

บทที่ 3

วิธีการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาแบ่งออกเป็น 5 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ องค์ประกอบ ปริมาณการกักเก็บและคุณสมบัติทางกายภาพของคลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ คุณสมบัติของโปรแกรม การนำเข้าข้อมูลที่เป็นและขั้นตอนในการทำงานของโปรแกรม BREEZE HAZ Version 1.1

ส่วนที่ 2 เตรียมข้อมูลแผนที่ในพื้นที่ที่จะทำการศึกษาโดยใช้ข้อมูลทางพื้นที่จากโปรแกรมสารสนเทศ Point Asia ในการแสดงพื้นที่ศึกษา และพื้นที่โดยรอบเพื่อกำหนดและแสดงที่ตั้งของคลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงท่าอากาศยาน (Source) และอาคารผู้โดยสารของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ (Discrete Receptor)

ส่วนที่ 3 ศึกษาความเสี่ยงของการเกิดอันตรายร้ายแรงจากอุบัติเหตุการรั่วไหลของถังกักเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง ET A-1

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูลด้วยโปรแกรม BREEZE HAZ Version 1.1 และประเมินความรุนแรงและขอบเขตของผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้นในพื้นที่ศึกษา เพื่อหาความจำเป็นในการลดผลกระทบที่อาจจะเกิดขึ้น

ส่วนที่ 5 ศึกษาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกเพื่อลดระดับความรุนแรงของอุบัติเหตุการรั่วไหลและลุกติดไฟของน้ำมันเชื้อเพลิงเครื่องบินจากสถิติกักเก็บโดยพิจารณาการใช้เครื่องกีดขวาง การลดปริมาณการกักเก็บ และการย้ายสถานที่กักเก็บ

ส่วนที่ 1: ศึกษาและรวบรวมข้อมูล

ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง

ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงของคลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงสุวรรณภูมิเป็นถังชนิด Vertical Fixed Roof Tank อยู่เหนือพื้นดิน มีถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด ๔ ถัง แต่ละถังมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 33.14 เมตร สูง 19.5 เมตร มีปริมาตรประมาณ 15 ล้านลิตร และมีการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิและความดันบรรยากาศ ดังแสดงในภาพที่ 3.1

ภาพที่ 3.1

ถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง



ที่มา : บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด

น้ำมันเชื้อเพลิง

น้ำมันเชื้อเพลิงที่เก็บไว้ที่คลังน้ำมันเชื้อเพลิงสุวรรณภูมิเป็นน้ำมันเชื้อเพลิงชนิด JET A-1 ซึ่งเป็นสาร Kerosene ผสมสารเติมแต่งชนิดอื่นโดยมีคุณสมบัติของสารตามที่โปรแกรมต้องการดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1

คุณสมบัติของสารตามที่โปรแกรมต้องการ

Parameter	Value	Unit
Molecular weight	170	g/g-mole
Boiling point	423	K
Critical temperature	677.8	K
Critical pressure	15.29	atm
Critical volume	855.4	cm ³ /g-mole
Vapor heat capacity	1315	J/kg-K
Ratio of Specific Heats	1.034	-
Liquid heat capacity	1782	J/kg-K
Heat of vaporization	250000	J/kg
Liquid density	0.775	g/cm ³
Heat of combustion	45200	kJ/kg

ที่มา : บริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ BREEZE HAZ เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการประเมินผลกระทบที่เป็นอันตรายจากการรั่วไหลและลุกติดไฟของสารเคมี โดยทำการรวบรวมแบบจำลองในเรื่องของการแพร่กระจายของสารมลพิษ การลุกติดไฟ และการระเบิดเพื่อให้สามารถเลือกใช้ได้

เหมาะสมกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ซึ่งจะต้องนำเข้าข้อมูลที่เป็นลงในฐานข้อมูลหรือลงในโปรแกรมเสียก่อน ข้อมูลที่ต้องนำเข้าประกอบด้วย ข้อมูลทางอุตุนิยมหาวิทยาลัย ข้อมูลของสารเคมี ข้อมูลแหล่งกำเนิดที่ใช้ในการกักเก็บสาร และข้อมูลการรั่วไหลของสาร สำหรับแบบจำลองที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1) แบบจำลองฯ ย่อย Expert

หลักการทำงานของแบบจำลองฯย่อย EXPERT จะทำการประเมินรูปแบบการรั่วไหล อัตราการรั่วไหล อุณหภูมิขณะรั่วไหล สัดส่วนของไอระเหย ค่าความเข้มข้นเริ่มต้น ความหนาแน่น เส้นผ่าศูนย์กลางของรั่ว และปริมาณสารที่รั่วไหล ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัย ของพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลการกักเก็บสารเคมี เช่น อุณหภูมิ กักเก็บ ความดัน กักเก็บ ภาชนะ กักเก็บ และ ปริมาณ กักเก็บ
- ข้อมูลเกี่ยวกับการรั่วไหล เช่น ขนาดของรั่ว ระยะเวลาในการเกิดการรั่ว

2) แบบจำลองฯย่อย Unconfined Pool Fire

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

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

ค่ามาตรฐานของระดับการแผ่รังสีที่กำหนดโดย US.EPA ในเอกสาร 112 (r) RMP กำหนดไว้ที่ 5 (กิโลวัตต์ต่อตารางเมตร, kW/m²) หรือ ระดับ Radiant Flux ที่กำหนดในมาตรฐานสหพันธ์ของสหรัฐอเมริกา ที่ 49 CFR 193.2057 สำหรับ LNG Facilities โดยข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ ประกอบด้วย

- ข้อมูลอุตุนิยมหาวิทยาลัย ของพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา

- ข้อมูลเกี่ยวกับรูปแบบการรั่วไหลของสาร เช่น เป็นการรั่วไหลแบบต่อเนื่อง (Continuous Release) หรือการรั่วไหลแบบฉับพลัน (Instantaneous Release) ลักษณะการกักเก็บสาร พื้นที่เป้าหมาย และลักษณะของพื้นที่ผิวของพื้นที่ศึกษา

3) แบบจำลองฯ ย่อย Confined Pool Fire

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

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

- ข้อมูลอุตุวิทยามหาวิทยาลัย ของพื้นที่ศึกษา
- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลเกี่ยวกับกำแพงป้องกันการรั่วไหล (Dike) เช่น มีลักษณะ รูปร่างเป็นแบบวงกลม (Circular Dike) หรือสี่เหลี่ยม (Rectangular Dike) ขนาดของ Dike ความสูงของเปลวไฟเหนือพื้นดิน

4) แบบจำลองฯ ย่อย BLEVE

หลักการทํางานของแบบจำลองฯย่อย BLEVE เป็นการประเมินอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสารอันเนื่องมาจากภาชนะกักเก็บถูกทำลายอย่างสิ้นเชิง และมีการลุกไหม้ติดไฟของสารเกิดขึ้น ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในรูปของกลุ่มก้อนของมวลสารที่ถูกเผาไหม้เป็นลูกไฟ (Fire Ball) ที่มีขนาดตามปริมาณของสารที่กักเก็บและค่าความร้อนของการเผาไหม้ (Heat of Combustion) โดยมีผลกระทบที่เกิดขึ้นคือการแผ่รังสีความร้อน ซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลปริมาณของสารที่กักเก็บและค่า Radiative Fraction

5) แบบจำลอง US Army TNT Equivalency Explosion

หลักการทํางานของแบบจำลองย่อย Explosion เป็นการประเมินอันตรายจากการระเบิด โดยในส่วนของแบบจำลอง US Army TNT Equivalency Explosion เป็นแบบจำลองที่ใช้ในการหาอันตรายจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของมวลสาร ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในรูปของแรงดันที่มีขนาดตามปริมาณของสารที่เกิดการระเบิดเทียบกับปริมาณระเบิด TNT โดยมีผลกระทบที่เกิดขึ้น คืค่าแรงดันซึ่งข้อมูลที่น่าเข้าในส่วนนี้ ประกอบด้วย

- ข้อมูลสารเคมีที่ต้องการศึกษา
- ข้อมูลปริมาณของสารที่กักเก็บ และค่า Yield Factor

ส่วนที่ 2 เตรียมข้อมูลแผนที่

ในการเตรียมแผนที่เพื่อใช้ในการศึกษาคั้งนี้ ใช้ภาพแผนที่ทางอากาศจากโปรแกรม Point Asia เพื่อใช้ในการศึกษาถึงพื้นที่ต่างๆดังต่อไปนี้

- ทำอากาศยานสุวรรณภูมิ (ดังแสดงในภาพที่ 3.2)
- คลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง (ดังแสดงในภาพที่ 3.3)

ภาพที่ 3.2

ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ



ที่มา : โปรแกรมสารสนเทศ Point Asia

ภาพที่ 3.3

คลังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง



ที่มา : โปรแกรมสารสนเทศ Point Asia

ส่วนที่ 3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงของถังกักเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเจ็ทเอวัน (JET A-1)

การวิเคราะห์ความเสี่ยงของถังกักเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเจ็ทเอวัน (JET A-1) ของบริษัท บริการเชื้อเพลิงการบินกรุงเทพ จำกัด ซึ่งความผิดพลาดอาจเกิดจากข้อบกพร่องของเครื่องมือ อุปกรณ์ต่างๆ หรือความผิดพลาดของคน จะทำการวิเคราะห์สาเหตุด้วยแผนภาพต้นไม้ ความผิดพลาด (Fault Tree Diagram) โดยอาศัยข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์ควบคุมการผลิตสากล (International Base Frequency, per operated year) ที่ศึกษาและรวบรวมโดย Smith and Warwick และข้อมูลเกี่ยวกับอัตราความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด โดย Less, 1983 และ King ,1990 มาประยุกต์ใช้ รายละเอียดข้อมูลแสดงดังตารางที่ 3.2 และ 3.3

ตารางที่ 3.2

ข้อมูลพื้นฐานของอุปกรณ์ควบคุมการผลิตสากล

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

ที่มา : Smith and Warwick, 1981

ตารางที่ 3.3

ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด

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

ตารางที่ 3.3 (ต่อ)

ข้อมูลเกี่ยวกับอัตราการความล้มเหลว (Failure Rate) ของเครื่องมือบางชนิด

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

ที่มา : Less, 1983 และ King ,1990

ข้อพิจารณาสากลในการจัดอันดับโอกาสเสี่ยงจากอันตรายร้ายแรงมีค่าสถิตินิยาม
ดังนี้

- | | |
|----------------|---|
| Likely | - เกิดได้บ่อยและซ้ำ าครั้งภายในช่วงอายุโรงงาน
(มากกว่า 1×10^{-2} /ปี ขึ้นไป) |
| Unlikely | - เกิดบางเวลาภายใน 10% ของช่วงอายุโรงงาน
(มากกว่า 1×10^{-2} /ปี ถึง 1×10^{-6} /ปี) |
| Rare | - เกิดบางครั้งจนเกือบพ้นช่วงอายุโรงงาน
(ระหว่าง 1×10^{-6} /ปี ถึง 1×10^{-8} /ปี) |
| Extraordinary- | เกิดขึ้นช่วงอายุโรงงานแต่เกิดครั้งหรือสองครั้งมาก่อนแล้ว
ทั่วโลก (น้อยกว่า 1×10^{-8} /ปี เป็นต้นไป) |

ส่วนที่ 4 วิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลโดยการนำเข้าโปรแกรม Breeze Hazard เพื่อศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการสร้างเหตุการณ์จำลองให้เกิดการรั่วไหลของถังเก็บน้ำมันเชื้อเพลิงชนิดเจ็ทเอวัน (JET A-1) โดยพิจารณาจากข้อกำหนดการประเมินความเสี่ยงของธนาคารโลก (World Bank) ซึ่งแนะนำขนาดของรั่วที่ควรทำการศึกษาคือ รั่วขนาด 2 นิ้ว ในช่วงระยะเวลาการรั่วไหล 10 นาที สำหรับประเทศไทยใช้ข้อกำหนดตามธนาคารโลก และแนะนำพิจารณาเพิ่มเติมที่รั่วขนาด 1 นิ้ว และกรณีที่ถูกทำลายโดยลิ้นเชิงโดยจะศึกษารูปแบบของเหตุการณ์ที่เกิดการรั่วไหลดังต่อไปนี้

- ขนาดของรั่ว 1 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที
- ขนาดของรั่ว 2 นิ้ว เวลาในการรั่วไหล 10 นาที
- ถังกักเก็บถูกทำลายทันที

โดยทำการศึกษาที่ความคงตัวของอากาศแบบ A เนื่องจากมีค่าความเร็วลมของพี นที่ศึกษาอยู่ในช่วงที่มีค่าความคงตัวอากาศนี้ และความคงตัวของอากาศแบบ D เนื่องจากพบได้ในสภาวะทั่วไป

ส่วนที่ 5 ศึกษาแนวทางในการพิจารณาทางเลือกเพื่อลดระดับความรุนแรง

นำผลการศึกษาที่ได้จากโปรแกรมทั้ง 7 เหตุการณ์ ทั้งเรื่องของการแพร่กระจายของสาร การลุกติดไฟของสาร การรั่วระเหยและติดไฟ และความดันอันเกิดจากการรั่วระเหยติดไฟ มาพิจารณาถึงผลกระทบ ที่เกิดขึ้น เพื่อหาแนวทางในการแก้ไขและลดระดับความรุนแรงของอันตรายที่เกิดขึ้นจากการรั่วไหล