การประเมินความเสี่ยง ทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

รองศาสตราจารย์ ดร.สุนิสา ชายเกลี้ยง

คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ได้รับทุนสนับสนุนการผลิตตำรา มหาวิทยาลัยขอนแก่น

ลำดับที่ 192

จัดพิมพ์โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2564

ISBN 978-616-438-686-0

สุนิสา ชายเกลี้ยง.

การประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัย / สุนิสา ชายเกลี้ยง. – พิมพ์ครั้งที่ 1. -- ขอนแก่น : คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2564.

316 หน้า : ภาพประกอบ

1. การประเมินความเสี่ยงด้านสุขภาพ. 2. อาชีวอนามัย -- การประเมินความเสี่ยง. 3. อุตสาหกรรม -- การประเมินความเสี่ยง. (1) มหาวิทยาลัยขอนแก่น. คณะสาธารณสุขศาสตร์. (2) ชื่อเรื่อง.

RA427.3 ส818

ISBN 978-616-438-686-0

พิมพ์ครั้งที่ 1

จำนวน 100 เล่ม

จัดทำโดย ศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น

พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น พ.ศ. 2564

ราคา 590 บาท

สงวนลิขสิทธิ์ โดยมหาวิทยาลัยขอนแก่น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2564

คำนำ

ตำราเล่มนี้ได้เรียบเรียงจัดทำขึ้นภายใต้ทุนสนับสนุนการผลิตตำราฉบับสมบูรณ์ของศูนย์นวัตกรรมการเรียนการสอน มหาวิทยาลัยขอนแก่น ซึ่งเนื้อหาที่เรียบเรียงจะครอบคลุมด้านหลักการของการประเมินความเสี่ยงในงานอุตสาหกรรม การประเมินความเสี่ยงทางอาชีวอนามัยและความปลอดภัย จึงเหมาะสำหรับใช้ประกอบการเรียนการสอน สำหรับนักศึกษาทั้งระดับบัณฑิตศึกษาและนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยมีเนื้อหาคือ บทที่ 1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรง บทที่ 2 การควบคุมอุบัติภัยร้ายแรงและการประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพ บทที่ 3 การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย และบทที่ 4 ถึงบทที่ 9 จะเป็นรายละเอียดวิธีการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงในทางอุตสาหกรรมตามวิธีการต่างๆ 6 วิธีการ พร้อมรวบรวมกรณีตัวอย่างที่มาจากกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมและจากผลงานศึกษาวิจัยที่เผยแพร่แล้วระดับชาติและนานาชาติของผู้เขียน ในแต่ละบทของวิธีการบ่งชี้อันตรายคือ การใช้แบบตรวจ (Checklist) การตั้งคำถามวิเคราะห์ (What-if analysis) การศึกษาอันตรายหรือปัญหาของระบบจากการออกแบบ (HAZOP) การวิเคราะห์หาสาเหตุและผลหรือแผนภูมิต้นไม้ (FTA) เทคนิคการวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายและผลกระทบ (FMEA) การประเมินผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาด (ETA) ตามลำดับ และเนื้อหาสำคัญบทที่ 10 ด้านหลักการของแผนฉุกเฉินและการตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน พร้อมยกตัวอย่างการจัดทำแผนฉุกเฉินจากประสบการณ์การจัดทำและการเป็นที่ปรึกษาหรือวิทยากรให้กับสถาบันต่างๆ ซึ่งการจัดทำตำราครั้งนี้มีรองศาสตราจารย์วิชัย พฤกษ์ธาราธิกูล ร่วมเรียบเรียงด้วย ดังนั้นทั้งเนื้อหา กรณีตัวอย่าง ภาพหรือเหตุการณ์ประกอบมาจากประสบการณ์ และการสอนทั้งในมหาวิทยาลัยและโรงงานอุตสาหกรรมมากว่า 30 ปี

ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าตำราเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านทุกท่านที่ต้องการเรียนรู้หลักการเพื่อการนำไปประยุกต์ใช้สำหรับงานด้านอาชีวอนามัย ความปลอดภัย และในทางอุตสาหกรรม และพร้อมที่จะรับข้อเสนอแนะทุกประการที่จะช่วยให้ตำราเล่มนี้มีความสมบูรณ์ยิ่งๆ ขึ้นไป

สุนิสา ชายเกลี้ยง
สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม อาชีวอนามัยและความปลอดภัย
คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

สารบัญ

		หน้า
คำนำ		ก
สารบัญ		ข
สารบัญตาราง		ค
สารบัญภาพ		ซ
บทที่ 1	การเกิดอุบัติภัยร้ายแรง : Major hazard	1
บทที่ 2	การควบคุมอุบัติภัยร้ายแรงและการประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพ	31
บทที่ 3	การวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตราย	79
บทที่ 4	การชี้บ่งอันตรายด้วยแบบตรวจ (Checklist) และการประเมินความเสี่ยง	133
บทที่ 5	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธีการตั้งคำถาม What-if และการประเมินความเสี่ยง	157
บทที่ 6	การชี้บ่งอันตรายด้วยการศึกษาอันตรายหรือปัญหาของระบบจากการออกแบบ (Hazards and operability studies; HAZOP) และการประเมินความเสี่ยง	175
บทที่ 7	การชี้บ่งอันตรายด้วย Fault tree analysis (FTA) และการประเมินความเสี่ยง	193
บทที่ 8	การชี้บ่งอันตรายด้วยเทคนิคการวิเคราะห์รูปแบบความเสียหายและผลกระทบ (Failure modes and effects analysis; FMEA) และการประเมินความเสี่ยง	217
บทที่ 9	การชี้บ่งอันตรายด้วยการประเมินผลของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจากความผิดพลาด (Event tree analysis; ETA) และการประเมินความเสี่ยง	233
บทที่ 10	แผนฉุกเฉินและการตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน : Emergency plan and response	247
ดัชนี		307
Index		311
ประวัติผู้เขียน		313

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 1.1	การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564	4
ตารางที่ 1.2	สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564	10
ตารางที่ 2.1	บัญชีท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2552)	33
ตารางที่ 2.2	รายละเอียด ค่า LD_{50} (ทางปาก) LD_{50} (ทางผิวหนัง) และ LC_{50} (ทางการหายใจ) ที่จะก่อให้เกิดอุบัติภัยร้ายแรง	36
ตารางที่ 2.3	รายชื่อสารเคมีที่มีอันตรายสูง สารมีพิษ และสารที่ไวต่อปฏิกิริยา ที่อาจมีอันตรายแฝงต่อการเกิดอุบัติภัย สอดคล้องกับสารเคมีร้ายแรง ท้ายข้อบังคับการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย	38
ตารางที่ 2.4	ตารางตัวอย่างสารเคมีที่เป็นสารก่อมะเร็ง สารที่ทำให้เกิดการกลายพันธุ์ และสารที่มีผลต่อการสืบพันธุ์ของ EC	45
ตารางที่ 2.5	การเปรียบเทียบชนิดของความเสี่ยง 3 ชนิดกับขั้นตอนการทำ ผลลัพธ์และการประยุกต์ใช้	56
ตารางที่ 2.6	ตัวอย่างปริมาณสารเคมีอันตรายที่ได้รับ การตอบสนองของร่างกาย และค่า OEL	61
ตารางที่ 2.7	ตัวอย่างการจัด SEG ของแผนกหล่อ กับแผนกเคลือบผิวแผ่นเหล็ก	63
ตารางที่ 2.8	ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ	64
ตารางที่ 2.9	เมตริกของระดับการสัมผัสสารเคมีโดยคำนึงถึงระดับความถี่ กับระดับความเข้มข้น	64
ตารางที่ 2.10	ระดับความถี่การได้รับสัมผัส	65
ตารางที่ 2.11	ระดับความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน	65
ตารางที่ 2.12	ตารางพิจารณาจัดระดับความเสี่ยง	65
ตารางที่ 2.13	มาตรการควบคุมความเสี่ยง	66
ตารางที่ 2.14	ตัวอย่างมาตรการควบคุมความเสี่ยง	66
ตารางที่ 2.15	การจัดระดับความรุนแรงของสารเคมีที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ตาม IARC, ACGIH และ สหภาพยุโรป	68
ตารางที่ 2.16	การประเมินระดับการสัมผัสสารเคมี	69
ตารางที่ 2.17	การประเมินระดับความเสี่ยงของสารเคมี	69

สารบัญตาราง (ต่อ)

			หน้า
ตารางที่	2.18	การจัดระดับความเสี่ยงและกิจกรรม/แผนงานที่ต้องดำเนินการ	70
ตารางที่	2.19	เมตริกประเมินความเสี่ยงจากการสัมผัสสารฟอร์มัลดีไฮด์	71
ตารางที่	3.1	ขั้นตอนการวิเคราะห์ความเสี่ยงจากอันตรายแต่ละวิธี	80
ตารางที่	3.2	บัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	82
ตารางที่	3.3	ตัวอย่างการจัดทำบัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	84
ตารางที่	3.4	การจัดระดับโอกาสของเหตุการณ์ต่างๆ	86
ตารางที่	3.5	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อบุคคล	86
ตารางที่	3.6	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อทรัพย์สิน	87
ตารางที่	3.7	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อชุมชน	87
ตารางที่	3.8	การจัดระดับความรุนแรงของเหตุการณ์ต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	88
ตารางที่	3.9	การจัดระดับความเสี่ยง	88
ตารางที่	3.10	ตัวอย่างแผนงานลดความเสี่ยง	90
ตารางที่	3.11	แผนงานควบคุมความเสี่ยง	91
ตารางที่	3.12	อาชีพและงานที่รับผิดชอบ	93
ตารางที่	3.13	รายการสำรวจประเมินด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัยในการทำงาน	94
ตารางที่	3.14	การชี้บ่งอันตรายของช่างซ่อมบำรุงจากงานเชื่อมก๊าซ กับอาคารเก็บผลิตภัณฑ์	96
ตารางที่	3.15	การจัดระดับความรุนแรงตาม มอก. 18001	97
ตารางที่	3.16	การจัดระดับโอกาส คะแนน และความหมาย ตาม มอก. 18001	99
ตารางที่	3.17	ตัวอย่างเกณฑ์ของโอกาสที่จะเกิดอันตรายและผลคูณของโรงงาน	99
ตารางที่	3.18	พิจารณาโอกาสของอันตรายจากเครื่องจักร (Likelihood: L1-L10) กรณีไม่มีค่าน้ำหนัก	102
ตารางที่	3.19	เมตริกการประเมินความเสี่ยงตาม มอก. 18001	104
ตารางที่	3.20	การจัดระดับความเสี่ยงและการปฏิบัติ	104
ตารางที่	3.21	ตัวอย่างเมตริกความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ (Fire risk assessment matrix) จำแนกตามพื้นที่เสี่ยงโซน 1 และ โซน 2 (FHZ-I and FHZ-II) รอบหัวจ่ายในสถานีบริการน้ำมันเชื้อเพลิง	107

สารบัญตาราง (ต่อ)

			หน้า
ตารางที่	3.22	การจัดระดับความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ (Fire risk assessment) เกณฑ์คะแนนเพื่อการจัดระดับความเสี่ยง และข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินการจัดการตามระดับความเสี่ยงจากงานวิจัย	108
ตารางที่	3.23	การพิจารณาปัจจัยเสี่ยง (L1-L10) ที่ส่งผลให้มีโอกาสเกิดอันตราย (Likelihood of occurrence) คะแนนรวม (∑SL) 30 คะแนน ของความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ โซน 2 (zone II)	109
ตารางที่	3.24	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี JSA	112
ตารางที่	3.25	ตัวอย่างการชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี JSA	113
ตารางที่	3.26	การจัดระดับโอกาสของเหตุการณ์ตาม JSA	114
ตารางที่	3.27	การจัดระดับความรุนแรงตาม JSA	114
ตารางที่	3.28	การจัดระดับความเสี่ยงตาม JSA	115
ตารางที่	3.29	ขั้นตอนและกิจกรรมการจัดทำมาตรฐานความปลอดภัย	115
ตารางที่	3.30	มาตรฐานความปลอดภัยการขัดแท่งเหล็กหล่อ	116
ตารางที่	3.31	ความถี่ในการปฏิบัติงาน	120
ตารางที่	3.32	ตารางแสดงตัวอย่าง แนวทางพิจารณาโอกาสที่น่าจะเกิด เป็นเชิงปริมาณ	121
ตารางที่	3.33	ตัวอย่างบัญชีรายงานวิกฤต (Critical task inventory worksheet)	121
ตารางที่	3.34	ตัวอย่างการชี้บ่งอันตราย	125
ตารางที่	3.35	ตัวอย่างการเขียนข้อกำหนดในการทำงาน (Standard task procedure)	129
ตารางที่	4.1	บัญชีรายการสิ่งที่เป็นความเสี่ยงและอันตราย	139
ตารางที่	4.2	ตัวอย่างแบบตรวจอาคารสถานที่บรรจุก๊าซ	141
ตารางที่	4.3	ตัวอย่างการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี Checklist	145
ตารางที่	4.4	แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง (แผนงานลดความเสี่ยง)	146
ตารางที่	4.5	แผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง (แผนงานควบคุมความเสี่ยง)	147
ตารางที่	4.6	ผลสำรวจจำนวนคนงานก่อสร้างกรณีก่อสร้างที่พักอาศัยซึ่งผ่านมาตรฐานด้านการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล สภาพแวดล้อมในการทำงานและด้านการควบคุมทางวิศวกรรม	150

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 4.7	สิ่งคุกคามและการประสบอันตรายจากกิจกรรมในแต่ละขั้นตอนของงานก่อสร้างที่พักอาศัย	150
ตารางที่ 4.8	โอกาสประสบอันตรายในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้างที่พักอาศัย154 ของแรงงานก่อสร้าง	
ตารางที่ 4.9	สรุปผลระดับความเสี่ยงตามขั้นตอนการก่อสร้างที่พักอาศัย	154
ตารางที่ 4.10	ความเสี่ยงต่อการประสบอันตรายในขั้นตอนงานดินและงานฐานรากจำแนกตามกิจกรรม	155
ตารางที่ 5.1	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี What if analysis	165
ตารางที่ 5.2	การประเมินความเสี่ยงด้านความปลอดภัยของปฏิบัติการทางชีวภาพ	170
ตารางที่ 5.3	แผนลดความเสี่ยง	171
ตารางที่ 5.4	แผนควบคุมความเสี่ยง	171
ตารางที่ 6.1	HAZOP Guide word (1)	178
ตารางที่ 6.2	HAZOP Guide word (2)	179
ตารางที่ 6.3	เกณฑ์การประเมินระดับความรุนแรงของวิธี HAZOP	180
ตารางที่ 6.4	ระดับความถี่ในการเกิดเหตุการณ์	180
ตารางที่ 6.5	เมตริกเกณฑ์การแบ่งอันตราย (Hazard classification matrix) ด้วยวิธีการ HAZOP	181
ตารางที่ 6.6	การแปลผลระดับคะแนนระดับความเสี่ยง (Risk level rating)	181
ตารางที่ 6.7	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี HAZOP, Node ที่ 1	185
ตารางที่ 6.8	การชี้บ่งอันตรายและประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี HAZOP, Node ที่ 2	186
ตารางที่ 6.9	การชี้บ่งอันตรายด้วยวิธี HAZOP และประเมินความเสี่ยงเพื่อการรายงานตามกฎหมาย	188
ตารางที่ 7.1	ตัวอย่างการศึกษาการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FTA	214
ตารางที่ 8.1	อัตราความรุนแรงของ Automotive industry action group	219
ตารางที่ 8.2	อัตราความถี่ในการเกิดของ Automotive industry action group	220
ตารางที่ 8.3	อัตราการตรวจพบ หรือจับของ Automotive industry action group	221
ตารางที่ 8.4	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี FMEA	228

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
ตารางที่ 9.1	ลำดับขั้นตอนของการทำงานของระบบควบคุมหม้อน้ำและผลที่เกิดขึ้น	240
ตารางที่ 9.2	การชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยงด้วยวิธี ETA ของหม้อน้ำ	241
ตารางที่ 9.3	ตัวอย่างแสดงการชี้บ่งอันตรายและการประเมินความเสี่ยง ด้วยวิธี Event Tree Analysis ของหม้อน้ำขณะใช้งาน	244
ตารางที่ 10.1	ตัวอย่างกิจกรรมของแผนป้องกันก่อนเกิดเหตุฉุกเฉิน	253
ตารางที่ 10.2	ตัวอย่างกิจกรรมของแผนการตรวจตราก่อนเกิดเหตุฉุกเฉิน	254
ตารางที่ 10.3	ตัวอย่างกิจกรรมของแผนการอบรม การรณรงค์ก่อนเกิดเหตุฉุกเฉิน	255
ตารางที่ 10.4	การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลกรณีสารเคมีหกรั่วไหล	262
ตารางที่ 10.5	สัญลักษณ์สารเคมีอันตรายตามหลักของสหประชาชาติ (UN number)	273
ตารางที่ 10.6	ความหมายของตัวอักษรภาษาอังกฤษ ตามสัญลักษณ์แฮสเคม (Hazchem Code)	277
ตารางที่ 10.7	กำหนดระยะเขตอันตรายและเขตปกป้องสาธารณชน กรณีกรดไนตริกหกรั่วไหล	284

สารบัญภาพ

		หน้า
ภาพที่ 1.1	ที่ตั้งของโรงงานและบริเวณโดยรอบ บริษัทยูเนี่ยนคาร์ไบด์	20
ภาพที่ 1.2	ถังเก็บและอุปกรณ์ความปลอดภัยของถังเก็บเมทิล ไอโซไซยาเนท (MIC)	21
ภาพที่ 1.3	ระบบความปลอดภัยเพื่อป้องกันอันตรายจาก เมทิล ไอโซไซยาเนท	22
ภาพที่ 1.4	การทำงานของระบบกำจัดพิษ (The vent gas scrubber system)	23
ภาพที่ 1.5	แผนผังบริเวณที่รถบรรทุกก๊าซพลิกคว่ำ	27
ภาพที่ 1.6	ภาพจำลองเหตุการณ์รถบรรทุกก๊าซลงจากทางด่วน พลิกคว่ำ และสภาพตึกแถวเสียหายและสภาพความเสียหาย	28
ภาพที่ 2.1	รูปแบบขั้นตอนของการประเมินและการจัดการความเสี่ยง ของประเทศสหรัฐอเมริกา	56
ภาพที่ 3.1	ความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้จำแนกตามโซนเสี่ยงอันตราย (I, II) รอบหัวจ่ายน้ำมัน	108
ภาพที่ 3.2	การจัดการองค์กรเพื่อประกอบ JTAP	118
ภาพที่ 5.1	ขั้นตอนการผลิตโพลิเอทิลีน (Polyethylene) ภายใต้ความดันสูง	164
ภาพที่ 6.1	การกำหนด Node ของ HAZOP	177
ภาพที่ 6.2	ระบบท่อและอุปกรณ์ต่างๆ ของการผลิต Ethylene glycol	183
ภาพที่ 6.3	บริเวณศึกษา HAZOP ของการผลิต Ethylene glycol	184
ภาพที่ 6.4	ตัวอย่างที่ 1 Hazard and operability study action report	189
ภาพที่ 6.5	ตัวอย่างที่ 2 Hazard and operability study action report	190
ภาพที่ 6.6	ตัวอย่าง HAZOP Summary of critical identified hazards	191
ภาพที่ 7.1	แผนภูมิต้นไม้หรือโครงสร้าง Fault tree analysis (FTA)	194
ภาพที่ 7.2	การเกิดเพลิงไหม้ด้วย Fault tree analysis (FTA)	195
ภาพที่ 7.3	เหตุการณ์ Undeveloped intermediate event	196
ภาพที่ 7.4	เหตุการณ์ Or gate และ And gate	197
ภาพที่ 7.5	เหตุการณ์ Inhibit gate และ Condition event	197
ภาพที่ 7.6	สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค FTA	198
ภาพที่ 7.7	ลำดับความสำคัญของการแก้ไข Basic event	200
ภาพที่ 7.8	การประเมินเหตุการณ์ผิดปกติของ FTA	200
ภาพที่ 7.9	การเตรียม FTA เพื่อแก้ด้วยสมการพีชคณิตบูลเลี่ยน	201

สารบัญภาพ (ต่อ)

		หน้า
ภาพที่ 7.10	การเตรียม FTA เพื่อทำเมตริก	203
ภาพที่ 7.11	FTA เพลิงไหม้บนถนนเพชรบุรีตัดใหม่	205
ภาพที่ 7.12	การเตรียม FTA สำหรับการทำเมตริก กรณีเพลิงไหม้บนถนนเพชรบุรีตัดใหม่	206
ภาพที่ 7.13	แผนภาพไดอะแกรมการโหลด Xylene	209
ภาพที่ 7.14	เหตุการณ์ Xylene ล้นทาง Vent ขณะ Load อัตโนมัติ	210
ภาพที่ 7.15	การเตรียม FTA สำหรับการทำเมตริก เหตุการณ์ Xylene ล้นออกทาง Vent ขณะ Load แบบอัตโนมัติ	211
ภาพที่ 8.1	กระบวนการผลิตสารเคมี	226
ภาพที่ 8.2	โครงสร้างและชิ้นส่วน Centrifugal pump	227
ภาพที่ 8.3	รูปแสดงการติดตั้งมอเตอร์ ข้อต่อและปั๊ม	227
ภาพที่ 9.1	ตัวอย่างวงจร Share equipment และ Support system	235
ภาพที่ 9.2	ตัวอย่างการสร้างกิ่งก้านต้นไม้	236
ภาพที่ 9.3	ตัวอย่างการทำ Event tree เหตุการณ์ตั้งต้น Automatic controller failure	236
ภาพที่ 9.4	แสดงอุปกรณ์ต่างๆ หม้อน้ำสำเร็จรูปแบบท่อไฟ	237
ภาพที่ 9.5	การสร้างกิ่งก้านต้นไม้เมื่อระดับน้ำในหม้อน้ำต่ำกว่าใช้งานปกติขณะออกแบบ	238
ภาพที่ 9.6	การสร้างกิ่งก้านต้นไม้ของอุปกรณ์ตั้งต้นเมื่อระดับน้ำในหม้อน้ำต่ำกว่าใช้งานปกติขณะใช้งานจริง	243
ภาพที่ 10.1	การแบ่งพื้นที่ควบคุมหรือเขตควบคุม (Control zone)	265
ภาพที่ 10.2	ตัวอย่างแผนผังองค์กรผู้รับผิดชอบในแผนระงับเหตุฉุกเฉิน กรณีแอมโมเนียรั่วไหล ระดับที่ 1	267
ภาพที่ 10.3	ตัวอย่างแผนผังองค์กรผู้รับผิดชอบในแผนระงับเหตุฉุกเฉิน กรณีแอมโมเนียรั่วไหล ระดับที่ 2	267
ภาพที่ 10.4	ตัวอย่างแผนผังองค์กรผู้รับผิดชอบในแผนระงับเหตุฉุกเฉิน กรณีแอมโมเนียรั่วไหล ระดับที่ 3	268
ภาพที่ 10.5	สัญลักษณ์สารเคมีอันตรายรหัสแฮสเคม (Hazchem code)	276
ภาพที่ 10.6	สัญลักษณ์ของสารเคมีตามมาตรฐาน NFPA: โซเดียมไฮดรอกซ์ไซด์ NaOH	278
ภาพที่ 10.7	คู่มือการระงับอุบัติภัยจากวัตถุอันตรายเพื่อการขนส่ง และตัวอย่างของแถบสี	281

สารบัญภาพ (ต่อ)

			หน้า
ภาพที่	10.8	ระยะเขตอันตรายและเขตปกป้องสาธารณชน	282
ภาพที่	10.9	การจัดตั้งองค์กรควบคุมเหตุฉุกเฉิน	292
ภาพที่	10.10	การกำหนดตัวบุคคลและหน้าที่ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ เพื่อระงับเหตุเพลิงไหม้ ระดับ 1	299
ภาพที่	10.11	การกำหนดตัวบุคคลและหน้าที่ของคณะสาธารณสุขศาสตร์ เพื่อระงับเหตุเพลิงไหม้ ระดับ 2	300
ภาพที่	10.12	ผังผู้รับผิดชอบของคณะสาธารณสุขศาสตร์เพื่อปฏิบัติการ เมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้	300
ภาพที่	10.13	ผังปฏิบัติการเมื่อเกิดเหตุภาวะฉุกเฉินภายในห้องเรียน คณะสาธารณสุขศาสตร์	301
ภาพที่	10.14	ผังแนวปฏิบัติการและผู้รับผิดชอบคณะสาธารณสุขศาสตร์ กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ ระดับ 3	302
ภาพที่	10.15	การกำหนดตัวบุคคลและหน้าที่เพื่อการอพยพคณะสาธารณสุขศาสตร์ กรณีเกิดเหตุเพลิงไหม้ ระดับ 3	303

บทที่ 1
การเกิดอุบัติภัยร้ายแรง: Major hazard

สุนิสา ชายเกลี้ยง

การเกิดอุบัติภัยร้ายแรง (Major hazard) เป็นเหตุการณ์ที่สร้างความเสียหายแก่ชีวิตและทรัพย์สินอย่างมหาศาล ซึ่งอาจเกิดจากภัยธรรมชาติ กิจกรรมของมนุษย์ หรือเกิดจากกิจกรรมของสถานประกอบการต่างๆ ในบทนี้จะกล่าวถึงการเกิดอุบัติภัยร้ายแรงที่เกิดจากกิจกรรมของสถานประกอบกิจการ การจำแนกชนิดอุบัติภัยร้ายแรง พร้อมสาเหตุโดยรวบรวมอุบัติภัยร้ายแรงที่สำคัญๆ ทั้งในต่างประเทศ และประเทศไทย และผลกระทบจากอุบัติภัยร้ายแรงต่อความเสียหายทั้งบุคคลและทรัพย์สิน พร้อมทั้งยกกรณีตัวอย่างการเกิดอุบัติภัยร้ายแรงเพื่อการวิเคราะห์อย่างละเอียด ค้นหาสาเหตุของการเกิด และการกำหนดมาตรการที่ทำให้เกิดความปลอดภัย เช่น การประเมินความเสี่ยง การวางแผนป้องกัน แผนควบคุม รวมถึงการจัดทำแผนฟื้นฟูหลังเกิดเหตุ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรงงานที่มีการใช้สารเคมีที่มีความเป็นอันตรายสูง เนื่องจากเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินแล้วสร้างความเสียหายต่อชีวิตหรือทรัพย์สินของสถานประกอบการ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม เป็นจำนวนมากและส่งผลกระทบในวงกว้าง ซึ่งจะกล่าวโดยละเอียดในบทนี้

1.1 ประเภทของอุบัติภัยร้ายแรงในงานอุตสาหกรรม มี 3 ประเภท คือ

1) เพลิงไหม้ (Fire) เกิดจากการรั่วของวัตถุไวไฟ หรือของเหลว หรือก๊าซ แพร่กระจายออกมารวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ จนได้สัดส่วนที่เหมาะสม แล้วสัมผัสกับความร้อนหรือประกายไฟ จึงทำให้เกิดการลุกไหม้อย่างรวดเร็ว เผาผลาญคนงาน ประชาชน อาคารโรงงาน และบ้านเรือนที่อยู่โดยรอบ

ในโรงงานอุตสาหกรรม อุบัติภัยร้ายแรงจากการเกิดเพลิงไหม้จะมีมากกว่าการระเบิดและการรั่วไหลของสารพิษ การเกิดเพลิงไหม้จะมีรูปแบบการเกิด 4 ลักษณะใหญ่ดังนี้

1.1) Jet fire เป็นการเกิดไฟลักษณะเป็นลำพุ่งออกไป เช่น การไหม้ของก๊าซที่รั่วจากท่อหรือภาชนะบรรจุที่มีความดัน

1.2) Pool fire เป็นการเกิดไฟลักษณะแผ่เป็นวงกว้าง เช่น การไหม้ของน้ำมันที่หกบนพื้นหรือแม่น้ำ

1.3) Flash fire เป็นไฟที่เกิดจากการเริ่มไหม้ของก๊าซที่รั่วออกมาแล้วไฟลามกลับไปยังจุดที่ก๊าซรั่วอย่างรวดเร็ว

1.4) Bleve (Boiling liquid expanding vapour explosion) หรือ Fire ball เป็นรูปแบบการเกิดผสมระหว่างการไหม้ และการระเบิดที่มีการปล่อยรังสีความร้อนสูงในระยะเวลาสั้นๆ

2) การเกิดระเบิด (Explosions) คือ ลักษณะที่เกิดจากคลื่นสั้น (Short-wave) ซึ่งมีเสียงดังเกิดเป็นความดันเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว กระแทกออกโดยรอบ ทำความเสียหายต่อคน อาคาร กระจกที่อยู่โดยรอบ และมีการกระเด็นของเศษวัตถุเป็นระยะทางหลายร้อยเมตร บางครั้งการระเบิดก่อให้เกิดเปลวไฟ และสะเก็ดระเบิดไปไกลทำให้เกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดโรงงานข้างเคียงได้ เรียกว่าปรากฏการณ์ โดมิโน “Domino effect” คนจะได้รับบาดเจ็บที่ความดัน 5 ถึง 10 กิโลปาสคาล (KPa) ประตู หน้าต่างจะเสียหายที่ความดัน 3 ถึง 5 กิโลปาสคาล ตัวอย่างถังบรรจุสารโพรเพน (Propane) 50 ตัน ถ้ารั่วไหลออกมาจนอยู่ในช่วงที่ติดไฟได้จะเกิดการลุกไหม้รวดเร็วเป็นการระเบิด มีความดัน 14 กิโลปาสคาล ที่ระยะห่าง 250 เมตร และความดัน 5 กิโลปาสคาล ที่ระยะห่าง 500 เมตร จากถังบรรจุ โดยองค์กรแรงงานระหว่างประเทศ (International labour organization; ILO) จำแนกการเกิดระเบิด ดังนี้

2.1) การเกิดระเบิดแบบ Deflagration หรือ Detonation

การเผาด้วยความร้อน (Deflagration) คือการเกิดระเบิดที่อยู่ในรูปของไฟที่มีความร้อนสูง จะมีความเร็วในการเผาไหม้น้อยกว่าความเร็วเสียง หรือน้อยกว่า 1 เมตรต่อวินาที และความดันสูงสุดในถังปิดประมาณ 70 ถึง 80 กิโลปาสคาล ส่วน การระเบิด (Detonation) คือการเกิดระเบิดที่อยู่ในลักษณะที่มีความดันสูงถึง 200 กิโลปาสคาล และมีความเร็วในการเผาไหม้สูงถึง 2,000 ถึง 3,000 เมตรต่อวินาที

2.2) การเกิดระเบิดก๊าซและฝุ่น (Gas and dust explosions)

การเกิดระเบิดจากก๊าซเกิดจากสารไวไฟรั่วไหลออกสู่บรรยากาศที่อยู่ในรูปของกลุ่มไอที่พร้อมจะลุกไหม้รวดเร็วเมื่อเกิดประกายไฟหรือความร้อน เช่น กลุ่ม LPG ส่วนการระเบิดของฝุ่น (Dust explosion) จะเกิดจากวัสดุไวไฟที่เป็นของแข็งที่มีขนาดเล็กกว่า 420 ไมโครเมตร ฟุ้งกระจายออกมาผสมกับอากาศจนได้ปริมาณความเข้มข้นที่เหมาะสม เมื่อเกิดประกายไฟหรือความร้อนก็จะเกิดการลุกไหม้รวดเร็ว ได้เป็นความดันออกมาในลักษณะระเบิด ปกติจะเกิดกับฝุ่นที่อยู่ด้านนอกก่อนที่จะลุกลามเข้าไปยังฝุ่นผงที่อยู่ด้านใน เกิดเป็นการระเบิดครั้งที่ 2, 3 และ 4 เรื่อยๆ

2.3) การเกิดการระเบิดในที่จำกัดและไม่จำกัด (Confined and unconfined vapour-cloud explosions)

การเกิดระเบิดในที่จำกัด ทั้งของก๊าซและฝุ่นจะรุนแรงมากกว่าการระเบิดในที่โล่ง เช่น การระเบิดในท่อ ในภาชนะ หรือในอาคาร จะทำให้มีความดันสูงถึง 100 กิโลปาสคาล แต่ถ้าเป็นที่โล่งจะเกิดความดันเพียง 2 ถึง 3 กิโลปาสคาล

3) สารพิษรั่ว (Toxic releases) สารพิษที่รั่วไหลอาจจะอยู่ในรูปของของเหลวหรือก๊าซ โดยเฉพาะการรั่วของสารพิษที่เป็นก๊าซจำนวนมากๆ อย่างทันทีทันใด มีแนวโน้มที่จะเกิดการบาดเจ็บล้มตายได้ในบริเวณกว้างมากกว่า ซึ่งอาจจะมีอันตรายไปหลายกิโลเมตร จากจุดที่มีการรั่วตามกระแสลม อันตรายมากน้อยขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของประชาชนที่อยู่ตามเส้นทางของการรั่วและแผนอพยพที่เตรียมไว้ ในอดีตสารเคมีที่จะเกิดการรั่วไหลบ่อยๆ คือ คลอรีนและแอมโมเนีย โดยเฉพาะคลอรีนที่มีอันตรายสูง เช่น ก๊าซคลอรีน ที่มีความเข้มข้น 100 ถึง 150 พีพีเอ็ม สัมผัสนาน 5 ถึง 10 นาที มีอันตรายถึงชีวิต และถ้าความเข้มข้น 1,000 พีพีเอ็ม จะมีผลต่อการเสียชีวิตทันที โดยถ้าความเข้มข้น 10 ถึง 20 พีพีเอ็ม สัมผัสนาน 30 นาที จะมีอันตรายต่อสุขภาพ กรณีเช่น คลอรีนขนาด 10 ตัน รั่วไหลที่ระยะห่าง 2 กิโลเมตร ใต้ลมจะมีความเข้มข้น 140 พีพีเอ็ม และระยะทาง 5 กิโลเมตร จะมีความเข้มข้น 15 พีพีเอ็ม (สุนิสา ชายเกลี้ยง, 2563; กรมควบคุมมลพิษ, 2559)

1.2 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก

1) อุบัติภัยร้ายแรงทั่วโลก

การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงทางเคมีครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก จากฐานข้อมูลโครงการสิ่งแวดล้อมแห่งสหประชาชาติ (United nation environment programme; UNEP) (Mihailidou et al., 2012) ที่สามารถรวบรวมจากหลายแหล่งข้อมูลและสรุปได้ตามตารางที่ 1.1 จะเห็นได้ว่ามีทั้งสารเคมีรั่วไหล ระเบิด และเพลิงไหม้ สารเคมีรั่วไหลส่วนใหญ่เป็นคลอรีนกับแอมโมเนีย และสารกัมมันตภาพรังสี อุบัติเหตุร้ายแรงที่มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 25 คน ที่มีการบันทึกไว้ระหว่าง พ.ศ. 2460 ถึง 2564 อุบัติภัยร้ายแรงที่สุดเป็นอุบัติเหตุภัยของสารเมทิล ไอโซไซยาเนท (Methyl isocyanate) รั่วไหลที่เมืองโบปาล (Bhopal) ประเทศอินเดีย ใน พ.ศ. 2527 นับเป็นการสูญเสียที่รุนแรงที่สุดในโลกที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี มีจำนวนผู้เสียชีวิตกว่า 2,000 คน สำหรับประเทศไทยมีจำนวน 3 เหตุการณ์ใหญ่ๆ ที่มีผู้เสียชีวิตจำนวนมากที่สุด คือจากเหตุการณ์รถบรรทุกก๊าซพลิกคว่ำ ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพมหานคร ปี พ.ศ. 2533

ตารางที่ 1.1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564

พ.ศ.	สถานที่ (ประเทศ)	ประเภทอุบัติภัย	สาเหตุ	จำนวนคน		
				ตาย	บาดเจ็บ	อพยพ
2460	แอสตัน แมนเชสเตอร์ (สหราชอาณาจักร)	เพลิงไหม้	ไตรไนโตรโทลูอีน (ดินปืน)	46	120	0
2464	โอปป้วร์ (เยอรมัน)	การระเบิด	แอมโมเนียมไนเตรท	561	1,952	0
2467	เปคิน อิลลิเนียส (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	ฝุ่นข้าว	35	100	0
2473	ลูทติซ (เบลเยียม)	ก๊าซพิษรั่วไหล	-	63	0	0
2476	เงอเคอร์เซน (เยอรมัน)	การระเบิด	ก๊าซ	65	0	0
2482	ซาร์เนสติ (โรมาเนีย)	ก๊าซพิษรั่วไหล	คลอรีน	60	0	0
2485	เทสเซนเดอร์ลู (เบลเยียม)	การระเบิด	แอมโมเนียมไนเตรท	200	0	0
2487	ฟลัวด์ (สหราชอาณาจักร)	การระเบิด ก๊าซพิษรั่วไหล	วัตถุระเบิด	68	22	0
	ซีเวแลนด์ (สหรัฐอเมริกา)	เพลิงไหม้	LNG	128	300	0
2491	ลัดวิคซาเฟน (เยอรมัน)	การระเบิด	ไดเมทิล อีเทอร์	245	2,500	0
2497	บิทเบิร์ค (เยอรมัน)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	32	16	0
2513	อะงา จารี (อิหร่าน)	การระเบิด	ก๊าซ	29	10	0

ตารางที่ 1.1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564 (ต่อ)

พ.ศ.	สถานที่ (ประเทศ)	ประเภทอุบัติภัย	สาเหตุ	จำนวนคน		
				ตาย	บาดเจ็บ	อพยพ
2515	เควโซวิค (โปแลนด์)	การระเบิด	น้ำมัน	33	0	0
	โยะไคดิ (ญี่ปุ่น)	ก๊าซพิษรั่วไหล	-	76	978	0
	ดิวคัวเดเคเซียส (บราซิล)	การระเบิด	บูเทน	37	53	0
	รีวเดจาเนียริโอ (บราซิล)	การระเบิด	บูเทน	37	53	0
	บัฟฟาโล่ ครีค (สหรัฐอเมริกา)	ก๊าซพิษรั่วไหล	น้ำเสีย	125	1,100	4,000
2516	สเตเต็น ไอแลนด์ (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	LNG	40	0	0
2517	ท่าเรือโตเกียว (ญี่ปุ่น)	การระเบิด	น๊าฟธาร์	33	0	0
	ไปเทสติ (โรมาเนีย)	การระเบิด	เอทิลีน	100	0	0
	ฟลิคซ์โบรูช (สหราชอาณาจักร)	การระเบิด	ไซโคลเฮกเซน	28	76	0
2519	คาร์เธจีน (โคลัมเบีย)	การระเบิด	แอมโมเนีย	30	30	0
2520	เวสต์เวโก (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	ฝุ่นเมล็ดข้าว	35	5	0
	พาซาคาร์โบโล (โคลัมเบีย)	การระเบิด เพลิงไหม้	แอมโมเนีย	30	22	0
2521	โปบลาโด เทร์ส (เม็กซิโก)	การระเบิด	ก๊าซ	40	32	0
	เก๊าซุง (ไต้หวัน)	เพลิงไหม้	MEKPO	33	49	0
2522	พะงัน สุราษฎร์ธานี (ไทย)	การระเบิด	น้ำมัน	50	15	0
	บานตี้เบย์ (ไอร์แลนด์)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	50	0	0

ตารางที่ 1.1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564 (ต่อ)

พ.ศ.	สถานที่ (ประเทศ)	ประเภทอุบัติภัย	สาเหตุ	จำนวนคน		
				ตาย	บาดเจ็บ	อพยพ
2523	อล๊าสการ์ (สหรัฐอเมริกา)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	51	0	0
	ออร์ทูลล่าร์ (สเปน)	การระเบิด	โพรเพน	51	0	0
	กัสสลัน (อิหร่าน)	การระเบิด	ไนโตรกลีเซอร์รีน	80	45	0
2524	มอนทาน๊าส (เม็กซิโก)	ก๊าซพิษรั่วไหล	คลอรีน	29	50	0
2525	โทดิ (อิตาลี)	การระเบิด	ก๊าซ	34	140	0
	แกรนด์แบงค์ (สหรัฐอเมริกา)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	84	0	0
	เตเก๊าท์ คาร์รักค๊าส (เวเนซูเอล่าร์)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	150	500	40,000
2526	โปจูกะ (บราซิล)	เพลิงไหม้	ก๊าซโซลีน	42	100	1,000
	ภูวฤทธิ์ (อินเดีย)	การระเบิด	ก๊าซโซลีน	41	100	0
2527	กาฮริ โดดาร์ (ปากีสถาน)	การระเบิด	ก๊าซ	60	0	0
	คัวบาเต๋า (บราซิล)	เพลิงไหม้	ก๊าซโซลีน	508	221	0
2527	ซานจวนไอซัวเตเปค (เม็กซิโก)	การระเบิด	LPG	650	6,400	0
	โบปาล (อินเดีย)	ก๊าซพิษรั่วไหล	เมทิล ไอโซไซยาเนท	2,000	200,000	300,000
2527	ซานจวนไอซัวเตเปค (เม็กซิโก)	การระเบิด	LPG	650	6,400	0
	โบปาล (อินเดีย)	ก๊าซพิษรั่วไหล	เมทิล ไอโซไซยาเนท	2,000	200,000	300,000
2528	พาดาวัล (อินเดีย)	เพลิงไหม้	ก๊าซโซลีน	43	82	0
2529	เชอร์โนบีล (ยูเครน)	การระเบิด	ก๊าซของกัมมันตรังสี	31	600,000	336,000
2530	มหารัฐธะ (อินเดีย)	เพลิงไหม้	น๊าฟธาร์	25	23	0

ตารางที่ 1.1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564 (ต่อ)

พ.ศ.	สถานที่ (ประเทศ)	ประเภทอุบัติภัย	สาเหตุ	จำนวนคน		
				ตาย	บาดเจ็บ	อพยพ
2531	เซียงไฮ้ (จีน)	การระเบิด	ไฮโดรคาร์บอน	25	17	0
	บอมเบย์ (อินเดีย)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	35	16	0
	ไปเปอร์ อัลฟ่า (สหราชอาณาจักร)	การระเบิด	ก๊าซ	165	0	0
2532	ไซบีเรีย (สหภาพโซเวียต)	การระเบิด	LPG	645	705	500
	แอนท์เวิปร์ (เบลเยียม)	การระเบิด	เอทีลลีนออกไซด์	32	11	0
2533	มหารัฐธะ (อินเดีย)	การระเบิด	ก๊าซ	35	0	0
	นาโกเธน (อินเดีย)	การระเบิด	อีเทนและโพรเพน	31	22	0
2534	กรุงเทพฯ (ไทย)	การระเบิด	ก๊าซ	89	67	-
	เฉไซ่ (จีน)	เพลิงไหม้	สารกำจัดศัตรูพืช	30	350	0
2535	ดาคาร์ (เซเนกัล)	ก๊าซพิษรั่วไหล	แอมโมเนีย	40	300	0
	นิวเดลี (อินเดีย)	การระเบิด	-	43	20	0
	คัลลู (ตุรกี)	การระเบิด	มีเทน	32	64	0
	กัวดาลาเจร่า (เม็กซิโก)	การระเบิด	ก๊าซโซลีน	206	1,460	0
2536	ซองจู (เกาหลีใต้)	เพลิงไหม้	LPG	27	50	0
	เซงซู (จีน)	การระเบิด	-	27	32	0
	เรเมียส (โคลัมเบีย)	ก๊าซพิษรั่วไหล	น้ำมัน	430	0	0
	บ๊าวเฮ (จีน)	การระเบิด	ก๊าซ	70	0	0
	นัมเข (เวียดนาม)	การระเบิด ก๊าซพิษรั่วไหล	ไฮโดรคาร์บอน	47	48	0
2536	ล๊าส เทเจเรียส (เวเนซุเอลา)	การระเบิด	ก๊าซธรรมชาติ	36	0	0
2537	ซั๊วะไป่ (จีน)	การระเบิด	-	61	0	0
	โดนคา (อียิปต์)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	401	0	0

ตารางที่ 1.1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564 (ต่อ)

พ.ศ.	สถานที่ (ประเทศ)	ประเภทอุบัติภัย	สาเหตุ	จำนวนคน		
				ตาย	บาดเจ็บ	อพยพ
2540	แทกู (เกาหลีใต้)	การระเบิด ก๊าซพิษรั่วไหล	LPG	101	104	10,000
	วิสาขะพัทนำ (อินเดีย)	การระเบิด	LPG	60	100	60,000
2541	เจสเซ ไนเกอร์เดลต้า (ไนจีเรีย)	การระเบิด	ก๊าซโซลีน	1,000	0	0
2543	เอ็นซ์เชเด (เนเธอร์แลนด์)	การระเบิด	-	18	946	0
	อเดเจ วาร์ริ (ไนจีเรีย)	การระเบิด	น้ำมัน	250	0	0
	พาซาเดน่า (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	บูตาดีน	1	69	0
	ไมนา แอลอามาดิ (คูเวต)	การระเบิด	ไฮโดรคาร์บอน	5	50	0
2544	แคมพอส เบซิน (บราซิล)	การระเบิด	ก๊าซ	10	0	165
	ทูลูซ (ฝรั่งเศส)	การระเบิด	แอมโมเนียมไนเตรท	30	3,000	0
2547	กิสเลงเฮ้งน์ (เบลเยี่ยม)	การระเบิด	ก๊าซธรรมชาติ	24	132	0
	สกิคดาร์ (อัลเกเรีย)	การระเบิด	LNG	23	74	0
2548	จิหลิน (จีน)	ก๊าซพิษรั่วไหล	เบนซีน	5	60	10,000
	เท็กซัส (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	ไฮโดรคาร์บอน	15	170	0
2549	ลาก๊อสซิตี้ (ไนจีเรีย)	การระเบิด	น้ำมัน	260	60	0
2551	อารัค (อิหร่าน)	การระเบิด	สารฟอก	30	38	0
	อินซอน (เกาหลีใต้)	เพลิงไหม้	ก๊าซ	40	10	0
	กวางซิซวาง (จีน)	เพลิงไหม้	โพลีไวนิล อะซิเตท	20	60	11,500

ตารางที่ 1.1 การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญๆ ทั่วโลก พ.ศ. 2460 ถึง 2564 (ต่อ)

พ.ศ.	สถานที่ (ประเทศ)	ประเภทอุบัติภัย	สาเหตุ	จำนวนคน		
				ตาย	บาดเจ็บ	อพยพ
2552	ไจเปอร์ (อินเดีย)	เพลิงไหม้	น้ำมัน	12	150	500,000
2553	ฮาร์บิน (จีน)	การระเบิด	วัตถุระเบิด	20	153	2,000
	อ่าวเม็กซิโก (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	น้ำมัน	11	0	115
2554	ฟูคุชิมา (ญี่ปุ่น)	การระเบิด เพลิงไหม้	กัมมันตรังสี	0	0	100,000
2556	เท็กซัส (สหรัฐอเมริกา)	การระเบิด	แอมโมเนียมไนเตรท	15	200	0
2558	เทียนจิน (จีน)	การระเบิด	โซเดียมไซยาไนด์	112	721	0
2562	เจียงซู (จีน)	การระเบิด	แอนิโซล	47	100	3000
2563	เบรุต (เลบานอน)	การระเบิด	แอมโมเนียมไนเตรท	100	4000	0

2) การเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในประเทศไทย

การเกิดอุบัติภัยร้ายแรงครั้งสำคัญที่พอจะมีการบันทึกเป็นข้อมูลไว้ของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2533 ถึง 2564 จากการรวบรวมข้อมูลสามารถสรุปเป็นสาเหตุและความเสียหายที่เกิดขึ้นต่อบุคคลและทรัพย์สิน ดังตารางที่ 1.2 ซึ่งแสดงสถิติการเกิดอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในประเทศไทย ที่นับว่ารุนแรง มีการเสียชีวิตสูงสุด คือ วันที่ 24 กันยายน 2533 รถบรรทุกก๊าซหุงต้มพลิกคว่ำและระเบิดที่ ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ ในกรุงเทพมหานคร ต่อมาวันที่ 15 กุมภาพันธ์ 2534 เหตุการณ์รถบรรทุกวัตถุระเบิดพลิกคว่ำและระเบิดที่ อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา และวันที่ 10 พฤษภาคม 2536 เพลิงไหม้ที่โรงงานตุ๊กตาเคเดอร์ จ.นครปฐม และกรณีการเกิดระเบิดที่รุนแรง เมื่อวันที่ 19 กันยายน 2542 ที่โรงงานอบลำไย นับว่าเป็นสิ่งเตือนใจสำหรับผู้ที่ไม่มีความรู้ถึงอันตรายจากสารเคมี ต่อมาสำหรับกรณีการเกิดเพลิงไหม้วันที่ 3 ธันวาคม 2542 ที่โรงกลั่นน้ำมันที่ศรีราชาทั้งๆ ที่มีระบบความปลอดภัยที่ดี ทำให้ทราบว่าอุตสาหกรรมน้ำมันนั้นพลาดไม่ได้แม้แต่นาทีเดียว นอกจากนี้ยังมีการระเบิดเกี่ยวกับวัตถุระเบิดในคลังแสงที่สะพานแดง กรุงเทพฯ และคลังแสงที่ปากช่อง จ.นครราชสีมา แต่เป็นกิจการทางทหารจึงไม่มีข้อมูลเพียงพอที่จะบันทึกความเสียหาย ส่วนกรณีอื่นๆ ที่ส่วนใหญ่น่าจะเป็นการเกิดอุบัติภัยที่ไม่ถึงขั้นร้ายแรง แต่มีสถิติของเหตุการณ์ต่อเนื่องมาตลอดจนถึง

ล่าสุดคือ 4 กรกฎาคม 2564 ของการเกิดเพลิงไหม้และระเบิดจากสารเคมีรั่วไหลภายในโรงงานผลิตเม็ดโฟมและพลาสติก จ.สมุทรปราการ ทำให้มีมูลค่าทรัพย์สินเสียหายมากกว่า 300 ล้านบาท นอกเหนือจากการมีผู้เสียชีวิตและบาดเจ็บ หรืออพยพออกนอกพื้นของชุมชนที่อยู่บริเวณใกล้โรงงานจากกรณีดังกล่าว

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564

วัน เดือน ปี	**สาเหตุ**	**ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน**
24 ก.ย. 2533	ระเบิด : รถบรรทุกก๊าซพลิกคว่ำ ถ.เพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพฯ	ผู้เสียชีวิต 92 ราย บาดเจ็บ 128 ราย รถยนต์ 40 คัน ตึกแถว 38 ห้อง ถูกเพลิงไหม้
13 ต.ค. 2533	ระเบิด : โรงงานผลิตก๊าซอะเซทิลีนระเบิด จ.สมุทรสาคร	ผู้เสียชีวิต 3 ราย บาดเจ็บ 4 ราย อาคารโรงงานถูกเพลิงไหม้
31 ต.ค. 2533	สารเคมีรั่วไหล : ก๊าซแอมโมเนียรั่วในโรงงานแช่แข็งสัตว์น้ำส่งออก	คนงานหายใจไม่ออก สลบไม่ได้สติ จำนวน 22 ราย
19 พ.ย. 2533	อัคคีภัย : โรงงานขนมหวานเพลิงไหม้เนื่องจากก๊าซ LPG รั่วไหล	ผู้บาดเจ็บ 128 ราย
15 ก.พ. 2534	ระเบิด : รถบรรทุกดินระเบิดพลิกคว่ำ ที่ อ.ท้ายเหมือง จ.พังงา	ผู้เสียชีวิต 172 ราย และบาดเจ็บ 110 ราย
2 มี.ค. 2534	อัคคีภัย : เพลิงไหม้คลังเก็บสินค้าสารเคมีและวัตถุอันตรายบริเวณท่าเรือคลองเตย กรุงเทพฯ สารเคมีรั่วไหล: สารเคมีมากกว่า 15 ชนิด	ผู้เสียชีวิต 3 ราย เป็นโรคทางเดินหายใจ 2,365 ราย โรคผิวหนัง 1,062 ราย โรคตา 404 ราย ระบบประสาท 185 ราย เพลิงไหม้บ้านเรือน 10 หลัง ไร้ที่อยู่ 2,500 คน
19 ก.พ. 2535	ระเบิด: ถังน้ำมันที่ฝังอยู่ใต้ดินที่ จ.สงขลา ระเบิดและลุกไหม้เป็นเวลา 1 วัน สาเหตุจากไฟฟ้าลัดวงจร	ผู้เสียชีวิต 3 ราย บาดเจ็บ 9 ราย บ้านเรือนเสียหายมากกว่า 30 หลัง
21-24 ก.พ. 2535	สารเคมีรั่วไหล: เรือบรรทุกวี ซี เอ็มอับปาง ขณะที่มีการถ่ายจากถังเก็บ เกิดรอยฉีกขาดเป็นรอยรั่ว	มีผู้ป่วยเกิดอาการแพ้ 20 ราย
10 พ.ค. 2536	อัคคีภัย: เกิดเพลิงไหม้โรงงานผลิตตุ๊กตา ที่ จ.นครปฐม โดยเกิดเพลิงไหม้บริเวณแผงคุมสวิตช์ไฟฟ้าของอาคารเก็บทินเนอร์ ถังก๊าซและกล่องกระดาษ	ผู้เสียชีวิต 188 ราย และบาดเจ็บ 469 ราย

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	สาเหตุ	ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน
7 พ.ย. 2536	ระเบิด : เพลิงไหม้บริเวณเก็บสารเคมี พวกสารตัวทำละลายที่ใช้ผสมยางมะตอยที่ จ.ระยอง ประกายไฟกระเด็นไปถูกปล่องอากาศของสารเคมีที่บรรจุถังที่อยู่ใต้ดิน ทำให้เกิดระเบิดขึ้น	ผู้เสียชีวิต 12 รายและบาดเจ็บ 14 ราย
มี.ค. 2539	สารเคมีรั่วไหล : ลิ้นนิรภัยโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งที่ จ.เชียงใหม่ ขัดข้องทำให้ก๊าซแอมโมเนียรั่วออกมาภายนอก	ผู้บาดเจ็บ 121 ราย
17 ธ.ค. 2539	ระเบิด : เกิดเพลิงไหม้ในโรงงานผลิต Acrylic resin ในนิคมอุตสาหกรรมบางปู เนื่องจากการระเบิดของถังปฏิกิริยาเคมี	ผู้เสียชีวิต 4 ราย (คนงาน บุคคลภายนอก) บาดเจ็บ 44 ราย แรงระเบิดโรงงานข้างเคียงเสียหาย 6 โรงงาน
4 มี.ค. 2540	สารเคมีรั่วไหล : ท่อก๊าซแอมโมเนียของโรงงานริม ถ.สายเชียงใหม่-พร้าว เกิดการระเบิด ทำให้มีกลุ่มก๊าซพุ่งออกมาทั่วโรงงาน	ผู้บาดเจ็บ 150 ราย ซึ่งอยู่ในอาการหมดสติ อาเจียน ต้องนอนรักษาตัวในโรงพยาบาล
29 เม.ย. 2540	สารเคมีรั่วไหล : รถบรรทุกกรดไนตริกเข้มข้น 68% พลิกคว่ำที่ ถ.สายคลอง 7 อ.ลำลูกกา จ.ปทุมธานี เนื่องจากล้อหน้าระเบิด	ผู้เสียชีวิต 1 ราย บาดเจ็บเล็กน้อย 1 ราย และบาดเจ็บสาหัส 2 ราย
27 พ.ค. 2541	อัคคีภัย : รถบรรทุกสารโทลูอีนพลิกคว่ำจนเกิดเพลิงไหม้ที่นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จ.ระยอง	โทลูอีน จำนวน 2,400 ลิตร รถบรรทุกไหม้ เสาไฟฟ้า 3 ต้น สายไฟฟ้าโทรศัพท์ รั้ว ป้ายบอกทาง
20 ก.ค. 2541	ระเบิด : ท่อส่งก๊าซระเบิดที่ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ เนื่องจากการใช้ไฟก๊าซตัดท่อที่มีก๊าซไวไฟค้างอยู่จึงเกิดแรงดันเปลวไฟขนาดใหญ่พุ่งออกมา	ผู้รับเหมาบาดเจ็บ 9 ราย
19 ก.ย. 2542	ระเบิด : โรงงานอบลำไยระเบิดที่ จ.เชียงใหม่ เนื่องจากการผสมสารโพแทสเซียมคลอเรต	ผู้เสียชีวิต 36 ราย และบาดเจ็บ 105 ราย
3 ธ.ค. 2542	อัคคีภัย : เกิดเพลิงไหม้ถังเก็บน้ำมันของโรงกลั่นน้ำมันที่ อ.ศรีราชา จ.ชลบุรี	ผู้เสียชีวิต 7 ราย บาดเจ็บ 21 ราย ความสูญเสียมากกว่า 800 ล้านบาท
31 ต.ค. 2544	ระเบิด : สารเคมีที่โรงงานผลิตสีน้ำมัน จ.ชลบุรี ระเบิด เพราะการจัดเก็บสารเคมีอันตรายไม่ถูกต้อง	ผู้เสียชีวิต 13 ราย และบาดเจ็บ 20 ราย
11 เม.ย. 2545	อัคคีภัย : เพลิงไหม้โรงงานผสมและบรรจุน้ำมันหล่อลื่น และผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม จ.สมุทรสาคร	ผู้บาดเจ็บ 121 ราย

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	สาเหตุ	ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน
31 พ.ค. 2545	สารเคมีรั่วไหล : ก๊าซแอมโมเนียรั่วที่โรงงานทำน้ำแข็ง จ.ราชบุรี เนื่องจากใช้วาล์วระบายน้ำมันเป็นแบบเกลียว ซึ่งที่ถูกต้องควรใช้แบบเปิด-ปิด	ผู้เสียชีวิต 1 ราย และบาดเจ็บ 10 ราย
14 เม.ย. 2546	อัคคีภัย : เพลิงไหม้โรงงานผลิตผ้าปูที่นอนและผ้าห่มนวม เนื่องจากเกิดประกายไฟจากเครื่องคอมเพรสเซอร์ไปติดวัตถุดิบพวกเศษฝ้าย เศษผ้า	ทรัพย์สินเสียหาย 50 ล้านบาท
17 เม.ย. 2546	ระเบิด : เกิดการระเบิดของฝุ่นโรงงานผลิตครีมเทียม จังหวัดสมุทรปราการ เนื่องจากครีมเทียมที่มีความชื้นเกาะติดใบพันกวนของ Spray chamber เกิดการเสียดสีและลุกไหม้	ทรัพย์สินเสียหาย 16 ล้านบาท
10 พ.ค. 2546	อัคคีภัย : เพลิงไหม้บริษัททำพลาสติก แผ่นพลาสติก เนื่องจากไฟฟ้าลัดวงจร	ทรัพย์สินเสียหาย 60 ล้านบาท
12 ก.ย. 2546	อัคคีภัย : เพลิงไหม้โกดังเก็บโฟมพลาสติก จ.สมุทรปราการ เนื่องจากเพลิงไหม้ศาลเจ้าที่อยู่ในโกดัง	ทรัพย์สินเสียหาย 20 ล้านบาท
19 ก.ย. 2546	อัคคีภัย : เพลิงไหม้โรงงานผลิตโฟมบรรจุอาหาร กรุงเทพฯ เนื่องจากเกิดไฟฟ้าสถิตจากการขัดสีของผิวโฟม	อาคารโรงงานเสียหาย 50%
4 พ.ย. 2546	สารเคมีรั่วไหล : กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ทำให้ระบบบำบัดไม่ทำงาน ไอกรดกำมะถันและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์รั่วไหลที่โรงงานผลิตกำมะถัน จ.สมุทรสาคร	ทรัพย์สินเสียหาย 4.8 ล้านบาท
24 มี.ค. 2547	แอมโมเนียรั่วไหล : เกิด Liquid expansion ทำให้หน้าแปลนวาล์วจ่ายน้ำยาโก่งงอ แอมโมเนียจึงรั่วไหลออกมา	ผู้บาดเจ็บ 66 ราย
19 ก.ย. 2546	อัคคีภัย : เพลิงไหม้โรงงานผลิตโฟมบรรจุอาหาร กรุงเทพฯ เนื่องจากเกิดไฟฟ้าสถิตจากการขัดสีของผิวโฟม	อาคารโรงงานเสียหาย 50%
4 พ.ย. 2546	สารเคมีรั่วไหล : กระแสไฟฟ้าขัดข้อง ทำให้ระบบบำบัดไม่ทำงาน ไอกรดกำมะถันและก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์รั่วไหลที่โรงงานผลิตกำมะถัน จ.สมุทรสาคร	ทรัพย์สินเสียหาย 4.8 ล้านบาท

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	**สาเหตุ**	**ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน**
24 มี.ค. 2547	แอมโมเนียรั่วไหล : เกิด Liquid expansion ทำให้หน้าแปลนวาล์วจ่ายน้ำยาโก่งงอ แอมโมเนียจึงรั่วไหลออกมา	ผู้บาดเจ็บ 66 ราย
12 เม.ย. 2547	สารเคมี : สูดดมก๊าซหรือสารเคมีเป็นพิษในถังบรรจุตะกอนจากระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานขณะทำการล้างถัง	ผู้เสียชีวิต 2 ราย และบาดเจ็บ 1 ราย
19 เม.ย. 2547	ถังน้ำมันเตาระเบิด : คนงานทำการเชื่อมฝาถังน้ำมันเตาที่อุ่นให้มีความร้อน 120 องศาเซลเซียส โดยเปิดช่อง Manhole ไว้ มีประกายไฟตกสัมผัสไอระเหยน้ำมันในถัง	ผู้เสียชีวิต 3 ราย และบาดเจ็บ 6 ราย มูลค่าความเสียหาย 10 ล้านบาท
8 ส.ค. 2547	อัคคีภัย : พนักงานขนย้ายถังบรรจุทินเนอร์ขนาด 20 ลิตรไปใช้ เกิดหกรั่วไหล ไอระเหยของทินเนอร์ไปสัมผัสกับเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่กำลังทำงานอยู่ จึงติดไฟและลุกลามถุงพลาสติกที่วางกองอยู่อย่างรวดเร็ว	ผู้เสียชีวิต 3 ราย และบาดเจ็บ 8 ราย
13 ส.ค. 2547	ถังน้ำมันระเบิด : คนงานเปิดช่องคนลง (Manhole) ของถังเก็บน้ำมันใช้แล้วผสมกับน้ำเสีย โดยใช้หัวเชื่อมก๊าซตัดนอตยึด คนงานคงนำหัวเชื่อมไปจ่อใกล้ท่อระบายไอ ซึ่งมีถังมีไอระเหยของน้ำมันใช้แล้วสะสมอยู่ในช่วงที่ค่าความเข้มข้นไอระเหยน้ำมันเกิดการระเบิดได้ (Explosive limit) จึงเกิดการระเบิดขึ้น	ผู้เสียชีวิต 3 ราย และบาดเจ็บ 1 ราย มูลค่าความเสียหาย 2 ล้านบาท
3 ต.ค. 2547	ระเบิด : อาจเกิดจากการเสียดสีของวัตถุดิบ และมีแหล่งความร้อนที่ทำให้เกิดระเบิดได้ เช่น ไฟฟ้า บุหรี่ ก๊าซหุงต้ม เป็นต้น (ผลิตดอกไม้ไฟและไม้ขีดไฟ)	ผู้เสียชีวิต 14 ราย
1 ต.ค. 2548	อัคคีภัย : พนักงานได้นำรถบรรทุกก๊าซหุงต้มมาเติมลงในถังเก็บในโรงงาน ซึ่งในการต่อท่อเติมก๊าซนั้น พนักงานต้องมีการตรวจวัดปริมาณก๊าซในถังโดยหมุนมือจับอุปกรณ์วัดก๊าซซึ่งต่ออยู่กับท่อวัดก๊าซในถัง แต่ปรากฏว่า ขณะหมุนมือจับอยู่นั้นท่อวัดได้หลุดออกมาทำให้ก๊าซรั่วออกมารวดเร็วจนไปสัมผัสกับประกายไฟ	ผู้เสียชีวิต 1 ราย และบาดเจ็บ 6 ราย มูลค่าความเสียหาย 20 ล้านบาท

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	สาเหตุ	ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน
29 พ.ค. 2549	ระเบิด : ถังออกซิเจนที่ใช้ในการเชื่อมก๊าซระเบิด น่าจะเกิดจากก๊าซ LPG ไหลย้อนกลับเข้าไประเบิดในถังออกซิเจนอย่างรุนแรง	ผู้เสียชีวิต 2 ราย และบาดเจ็บ 3 ราย
12 ก.พ. 2550	อัคคีภัย : คนงานนำโทลูอีนที่มีน้ำปะปนจากการล้างท่อไปเผาทำลายที่หม้อน้ำ โดยเทใส่เข้าไปในถังอุ่นน้ำมันเตาด้วยความร้อนจาก Heater จึงเกิดไอระเหยของโทลูอีน ระบายออกทางฝาเปิดของเครื่องอุ่นน้ำมันเตา เมื่อสัมผัสกับประกายไฟจากมอเตอร์ของหม้อน้ำจึงเกิดการลุกติดไฟและลุกลาม	ผู้บาดเจ็บ 4 ราย มูลค่าความเสียหาย 650 ล้านบาท
13 มิ.ย. 2550	หม้อน้ำระเบิด : เชื้อเพลิงที่ป้อนเข้าห้องเผาไหม้ คือ เปลือกไม้ที่ชุ่มน้ำ ติดไฟยาก จึงกองสะสมปิดกั้นช่องอากาศ ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ มีคาร์บอนมอนนอกไซด์ออกมาและสะสมอยู่ในห้องจนเต็ม จนเกิดการติดไฟและระเบิดขึ้น	มูลค่าความเสียหาย 40 ล้านบาท
10 มิ.ย. 2551	สารเคมีรั่วไหล : สาร Cumene รั่วไหลจากถัง เนื่องจากการติดตั้ง Frangilble glass vapour seal: FGVS ไม่ถูกต้องจึงทำให้แตก ไอของ Cumene จึงรั่วออกมา (FGVS เป็นแผ่นแก้วขนาด 4 นิ้ว กรณีเกิดเพลิงไหม้ น้ำดับเพลิงจากท่อจะทำให้ FGVS แตก น้ำโฟมและอากาศจะผสมกันปกคลุมด้านบนของ Cumene จะทำให้ดับเพลิง)	ผู้บาดเจ็บ 112 ราย
28 ม.ค. 2551	ก๊าซระเบิด (ซ่อมและต่อเรือ) : เกิดการรั่วของสายนำก๊าซอะเซทิลีนเข้าไปช่องว่างระหว่างฐานแท่นทำงานกับพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กทำให้ก๊าซอะเซทิลีนที่เบากว่าอากาศเข้าไปสะสมในช่องใต้แท่นทำงาน เมื่อก๊าซเต็มช่องจึงล้นออกมาทางด้านล่างแล้วสัมผัสกับประกายไฟหรือความร้อนจากการตัดเชื่อมโลหะในบริเวณนั้นจึงเกิดการลุกไหม้ย้อนกลับเข้าไประเบิดที่ใต้แท่นทำงาน	ผู้เสียชีวิต 2 ราย และบาดเจ็บ 6 ราย มูลค่าความเสียหาย 1 แสนบาท

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	สาเหตุ	ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน
10 เม.ย. 2552	อัคคีภัย : อาจเกิดจากการจัดเก็บหรือการใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกต้อง เพราะที่เกิดเหตุเป็นโรงเก็บวัสดุเคลือบทองแดง และสารกัดกร่อนทองแดง และเครื่องจักรผลิตชิ้นส่วนไอที	มูลค่าความเสียหาย 50 ล้านบาท
18 ธ.ค. 2552	ก๊าซรั่วไหล : โรงงานหยุดซ่อมบำรุงประจำปี เมื่อเริ่มเดินเครื่องมีก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์และสารคาร์บอนไดซัลไฟด์ในหอกลั่นมากเกินระดับกำหนด ระบบควบคุมทำงานอัตโนมัติเปิดวาล์วระบายสารคาร์บอนไดซัลไฟด์ไปถังเก็บ ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ติดออกมาด้วย เครื่องตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซส่งสัญญาณเตือน พนักงานเข้าไปตรวจสอบสูดดมก๊าซพิษเข้าไป	ผู้เสียชีวิต 1 ราย และบาดเจ็บ 4 ราย
7 ต.ค. 2554	อัคคีภัย : ถังเก็บแอลกอฮอล์ระเบิด อาจมีประกายไฟจากตู้ควบคุมหรือไฟฟ้าสถิตที่ท่อระบายไอ แล้วลุกลามต่อเนื่องไปในถังเก็บแล้วเกิดการระเบิดขึ้น เนื่องจากถังเป็นไฟเบอร์กลาสแต่อุปกรณ์ท่อและหน้าแปลนบางส่วนเป็นโลหะ ไม่มีการต่อสายดิน จึงอาจมีการสะสมไฟฟ้าสถิต	ผู้เสียชีวิต 3 ราย และบาดเจ็บ 12 ราย ความเสียหาย 5 ล้านบาท
30 พ.ย. 2554	อัคคีภัย : เนื่องจากหัวอบชิ้นงานบางหัวเกิดการชำรุด จุดก๊าซไม่ติด ทำให้เกิดการสะสมของก๊าซ LPG ในเครื่องอบชิ้นงานเป็นจำนวนมาก เมื่อคนงานจุดก๊าซเพื่อเดินเครื่องอบชิ้นงานจึงเกิดระเบิดขึ้น	บาดเจ็บ 9 ราย ความเสียหาย 3 ล้านบาท
14 ม.ค. 2555	อัคคีภัย : อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเครื่องสกรีนชำรุด ไม่ตัดระบบไฟฟ้า ทำให้น้ำมันในลูกกลิ้งมีอุณหภูมิสูงขึ้นเรื่อยๆ และเกิดไอน้ำมัน ช่างควบคุมเครื่องตรวจพบและมีผ้าไหม้ติดอยู่ในเครื่องจึงหยุดเครื่องโดยปิดสวิตช์ไฟทันที ทำให้น้ำมันไม่สามารถถ่ายเทความร้อน ความดันของน้ำมันในลูกกลิ้งจึงเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ	ผู้เสียชีวิต 3 ราย และบาดเจ็บ 5 ราย ความเสียหาย 1 ล้านบาท

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	สาเหตุ	ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน
11 ก.พ. 2555	อัคคีภัย : ก๊าซแอมโมเนียรั่วไหล ขณะเชื่อมเหล็กเพื่อซ่อมแซมผนังห้องเกิดสะเก็ดไฟตกใส่ห้องแปรรูปสินค้า เหตุให้เกิดเพลิงไหม้ ไหม้ท่อลำเลียงทำให้ก๊าซแอมโมเนียรั่ว	ผู้บาดเจ็บ 100 ราย ความเสียหาย 30 ล้านบาท
8 พ.ค. 2555	การระเบิด : ถังบรรจุสารโทลูอีนระเบิด รั่วไหล จังหวัดระยอง	ผู้เสียชีวิต 12 ราย บาดเจ็บ 141 ราย
5 เม.ย. 2556	การระเบิด : คนงานได้ร่วมกันบรรจุดินระเบิดใส่ประทัดแบบลูกบอล ในขณะที่บรรจุดินระเบิดได้เกิดระเบิดขึ้น	ผู้เสียชีวิต 3 ราย และบาดเจ็บ 1 ราย ความเสียหาย 5 ล้านบาท
7 ส.ค. 2556	อัคคีภัย : เกิดเพลิงไหม้บริเวณเตาอบไม้ ทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ ระบบโครงสร้างอาคาร วัตถุดิบและผลิตภัณฑ์เสียหาย คาดว่าเกิดจากไฟฟ้าลัดวงจร	ความเสียหาย 30 ล้านบาท
17 ก.ค. 2557	สารเคมีรั่วไหล : สาร Butyl acrylates, stabilized รั่วไหลจากเรือที่ท่าเรือแหลมฉบัง จ.ชลบุรี	อพยพท่าเรือ 2 แห่ง ผู้ป่วยส่งโรงพยาบาล 86 ราย
2 ธ.ค. 2557	อัคคีภัย : โรงงานผลิตน้ำมันปาล์ม อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	ผู้บาดเจ็บ 1 ราย ทรัพย์สินเสียหาย 90-100 ล้านบาท
25 พ.ย. 2559	สารเคมีรั่วไหล : กรดกำมะถัน (H_2SO_4) รั่วไหลที่โรงงาน จ.ปราจีนบุรี	ผู้บาดเจ็บ 37 ราย
1 ก.พ. 2560	ระเบิด : ถังออกซิเจนระเบิด จ.ปทุมธานี	ผู้บาดเจ็บ 6 ราย
19 พ.ค. 2560	ระเบิด : โรงงานทำพลุระเบิด จ.กระบี่	ผู้บาดเจ็บ 21 ราย
2 มิ.ย. 2560	สารเคมีรั่วไหล : แอมโมเนียรั่วไหลใต้ท้องเรือ จ.สมุทรปราการ	ผู้บาดเจ็บ 20 ราย
23 ก.ค. 2560	สารเคมีรั่วไหล : แอมโมเนียรั่วไหลจากโรงงาน จ.อุดรธานี	ผู้บาดเจ็บ 7 ราย
15 ส.ค. 2560	ระเบิด : ไม่ทราบชนิดสารเคมี ระเบิดที่ จ.สมุทรสาคร	ผู้บาดเจ็บ 7 ราย

ตารางที่ 1.2 สถิติการเกิดอุบัติภัยและอุบัติภัยร้ายแรงจากสารเคมีในไทย พ.ศ. 2533 ถึง 2564 (ต่อ)

วัน เดือน ปี	สาเหตุ	ความเสียหายต่อบุคคลและทรัพย์สิน
15 ธ.ค. 2561	อัคคีภัย : ไม่ทราบสาเหตุที่โรงงานผลิตโคมไฟ อ.ศรีมหาโพธิ จ.ปราจีนบุรี ทำให้โครงสร้างอาคารบางส่วนทรุดตัว	ผู้บาดเจ็บ 10 ราย มูลค่าความเสียหาย 100 ล้านบาท
22 ต.ค. 2563	อัคคีภัย : ก๊าซธรรมชาติรั่วไหลจากท่อส่ง เกิดเพลิงไหม้ จังหวัดสมุทรปราการ	ผู้บาดเจ็บ 52 ราย เสียชีวิต 3 ราย
5 ก.ค. 2564	ระเบิด : เกิดเพลิงไหม้และระเบิดจากสารสไตลีนรั่วไหลภายในโรงงานผลิตเม็ดโฟมและพลาสติก จ.สมุทรปราการ	ผู้เสียชีวิต 1 ราย บาดเจ็บ 43 ราย มูลค่าความเสียหาย 300 ล้านบาท

1.3 กรณีตัวอย่างการเกิดอุบัติภัยร้ายแรง

เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ชัดเจนขึ้น จึงขอยกตัวอย่างการเกิดอุบัติภัยร้ายแรงในต่างประเทศ คือ การรั่วไหลสารเมทิล ไอโซไซยาเนท (MIC) ที่เมืองโบปาล (Bhopal) ประเทศอินเดีย กับการเกิดอุบัติภัยร้ายแรง ในประเทศไทย กรณีรถบรรทุกก๊าซหุงต้มพลิกคว่ำและระเบิดที่ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ กรุงเทพมหานคร มาอธิบายโดยละเอียด ถึงสาเหตุ

1.3.1 กรณีตัวอย่างที่ 1 เมทิล ไอโซไซยาเนท (MIC) รั่วที่เมืองโบปาล

คุณลักษณะเฉพาะของสารเมทิล ไอโซไซยาเนทมีค่ามาตรฐานขีดจำกัดความเข้มข้นที่สามารถสัมผัสแล้วไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพ (TLV) คือ 0.02 พีพีเอ็ม สูตรเคมีคือ CH_3NCO มีลักษณะทางกายภาพคือ ของเหลวมีกลิ่นฉุน (Color liquid with powerful odour) น้ำหนักโมเลกุล (Molecular weight) เท่ากับ 57.05 ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity) เท่ากับ 0.923 ที่ 27 องศาเซลเซียส จุดเดือด (Boiling point) ที่ 37 ถึง 39 องศาเซลเซียส ความหนาแน่นไอ (Vapour density) ที่ 2.02 (air = 1.00) จุดวาบไฟ (Flash point) น้อยกว่า -7 องศาเซลเซียส

โรงงานที่เกิดเหตุ คือ บริษัทยูเนี่ยนคาร์ไบด์ ซึ่งได้เปิดดำเนินการตั้งแต่ พ.ศ. 2520 ตั้งอยู่เมืองโบปาล ประเทศอินเดีย เหตุการณ์เกิดขึ้นระหว่างวันที่ 2 ถึง 3 ธันวาคม พ.ศ. 2527 ผลของการเกิดอุบัติเหตุ คือ เมทิล ไอโซไซยาเนท เกิดการรั่วไหลประมาณ 40 ตัน ครอบคลุมพื้นที่ 64 ตารางกิโลเมตร มีผู้เสียชีวิตมากกว่า 2,000 คน บาดเจ็บและพิการ 200,000 คน อพยพ 300,000 คน (Dubey and Khandekar, 1984)