

บทที่ 4

ผลการศึกษา

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของการเกิดอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ET A-1

การวิเคราะห์ความเสี่ยงบริเวณถังเก็บกักน้ำมันเชื้อเพลิงพบว่า การเกิดอันตรายมีโอกาสที่จะเกิดได้ 2 เหตุการณ์ คือ

1. จากความผิดพลาดของอุปกรณ์เครื่องมือเตือนระดับของน้ำมันในถัง มหุตุฉุกเฉินและเจ้าหน้าที่ในบริษัทประมาท

2. จากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิภายนอกอย่างรวดเร็ว ระบบท่อหล่อเย็นไม่ทำงานเนื่องจากระบบไฟฟ้าขัดข้อง ทำให้เกิดอุณหภูมิและความดันที่สูงขึ้นจนเกินกว่าค่าที่ออกแบบ (Over Enthalpy)

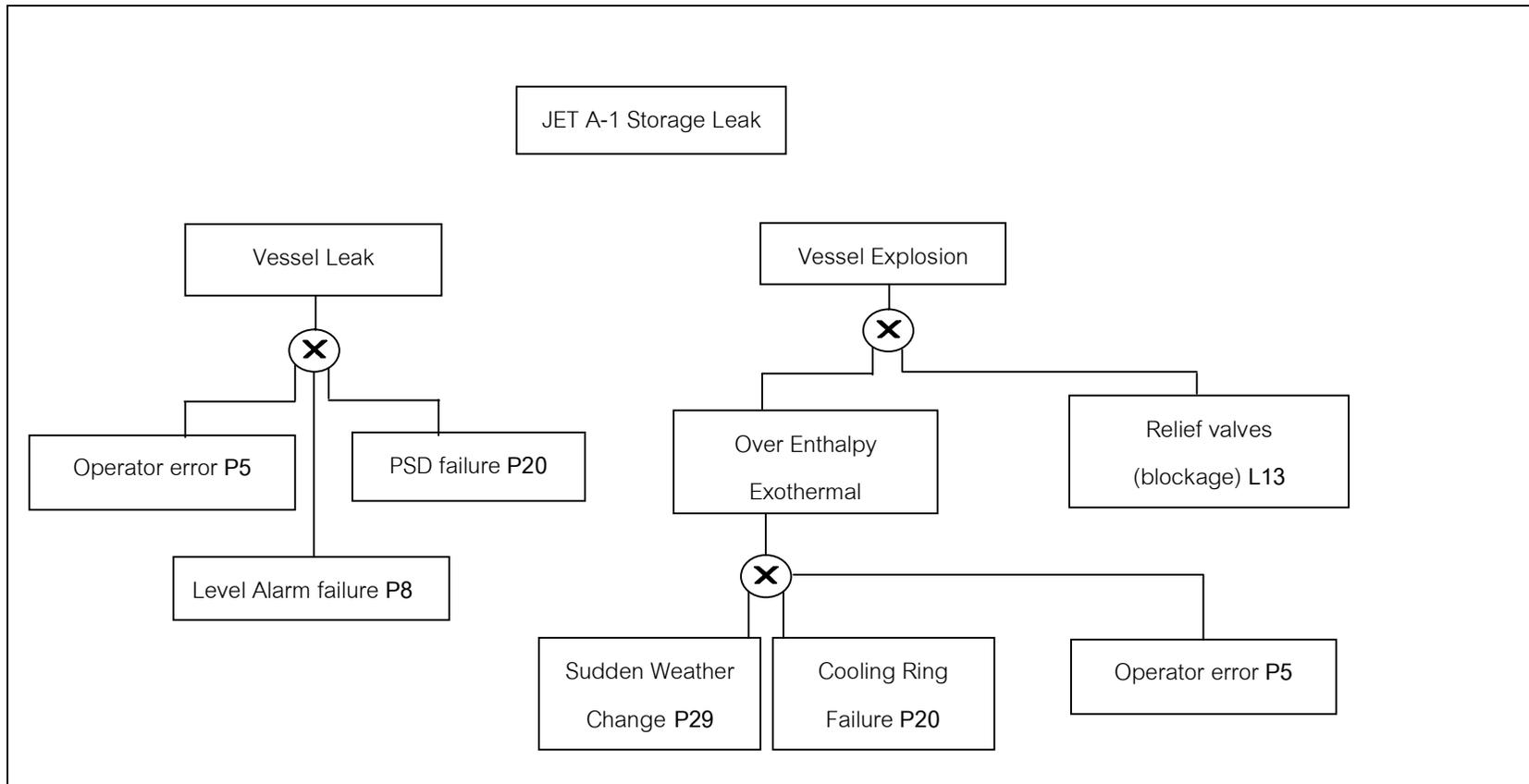
จากการวิเคราะห์ความเสี่ยงที่อาจเกิดขึ้นสามารถนำมาเขียน Fault Tree Diagram ได้ดังภาพที่ 4.1 โดยกำหนดให้

สัญลักษณ์เครื่องหมายบวก หมายถึง การเกิดเหตุการณ์อย่างใดอย่างหนึ่ง

สัญลักษณ์เครื่องหมายคูณ หมายถึง การเกิดเหตุการณ์ที่ นพร้อมกัน

ภาพที่ 4.1

Fault Tree Diagram ของกรณีเกิดเหตุ ณ ถังกักเก็บ
น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเจ็ทเอวี (JET A-1)



จากแผนภาพที่ 4.1 สามารถวิเคราะห์หาโอกาสเสี่ยง ได้ดังนี้

1. จากความผิดพลาดของอุปกรณ์เครื่องมือ

$$\begin{aligned} &= P5 \times P8 \times P20 \\ &= (1 \times 10^{-3}) \times (8.2 \times 10^{-6}) \times (7 \times 10^{-3}) \\ &= 5.74 \times 10^{-11} \end{aligned}$$

2. การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิ หรือแรงดันภายในถัง จนเกินความสามารถที่ออกแบบไว้ (Over Enthalpy)

$$\begin{aligned} &= P20 \times P29 \times P5 \\ &= 1 \times 10^{-2} \times 7 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-3} \\ &= 7.0 \times 10^{-8} \end{aligned}$$

3. การเกิดการระเบิดของถังเก็บ (Vessel Explosion)

$$\begin{aligned} &= (7.0 \times 10^{-8}) \times L13 \\ &= (7.0 \times 10^{-8}) \times (4.27 \times 10^{-3}) \\ &= 2.98 \times 10^{-10} \end{aligned}$$

นำผลที่วิเคราะห์จากกรณีการรั่วไหลและการระเบิดของถังเก็บมารวมกันเพื่อหาโอกาสเสี่ยงของการเกิดการรั่วไหลของถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเจ็ทเอวัน (JET A-1) พบว่ามีค่าเท่ากับ 3.55×10^{-10}

เมื่อนำผลการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเจ็ทเอวัน (JET A-1) มาเทียบกับข้อพิจารณาสากลในการจัดอันดับโอกาสเสี่ยงจากอันตรายร้ายแรง ตามค่าสถิติ นิยาม พบว่า มีโอกาสเสี่ยงอยู่ที่ระดับ Extraordinary คือ เกิดเกินช่วงอายุของโรงงานแต่เกิดครั้ง หรือสองครั้ง มาก่อนแล้วทั่วโลก (น้อยกว่า 1×10^{-8} ปี เป็นต้นไป)

ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง JET A-1

ทำการศึกษาเหตุการณ์จำลองการรั่วไหลที่ 5 เหตุการณ์ ได้แก่ การรั่วไหลที่รั้ว 1 นิ้ว และ 2 นิ้ว เป็นเวลา 10 นาที โดยทำการศึกษาทั้งในสภาพความคงตัวอากาศแบบ A ซึ่งเป็น

คุณสมบัติในพื้นที่ที่จากข้อมูลอุตุนิยมวิทยา และความคงตัวของอากาศแบบ D ซึ่งเป็นสภาพความคงตัวของอากาศที่พบได้ทั่วไป และ กรณี การที่ถังเก็บถูกทำลายทันทีทำให้ น้ำมันที่บรรจุในถังไหลออกสู่สิ่งแวดล้อมแต่เนื่องจากโครงการมี dike ในพื้นที่ ที่มีขนาด กว้าง ประมาณ 100 เมตร และ ยาว ประมาณ 100 เมตร ที่ความสูง ประมาณ 1.6 เมตร ซึ่ง จะทำให้ สามารถกักเก็บ น้ำมัน เชื้อเพลิงทั้งหมดที่ไหลออก ที่ ความลึกของ การกักเก็บ 1.5 เมตร ทำให้เกิด ลักษณะ การระเหย จากบ่อกักเก็บ (liquid pool) และเกิด Evaporation Pool

และเมื่อนำข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา(Meteorological Data) ข้อมูลสารเคมี(Chemical Data) ข้อมูลของชนิดแหล่งกำเนิด(Source Data) และข้อมูลการรั่วไหล(Release Data) กำหนด เพื่อเป็นข้อมูลนำเข้าลงในแบบจำลองย่อย EXPERT เพื่อวิเคราะห์ อัตราการรั่วไหล ปริมาณสารที่รั่วไหลสะสม ในเวลา 10 นาที ในกรณี การรั่วไหลจากรั่วรั่ว และ วิเคราะห์อัตราการกลายเป็นไอ และปริมาณสารที่กลายเป็นไอสะสม ในเวลา 10 นาที เพื่อนำไปศึกษาการลุกไหม้และระเบิด โดยใช้แบบจำลองย่อย FIRE & EXPLOSION ต่อไป

FIRE & EXPLOSION จะทำหน้าที่วิเคราะห์ อาณาเขตของผลกระทบ ในรูปของค่า ความร้อนที่ระยะทางต่างๆ สำหรับผลจากการลุกติดไฟ และในรูปของ ความดันบรรยากาศที่เพิ่มขึ้น ที่ระยะทางต่างๆ เนื่องจากการระเบิด

จากผลการวิเคราะห์ในเชิงของระยะทางจากตำแหน่งที่จะเกิดอันตรายร้ายแรง ที่จะมีผลกระทบในเรื่องความร้อนและ ความดัน เนื่องจากการระเบิด ก็จะนำไปสู่ข้อเสนอแนะที่เหมาะสม ในการ ลดโอกาสหรือ มาตรการในการป้องกันและลดผลกระทบที่สอดคล้องกับ เหตุการณ์ที่อาจเกิดขึ้น จริงต่อไป

1) ผลการวิเคราะห์การรั่วไหล

ผลการศึกษาระณีเกิดรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่ถังกักเก็บ

การศึกษาระณีเกิดรั่วที่ตัวถัง ขนาดรั่ว 1 นิ้ว ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น

- ขนาดรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของอากาศชนิด A
- ขนาดรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของอากาศชนิด D

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ ย่อย EXPERT ซึ่งทำการประเมินอัตราการไหลของสารเคมี และมวลสารที่รั่วไหลจากรูรั่วขนาด 1 นิ้วในช่วงเวลาการรั่วไหล 10 นาที โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ EXPERT ประกอบด้วย

1. ข้อมูลคุณสมบัติของสถานีกรุงเทพ ได้แก่
 - 1.1 อุณหภูมิบรรยากาศ 28.2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
 - 1.2 ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
 - 1.3 ความเร็วลม 1.59 เมตรต่อวินาที (m/s)
 - 1.4 ความคงตัวบรรยากาศ (Stability Class) แบบ A และ D
2. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1
3. ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี ได้แก่
 - 3.1 ลักษณะของถังที่กักเก็บ เป็นแบบแนวตั้ง (Vertical Tank)
 - 3.2 ขนาดของถังกักเก็บ ความสูง 19.5 เมตร (m) มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 33.14 เมตร (m)
 - 3.3 สภาพการกักเก็บ เก็บที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ
 - 3.4 อุณหภูมิที่กักเก็บ 28.2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
 - 3.5 ความดันที่กักเก็บ 1 บรรยากาศ (atm)
 - 3.6 ปริมาณกักเก็บ 15 ล้านลิตร
4. ข้อมูลการรั่วไหล ได้แก่
 - 4.1 ขนาดของรูรั่ว 1 นิ้ว (Inch)
 - 4.2 ระยะเวลาในการรั่วไหล 10 นาที (Minutes)

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.1 และ 4.2

ตารางที่ 4.1

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม EXPERT ขนาดรั้ว 1 นิ้ว
เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Vertical tank (cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquid	
Number of Phases	Single-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	Jet A-1	
Chem. Name	Jet A-1	
Evaporating pool	No	
Emission rate	4.991726	kilograms/s
Storage container quantity - mass	11625000	kilograms
Total quantity released	2995.04	kilograms
Exit velocity	12.71	m/s
Wind speed at anemometer height	1.59	m/s
Wind speed at release height of 0.01 meters	0.26	m/s
Specified Release duration	600	seconds
Computed Release duration	2328854	seconds
Used Release duration	600	seconds
Storage temperature	28.2	° C
Ambient temperature	28.2	° C
Boiling temperature	149.85	° C
Release temperature	149.85	° C
Storage pressure	14.696	psia
Ambient pressure	14.696	psia
Exit pressure	36.18967	psia
Storage density	775	kg/m ^{**3}
Ambient air density	1.151615	kg/m ^{**3}
Release density	4.897959	kg/m ^{**3}
Storage container diameter	33.14	meters
Diameter of hole	1	inches
Release diameter after expansion	12.57892	inches
Vapor fraction	1	

ตารางที่ 4.2

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม EXPERT ขนาดรั้ว 1 นิ้ว
เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Vertical tank (cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquid	
Number of Phases	Single-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	Jet A-1	
Chem. Name	Jet A-1	
Evaporating pool	No	
Emission rate	4.991726	kilograms/s
Storage container quantity - mass	11625000	kilograms
Total quantity released	2995.04	kilograms
Exit velocity	12.71	m/s
Wind speed at anemometer height	1.59	m/s
Wind speed at release height of 0.01 meters	0.26	m/s
Specified Release duration	600	seconds
Computed Release duration	2328854	seconds
Used Release duration	600	seconds
Storage temperature	28.2	° C
Ambient temperature	28.2	° C
Boiling temperature	149.85	° C
Release temperature	149.85	° C
Storage pressure	14.696	psia
Ambient pressure	14.696	psia
Exit pressure	36.18967	psia
Storage density	775	kg/m ^{**3}
Ambient air density	1.151615	kg/m ^{**3}
Release density	4.897959	kg/m ^{**3}
Storage container diameter	33.14	meters
Diameter of hole	1	inches
Release diameter after expansion	12.57892	inches
Vapor fraction	1	

จากตารางที่ 4.1 และ 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองย่อย EXPERT ที่รั้วขนาด 1 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D พบว่าการรั่วไหลของสารมีรูปแบบการรั่วไหลแบบ สถานะเดี่ยว (Single Phase) เกิด อัตราการรั่วไหล

เท่ากับ 4.991726 กิโลกรัม/วินาที (kg/s) ปริมาณรั้วสะสมทั้งหมดเท่ากับ 2995.04 กิโลกรัม (kg) สัดส่วนของไอ เท่ากับ 1

ผลการศึกษาระณีเกิดรั้วขนาด 2 นิ้วที่ถังกักเก็บ

การศึกษาระณีเกิดรั้วที่ตัวถัง ขนาดรั้ว 2 นิ้ว ซึ่งแบ่งการศึกษาออกเป็น

- ขนาดรั้ว 2 นิ้ว เวลาในการรั้วไหล 10 นาที ความคงตัวของอากาศชนิด A
- ขนาดรั้ว 2 นิ้ว เวลาในการรั้วไหล 10 นาที ความคงตัวของอากาศชนิด D

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองย่อย EXPERT ซึ่งทำการประเมินอัตราการไหลของสารเคมี และมวลสารที่รั้วไหลจากรั้วขนาด 2 นิ้ว ในช่วงเวลาการรั้วไหล 10 นาที ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.3 และ 4.4

ตารางที่ 4.3

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม EXPERT ขนาดรั้ว 2 นิ้ว
เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ A

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Vertical tank (cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquid	
Number of Phases	Single-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	Jet A-1	
Chem. Name	Jet A-1	
Evaporating pool	No	
Emission rate	19.96692	kilograms/s
Storage container quantity - mass	11625000	kilograms
Total quantity released	11980.15	kilograms
Exit velocity	12.71	m/s
Wind speed at anemometer height	1.59	m/s
Wind speed at release height of 0.01 meters	0.26	m/s
Specified Release duration	600	seconds
Computed Release duration	582212.9	seconds
Used Release duration	600	seconds
Storage temperature	28.2	° C
Ambient temperature	28.2	° C
Boiling temperature	149.85	° C
Release temperature	149.85	° C
Storage pressure	14.696	psia
Ambient pressure	14.696	psia
Exit pressure	36.18967	psia
Storage density	775	kg/m**3
Ambient air density	1.151615	kg/m**3
Release density	4.897959	kg/m**3
Storage container diameter	33.14	meters
Diameter of hole	2	inches
Release diameter after expansion	25.15784	inches
Vapor fraction	1	

ตารางที่ 4.4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม EXPERT ขนาดรั้ว 2 นิ้ว
เวลาในการรั่วไหล 10 นาที ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Vertical tank (cylindrical)	
Discharge orientation	Horizontal	
Stored as a	Liquid	
Number of Phases	Single-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	Jet A-1	
Chem. Name	Jet A-1	
Evaporating pool	No	
Emission rate	19.96692	kilograms/s
Storage container quantity - mass	11625000	kilograms
Total quantity released	11980.15	kilograms
Exit velocity	12.71	m/s
Wind speed at anemometer height	1.59	m/s
Wind speed at release height of 0.01 meters	0.26	m/s
Specified Release duration	600	seconds
Computed Release duration	582212.9	seconds
Used Release duration	600	seconds
Storage temperature	28.2	° C
Ambient temperature	28.2	° C
Boiling temperature	149.85	° C
Release temperature	149.85	° C
Storage pressure	14.696	psia
Ambient pressure	14.696	psia
Exit pressure	36.18967	psia
Storage density	775	kg/m**3
Ambient air density	1.151615	kg/m**3
Release density	4.897959	kg/m**3
Storage container diameter	33.14	meters
Diameter of hole	2	inches
Release diameter after expansion	25.15784	inches
Vapor fraction	1	

จากตารางที่ 4.3 และ 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองย่อย EXPERT ที่รั้วขนาด 2 นิ้ว เวลาการรั่วไหล 10 นาที ที่สภาพความคงตัวของบรรยากาศแบบ A และแบบ D พบว่าการรั่วไหลของสารมีรูปแบบการรั่วไหลแบบ สถานะเดียว (Single Phase) เกิด อัตราการรั่วไหล

เท่ากับ 19.96692 กิโลกรัม/วินาที (kg/s) ปริมาณการรั่วไหลสะสมทั้งหมด เท่ากับ 11980.15 กิโลกรัม (kg) สัดส่วนของไอ เท่ากับ 1

การเกิด Evaporation Pool

และ กรณี การที่ถังเก็บถูกทำลายทันทีทำให้ น้ำมันถูกกักไว้ในกำแพงกั้น(Dike) ขนาด 100 เมตร x 100 เมตร ความลึกของ การกักเก็บ 1.5 เมตร ทำให้เกิด Evaporation Pool แสดงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลโดยโปรแกรม EXPERT การเกิด Evaporation Pool

ขนาด 100 เมตร x 100 เมตร เวลา 10 นาที

ผลการวิเคราะห์	ช่วงเวลาในการรั่วไหล 10 นาที	หน่วย
Continuous or Finite	Finite	
Container type	Evaporating pool	
Discharge orientation	Vertical	
Stored as a	Liquid	
Number of Phases	Single-phase	
Buoyancy	Dense Gas	
Chem. ID	Jet A-1	
Chem. Name	Jet A-1	
Evaporating pool	Yes	
Evaporation rate	2.455427	kilograms/s
Pool quantity - mass	11625000	kilograms
Total quantity evaporated	1473.26	kilograms
Wind speed at anemometer height	1.59	m/s
Wind speed at release height of 2 meters	1.04	m/s
Specified Release duration	600	seconds
Computed Release duration	4734412	seconds
Used Release duration	600	seconds
Pool temperature	28.2	° C
Ambient temperature	28.2	° C
Boiling temperature	149.85	° C
Release temperature	28.2	° C
Storage pressure	14.696	psia
Ambient pressure	14.696	psia
Exit pressure	Not computed for evaporating pool	
Storage density	775	kg/m**3
Ambient air density	1.151615	kg/m**3
Release density	6.875183	kg/m**3
Pool diameter	112.8379	meters
Vapor fraction	1	

จากตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยแบบจำลองย่อย EXPERT จาก Evaporation Pool ขนาด 100 เมตร x 100 เมตร ระยะเวลา 10 นาที พบว่า มีอัตราการกลายเป็นไอจากการระเหย เท่ากับ 2.455427 กิโลกรัม/วินาที (kg/s) ปริมาณสารเคมีที่ระเหยทั้งหมด เท่ากับ 1473.26 กิโลกรัม (kg) สัดส่วนของไอ เท่ากับ 1

2) การลุกติดไฟ

กรณีการลุกติดไฟเนื่องจากการรั่วไหลจากถังขนาด 1 นิ้ว ที่ตั้งกักเก็บ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้กรณีไม่มีกำแพงกั้น หรือกำแพงพัง โดยข้อมูลที่น่าเข้าแบบจำลองฯ ย่อยฯ Unconfined Pool Fire ประกอบด้วย

1. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีกรุงเทพ ได้แก่
 - 1.1 อุณหภูมิบรรยากาศ 28.2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
 - 1.2 ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
 - 1.3 ความเร็วลม 1.59 เมตรต่อวินาที (m/s)
2. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1 อัตราการรั่วไหล เท่ากับ 4.991726 กิโลกรัม/วินาที (kg/s)
3. กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่
 - 3.1 เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.6 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.6

ระยะทางการแผ่รังสีความร้อนของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลอง

Unconfined Pool Fire

ระดับรังสีความร้อน (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร)	ระยะทางจากศูนย์กลางของแหล่งกำเนิด (เมตร)	
	ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A	ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ D
5.0	22.35	22.35
12.5	16.07	16.07
37.5	9.04	9.04

จากตารางที่ 4.6 พบว่า การหาค่าความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจาก Pool Fire โดยใช้แบบจำลองฯ Fire และแบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire ของแบบจำลอง BREEZE HAZ ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) และตามมาตรฐานของธนาคารโลก World Bank (12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) โดยแสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.2

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire
กรณีการลุกติดไฟเนื่องจากการรั่วไหลจากถังรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่ถังกักเก็บ



จาก ตารางที่ 4.6 ภาพที่ 4.2 ทั้งในกรณี ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A และ ความคงตัวบรรยากาศแบบ D พบว่าบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 9.04 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต โครงสร้างอาคาร ถังกักเก็บถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้ จะเสียชีวิตทั้งหมดเมื่อสัมผัสนานเกิน นาทีและเสียชีวิตร้อยละ 1 เมื่อสัมผัสนานเกิน 10 วินาที

บริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 12.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 16.07 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ ไม่เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที

และบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States

Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA ซึ่งจะได้รับความเสี่ยงในระดับ เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับรังสีความร้อนนาน 20 นาที มีระยะประมาณ 22.35 เมตร โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น อยู่ภายในพื้นที่ที่มีกำแพงกั้น (Dike) จึงไม่มีผลกระทบออกสู่พื้นที่ภายนอกกำแพงกั้น

การรั่วระเหยและติดไฟ (BLEVE) เนื่องจากการรั่วไหลจากรั่วรั่วขนาด 1 นิ้วที่ถังกักเก็บ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ เรื่อง Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE ซึ่งเป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากการระเหยของสาร และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น โดยข้อมูลที่น่าเชื่อถือแบบจำลองฯย่อย BLEVE ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด JET A-1
- ปริมาณสารที่เกิดการรั่วไหล 2995.04 กิโลกรัม (kg) และค่า Radiative Fraction ที่ใช้คือ 0.4 ตามที่ US.EPA แนะนำ
- เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.7 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.7

ระยะทางของการแผ่รังสีความร้อนของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลอง BLEVE
จากการรั่วไหลจากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่รั้งกักเก็บ ช่วงเวลา 10 นาที

รายการ	ระดับรังสีความร้อน (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร)			ขนาดของ Fireball (m)	ช่วงเวลา ที่จะเกิด Fireball (วินาที)
	5	12.5	37.5		
อาณาเขตของผลกระทบ(m)	367.55	232.46	134.21	83.6	6.49

จากตารางที่ 4.7 ค่าความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจากการรั่วระเหยและติดไฟ โดยใช้แบบจำลองฯ เรื่อง Fire แบบจำลองฯ ย่อย BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) ของแบบจำลองฯ BREEZE HAZ ซึ่งกำหนดค่าตามมาตรฐานขององค์กรป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) และ ธนาคารโลก (12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) แสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังภาพที่ 4.3

ภาพที่ 4.3

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย BLEVE เนื่องจาก
การรั่วไหลจากรูรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่ถึงกักเก็บช่วงเวลา 10 นาที



จาก ตารางที่ 4.7 ภาพที่ 4.3 ทั้งในกรณี ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A และ ความคงตัวบรรยากาศแบบ D พบว่าบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 134.21 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต โครงสร้างอาคาร ถังกักเก็บถูกทำลาย สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ ได้แก่ ถังกักเก็บน้ำ น้ำมันเชื้อเพลิงต่างๆในบริเวณ Bank Farm

ส่วนบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 12.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 232.46 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที โดยมีสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ ได้แก่ บ่อเลี้ยงปลาโดยรอบคังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงและบ้านเรือนบริเวณบ่อเลี้ยงปลา

และบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States

Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA ซึ่งจะได้รับความเสี่ยงในระดั บ เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับรังสีความร้อนนาน 20 นาที บริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีระยะประมาณ 367.55 เมตร โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น มีผลต่อชุมชนภายนอก

ความดันอันเกิดจากการรั่วระเหยและติดไฟ(การระเบิด) เนื่องจากการรั่วไหลจากรั่วรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่ถึงกักเก็บเป็นเวลา 10 นาที

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย US Army TNT Equivalency Explosion ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิด โดยข้อมูลที่น่าเข้าแบบจำลองย่อยฯ US Army TNT Equivalency Explosion ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1
- ปริมาณสารที่เกิดการระเบิด 2995.04 กิโลกรัม (kg) และค่า Yield Factor คือ 10%
- เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.8 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย US Army TNT Equivalency Explosion แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.8

ระยะทางของแรงดันของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลองการระเบิด
จากการรั่วไหลจากรั่วรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่ถึงกักเก็บช่วงเวลา 10 นาที

แรงดันที่เกิดขึ้น (atm)	ระยะของแรงดันเนื่องจากการระเบิด (เมตร)
0.039	378.55
0.068	242.19
0.345	84.76

เทียบค่าความดันจาก ความดันบรรยากาศ(atm) เป็น กิโลปาสคาล (kPa) และปอนด์ต่อตารางนิ้ว(PSI) จะมีค่าดังแสดงในตารางที่4.9

ตารางที่ 4.9

เทียบค่าความดันบรรยากาศ (atm) เป็น กิโลปาสคาล (kPa) และ
ปอนด์ต่อตารางนิ้ว(PSI)

atm (g)	kPa (กิโลปาสคาล)
0.039	4
0.068	1 (PSI)
0.345	35

จากตารางที่ 4.8 การหาค่าความดันที่เกิดจากการระเบิด โดยใช้แบบจำลองฯ เรือง Explosion แบบจำลองฯ ย่อย US Army TNT Equivalency Explosion ของแบบจำลองฯ BREEZE HAZ ซึ่งกำหนดค่าตามมาตรฐานของธนาคารโลก World Bank (4 7 และ 35 กิโลปาสคาล) และการป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยแสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังกล่าวที่ 4.4

ภาพที่ 4.4

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย U.S. Army TNT
 Equivalency Explosion เนื่องจากการรั่วไหล
 จากรั่วขนาด 1 นิ้ว ที่ถึงกักเก็บเวลา 10 นาที



จากตารางที่ 4.8 และ ภาพที่ 4.4 พบว่าที่บริเวณที่ค่าของแรงดันเท่ากับ 35 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 84.76 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ บ้านจะถูกทำลายสิ้นเชิง อุปกรณ์ในโรงงานถูกทำลาย ผลกระทบที่เกิดขึ้น อยู่ภายใน Tank Farm และพื้นที่ริมกำแพงกัน

ส่วนบริเวณที่ค่าของแรงดันเท่ากับ 7 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 242.19 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ บ้านบางส่วนจะเสียหาย (แต่ยังซ่อมแซมได้) ฝ้าถึงเก็บน้ำมันจะถูกทำลาย โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น อยู่บริเวณบ่อเลี้ยงปลาโดยรอบคดถึงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง และบ้านเรือนบริเวณบ่อเลี้ยงปลา

บริเวณที่ค่าของของแรงดันเท่ากับ 4 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 378.55 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ 90% ของหน้าต่างจะสั่นและส่วนน้อยจะแตกโดยมีสิ่งปลูกสร้างใน

พื้นที่ได้แก่ อาคารของบริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด(BAFS) เชื้อเพลิงก๊อสน้ำมันเบนซิน ป่อเลี้ยงปลาและบ้านเรือนอีกเล็กน้อยในละแวกใกล้เคียง

กรณีการลุกติดไฟเนื่องจากการรั่วไหลจากตู้รั่วขนาด 2 นิ้ว ที่ตั้งกักเก็บ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้กรณีไม่มีกำแพงกั้น โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองฯUnconfined Pool Fire ประกอบด้วย

1. ข้อมูลอุตุนิยมวิทยาของสถานีกรุงเทพ ได้แก่
 - 1.1 อุณหภูมิบรรยากาศ 28.2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
 - 1.2 ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
 - 1.3 ความเร็วลม 1.59 เมตรต่อวินาที (m/s)
2. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1 อัตราการรั่วไหล เท่ากับ 19.96692 กิโลกรัม/วินาที (kg/s)
3. กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่

เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.10 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.10

ระยะทางการแผ่รังสีความร้อนของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลอง
Unconfined Pool Fire จากการรั่วไหลจากรูรั่วขนาด
2 นิ้ว ที่ถังกักเก็บ

ระดับรังสีความร้อน (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร)	ระยะทางจากศูนย์กลางของแหล่งกำเนิด (เมตร)	
	ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที	ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที
	ความคงตัวของบรรยากาศ A	ความคงตัวของบรรยากาศ D
5.0	39.09	39.09
12.5	26.99	26.99
37.5	14.42	14.42

จากตารางที่ 4.10 พบว่า การหาค่าความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจาก Pool Fire โดยใช้แบบจำลองฯ Fire และแบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire ของแบบจำลอง BREEZE HAZ ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) และตามมาตรฐานของธนาคารโลก World Bank (12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) โดยแสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังภาพที่ 4.5

ภาพที่ 4.5

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire กรณีการลุกติดไฟเนื่องจากการรั่วไหลจากถังรั่วขนาด 2 นิ้ว ที่ถังกักเก็บ



จาก ตารางที่ 4.10 ภาพที่ 4.5 ทั้งในกรณี ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A และ ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D พบว่าบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 14.42 เมตร ซึ่งจะได้รับความเสียหายในระดับ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต โครงสร้างอาคาร ถังกักเก็บถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้ จะเสียชีวิตทั้งหมดเมื่อสัมผัสผ่นานเกิน 1 นาทีและเสียชีวิตร้อยละ 1 เมื่อสัมผัสผ่นานเกิน 10 วินาที บริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 12.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 26.99 เมตร ซึ่งจะได้รับความเสียหายในระดับ ไม้เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสผ่นานเกิน 1 นาที และบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA ซึ่งจะได้รับความเสียหายในระดับ เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับรังสีความร้อนนาน 20 นาที มีระยะ

ประมาณ 39.09 เมตร โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นอยู่ภายในพื้นที่ที่มีกำแพงกัน (Dike) จึงไม่มีผลกระทบออกสู่พื้นที่ภายนอกกำแพงกัน

การรั่วระเหยและติดไฟ (BLEVE) เนื่องจากการรั่วไหลจากรั่วรั่วขนาด 2 นิ้วที่ถังกักเก็บ

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ เรื่อง Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE ซึ่งเป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากการระเหยของสาร และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น โดยข้อมูลที่นำเข้ามาแบบจำลองย่อย BLEVE ประกอบด้วย

1. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1
2. ปริมาณสารที่เกิดการรั่วไหล 11980.15 กิโลกรัม (kg) และค่า Radiative Fraction ที่ใช้คือ 0.4 ตามที่ US.EPA แนะนำ
3. เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.11 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.11

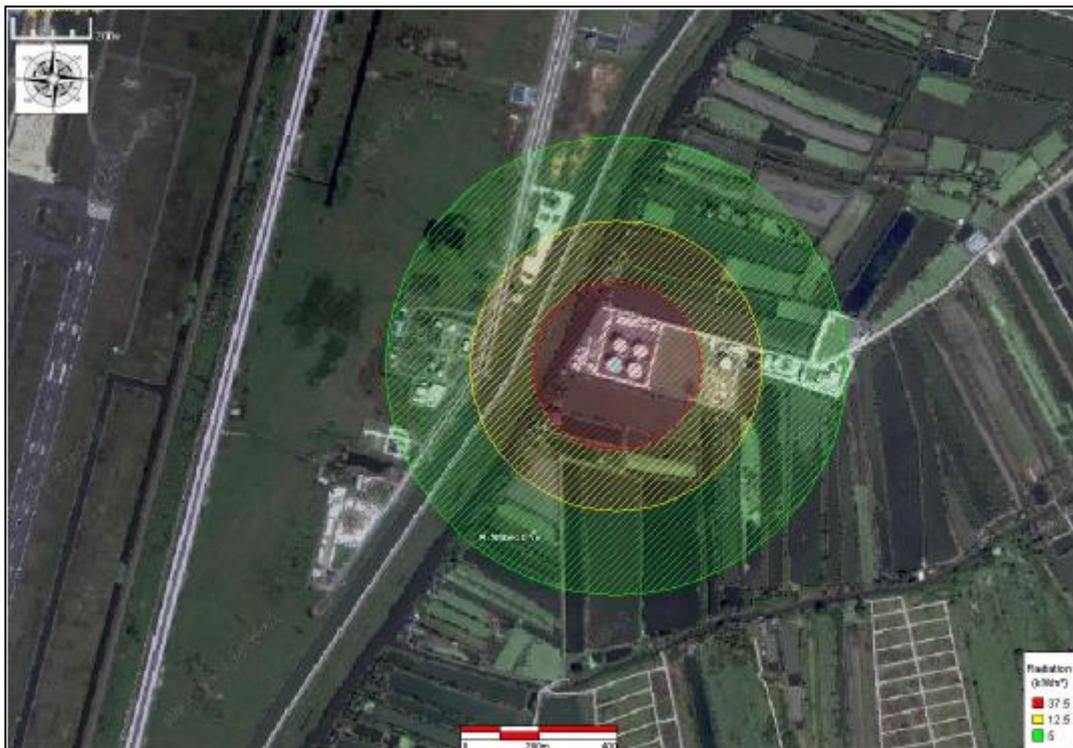
ระยะทางของการแผ่รังสีความร้อนของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลอง BLEVE

รายการ	ระดับรังสีความร้อน			ขนาดของ Fireball (m)	ช่วงเวลาที่จะเกิด Fireball (วินาที)
	5	12.5	37.5		
อาณาเขตของผลกระทบ(m)	584.80	369.86	213.54	132.71	10.3

จากตารางที่ 4.11 ค่าความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจากการรั่วระเหยและติดไฟ โดยใช้แบบจำลองฯ เรือง Fire แบบจำลองฯ ย่อย BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) ของแบบจำลองฯ BREEZE HAZ ซึ่งกำหนดค่าตามมาตรฐานขององค์กรป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) และ ธนาคารโลก (12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) แสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังภาพที่ 4.6

ภาพที่ 4.6

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย BLEVE เนื่องจากการรั่วไหล
จากรูรั่วขนาด 2 นิ้ว ที่ถังกักเก็บ



จาก ตารางที่ 4.11 ภาพที่ 4.6 ทั้งในกรณี ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A และ ความคงตัวบรรยากาศแบบ D พบว่าบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 213.54 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต โครงสร้างอาคาร ถังกักเก็บถูกทำลาย สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่

ได้แก่ ถังกักเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงถังอื่นๆในบริเวณTank Farm และพื้นที่โดยรอบส่วนบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 12.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 369.86 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที โดยมีสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ได้แก่ บ่อเลี้ยงปลาโดยรอบคลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงบ้านเรือนบริเวณบ่อเลี้ยงปลาและเขื่อนดินกั้นของสนามบินและบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับรังสีความร้อนนาน 20 นาที บริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีระยะประมาณ 584.80 เมตร โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น มีผลต่อชุมชนภายนอก

ความดันอันเกิดจากการรั่วระเหยและติดไฟ(การระเบิด) เนื่องจากการรั่วไหลจากถังรั่วขนาด 2 นิ้ว ที่ถังกักเก็บเป็นเวลา 10 นาที

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย US Army TNT Equivalency Explosion ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิด โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ US Army TNT Equivalency Explosion ประกอบด้วย

1. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิดJET A-1
2. ปริมาณสารที่เกิดการระเบิด 11980.15 กิโลกรัม (kg) และค่า Yield Factor คือ 10%
3. เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย USE.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.12 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย US Army TNT Equivalency Explosion แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.12

ระยะทางของแรงดันของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลองการระเบิด

แรงดันที่เกิดขึ้น (atm)	ระยะของแรงดันเนื่องจากการระเบิด (เมตร)
0.039	600.91
0.069	384.45
0.345	134.56

จากตารางที่ 4.12 การหาค่าความดันที่เกิดจากการระเบิด โดยใช้แบบจำลองฯ เรื่อง Explosion แบบจำลองฯ ย่อย US Army TNT Equivalency Explosion ของแบบจำลองฯ BREEZE HAZ ซึ่งกำหนดค่าตามมาตรฐานของธนาคารโลก World Bank (4 7 และ 35 กิโลปาสกาล) และการป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยแสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังกล่าวที่ 4.7

ภาพที่ 4.7

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย US. Army TNT
 Equivalency Explosion เนื่องจากการรั่วไหล จากรูรั่วขนาด
 2 นิ้ว ที่ตั้งกักเก็บเวลา 10 นาที



จากตารางที่ 4.12 และ ภาพที่ 4.7 พบว่าที่บริเวณที่ค่าของแรงดันเท่ากับ 35 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 134.56 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ บ้านจะถูกทำลาย ดี นซี อุปกรณ์ในโรงงานถูกทำลาย ผลกระทบที่เกิดขึ้น ใหญ่ภายใน Tank Farm และพื้นที่ริมกำแพง กั้น

ส่วนบริเวณที่ค่าของแรงดันเท่ากับ 7 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 384.45 เมตร ซึ่ง จะได้รับความเสียหายในระดับ บ้านบางส่วนจะเสียหาย (แต่ยังซ่อมแซมได้) ฝาดังเก็บน้ำ ามันจะถู ทำลาย โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น ใหญ่บริเวณบ่อเลี้ยงปลาโดยรอบคดงเก็บน้ำ ามันเชื้อ อเพลิงและบ้านเรือ บริเวณบ่อเลี้ยงปลา

บริเวณที่ค่าของของแรงดันเท่ากับ 4 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 600.91 เมตร ซึ่ง จะได้รับความเสียหายในระดับ 90% ของหน้าต่างจะสั่นและส่วนน้อยจะแตกโดยมีสิ่งปลูกสร้างใน พื้นที่ได้แก่ อาคารของบริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด(BAFS) เชื้อนดินก้นรั้ว สนามบิน บ่อเลี้ยงปลาและบ้านเรือนอีกเล็กน้อยในละแวกใกล้เคียง

กรณีดังกล่าวถูกเก็บถูกทำลายทันที

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire ในส่วนแบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตของการลุกไหม้ กรณีมีกำแพงกั้น โดยข้อมูลที่นำเข้าแบบจำลองย่อยฯ Confined Pool Fire ประกอบด้วย

1. ข้อมูลคุณสมบัติของสถานีกรุงเทพ ได้แก่
 - 1.1 อุณหภูมิบรรยากาศ 28.2 องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)
 - 1.2 ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศ (atm)
 - 1.3 ความเร็วลม 1.59 เมตรต่อวินาที (m/s)
2. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1 อัตราการรั่วไหล เท่ากับ 2.455427 กิโลกรัม/วินาที (kg/s)
3. กำหนดค่าระดับการแผ่รังสีความร้อนที่ต้องการทราบ ได้แก่

เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.13 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย Confined Pool Fire แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.13

ระยะทางการแผ่รังสีความร้อนของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลอง

Confined Pool Fire

ระดับรังสีความร้อน (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร)	ระยะทางจากศูนย์กลางของแหล่งกำเนิด (เมตร)	
	ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A	ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ D
5.0	267.46	267.46
12.5	173.68	173.68
37.5	91.49	91.49

จากตารางที่ 4.13 พบว่า การหาค่าความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจาก Pool Fire โดยใช้แบบจำลองฯ Fire และแบบจำลองฯ ย่อย Unconfined Pool Fire ของแบบจำลอง BREEZE HAZ ซึ่งพิจารณาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) และตามมาตรฐานของธนาคารโลก World Bank (12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) โดยแสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังภาพที่ 4.8

ภาพที่ 4.8

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย Confined Pool Fire
กรณีถังกักเก็บถูกทำลายทันที



จาก ตารางที่ 4.13 และภาพที่ 4.8 ทั้งในกรณี ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A และ ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D พบว่าบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 91.49 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต โครงสร้างอาคาร ถังกักเก็บถูกทำลายทั้งหมด คนที่อยู่ในบริเวณนี้ จะเสียชีวิตทั้งหมดเมื่อสัมผัสนานเกิน 1 นาทีและเสียชีวิตร้อยละ 1 เมื่อสัมผัสนานเกิน 10 วินาที โดยบริเวณที่ได้รับผลกระทบอยู่ติดบริเวณกำแพงกั้นด้านนอก

บริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 12.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 173.68 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ ไม่เริ่มติดไฟ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที โดยบริเวณที่ได้รับผลกระทบได้แก่ บ่อเลี้ยงปลาและบ้านเรือนโดยรอบ

และบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA ซึ่งจะได้รับความเสี่ยงในระดับ เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับรังสีความร้อนนาน 20 นาที มีระยะประมาณ 267.46 เมตร โดยบริเวณที่ได้รับผลกระทบได้แก่ บ่อเลี้ยงปลา บ้านเรือนโดยรอบและที่ดินกั้นของสนามบิน

การรั่วระเหยและติดไฟ (BLEVE) เนื่องจากถังแก๊สถูกทำลายทันที

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ เรื่อง Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE ซึ่งเป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากการระเหยของสาร และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น โดยข้อมูลที่น่าเข้าแบบจำลองฯย่อย BLEVE ประกอบด้วย

1. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1
2. ปริมาณสารที่เกิดการรั่วไหล 1473.26 กิโลกรัม (kg) และค่า Radiative Fraction ที่ใช้คือ 0.4 ตามที่ US.EPA แนะนำ
3. เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.14 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Fire แบบจำลองฯย่อย BLEVE แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.14

ระยะทางของการแผ่รังสีความร้อนของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลอง
BLEVE กรณีถังกักเก็บถูกทำลายทันที

รายการ	ระดับรังสีความร้อน (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร)			ขนาดของ Fireball (m)	ช่วงเวลา ที่จะเกิด Fireball (วินาที)
	5	12.5	37.5		
อาณาเขตของผลกระทบ(m)	283.80	183.28	105.82	66.0	5.12

จากตารางที่ 4.14 ค่าความร้อนของการแผ่รังสีความร้อนที่เกิดจากการรั่วระเหยและติดไฟ โดยใช้แบบจำลองฯ เรือง Fire แบบจำลองฯ ย่อย BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) ของแบบจำลองฯ BREEZE HAZ ซึ่งกำหนดค่าตามมาตรฐานขององค์กรป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) และ ธนาคารโลก (12.5 และ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร) แสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังกล่าวที่ 4.9

ภาพที่ 4.9

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย BLEVE เนื่องจาก
เหตุการณ์ถังกักเก็บถูกทำลายทันที



จาก ตารางที่ 4.14 ภาพที่ 4.9 ทั้งในกรณี ความเร็วลม 1.59 เมตร/วินาที ความคงตัวของบรรยากาศ A และ ความคงตัวของบรรยากาศแบบ D พบว่าบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 37.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 105.82 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ อุปกรณ์ในกระบวนการผลิต โครงสร้างอาคาร ถังกักเก็บถูกทำลาย สิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ ได้แก่ ถังกักเก็บน้ำ น้ำมันเชื้อเพลิงถังอื่นๆในบริเวณ Bank Farm

ส่วนบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 12.5 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตรมีระยะประมาณ 183.28 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ ยางและพลาสติกหลอมละลาย คนที่อยู่ในบริเวณเสียชีวิตร้อยละ 1 หากสัมผัสนานเกิน 1 นาที โดยมีสิ่งปลูกสร้างในพื้นที่ ได้แก่ บ่อเลี้ยงปลาโดยรอบคังเก็บน้ำ น้ำมันเชื้อเพลิงและบ้านเรือนบริเวณบ่อเลี้ยงปลา

และบริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร ตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยองค์การป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA ซึ่งจะได้รับความเสี่ยงในระดับ เกิดอาการเจ็บปวดเมื่อได้รับรังสีความร้อนนาน 20 นาที บริเวณที่ค่าของการแผ่รังสีความร้อนเท่ากับ 5.0 กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร มีระยะประมาณ 283.80 เมตร โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น มีผลต่อชุมชนภายนอก

ความดันอันเกิดจากการรั่วระเหยและติดไฟ(การระเบิด) เนื่องจากถังกักเก็บถูกทำลายทันที

ผลการศึกษาโดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย US Army TNT Equivalency Explosion ซึ่งเป็นการประเมินอาณาเขตแรงดันเนื่องจากการระเบิด โดยข้อมูลที่นำเข้ามาแบบจำลองย่อยฯ US Army TNT Equivalency Explosion ประกอบด้วย

1. ข้อมูลสารเคมี คือ น้ำมันเชื้อเพลิงชนิด ET A-1
2. ปริมาณสารที่เกิดการระเบิด 1473.26 กิโลกรัม (kg) และค่า Yield Factor คือ 10%
3. เกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดยธนาคารโลก (World Bank) ร่วมกับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดโดย US.EPA

ผลการศึกษาแสดงดังตารางที่ 4.15 (รายละเอียดผลการคำนวณของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ ในส่วนแบบจำลองฯ Explosion แบบจำลองฯย่อย US Army TNT Equivalency Explosion แสดงดังภาคผนวก ค)

ตารางที่ 4.15

ระยะทางของแรงดันของสารเคมีจากเหตุการณ์จำลองการระเบิด
จากถังกักเก็บถูกทำลายทันที

แรงดันที่เกิดขึ้น (atm)	ระยะของแรงดันเนื่องจากการระเบิด (เมตร)
0.039	298.82
0.068	191.18
0.345	66.91

จากตารางที่ 4.15 การหาค่าความดันที่เกิดจากการระเบิด โดยใช้แบบจำลองฯ เรือง Explosion แบบจำลองฯ ย่อย US Army TNT Equivalency Explosion ของแบบจำลองฯ BREEZE HAZ ซึ่งกำหนดค่าตามมาตรฐานของธนาคารโลก World Bank (4 7 และ 35 กิโลปาสคาล) และการป้องกันสิ่งแวดล้อมของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency) หรือ US.EPA (1 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยแสดงอาณาเขตที่เกิดผลกระทบดังภาพที่ 4.10

ภาพที่ 4.10

ผลของเหตุการณ์จำลองจากแบบจำลองฯ ย่อย U.S. Army TNT
Equivalency Explosion เนื่องจากถังกักเก็บถูกทำลายทันที



จากตารางที่ 4.15 และ ภาพที่ 4.10 พบว่าที่บริเวณที่ค่าของแรงดันเท่ากับ 35 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 66.91 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ บ้านจะถูกทำลายสิ้นเชิง อุปกรณ์ในโรงงานถูกทำลาย ผลกระทบที่เกิดขึ้น ใหญ่ภายใน Tank Farm และพื้นที่ริมกำแพงกัน

ส่วนบริเวณที่ค่าของแรงดันเท่ากับ 7 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 191.18 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ บ้านบางส่วนจะเสียหาย (แต่ยังซ่อมแซมได้) ฝ้าถังเก็บน้ำมันจะถูกทำลาย โดยผลกระทบที่เกิดขึ้น ใหญ่บริเวณบ่อเลี้ยงปลาโดยรอบคลังเก็บน้ำมัน เชื้อเพลิงและบ้านเรือน บริเวณบ่อเลี้ยงปลา

บริเวณที่ค่าของของแรงดันเท่ากับ 4 กิโลปาสคาล มีระยะประมาณ 298.82 เมตร ซึ่งจะได้รับ ความเสียหายในระดับ 90% ของหน้าต่างจะสั่นและส่วนน้อยจะแตก โดยมีสิ่งปลูกสร้างใน

พื้นที่ได้แก่ อาคารของบริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด(BAFS) เชื้อนดินก้นรั้ว
สนามบิน ป่อเล็ ยงปลาและบ้านเรือนอีกเล็กน้อยในละแวกใกล้เคียง