.EPA



จากภาพที่ 4.19 ตามเกณฑ์มาตรฐานระดับรังสีความร้อนของ US.EPA ที่อาณาเขตของระดับรังสีความร้อน 5.0 kW/m^2 ด้านหน้า อยู่ที่ระยะ 43.71 เมตรด้านข้าง อยู่ที่ระยะ 38.16 เมตร มีสิ่งปลูกสร้างที่ได้รับผลกระทบ คือ พื้นที่ประมาณ 40% ของอาคารหอพัก พื้นที่ประมาณ 20% ทางด้านทิศใต้ของบริษัท เชิ่งไท่ บราซแวร์ (ประเทศไทย) จำกัด พื้นที่ประมาณ 15% ของอาคารแผนกพิมพ์เหล็กและไส้ทราย (F1) และพื้นที่ประมาณ 10% ของอาคารแผนกปั๊มขึ้นรูป (F5)