กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

คู่มือการปกป้องประชาชน จากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

คู่มือการปกป้องประชาชน จากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

กรมควบคุมมลพิษ
กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คู่มือการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

พิมพ์ครั้งที่ ๑ มกราคม ๒๕๖๑ จำนวน ๕๐๐ เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ ๒ มีนาคม ๒๕๖๑ จำนวน ๕๐๐ เล่ม
พิมพ์ครั้งที่ ๓ มีนาคม ๒๕๖๔ จำนวน ๑,๐๐๐ เล่ม

ISBN 978-616-316-437-7
สงวนลิขสิทธิ์

ที่ปรึกษา
นายอรรถพล เจริญชันษา อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นางสาวปรีญาพร สุวรรณเกษ รองอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ
นายสุเมธา วิเชียรเพชร ที่ปรึกษาอธิบดีกรมควบคุมมลพิษ ด้านการจัดการกากของเสีย
นางสาวพรพิมล เจริญส่ง ผู้อำนวยการกองจัดการกากของเสียและสารอันตราย
นายมานพ บุญแจ่ม ผู้อำนวยการส่วนประสานการจัดการเหตุฉุกเฉินและฟื้นฟู

ผู้แปลและเรียบเรียง
นางสาวศศิวิมล แนวทอง นักวิชาการสิ่งแวดล้อมชำนาญการ

จัดพิมพ์โดย: กรมควบคุมมลพิษ
๙๒ ซอยพหลโยธิน ๗ ถนนพหลโยธิน
แขวงพญาไท เขตพญาไท
กรุงเทพมหานคร ๑๐๔๐๐
โทร. ๐๒ ๒๙๘ ๒๓๘๖-๗ โทรสาร ๐๒ ๒๙๘ ๕๓๙๒-๓
http://www.pcd.go.th

พิมพ์ที่ บริษัท แอคทีฟ พริ้นท์ จำกัด
๙ ซอยลาดพร้าว ๖๔ แยก ๑๔ ถนนลาดพร้าว
แขวงวังทองหลาง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ ๑๐๓๑๐
โทร. ๐-๒๕๓๐-๔๑๑๔ โทรสาร ๐-๒๑๐๘-๙๘๕๐-๕๑
E-mail : tanapress@gmail.com

คำนำ

การพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างต่อเนื่องทำให้มีการใช้ ผลิต และครอบครองสารเคมีกระจายอยู่ทั่วประเทศ ทำให้มีความเสี่ยงต่อการเกิดการรั่วไหลสารเคมีที่ส่งผลกระทบต่อประชาชนในบริเวณใกล้เคียงและบริเวณท้ายลมได้ โดยเฉพาะสารเคมีอันตรายร้ายแรง (Extremely Hazardous Substances: EHS) ซึ่งเป็นสารเคมีกลุ่มที่เป็นพิษเฉียบพลันร้ายแรงหากหายใจเข้าสู่ร่างกาย ทั้งนี้ กรมควบคุมมลพิษได้เสนอแนะค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันของสารเคมีอันตรายร้ายแรงเพื่อใช้ในกระบวนการประเมินอันตราย (Hazard Analysis) สำหรับเป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีระดับท้องถิ่นเพื่อการปกป้องประชาชนต่อไป

กรมควบคุมมลพิษ ได้ตระหนักถึงความจำเป็นและความสำคัญของการปกป้องประชาชนเมื่อเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมี จึงได้จัดทำคู่มือการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลขึ้น เพื่อให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ประกอบการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีระดับท้องถิ่น โดยมีเนื้อหาประกอบด้วย ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน กระบวนการประเมินอันตราย ขั้นตอนการประเมินอันตราย การใช้ประโยชน์ผลการประเมินอันตราย และการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

กรมควบคุมมลพิษ
มีนาคม ๒๕๖๔

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
บทที่ ๑	**บทนำ**	๑
	๑.๑ สถานการณ์	๑
	๑.๒ วัตถุประสงค์	๒
	๑.๓ สาระสำคัญ	๒
บทที่ ๒	**ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันของประเทศไทย**	๓
	๒.๑ ที่มาของค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีของประเทศไทย	๓
	๒.๒ ระยะเวลารับสัมผัสและระดับอันตรายต่อสุขภาพ	๕
บทที่ ๓	**การประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Hazard Analysis)**	๙
	๓.๑ การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)	๙
	๓.๑.๑ การบ่งชี้สารเคมี	๙
	๓.๑.๒ ขั้นตอนการบ่งชี้อันตราย	๑๑
	๓.๒ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Vulnerability Analysis)	๑๔
	๓.๒.๑ ตัวแปรในการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี	๑๖
	๓.๒.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบที่คาดการณ์กับสถานการณ์รั่วไหลจริง	๒๐
	๓.๒.๓ พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบในกระบวนการประเมินอันตรายของสารเคมีอันตรายร้ายแรง	๒๐
	๓.๒.๔ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ (Reevaluation of the Estimated Zones)	๒๔
	๓.๒.๕ ข้อพิจารณาการให้อพยพเมื่อเกิดการรั่วไหลสารเคมีอันตรายร้ายแรง	๒๕
	๓.๓ การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)	๒๗
	๓.๓.๑ แนวทางการประเมินความเสี่ยง: การจัดอันดับความเป็นอันตราย	๒๗

บทที่	เรื่อง	หน้า
	๓.๓.๒ ข้อมูลที่ต้องการสำหรับการประเมินความเสี่ยง	๒๘
	๓.๓.๓ การจำกัดข้อมูลที่ต้องรวบรวม	๓๐
	๓.๓.๔ การรายงานผลจากการประเมินอันตราย	๓๐
บทที่ ๔	**ขั้นตอนการประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล**	๔๔
	๔.๑ การประเมินเบื้องต้น (Initial Screening)	๔๔
	๔.๑.๑ การบ่งชี้อันตราย (Hazards Identification)	๔๔
	๔.๑.๒ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น	๔๖
	๔.๑.๓ การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น	๕๘
	๔.๒ การประเมินซ้ำ: การจัดทำแผนฉุกเฉินสำหรับสถานประกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูง	๕๘
	๔.๒.๑ การบ่งชี้อันตราย	๕๘
	๔.๒.๒ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ	๕๙
	๔.๒.๓ การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)	๖๑
บทที่ ๕	**การใช้ประโยชน์ผลการประเมินอันตราย**	๖๒
	๕.๑ ข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนฉุกเฉินที่ได้จากการประเมินอันตราย	๖๒
	๕.๒ กรณีศึกษาการประเมินอันตราย	๖๓
บทที่ ๖	**การปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล**	๗๑
	๖.๑ การตัดสินใจอพยพ	๗๑
	๖.๑.๑ ผลกระทบของคุณสมบัติสารเคมีต่อการตัดสินใจอพยพ	๗๑
	๖.๑.๒ ปัจจัยความปลอดภัยต่อชีวิตที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจอพยพ	๗๓
	๖.๒ การดำเนินการอพยพ	๗๔
	๖.๒.๑ ภารกิจในการอพยพ	๗๕
	๖.๒.๒ การแจ้งเตือนและแจ้งข้อปฏิบัติการอพยพ	๗๕
	๖.๒.๓ การเคลื่อนย้ายผู้อพยพ	๗๕
	๖.๒.๔ การแพทย์ฉุกเฉินสำหรับผู้อพยพ	๗๖
	๖.๒.๕ การรักษาความปลอดภัยบริเวณอพยพ	๗๖
	๖.๒.๖ การกลับเข้าบริเวณอพยพ	๗๖
	๖.๓ การหลบภัยในอาคาร (Shelter In-Place)	๗๖

บทที่	เรื่อง	หน้า
ภาคผนวกที่ ๑	ประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน	๗๙
ภาคผนวกที่ ๒	คุณสมบัติของสารเคมีอันตรายแรง (EHSs)	๑๐๕
ภาคผนวกที่ ๓	แบบจำลองข้อมูลการประเมินอันตรายจากสารเคมีอันตรายร้ายแรง Hazardous Analysis	๑๒๑
ภาคผนวกที่ ๔	แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี CAMEO (Computerized-Aid Management in Emergency Operation)	๑๒๗
ภาคผนวกที่ ๕	เทคนิคการกักกันและเก็บกัก (Confine & Contain)	๑๓๕
เอกสารอ้างอิง		๑๔๐

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
๒.๑	แสดงค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลันของคลอรีน (Chlorine) ระดับต่าง ๆ	๖
๒.๒	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันระดับต่าง ๆ และผลกระทบต่อสุขภาพ	๗
๓.๑	แสดงเกณฑ์บ่งชี้สารเคมีอันตรายร้ายแรงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนระหว่างเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมี	๑๐
๓.๒	ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการบ่งชี้อันตราย	๑๔
๓.๓	ตัวแปรที่มีผลต่อพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ	๒๖
๓.๔	ขั้นตอนการประเมินอันตราย (Hazard Analysis)	๓๑
๓.๕	ระดับของโอกาสเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบ	๓๓
๓.๖	ตารางเมทริกซ์แสดงข้อมูลการประเมินความเสี่ยง	๓๓
๓.๗	ตารางอ้างอิงสำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี	๓๔
	๓.๗.๑ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นชนบท สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น F ความเร็วลมเท่ากับ ๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง	๓๖
	๓.๗.๒ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเมือง สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น F ความเร็วลมเท่ากับ ๓.๔ ไมล์ต่อชั่วโมง	๓๘
	๓.๗.๓ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นชนบท สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น D ความเร็วลมเท่ากับ ๑๑.๙ ไมล์ต่อชั่วโมง	๔๐
	๓.๗.๔ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเมือง สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น D ความเร็วลมเท่ากับ ๑๑.๙ ไมล์ต่อชั่วโมง	๔๒

ตารางที่ **หน้า**

๔.๑ ตัวอย่างการประเมินอันตรายเบื้องต้น (Initial Screening) ๕๑
๔.๒ ตัวอย่างการประเมินอันตรายจากการรั่วไหลของคลอรีน แอมโมเนีย และเมทธิลไอโซไซยาไนด์ ๕๔
๕.๑ ผลการประเมินอันตรายจากการรั่วไหลของคลอรีน แอมโมเนีย และเมทธิลไอโซไซยาไนด์ ๖๖

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

๒.๑ แสดงพื้นที่ที่มีความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศในระดับที่เป็นอันตรายแบบเฉียบพลันต่อประชาชน ๘
๓.๑ การเคลื่อนตัวของพลูมสารเคมีอันตรายร้ายแรงไปท้ายลมเมื่อเกิดการรั่วไหล ๑๗
๓.๒ แสดงพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากสารเคมีรั่วไหลสู่บรรยากาศของสารเคมี A และสารเคมี B ๑๘
๓.๓ ขนาดพื้นที่ที่อาจได้รับกระทบเมื่อปรับเปลี่ยนตัวแปร ๒๑
๓.๔ พลูมสารเคมีเมื่อเริ่มต้นการรั่วไหลและการเคลื่อนที่ตามทิศทางลม ๒๒
ภ-๑ แสดงลักษณะการใช้โปรแกรม CAMEO ๑๒๙
ภ-๒ แสดงข้อมูลทั่วไปของสารเคมี (Chemical Identification Information) และข้อมูลประกอบการตัดสินใจตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี (Response Information Data Sheets) ๑๒๙
ภ-๓ แสดงฐานข้อมูลที่คณะกรรมการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมีสามารถจัดเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่ ๑๓๐
ภ-๔ แสดง footprint ของไอสารเคมี ๑๓๐
ภ-๕ แผนที่ Marplot แสดงที่ตั้งของโรงงาน ชุมชน และสถานที่สำคัญต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร ๑๓๑
ภ-๖ แสดงตัวอย่างพื้นที่เสี่ยงภัยจากสารเคมีของโรงงานที่มีการใช้แอมโมเนีย ณ จังหวัดปราจีนบุรีจากการคำนวณโดยโปรแกรม CAMEO และ ALOHA ๑๓๑
ภ-๗ ตัวอย่างการใช้ Module ALOHA ประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ๑๓๓

บทที่ ๑
บทนำ

๑.๑ สถานการณ์

ประเทศไทยมีการพัฒนาภาคอุตสาหกรรมให้เกิดความเจริญก้าวหน้าอย่างต่อเนื่อง และมีการตั้งโรงงานอุตสาหกรรมและสถานประกอบการที่ใช้และผลิตสารเคมีกระจายอยู่ทั่วประเทศ ดังจะเห็นได้ว่ามีนิคมอุตสาหกรรม เขตประกอบการอุตสาหกรรมและสวนอุตสาหกรรมตั้งครอบคลุมอยู่ทุกภูมิภาคของประเทศมากกว่า ๖๑ แห่ง อาทิ พื้นที่จังหวัดลำพูน จังหวัดปทุมธานี จังหวัดฉะเชิงเทรา จังหวัดชลบุรี จังหวัดระยอง จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดราชบุรี จังหวัดสงขลา และอื่น ๆ นอกจากนี้ ยังมีโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้สารเคมีอันตรายร้ายแรง เช่น ห้องเย็นขนาดใหญ่และโรงงานผลิตน้ำแข็งที่ใช้ก๊าซแอมโมเนียเพื่อใช้เป็นสารทำความเย็นภายในระบบทำความเย็นอีกเป็นจำนวนมาก เป็นต้น หากเกิดเหตุรั่วไหลและแพร่กระจายของสารเคมีทั้งจากกระบวนการผลิต การจัดเก็บ การขนถ่าย และการขนส่ง อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของประชาชนและปัญหามลพิษต่อสิ่งแวดล้อมเป็นวงกว้าง ตัวอย่างเช่น เหตุการณ์สารเคมี methyl isocyanate รั่วไหลจากโรงงานผลิตสารกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ยูเนียน คาร์ไบด์ ที่เมืองโบพาล ประเทศอินเดีย ปี พ.ศ. ๒๕๒๗ ทำให้มีผู้ได้รับสารจำนวนมากกว่า ๕๐๐,๐๐๐ คน และมีผู้เสียชีวิตในทันที ๒,๒๕๙ คน และมีผู้เสียชีวิตทั้งหมดประมาณ ๑๖,๐๐๐ คน และเหตุการณ์สารคลอรีนรั่วไหลจากการหยุดกระบวนการผลิตของบริษัทอดิตยา เบอร์ล่า เคมีคัลส์ จำกัด ส่งผลให้มีผู้ได้รับบาดเจ็บกว่า ๖๐ คน เป็นต้น

จากเหตุรั่วไหลสารเคมีดังกล่าวข้างต้น จะเห็นได้ว่าประชาชนจำนวนมากได้รับบาดเจ็บและเสียชีวิตจำนวนมากจากการได้รับสัมผัสสารในระยะสั้นๆ ซึ่งการป้องกันและแก้ไขการเกิดพิษเฉียบพลันจากสารเคมีของประชาชนสามารถดำเนินการได้หากมีการประเมินความเป็นพิษเฉียบพลันล่วงหน้าในกระบวนการวางแผน หรือการประเมินความเป็นพิษเฉียบพลันระหว่างการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี เพื่อเลือกวิธีการที่เหมาะสมในการปกป้องประชาชนจากสารเคมีรั่วไหลต่อไป กรมควบคุมมลพิษ ตระหนักถึงความจำเป็นดังกล่าวได้จัดทำคู่มือการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลขึ้น สำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องนำไปใช้ในการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีระดับพื้นที่ โดยใช้ข้อมูลจากกระบวนการประเมินอันตราย ได้แก่ การบ่งชี้อันตราย การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ และการประเมินความเสี่ยง และผลที่ได้จากการประเมินอันตรายจะนำมาซึ่งการเลือกวิธีการปกป้องประชาชนที่เหมาะสมในการวางแผนล่วงหน้าและระหว่าง

การเกิดเหตุสารเคมีรั่วไหล เช่น การอพยพ หรือการหลบภัยในอาคาร เป็นต้น รวมทั้งการพิจารณาความปลอดภัยแก่ประชาชนเพื่ออพยพกลับที่อยู่อาศัยได้

๑.๒ วัตถุประสงค์

เพื่อใช้เป็นแนวทางสำหรับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องในการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลโดยใช้ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (เกณฑ์ปกป้องสุขภาพประชาชน) และปกป้องสุขภาพประชาชนตามระดับของค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน เพื่อการตัดสินใจแจ้งเตือนและปกป้องประชาชนที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยจากการรับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศในช่วงเวลาสั้น ๆ กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

๑.๓ สาระสำคัญ

คู่มือการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลเล่มนี้มีเนื้อหาครอบคลุม (๑) ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน ซึ่งมุ่งเน้นไปที่อันตรายแบบเดียวคือ “พิษเฉียบพลัน” ต่อประชาชนทั่วไปจากการรั่วไหลสารเคมีอันตรายร้ายแรงในบรรยากาศ (๒) กระบวนการประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Hazard Analysis) ซึ่งประกอบด้วยการบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification) การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (Vulnerability Analysis) และการประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis) โดยมีการนำค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันไปใช้ในกระบวนการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (๓) ขั้นตอนการประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล ซึ่งจะบอกรายละเอียดวิธีการดำเนินการในแต่ละขั้นตอนโดยแบ่งออกเป็นการประเมินเบื้องต้นและการประเมินซ้ำ (๔) การใช้ประโยชน์ผลการประเมินอันตราย เมื่อได้ผลการประเมินอันตรายตามข้อ (๓) แล้วก็สามารถนำผลการประเมินไปใช้ในการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีระดับท้องถิ่นหรือระดับภูมิภาคได้ (๕) การปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล ซึ่งเป็นกระบวนการเมื่อได้บ่งชี้พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบและกลุ่มประชากรที่อาจได้รับผลกระทบ โดยการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลอาจเลือกเป็นการอพยพหรือการหลบภัยในอาคารตามสภาพการรั่วไหลสารเคมี ทั้งนี้ ผู้อ่านสามารถศึกษาเพิ่มเติมเรื่องการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีระดับจังหวัดได้จากคู่มือการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมีระดับจังหวัดได้

บทที่ ๒
ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันของประเทศไทย

ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันสำหรับประเทศไทย มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นเกณฑ์ปกป้องสุขภาพประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลสู่บรรยากาศ โดยสามารถบ่งชี้ระดับความเป็นอันตรายแบบเฉียบพลันและขีดจำกัดการรับสัมผัสสารแก่ประชาชนทั่วไปจากการได้รับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศในระยะเวลาสั้น ๆ จึงให้นิยามค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน หมายความถึง ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศที่ประชาชนทั่วไป รวมถึง เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ป่วย ที่รับสัมผัสทางการหายใจในระยะเวลา ๑ ชั่วโมง โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน แบ่งออกเป็น ๓ ระดับ ตามความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ มีหน่วยเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm) ดังนี้

ระดับที่ ๑ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

ระดับที่ ๒ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไม่ร้ายแรง เช่น อาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

ระดับที่ ๓ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรง แต่ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต

ทั้งนี้ หากความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศเกินระดับที่ ๓ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรง ถึงขั้นเสียชีวิต

๒.๑ ที่มาของค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีของประเทศไทย

ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีของประเทศไทยได้ประยุกต์ใช้ค่า AEGLs (Acute Exposure Guideline Levels) หรือค่าความเข้มข้นสารเคมีสูงสุดในบรรยากาศโดยเชื่อว่าประชาชน (เกือบทั้งหมด) สามารถรับได้ถึง ๑ ชั่วโมง โดยไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันใน ๓ ระดับ ได้แก่ ระดับถึงแก่ชีวิต ระดับรุนแรง และระดับไม่รุนแรงโดยค่า AEGLs ได้จัดทำขึ้นโดยคณะกรรมการที่ปรึกษาแห่งชาติเพื่อการจัดทำค่า AEGLs (NAC/AEGL Committee, US) ในปี พ.ศ. ๒๕๔๐ เป็นหลัก เนื่องจาก

๑) เป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการวางแผนฉุกเฉิน การป้องกันและการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี สำหรับการปกป้องประชาชนรวมถึงประชากรกลุ่มเสี่ยง ที่อาจได้รับสัมผัสสารเคมีจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

๒) เป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารที่ใช้ค่าเริ่มต้น จากความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชากรเสี่ยง เช่น เด็กอ่อน ผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจ ชาวเอเชียที่มีความอ่อนไหวต่อสารเคมีบางชนิด เป็นต้น

๓) เป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารที่มีกระบวนการจัดทำที่ใช้ระยะเวลาในการทบทวนข้อมูลความเป็นพิษและกระบวนการกำหนดค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารแบบเฉียบพลันอย่างรอบคอบ ถี่ถ้วนและยาวนาน โดยเลือกใช้แนวทางที่เหมาะสมที่สุดในการกำหนดค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารสำหรับผลกระทบต่อสุขภาพแต่ละระดับ และใช้หลักการการมีน้ำหนักหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ (weight – of - evidence)

๔) เป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารที่มีกระบวนการผ่านการทบทวนของคณะกรรมการระดับประเทศที่มาจากหลายหน่วยงานทางด้านวิชาการพิษวิทยาและการจัดการความเสี่ยง และด้านการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี ทั้งภาครัฐ ภาคเอกชน และนักวิชาการอิสระจากหน่วยงานทางวิชาการหลากหลาย รวมทั้งนักวิชาการจากประเทศที่เป็นสมาชิกองค์กรความร่วมมือและพัฒนาทางเศรษฐกิจ (OECD) ซึ่งมีประเทศสมาชิกมาจากทวีปอเมริกา ทวีปยุโรป ทวีปออสเตรเลีย และทวีปเอเชีย (เกาหลี ญี่ปุ่น)

๕) เป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารที่หน่วยงานด้านการวิชาการในการวางแผนฉุกเฉินและตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีมีเสนอแนะให้เลือกใช้เป็นอันดับแรกโดยเหตุผลหลักจากข้อ ๔)

นอกจากนี้ ยังเป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารค่าที่นำไปใช้อย่างแพร่หลายในประเทศอื่นนอกเหนือจากประเทศสหรัฐอเมริกา จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้นจะเห็นได้ว่าค่าความเข้มข้นสารเคมีสูงสุดในบรรยากาศโดยเชื่อว่าประชาชนทั่วไปสามารถรับได้ถึง ๑ ชั่วโมง โดยไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันในระดับที่ถึงแก่ชีวิต ระดับรุนแรง และระดับไม่รุนแรง (AEGLs) จึงเป็นค่าที่มีความน่าเชื่อถือสูงและเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการเหตุสารเคมีรั่วไหลของประเทศไทยได้ อย่างไรก็ตาม เพื่อให้สามารถใช้ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลันได้ทุกระดับ

สำหรับกรณีที่สารเคมีไม่มีค่า AEGLs ได้ดึงค่า ERPGs (Emergency Response Planning Guidelines) ซึ่งจัดทำโดยสมาคมสุขศาสตร์อุตสาหกรรมแห่งสหรัฐอเมริกา (American Industrial Hygiene Association: AIHA) ในปีพ.ศ. ๒๕๓๑ หรือค่า TEELs (Temporary Emergency Exposure Limits) ซึ่งจัดทำโดยคณะอนุกรรมการการประเมินผลกระทบและการปกป้องสาธารณชน (Subcommittee on Consequence Assessment and Protective Actions: SCAPA) ของกระทรวงพลังงานแห่งประเทศสหรัฐอเมริกา (Department of Energy: DOE) ในปีพ.ศ. ๒๕๔๑ มาใช้แทนตามลำดับ เนื่องจากเป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลันที่ออกแบบมาเพื่อรองรับเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลเหมือนกับค่า AEGLs เพียงแต่ระดับความเข้มข้นของเข้มข้นของข้อมูลที่นำมาใช้จะน้อยกว่า และเป็นค่าที่คณะทำงานด้านการจัดการเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลแห่งสหรัฐอเมริกาเสนอแนะให้ใช้ลดหลั่นลงจากค่า AEGLs

๒.๒ ระยะเวลารับสัมผัสและระดับอันตรายต่อสุขภาพ

ระยะเวลารับสัมผัส (Exposure Duration) ระยะเวลารับสัมผัส (Exposure Duration) ของค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลัน เป็นระยะเวลารับสัมผัสสั้น ๆ โดยทั่วไปมี ๕ ระยะ ได้แก่ ๑๐ นาที ๓๐ นาที ๑ ชั่วโมง ๔ ชั่วโมง และ ๘ ชั่วโมง และค่าขีดจำกัดฯ จะแตกต่างกันไปในแต่ละระยะเวลารับสัมผัสเนื่องจากผลกระทบต่อสุขภาพมักสัมพันธ์กับปริมาณสารที่เข้าสู่ร่างกาย (dose) หรือความเข้มข้นที่มนุษย์รับเข้าสู่ร่างกายในช่วงเวลาหนึ่ง ดังแสดงใน**ตารางที่ ๒.๑** ระดับที่ ๒ และระดับที่ ๓ อย่างไรก็ตาม ค่าขีดจำกัดฯ อาจเหมือนกันในทุกช่วงระยะเวลารับสัมผัส กรณีนี้มักพบในค่าขีดจำกัดฯ ระดับ ๑ ดังแสดงใน**ตารางที่ ๒.๑** เนื่องจากระดับของผลกระทบต่อสุขภาพเป็นระดับที่ไม่ทำให้ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้ (non-disabling) ผลกระทบต่อสุขภาพบางระดับขึ้นอยู่กับความเข้มข้นเพียงอย่างเดียว ไม่ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการรับสัมผัส เช่น ความสามารถในการได้กลิ่น เป็นต้น

ตารางที่ ๒.๑ แสดงค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลันของคลอรีน (Chlorine) ระดับต่าง ๆ

ขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมี	ระยะรับสัมผัส (ppm)					ผลกระทบต่อสุภาพ
	๑๐ นาที	๓๐ นาที	๑ ชม.	๔ ชม.	๘ ชม.	
ระดับที่ ๑ (ช่วยเหลือตัวเองได้)*	๐.๕	๐.๕	๐.๕	๐.๕	๐.๕ **	ค่า NOAEL ที่ระดับ ๐.๕ ppm ไม่ก่อให้เกิดอาการไม่สบายตัว อาการระคายเคือง การเปลี่ยนแปลงต่อสมรรถภาพของปอดมนุษย์เพียงเล็กน้อย ที่เกิดขึ้นชั่วคราวและหายคืนได้ดังเดิม ที่ระยะเวลารับสัมผัส ๑๕ นาที และ ๘ ชั่วโมง - ค่า UFH เท่ากับ ๑ เนื่องจากใช้ข้อมูลจากประชากรกลุ่มที่มีอาการภูมิแพ้และหอบหืด - ไม่มีการปรับค่า NOAEL จากระยะเวลารับสัมผัส เนื่องจากเป็นการศึกษาถึง ๘ ชั่วโมง ผลกระทบไม่รุนแรงขึ้นจากระยะเวลา ๑๕ นาที – ๘ ชั่วโมง - อาการระคายเคืองจากคลอรีนเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้น มากกว่าระยะเวลารับสัมผัส เป็นเหตุผลของค่าขีดจำกัดที่เท่ากันในระยะสัมผัสต่าง ๆ
- ระดับที่ ๒ (ช่วยเหลือตัวเองไม่ได้)	๒.๘	๒.๘	๒.๐	๑.๐	๐.๗	- ค่า NOAEL ที่ไม่ก่อให้เกิดอาการคล้ายหอบหืดรุนแรงในประชากรกลุ่มศึกษา อยู่ที่ระดับ ๑ ppm เป็นเวลา ๔ ชั่วโมง - ค่า UFH เท่ากับ ๑ เนื่องจากใช้ข้อมูลจากประชากรกลุ่มที่มีอาการภูมิแพ้และหอบหืด - ปรับระยะเวลารับสัมผัสเป็นระยะเวลา ๑ ชั่วโมง ด้วยสูตรคำนวณ $C^2 \times t = k$
ระดับที่ ๓ (เสียชีวิต)	๕๐	๒๘	๒๐	๑๐	๗.๑	- ค่า NOAEL ที่ระดับ ๒๐๐ ppm ซึ่งต่ำกว่าค่าที่ไม่พบว่ามีหนู rat ตาย ที่ระดับ $LC_{๐๑}$ = ๒๘๘ ppm ในหนู rat - ค่า UFA เท่ากับ ๓ เนื่องจากใช้ข้อมูลการศึกษาในหนู rat และข้อมูลแสดงถึงตัวแปรความแตกต่างระหว่างเผ่าพันธุ์หนู rat และมนุษย์ พบว่าแตกต่างประมาณ ๒ เท่า - ค่า UFH เท่ากับ ๓ เพื่อปกป้องประชากรกลุ่มเสี่ยง แม้ว่าคลอรีนจะเป็นพิษแบบสัมผัสโดยตรงมากกว่าการผ่านกระบวนการพิษจลนศาสตร์
* ประชาชนส่วนมากรับรู้กลิ่นที่ระดับนี้						
** ผลกระทบต่อสุขภาพระดับนี้ไม่รุนแรงขึ้นตามระยะเวลารับสัมผัส						

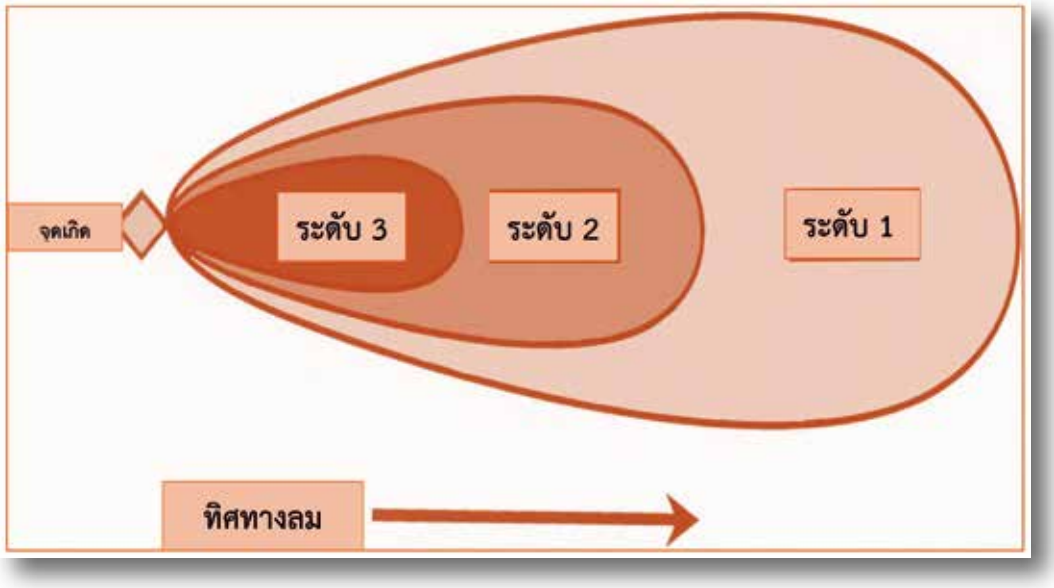
ระดับอันตรายต่อสุขภาพ ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลันแบ่งออกเป็น ๓ ระดับ ตามความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันจากการรับสัมผัสสารเคมีเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจในปริมาณสูง ๆ โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อประชากรกลุ่มเสี่ยง เช่น ผู้สูงอายุ เด็ก และผู้ป่วยระบบทางเดินหายใจอื่น ๆ เป็นต้น และระดับ ๑ แสดงถึงผลกระทบต่อสุขภาพน้อยสุด และระดับ ๓ แสดงถึงผลกระทบต่อสุขภาพรุนแรงที่สุด ดังแสดงใน**ตารางที่ ๒.๒** จะเห็นได้ว่า เมื่อเกิดการรั่วไหลของสารเคมีประชาชนจะเริ่มได้กลิ่น หรือระคายเคืองที่ประสาทรับสัมผัส และเมื่อความเข้มข้นในบรรยากาศสูงเกินค่าขีดจำกัดฯ ระดับ ๑ ประชาชนจะเริ่มมีอาการไม่สบายตัวเพิ่มขึ้น เช่น ระคายเคืองระบบทางเดินหายใจเพิ่มขึ้น เป็นต้น เมื่อค่าความเข้มข้นในบรรยากาศสูงเกินค่าขีดจำกัดฯ ระดับ ๒ ประชาชนที่มีอาการระคายเคืองในเบื้องต้นจะเริ่มมีผลกระทบแบบรุนแรงขึ้น จนทำให้ไม่สามารถหลบหนีจากที่เกิดเหตุ หรือไม่สามารถป้องกันตนเอง หรือไม่สามารถช่วยเหลือตนเองได้ และเมื่อความเข้มข้นในบรรยากาศสูงเกินค่าขีดจำกัดฯ ระดับ ๓ ประชาชนอาจมีโอกาสเสียชีวิตได้

ตารางที่ ๒.๒ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันระดับต่าง ๆ และผลกระทบต่อสุขภาพ

ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลัน	ผลกระทบต่อสุขภาพ
ระดับที่ทำให้รับรู้ได้ (Detectability) **ระดับที่ ๑**	- ได้กลิ่น รส ระคายเคืองที่อวัยวะรับสัมผัส (หู ตา ลิ้น จมูก) หรืออาการที่อวัยวะอื่นแบบเล็กน้อยหรือเกิดผลกระทบแบบไม่แสดงอาการ
ระดับที่ทำให้ไม่สบาย (Discomfort) **ระดับที่ ๒**	- เกิดอาการไม่สบายเพิ่มขึ้น เช่น ระคายเคืองที่อวัยวะสัมผัส เป็นต้น - เพิ่มความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพแบบหายคืนได้ดังเดิม ทั้งแบบที่มีหรือไม่มีอาการแสดง
ระดับที่ทำให้ร่างกายหยุดทำงาน (Disabling) **ระดับที่ ๓**	- ทำให้ไม่สามารถหลบหนีจากบริเวณที่เกิดเหตุ หรือไม่สามารถช่วยเหลือตัวเองได้ - เพิ่มความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพแบบไม่หายคืนได้ดังเดิม หรืออาการรุนแรงที่คงอยู่เป็นเวลานาน
ระดับที่ทำให้เสียชีวิต (Death)	- เพิ่มโอกาสการเสียชีวิต

ในการประเมินเพื่อการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล ควรตัดสินใจปกป้องประชาชนที่อยู่ในพื้นที่ที่มีความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศสูงตั้งแต่จุดเกิดเหตุจนถึงจุดที่มีค่าความเข้มข้นในบรรยากาศเท่ากับค่าขีดจำกัดฯ ระดับ ๒ เป็นอันดับแรก ด้วยการให้อพยพออกจากพื้นที่ในทันทีเพื่อป้องกันการเสียชีวิตและผลกระทบต่อสุขภาพที่รุนแรงหรือที่ไม่มีทางหายคืนได้ดังเดิม สำหรับพื้นที่ที่มีความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศสูงกว่าค่าขีดจำกัดฯ ระดับ ๑ แต่ไม่ถึงระดับ ๒ ซึ่งคาดว่าจะทำให้ประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวมีผลกระทบต่อสุขภาพที่ไม่ร้ายแรงหรือที่สามารถหายคืนได้ดังเดิม ควรเสนอแนะให้ประชาชนลดปริมาณการรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายด้วยการใส่หน้ากากหรือออกจากพื้นที่ด้วยความสมัครใจ **(รูปที่ ๒.๑)**

รูปที่ ๒.๑ แสดงพื้นที่ที่มีความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศในระดับที่เป็นอันตรายแบบเฉียบพลันต่อประชาชน



บทที่ ๓
การประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Hazard Analysis)

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ/พื้นที่เสี่ยงจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Hazard Analysis) สำหรับการจัดทำแผนฉุกเฉินเตรียมความพร้อมตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี ซึ่งประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน ได้แก่ ๑) การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification) ๒) การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Vulnerability Analysis) และ ๓) การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis) ซึ่งเป็นการใช้ข้อมูลจากสองขั้นตอนข้างต้นมาใช้จัดลำดับความเสี่ยงจากเหตุรั่วไหลสารเคมีในพื้นที่หนึ่ง ๆ ซึ่งขั้นตอนที่ ๓ อาจไม่จำเป็น หากต้องการวางแผนฉุกเฉินตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลสำหรับทุกจุดเสี่ยง

๓.๑ การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)

การบ่งชี้อันตรายเป็นขั้นตอนแรกของการประเมินอันตราย โดยเป็นกระบวนการรวบรวมข้อมูล ดังต่อไปนี้

- ชนิดและปริมาณของสารเคมีที่มีในพื้นที่
- ตำแหน่งของสถานประกอบการที่มีการใช้ ผลิต ใช้ในกระบวนการผลิต หรือจัดเก็บ
- สภาวะการผลิต จัดเก็บ ใช้ และใช้ในกระบวนการผลิต
- เส้นทางที่ใช้ในการขนส่งสารเคมี
- อันตรายที่อาจพบจากการรั่วไหลสารเคมี

คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมี รวมถึงเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉิน เจ้าหน้าที่ดับเพลิง เจ้าหน้าที่ค้นหาและช่วยชีวิต เจ้าหน้าที่ตำรวจ และเจ้าหน้าที่ด้านสิ่งแวดล้อมสามารถใช้ข้อมูลเหล่านี้ ในการเตรียมความพร้อม การตอบโต้เหตุ และการฟื้นฟูจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีได้

๓.๑.๑ การบ่งชี้สารเคมี

อันตราย หมายถึง สถานการณ์ที่มีแนวโน้มที่ก่อให้เกิดการบาดเจ็บ และ/หรือ เกิดความเสียหายต่อทรัพย์สินและสิ่งแวดล้อม สารเคมีมีแนวโน้มที่จะเป็นอันตรายเนื่องจากความเป็นพิษหรือคุณสมบัติทางกายภาพหรือเคมี เช่น ไวไฟ และไวต่อการเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น การจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีจึงควรคำนึงถึงอันตรายทุกรูปแบบที่อาจเกิดขึ้น อย่างไรก็ตาม

คู่มือฯ ฉบับนี้มุ่งเน้นไปที่อันตรายแบบเดียวคือ “พิษเฉียบพลัน” โดยเฉพาะพิษเฉียบพลันต่อประชาชนทั่วไปจากการรั่วไหลสารเคมีอันตรายร้ายแรงในบรรยากาศ

สารเคมีอันตรายร้ายแรง (Extremely Hazardous Substances: EHS)

สารเคมีที่มีความเป็นพิษเฉียบพลันสูงมีแนวโน้มที่จะทำให้ประชาชนทั่วไปเสียชีวิต หลังจากรับสัมผัสทางการหายใจในระยะสั้น ๆ ที่ปริมาณต่ำ ๆ องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (U.S. EPA) ได้จัดทำรายชื่อสารเคมีที่มีความเป็นพิษสูง ตามเกณฑ์บ่งชี้สารเคมีอันตรายร้ายแรงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนระหว่างเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมีตาม**ตารางที่ ๓.๑** จากสารเคมีที่มีมากกว่าแสนชนิดในท้องตลาด หากสารเคมีที่มีพิษถึงตายรั่วไหลเข้าสู่บรรยากาศอาจส่งผลกระทบร้ายแรงได้แม้ว่าอาจเกิดไม่บ่อยนัก

ตารางที่ ๓.๑ แสดงเกณฑ์บ่งชี้สารเคมีอันตรายร้ายแรงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพประชาชนระหว่างเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมี

เส้นทางการรับสัมผัสสาร	เกณฑ์ความเป็นพิษ	ระดับความเป็นพิษ
ทางการหายใจ	ความเข้มข้นในบรรยากาศที่ทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ ๕๐ (LC50)	ความเข้มข้นในบรรยากาศ ≤ 0.5 mg/m^3 จากการรับสัมผัสในระยะเวลาไม่เกิน 8 ชั่วโมง
ทางการกิน	ปริมาณสารที่รับเข้ารับสู่เข้าร่างกายและทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ ๕๐ (LD50)	ปริมาณสารที่รับเข้ารับสู่เข้าร่างกายทางการกินต่อน้ำหนักตัว ≤ 0.5 mg/kg
ทางผิวหนัง	ปริมาณสารที่ซึมผ่านทางผิวหนังและทำให้สัตว์ทดลองตายไปครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ ๕๐ (LD50)	ปริมาณสารที่ซึมผ่านทางผิวหนังต่อน้ำหนักตัว ≤ 25 mg/kg

แม้ว่าสารเคมีอันตรายร้ายแรงในรายชื่อทั้งหมดเป็นสารที่มีพิษร้ายแรง แต่อันตรายจากการหกรดรั่วไหลยังขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเคมีและสภาวะการใช้/จัดเก็บสารเคมีด้วย เช่น อุณหภูมิสูง และความดันสูง เป็นต้น สารเคมีบางชนิดระเหยง่ายและเข้าสู่บรรยากาศได้รวดเร็ว ในขณะที่สารบางชนิดเป็นของแข็ง (ไม่เป็นผง) ซึ่งเข้าสู่บรรยากาศได้ยาก แนวโน้มในการแพร่ไปในอากาศสามารถบ่งชี้จากปริมาณขั้นต่ำ (Threshold Planning Quantity: TPQ) ได้

แผนปฏิบัติการฉุกเฉินสารเคมีควรมีข้อมูลของสารเคมีอันตรายร้ายแรงในพื้นที่แนบท้ายแผน และข้อมูลควรประกอบด้วย ชื่อพ้อง ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัส คุณสมบัติทางกายภาพและเคมี อันตรายด้านการเพลิงไหม้และระเบิด ขั้นตอนการดับเพลิง การเกิดปฏิกิริยา อันตรายต่อสุขภาพ การนำไปใช้และข้อควรระวัง แนวทางการปฐมพยาบาลฉุกเฉิน อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับเจ้าหน้าที่กู้ภัย

อันตรายอื่น ๆ

นอกเหนือจากพิษเฉียบพลันถึงชีวิต สารเคมีชนิดหนึ่ง ๆ อาจมีอันตรายแบบอื่น ๆ ต่อผู้ที่ได้รับสัมผัส เช่น เจ็บป่วยแบบเรื้อรังหรือเฉียบพลัน ผิวหนังหรือดวงตาเสียหาย เป็นต้น โดยอยู่ระหว่างการพัฒนาเกณฑ์บ่งชี้ความเป็นอันตรายอื่นจากการรับสัมผัสสารในระยะสั้นขึ้น และควรระลึกไว้ว่าสารที่มีความเป็นพิษค่อนข้างต่ำอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้หากแพร่ไปในบรรยากาศในปริมาณมาก ในการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินสารเคมีและการเตรียมความพร้อมตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี จึงควรคำนึงถึงอันตรายอื่นของสารเคมีอันตรายร้ายแรงและสารอื่น ๆ นอกเหนือจากความเป็นพิษ เช่น เพลิงไม้ ระเบิด และการเกิดปฏิกิริยา เป็นต้น

๓.๑.๒ ขั้นตอนการบ่งชี้อันตราย

การบ่งชี้อันตรายเริ่มต้นด้วย การบ่งชี้สถานประกอบการที่มี EHSs ในชุมชนโดยหน่วยงานที่เกี่ยวข้องอาจดำเนินการสำรวจโดยใช้แบบสำรวจตาม**ภาคผนวกที่ ๓** หรือใช้วิธีอื่นใดตามความเหมาะสม นอกจากนี้ ในการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีจำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติ ปริมาณ และสภาวะระหว่างการใช้สาร EHSs ข้อมูลเหล่านี้ควรมีให้เจ้าหน้าที่จัดทำแผนฉุกเฉินและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยซึ่งต้องจัดทำโครงการป้องกันอุบัติภัยในสถานประกอบการและแผนฉุกเฉิน ข้อมูลอื่นๆ ที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ได้แก่ ข้อมูลการประเมินอันตราย มาตรการป้องกันและควบคุมการรั่วไหล และการประเมินความเสี่ยงตามโอกาสการเกิดรั่วไหล ขั้นตอนนี้จะกล่าวถึงการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับ EHSs ประเภทของสถานประกอบการที่มีการผลิต จัดเก็บ เป็นวัตถุดิบ ขาย และขนส่ง รวมทั้งแหล่งที่มาของข้อมูล

สารเคมีอันตรายร้ายแรง (Extremely Hazardous Substances)

คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีสามารถบ่งชี้และรวบรวมข้อมูล EHSs ที่พบในปริมาณสูงกว่าปริมาณที่กำหนด (ภาคผนวกที่ ๒) (Threshold Planning Quantity: TPQ) ได้จากการสอบถามสถานประกอบการในพื้นที่ อย่างไรก็ตาม สำหรับสาร EHSs ในปริมาณที่ต่ำกว่า TPQ อาจเป็นอันตรายต่อชุมชนภายใต้สภาวะบางอย่าง จึงอาจต้องพิจารณรวมเข้าในกระบวนการประเมินอันตราย โดยหากสถานประกอบการ มีสารเคมี EHSs มากกว่าหรือเท่ากับหนึ่งสาร ที่มีปริมาณสูงกว่า TPQ สถานประกอบการนั้นควรแจ้งข้อมูลที่เกี่ยวข้อง EHSs ต่อคณะกรรมการ

จัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีระดับจังหวัด หรือคณะกรรมการจัดทำแผนป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัดตามที่กำหนดในพระราชบัญญัติป้องกันและบรรเทาสาธารณภัย พ.ศ. ๒๕๕๐ และอนุบัญญัติ

คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ ควรตรวจสอบข้อมูลจากผู้แทนของสถานประกอบการเพื่อการบ่งชี้ความเป็นอันตราย ได้แก่ ชนิดสารเคมีจากชื่อและ CAS number สำหรับสารเคมีที่ไม่ใช่ความลับทางการค้า และปริมาณสาร EHSs ที่มักพบในสถานประกอบการ ดังนี้

(๑) ปริมาณทั้งหมดของสาร EHS แต่ละชนิดที่มักพบในสถานประกอบการแต่ละวัน

(๒) ปริมาณสูงสุดที่พบในแต่ละจุดในสถานประกอบการ แม้ว่า สถานประกอบการอาจมีสารเคมีในปริมาณสูงสุดน้อยครั้ง แต่หากเกิดการรั่วไหลอาจให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงได้

(๓) สภาวะระหว่างการจัดเก็บหรือผลิต ปริมาณสูงสุดในแต่ละภาชนะจัดเก็บ รวมถึงปริมาณสูงสุดในภาชนะที่ต่อกัน เนื่องจากการเกิดเหตุฉุกเฉินในภาชนะที่ต่อกันอาจก่อให้เกิดการรั่วไหลทั้งหมด

หากสาร EHSs หรือสารเคมีที่จัดเก็บเป็นความลับทางการค้า ผู้แทนสถานประกอบการควรให้ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของสารที่เกี่ยวข้องกับการประเมินอันตราย ได้แก่

(๑) ลักษณะทางกายภาพ ณ อุณหภูมิห้องและความดันอากาศปกติ ได้แก่ ก๊าซ ของเหลว หรือของแข็ง หากเป็นของแข็ง ของแข็งนั้นเป็นผงขนาด < 100 ไมครอนหรือไม่ อยู่ในรูปสารละลายหรือไม่ หรือหลอมเหลวมา

(๒) ความดันไอ (mmHg หรือ atm) หากสารเคมีเป็นของเหลว ควรเป็นความดันไอที่อุณหภูมิห้อง หากเป็นของแข็งหลอมเหลว ควรเป็นความดันไอที่อุณหภูมิหลอมเหลว

(๓) ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (Level of concern: LOC) หรือความเข้มข้นของสาร EHSs ที่หากพบในระดับที่สูงกว่าค่านี้แสดงว่าอาจพบว่าเป็นอันตรายอย่างเฉียบพลันแบบร้ายแรงหรือเสียชีวิตจากการรับสัมผัสสารครั้งหนึ่งในระยะสั้น

ค่าตัวแปรต่าง ๆ เหล่านี้ ควรใกล้เคียงกับความเป็นจริงเพื่อไม่ให้ขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเปลี่ยนแปลงไป สภาวะที่สารเคมีอยู่ในระหว่างการผลิตและจัดเก็บ รวมถึง

(๑) อุณหภูมิ: สารเคมีบางชนิดอาจเก็บในอุณหภูมิที่แตกต่างจากอุณหภูมิห้อง

(๒) ความดัน: สารเคมีบางชนิดจัดเก็บแบบอัดความดัน เช่น ก๊าซอัดความดัน เป็นต้น

(๓) อื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการประเมินอันตราย ซึ่งอาจได้จากการประเมินความเสี่ยงแบบอื่น เช่น แบบ HAZOP แบบ Event Tree Analysis แบบ Fault Tree Analysis และแบบ Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis เป็นต้น ดังรายละเอียดในระเบียบกรมโรงงานอุตสาหกรรมว่าด้วยหลักเกณฑ์การชี้บ่งอันตราย การประเมินความเสี่ยง และการจัดทำแผนงานบริหารจัดการความเสี่ยง พ.ศ. ๒๕๔๓

นอกจากรวบรวมข้อมูลสาร EHSs ในสถานประกอบการแล้ว ควรข้อมูลเส้นทางที่มีการขนส่งสาร EHSs จากผู้แทนสถานประกอบการด้วยในประเด็นดังนี้

- ความถี่ของการขนส่ง ได้แก่ ทุกวัน ทุกอาทิตย์ หรืออื่น ๆ
- ลักษณะของการขนส่ง ได้แก่ รถบรรทุกติดแท็งก์บรรจุ แท็งก์บรรจุติดล้อเลื่อน ถัง ลัง ขวดแก้วขนาดใหญ่ในรถกระบะ ท่อลำเลียง และเรือขนส่ง
- ปริมาณการขนส่ง หน่วยเป็นตัน แกลลอน หรือจำนวนถัง/แท็งก์/คาร์บอย และ
- เส้นทางการขนส่งผ่านชุมชน เช่น ทางหลวง ทางรถไฟ หรือท่อลำเลียง เป็นต้น

สารเคมีอันตรายอื่น ๆ (Other Hazardous Materials)

นอกเหนือจากสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีสามารถประยุกต์ใช้เกณฑ์บ่งชี้ความเป็นพิษจาก EPA ได้ เพื่อพิจารณาว่าสถานประกอบการในพื้นที่อยู่ในข่ายที่อาจเป็นอันตรายเมื่อเกิดการรั่วไหลหรือไม่ และควรรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อการประเมินอันตรายด้วย นอกจากนี้ สารเคมีอันตรายสามารถพบได้ทั่วไปในชุมชนในสถานที่หลายแบบ นอกเหนือจากสถานที่ที่มีสารเคมีแน่นอน (แท็งค์เก็บของเหลวไวไฟ สถานีบริการน้ำมัน บริษัทขายส่งสารเคมี) เช่น ร้านซักแห้ง อู่ซ่อมรถยนต์ โรงพยาบาล และบริเวณก่อสร้าง

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอันตรายนอกเหนือจากความเป็นพิษที่สามารถดึงข้อมูลจากองค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกาแล้ว ข้อมูลความไวไฟและการเกิดปฏิกิริยาสามารถดึงข้อมูลจากคู่มือการป้องกันอัคคีภัยจากวัตถุอันตรายของสมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งสหรัฐอเมริกา (NFPA) นอกจากนี้ กรมการขนส่งทางบกยังกำหนดประเภทของวัตถุอันตรายเป็น ๙ ประเภทตามลักษณะความเป็นอันตรายและเป็นสากลตามหลักขององค์การสหประชาชาติ คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ ควรคำนึงถึงสารเคมีที่มีความไวไฟและความไวในการเกิดปฏิกิริยาสูงและสารเคมีที่อยู่ในประเภทความเป็นพิษ (Class 6.1) เป็นอันดับแรกในการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ

ข้อมูลสำคัญที่ได้จากการบ่งชี้อันตราย

ข้อมูลสำคัญที่ได้เมื่อสิ้นสุดกระบวนการบ่งชี้อันตราย ได้แก่ ๑) รายชื่อสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) ที่มีปริมาณสูงเกิน TPQ ๒) คุณสมบัติของสาร EHSs ปริมาณและสภาวะที่ใช้ จัดเก็บ ผลิต และแปรรูป ทั้งนี้ สาร EHSs ในสารเคมีผสมจะรายงานเฉพาะส่วนที่มี EHSs เท่ากับหรือมากกว่าร้อยละ ๑ ของทั้งหมด และมีปริมาณสูงกว่า TPQ ๓) ข้อมูลสำหรับสารที่เป็นความลับทางการค้า จะได้ข้อมูลสถานะ ความดันไอของของเหลวและของแข็งหลอมเหลว รวมทั้งระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOCs) ๔) เส้นทางการขนส่ง EHSs ผ่านชุมชน นอกจากนี้ ยังอาจได้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ ดังต่อไปนี้

- รายชื่อสาร EHSs ที่มีปริมาณต่ำกว่า TPQ ปริมาณและจุดที่มีการใช้ ผลิต จัดเก็บ และแปรรูป
- อันตรายอื่น ๆ นอกเหนือจากความเป็นพิษจากการหายใจเข้าสู่ร่างกาย
- สารเคมีประเภทอื่นที่เข้าเกณฑ์เป็นพิษเฉียบพลัน
- รายชื่อสารเคมี/วัตถุอันตรายอื่น ๆ ปริมาณและจุดที่มีการใช้ ผลิต จัดเก็บ และแปรรูป รวมทั้ง ประเภทของอันตราย
- เส้นทางการขนส่งสารเคมี/วัตถุอันตรายผ่านชุมชน

๓.๒ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Vulnerability Analysis)

การตัดสินใจปกป้องประชาชนจากสารเคมีรั่วไหลดังกล่าวอยู่ในขั้นตอนที่ ๒ การประเมินพื้นที่เสี่ยงจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี เป็นขั้นตอนบ่งชี้พื้นที่ที่ประชาชนในพื้นที่อาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพหรืออาจได้รับสัมผัสสารเคมี ส่งผลให้ได้รับบาดเจ็บหรือเสียชีวิต รวมทั้ง อาคาร ทรัพย์สิน และหรือสิ่งแวดล้อมอาจได้รับผลกระทบจากสารเคมีรั่วไหลดังกล่าว หลังจากได้บ่งชี้อันตรายจากชนิดของสารเคมีที่พบในเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลนั้น ว่ามีอันตรายแบบเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ หรือเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ หรือเสี่ยงต่อการเกิดระเบิด จากขั้นตอนที่ ๑ แล้ว

ตารางที่ ๓.๒ ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการบ่งชี้อันตราย

ข้อมูลที่สำคัญ	ที่มาของข้อมูล
• สถานประกอบการที่มีสารเคมีอันตรายร้ายแรงในปริมาณสูงกว่า TPQ • รายชื่อสาร EHSs ที่พบในชุมชน • ปริมาณสาร EHSs แต่ละชนิด • เส้นทางการขนส่งสาร EHSs	• ผู้แทนสถานประกอบการ • ผู้แทนสถานประกอบการโรงงานและการขนส่ง
ข้อมูลอื่น ๆ	
• รายชื่อสารเคมีที่มีพิษเฉียบพลัน และจุดที่พบ • อันตรายอื่น ๆ นอกเหนือจากความเป็นพิษ • ข้อมูลของสารเคมี/วัตถุอันตราย ได้แก่ - อัตลักษณ์ - ตำแหน่ง/จุดที่พบ - ปริมาณ - อันตราย - เส้นทางการขนส่ง	• กรมโรงงานอุตสาหกรรม สำนักงานสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน • เอกสารข้อมูลความปลอดภัยสารเคมีของหน่วยงานภาครัฐและสถานประกอบการ • ผู้แทนสถานประกอบการโรงงานและการขนส่ง

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี (Vulnerability Analysis) จะให้ข้อมูล ดังนี้

- ขอบเขตของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (พื้นที่เสี่ยง) นั่นคือ การประมาณการบริเวณที่ได้รับผลกระทบเฉพาะทางจากสารเคมีที่หกรดหรือรั่วไหลออกมาในปริมาณหนึ่งๆ ในสภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศหนึ่ง ๆ
- รายละเอียดเกี่ยวกับประชากร รวมทั้งประชากรกลุ่มอ่อนไหวต่อการรับสัมผัสสารเคมี ได้แก่ จำนวนประชากร ความหนาแน่น และประเภทของประชากร เช่น พนักงานในโรงงาน คนทั่วไปอาศัยในบ้านใกล้เคียง คนไข้ในโรงพยาบาล เด็กในโรงเรียน คนสูงอายุในบ้านพักคนชรา คนคุก เด็กอ่อนในสถานรับเลี้ยงเด็ก เป็นต้น
- พื้นที่เอกชนและพื้นที่สาธารณะที่อาจได้รับความเสียหาย เช่น สถานประกอบการ บ้าน โรงเรียน โรงพยาบาล สถานประกอบธุรกิจ สำนักงาน เป็นต้น รวมถึงระบบสาธารณูปโภค เช่น น้ำ อาหาร ไฟฟ้า และเส้นทางขนส่งต่าง ๆ นอกจากนี้ สิ่งแวดล้อมที่อาจได้รับผลกระทบอาจส่งผลถึงสปีชีส์ที่มีความอ่อนไหวได้

แม้ว่าคู่มือฉบับนี้ จะมุ่งเน้นที่ผลกระทบของสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) ต่อประชาชนทั่วไป แต่คณะกรรมการจัดทำแผนฯ ควรคำนึงถึงผลกระทบต่อพื้นที่สาธารณะและพื้นที่ส่วนบุคคลด้วย เช่น บ้าน โรงเรียน โรงพยาบาล ธุรกิจ และสำนักงาน เป็นต้น รวมถึง ระบบสาธารณูปโภคในชุมชน เช่น แหล่งน้ำ แหล่งอาหาร ไฟฟ้า และการรักษา รวมถึง บริเวณสิ่งแวดล้อมอ่อนไหว เช่น แหล่งน้ำดื่ม ผลิตผลทางการเกษตร หรือแหล่งที่อยู่อาศัยของสัตว์ป่า โดยควรพิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอ่อนไหวและทรัพย์สินเป็นพิเศษในกรณีที่อันตรายของสารเคมีรั่วไหลนั้นมีมากกว่าความเป็นพิษเฉียบพลัน และสามารถรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับประชากรและระบบสาธารณูปโภคจากหน่วยงานฉุกเฉินในพื้นที่ เช่น ดับเพลิง ตำรวจ โรงพยาบาล เป็นต้น

พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบในหัวข้อนี้ หมายถึงขอบเขตทางภูมิศาสตร์ที่คาดว่าเป็นพื้นที่ที่อาจพบสารเคมีอันตรายร้ายแรงในบรรยากาศในความเข้มข้นที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวในแบบไม่หายคืนดีได้ดังเดิมหรือเสียชีวิตได้ หลังจากเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมี พื้นที่ฯ นี้ขึ้นอยู่กับปริมาณสารเคมีที่คาดว่ารั่วไหลออกมาสู่บรรยากาศ อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ การแพร่กระจายในบรรยากาศ และความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ วิธีการปลดปล่อยสู่บรรยากาศและการแพร่กระจายในบรรยากาศอาจไม่แน่นอนและทำให้ผลที่ได้เป็นแค่การประมาณการของรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ วิธีการประเมินอัตราการรั่วไหลและการแพร่กระจายในบรรยากาศมีหลายวิธี ซึ่งมีสมมติฐานแตกต่างกันไปทำให้ผลที่ได้แตกต่างกัน

โดยทั่วไปลมจะพัดไปในทิศเดียว เมื่อเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมีจะทำให้พื้นที่ท้ายลมเป็นพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเท่านั้น เนื่องจากทิศทางลมขณะเกิดการรั่วไหลสารเคมีไม่สามารถคาดเดาได้ คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินต้องคำนึงถึงทิศทางลมทุกทิศทางและเส้นทางของพลูมสารเคมีตามทิศทางลม (พลูมสารเคมี หมายถึง กลุ่มควันสารเคมีในบรรยากาศที่เป็นผลจากการรั่วไหล **(รูปที่ ๓.๑)** ดังนั้น พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบตามแนวคิดนี้จะเป็นวงกลมโดยมีจุดเกิดเหตุเป็นจุดศูนย์กลาง **(รูปที่ ๓.๒)**

ขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบขึ้นอยู่กับระยะการเคลื่อนตัวของความเข้มข้นสารเคมีจนกระทั่งกระจายตัวและลดความเข้มข้นในบรรยากาศลงถึงต่ำกว่า “ระดับที่ปลอดภัย” จากพิษเฉียบพลันหรือเสียชีวิต ระยะการเคลื่อนตัวดังกล่าวขึ้นอยู่กับหลายตัวแปร

๓.๒.๑ ตัวแปรในการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี หรือสิ่งที่ต้องนำเข้าสู่การประเมินพื้นที่เสี่ยงจากการรั่วไหลสารเคมี ตัวแปรหลายอย่างมีความซับซ้อนและยากที่จะอธิบายรายละเอียดได้หมด นอกจากนี้ บางตัวแปรอาจไม่มีผลกระทบที่สำคัญต่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เนื่องจากอาจมีสมมติฐานที่ไม่ตรงกับเหตุการณ์จริง ตัวแปรหลักที่มีผลกระทบต่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ประกอบด้วย

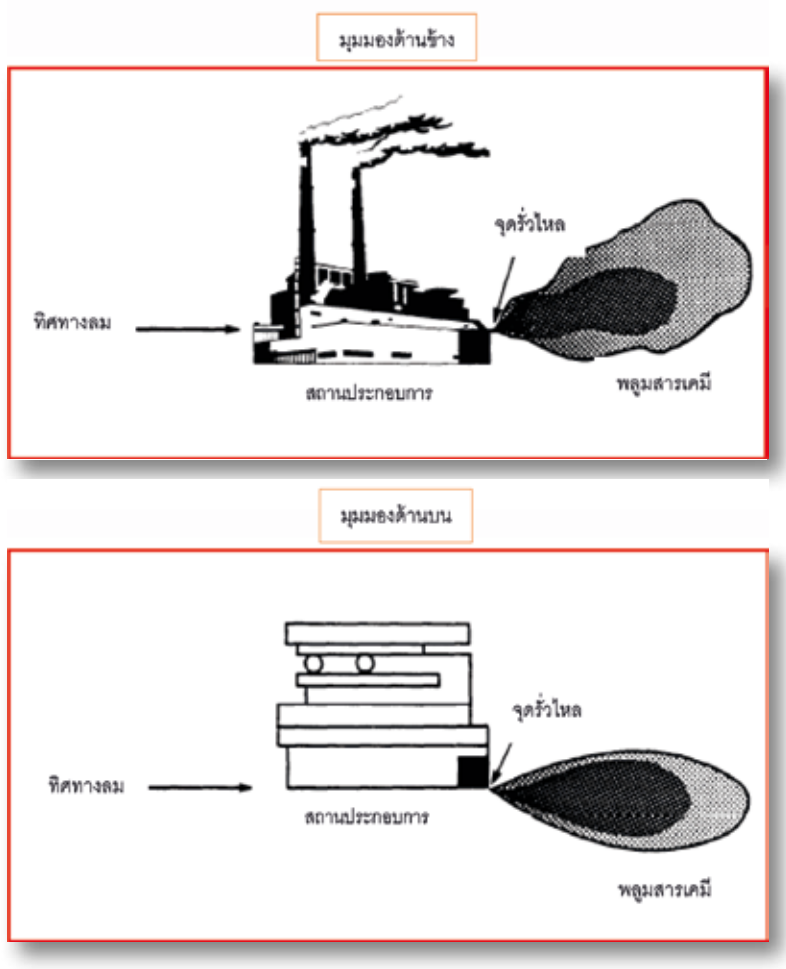
๑) ปริมาณสารเคมีที่รั่วไหลสู่บรรยากาศและอัตราการรั่วไหลสารเคมีสู่บรรยากาศ สารเคมีที่รั่วไหลทั้งหมดอาจมีบางส่วนที่ไม่แพร่กระจายไปในอากาศ ปริมาณสารเคมีที่แพร่กระจายไปในอากาศและอัตราเร็วของสารเคมีที่จะแพร่ไปสู่อากาศขึ้นอยู่กับ:

- ปริมาณสารเคมีที่หกรดหรือรั่วไหล
- สถานะของสารเคมี ได้แก่ ของแข็ง ของเหลว และก๊าซ
- สภาพภูมิอากาศ เช่น อุณหภูมิ ความดัน เป็นต้น ระหว่างการจัดเก็บหรือจัดการสารเคมี

สารเคมีที่เป็นก๊าซจะแพร่กระจายไปในอากาศรวดเร็วกว่าสารเคมีที่เป็นของเหลว ส่วนสารเคมีที่เป็นของเหลวและของแข็งหลอมเหลว (molten solid) จะแพร่ไปในบรรยากาศโดยการระเหยกลายเป็นไอ อัตราเร็วของสารเคมีที่จะแพร่ไปสู่อากาศ (อัตราการระเหยกลายเป็นไอ) ขึ้นกับความดันไอ น้ำหนักโมเลกุล อุณหภูมิจัดเก็บ ขนาดพื้นผิวของแอ่งสารเคมี และความเร็วลมขณะเกิดการรั่วไหล สารเคมีเหลวที่มีความดันไอสูงจะแพร่ไปในอากาศ (ผ่านการระเหยกลายเป็นไอ) เร็วกว่าสารเคมีเหลวที่มีความดันไอต่ำที่อุณหภูมิจัดเก็บเดียวกัน นอกจากนี้ ของเหลวจะระเหยกลายเป็นไอเร็วขึ้นเมื่อแอ่งของเหลว (puddle) บนพื้นมีขนาดใหญ่ขึ้น หรือหากของเหลวมีอุณหภูมิจัดเก็บสูงกว่าอุณหภูมิห้อง หรือระหว่างเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมีมีความเร็วลมสูง ของแข็งระเหิดจะระเหยกลายเป็นไอได้เร็วกว่าของแข็งทั่วไป ของแข็งที่เป็นผงสามารถแพร่กระจายไป

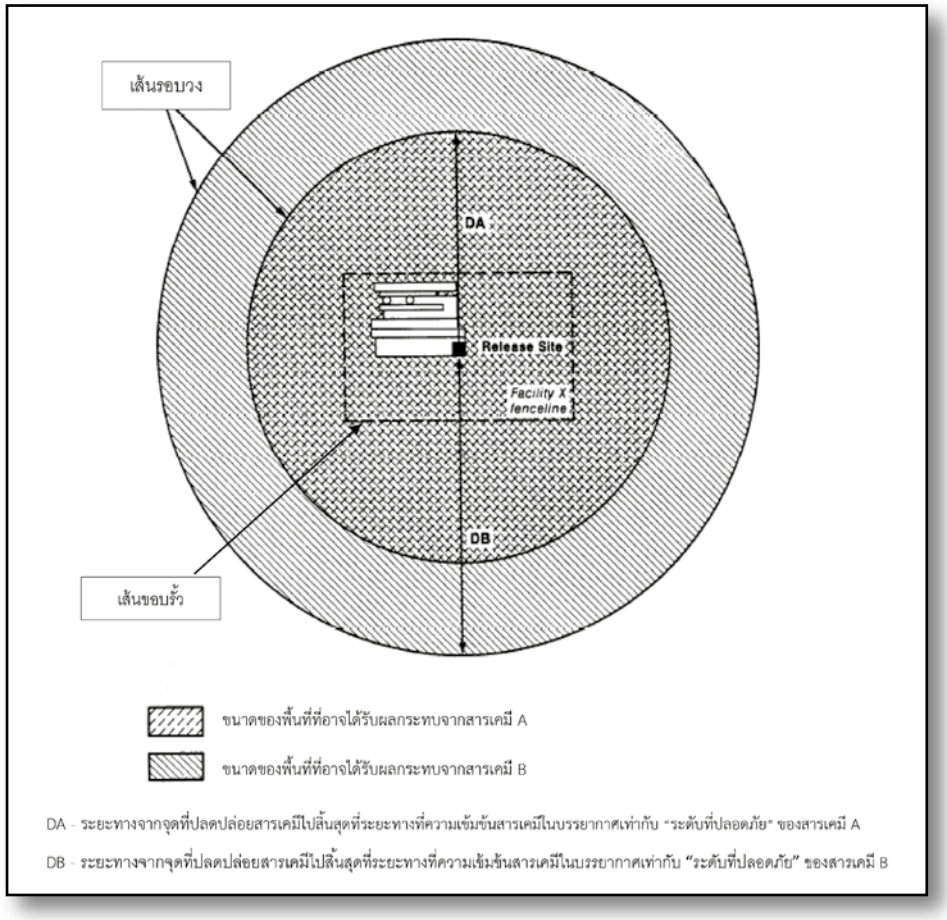
ในอากาศได้หากมีแรงขับดันไปในอากาศ เช่น การระเบิด การสูญเสียแผ่นกรองในระบบลำเลียงวัสดุ เป็นต้น ของแข็งที่ไม่เป็นผงจะมีโอกาสแพร่กระจายไปในอากาศน้อยกว่าขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจะมีสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารเคมีและอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศในสถานการณ์คล้ายคลึงกัน ปริมาณรั่วไหลที่น้อยกว่าจะส่งผลให้มีอัตราการแพร่สู่บรรยากาศลดลงและทำให้ขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลงกว่าเดิมด้วย

รูปที่ ๓.๑ แสดงการเคลื่อนตัวของพลูมสารเคมีอันตรายร้ายแรงไปท้ายลม เมื่อเกิดการรั่วไหล



หมายเหตุ: พลูมสารเคมีจะเคลื่อนตัวไปในทางเดียวกันกับทิศทางลมและมักจะพาสารเคมีไปได้ไกลและความเข้มข้นจะลดลงเมื่อไปทางท้ายลม เนื่องจากมีการกระจายตัวของสารเคมีอันตรายร้ายแรงในอากาศ

รูปที่ ๓.๒ แสดงพื้นทีที่อาจได้รับผลกระทบจากสารเคมีรั่วไหลสู่บรรยากาศของสารเคมี A และสารเคมี B



หมายเหตุ: - ความแตกต่างระหว่างรัศมีของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบของสาร A และสาร B ภายใต้สภาพภูมิอากาศแบบเดียวกัน ขึ้นอยู่กับปริมาณที่รั่วไหลออกมา อัตราการแพร่สู่บรรยากาศ (อัตราการระเหยเป็นไอ) ระดับที่ปลอดภัย หรือปัจจัยอื่นๆ

- สำหรับการจัดทำแผนฉุกเฉินตอบโต้เหตุสารเคมีรั่วไหล ให้จัดทำพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเป็นรูปวงกลม เนื่องจากยังไม่ทราบทิศทางลม ณ ขณะเกิดเหตุ และเมื่อเกิดเหตุรั่วไหลจริง พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจะเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่วงกลมเท่านั้น

๒) สภาพภูมิอากาศ ตัวแปรทางสภาพภูมิอากาศที่สำคัญต่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ได้แก่ ความเร็วลม และความคงตัวของบรรยากาศ ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้นซึ่งจะตามมาด้วยความคงตัวของบรรยากาศที่ลดลงจะส่งผลให้เกิดการกระจายตัวของสารเคมีในบรรยากาศมากขึ้น (ความเข้มข้นลดลง) และทำให้ขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบลดลง

๓) สภาพภูมิประเทศโดยรอบ สภาพภูมิประเทศโดยรอบสถานประกอบการที่เกิดเหตุรั่วไหลสารเคมียังส่งผลต่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบได้ ตัวแปรด้านสภาพภูมิประเทศมักเป็นสิ่งกีดขวางการเคลื่อนตัวของสารเคมีทางธรรมชาติ เช่น ภูเขา เนินเขา และสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ เป็นต้น สิ่งกีดขวางทางธรรมชาติและสภาพพื้นผิวมักจะเป็นลักษณะเฉพาะพื้นที่ หากพบว่ามีสิ่งกีดขวางทางธรรมชาติอยู่ในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เจ้าหน้าที่ท้องถิ่นและส่วนกลาง รวมถึงผู้เชี่ยวชาญจากภาคเอกชนควรจัดทำแนวทางการประเมินพื้นที่ในบริเวณดังกล่าว ทั้งนี้ ได้มีการศึกษาการกระจายตัวของสารเคมีในบริเวณชุมชนเมืองที่มีตึกสูงหรือบริเวณชุมชนนอกเมืองที่ไม่มีตึกสูง ตามสภาพภูมิอากาศต่าง ๆ

๔) ระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (Levels of Concern) จะสอดคล้องกับระดับของผลกระทบต่อสุขภาพที่ต้องการปกป้อง

ระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC) สำหรับใช้ในคู่มือฉบับนี้ หมายถึง ความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายร้ายแรงในบรรยากาศที่หากพบในระดับสูงกว่าระดับนี้ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพในระดับที่ไม่สามารถหายคืนได้ดังเดิมหรือเสียชีวิต จากการรับสัมผัสเข้าสู่ร่างกายเพียงครั้งเดียวหรือในระยะเวลาสั้น ๆ

ระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC) สำหรับใช้ในคู่มือฉบับนี้ เป็นค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน ซึ่งใช้ค่าความเข้มข้นสารเคมีสูงสุดในบรรยากาศโดยเชื่อว่าประชาชน (เกือบทั้งหมด) สามารถรับได้ถึง ๑ ชั่วโมง แล้วไม่เกิดอันตรายต่อสุขภาพแบบเฉียบพลันในระดับที่ไม่รุนแรง ระดับรุนแรง และระดับถึงแก่ชีวิต ที่กำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการวางแผนฉุกเฉิน การป้องกัน และการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี สำหรับการปกป้องประชาชน (รวมถึงประชากรกลุ่มเสี่ยง เช่น เด็ก ผู้สูงวัย ผู้ป่วยทางระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น) ที่อาจได้รับสัมผัสสารเคมีจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการวางแผนล่วงหน้าเพื่อเตรียมความพร้อมเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล หรือระหว่างการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล โดยการบ่งชี้พื้นที่ที่ต้องอพยพประชาชนหรือปกป้องประชาชนด้วยวิธีอื่น ๆ หรือหลังการระงับเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล โดยการบ่งชี้พื้นที่ปลอดภัยจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลและสามารถกลับไปอยู่อาศัยได้ดังเดิม

ค่าขีดจำกัดฯ สามารถเรียกได้ว่าเป็น “เกณฑ์ปกป้องสุขภาพจากพิษเฉียบพลัน” (Protective Action Criteria) ประกอบด้วยค่า AEGLs (Acute Exposure Guideline Levels) เป็นหลัก และใช้ค่า ERPGs (Emergency Response Planning Guidelines) และค่า TEELs (Temporary Emergency Exposure Limits: TEELs) มาทดแทนตามลำดับ กรณีที่ไม่มีค่า AEGLs

ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน มี ๓ ระดับ ประกอบด้วย

ระดับ ๑ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

ระดับ ๒ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไม่ร้ายแรง เช่น อาการ ระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรงที่ไม่สามารถ หายคืนได้ดังเดิมหรือผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรงถาวร หรือทำให้ไม่สามารถออกจากพื้นที่อันตรายได้

ระดับ ๓ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรงที่ไม่สามารถหายคืนได้ดังเดิม โดยไม่ถึงขั้นเสียชีวิต

๓.๒.๒ ความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบที่คาดการณ์กับสถานการณ์รั่วไหลจริง

พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบที่คาดการณ์ซึ่งแสดงเป็นพื้นที่วงกลมที่รัศมีต่าง ๆ ตาม **รูปที่ ๓.๒** และ**รูปที่ ๓.๓** แสดงให้เห็นว่าการเปลี่ยนสถานการณ์หรือสมมติฐานสามารถส่งผลต่อขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ ในขณะที่เกิดการรั่วไหลสารเคมีจริง มีบางส่วนของพื้นที่วงกลมที่คาดการณ์ว่าได้รับผลกระทบที่เป็นพื้นที่จริงที่ได้รับผลกระทบ โดยพื้นที่ที่ปกคลุมด้วยพลูมสารเคมีจะมาจากทิศทางลมและระดับการกระจายตัวของสารเคมี พื้นที่ดังกล่าวมักเรียกว่า “footprint” **รูปที่ ๓.๔** จะแสดงให้เห็นถึง footprint พลูมสารเคมีที่มีการรั่วไหล ความเข้มข้นของสารเคมีในสถานการณ์จริงนั้นมักจะลดลงเมื่อมันเคลื่อนตัวไปตามทิศทางลม เนื่องจากจะมีการผสมผสานกับอากาศและเจือจางความเข้มข้นอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ การเคลื่อนตัวของพลูมสารเคมีจะได้รับผลกระทบจากความเร็วลม

แม้ว่า “footprint” จะแสดงบริเวณที่ปกคลุมด้วยพลูมสารเคมี หากเป็นไปได้ยากที่จะคาดการณ์ทิศทางลมและความเร็วลมอย่างถูกต้อง ดังนั้น จึงไม่มีทางทราบล่วงหน้าถึงทิศทางและรูปร่างของพลูมสารเคมี ณ เวลาเกิดเหตุรั่วไหล นอกจากนี้ ความเร็วลมและทิศทางลมอาจเปลี่ยนแปลงไปได้ในระหว่างเกิดการรั่วไหล จึงควรคาดการณ์พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเป็นรูปวงกลมสำหรับสถานที่ หรือเป็นรูปเส้นทางรอบถนน (corridor) สำหรับการขนส่งสารเคมี

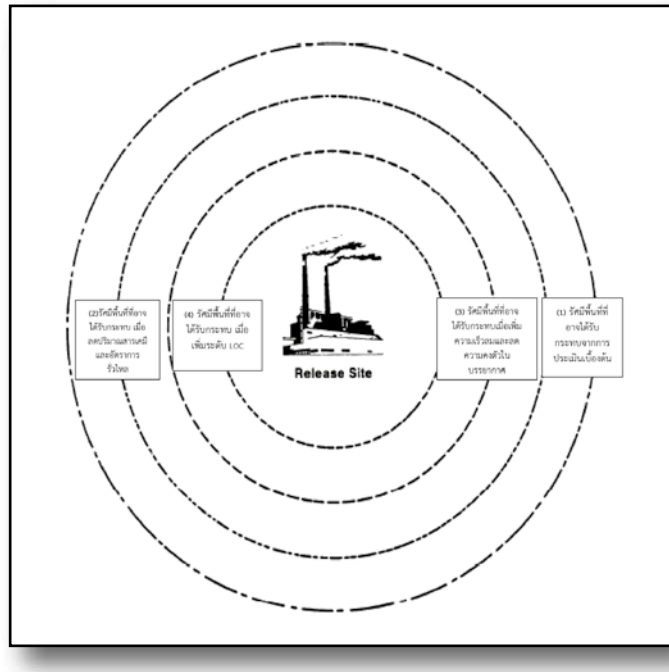
๓.๒.๓ พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบในกระบวนการประเมินอันตรายของสารเคมีอันตรายร้ายแรง

พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบในกระบวนการประเมินอันตรายของสารเคมีอันตรายร้ายแรงจะแสดงถึงการคาดการณ์พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบในกระบวนการประเมินอันตรายโดยการคาดการณ์พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจะต้องกำหนดค่าตัวแปรในข้อ ๔.๒.๑ โดย

อาจรวบรวมจากผู้แทนสถานประกอบการ ข้อมูลทางเทคนิคจากคู่มือฉบับนี้ หรือจากแหล่งข้อมูลอื่น ๆ นอกจากนี้ ค่าตัวแปรของเหลว (Liquid Factor: LF) ในคู่มือฉบับนี้จะช่วยลดการคำนวณและทำให้สามารถประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบง่ายขึ้น

ขั้นตอนการประเมินอันตรายแบ่งเป็น ๒ ระยะ ได้แก่ ระยะที่ ๑ การประเมินเบื้องต้น (screening) ของสถานประกอบการทั้งหมดที่มีสาร EHSs เพื่อจัดอันดับความสำคัญของสถานประกอบการสำหรับการประเมินในรายละเอียดต่อไป โดยระยะนี้จะประเมินโดยใช้ตัวแปรจากกรณีร้ายแรงที่สุด และระยะที่ ๒ การประเมินซ้ำ (reevaluation) ของสถานประกอบการตามลำดับความสำคัญ โดยระยะนี้จะมีการปรับตัวแปรสำหรับการประเมินซ้ำเป็นราย ๆ ของแต่ละที่ไป

รูปที่ ๓.๓ ขนาดพื้นที่ที่อาจได้รับกระทบเมื่อปรับเปลี่ยนตัวแปร



หมายเหตุ: ๑) ผลกระทบของการเปลี่ยนสมมติฐานที่ส่งผลต่อรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ การคำนวณรัศมีผลกระทบมี ๔ ขั้นตอน ดังนี้

(๑) บริเวณพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น กรณีสถานการณ์ร้ายแรงที่สุด

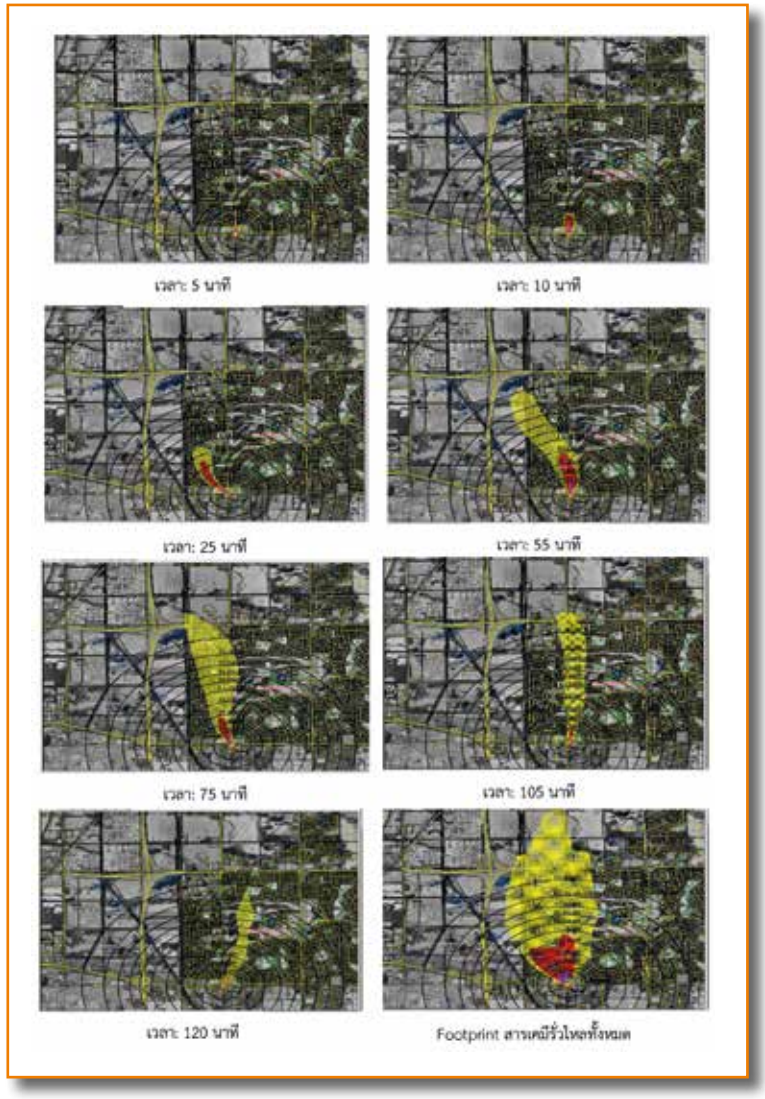
(๒) ทบทวนสถานการณ์และปรับเปลี่ยนปริมาณการรั่วไหล และ/หรืออัตราการรั่วไหลสารเคมี

(๓) ทบทวนและปรับเปลี่ยนความเร็วลม (เพิ่ม) และความคงตัวของสภาพบรรยากาศ (ลดลง)

(๔) เลือกระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC) ที่สูงขึ้น และให้จำไว้ว่าการปรับเปลี่ยนตัวแปรหนึ่งตัวหรือมากกว่านั้น จะส่งผลแบบบวกเพิ่ม ทำให้ขนาดของพื้นที่ที่อาจดับผลกระทบเล็กลงจากที่ประเมินเบื้องต้น

๒) ให้ระลึกว่า เมื่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเปลี่ยนไปตามตัวแปรที่ปรับเปลี่ยนอย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงนั้นไม่เป็นไปตามมาตราส่วน เช่น เมื่อเลือกระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัยสูงขึ้น อาจไม่ส่งผลให้มีขนาดพื้นที่ผลกระทบลดลงเสมอไป ซึ่งต่างจากการเพิ่มความเร็วลมและความคงตัวของสภาพบรรยากาศที่ลดลงที่ส่งผลให้มีขนาดพื้นที่ผลกระทบลดลงตลอด

รูปที่ ๓.๔ พลูมสารเคมีเมื่อเริ่มต้นการรั่วไหลและการเคลื่อนที่ตามทิศทางลม



หมายเหตุ: เมื่อพลูมสารเคมีค่อย ๆ สลายตัว ความเข้มข้นในบรรยากาศจะลดลง สีของพลูมสารเคมีข้างต้นแสดงให้เห็นระดับความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศ สีม่วงแสดงถึงความเข้มข้นสูงสุด สีแดงและสีเหลืองแสดงถึงความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศที่ลดหลั่นลงมาตามลำดับ พลูมสารเคมีในรูปนี้เป็นตัวแทนของก๊าซเบาที่มีการรั่วไหลในความเร็วลมและทิศทางลมไม่คงที่ และระยะเวลารั่วไหลทั้งหมด ๑๒๐ นาที

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ

เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากร คณะกรรมการจัดทำแผนฯ อาจไม่สามารถประเมินสถานที่เกิดเหตุได้ทุกแห่งได้เท่าเทียมกัน จึงควรจัดอันดับความสำคัญของอันตรายจากสถานที่เกิดเหตุที่พบว่ามีสาร EHSs ตั้งแต่ ๑ ชนิดขึ้นไป วิธีหนึ่งที่สามารถทำได้คือการเปรียบเทียบรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากการรั่วไหลสาร EHSs ในสถานการณ์ที่ร้ายแรงที่สุด โดยกำหนดค่าแก่ตัวแปรในข้อ ๓.๒.๑ แบบร้ายแรงที่สุด ดังนั้น สถานประกอบการจะได้รับการประเมินอันตรายแบบเท่าเทียมกัน

สมมติฐานของสถานการณ์แบบร้ายแรงที่สุดสำหรับการประเมินเบื้องต้น ได้แก่

๑) ปริมาณการรั่วไหล: ปริมาณสูงสุดที่สามารถรั่วไหลได้จากภาชนะบรรจุที่ใหญ่ที่สุดหรือภาชนะบรรจุแบบเชื่อมต่อกัน

๒) อัตราการแพร่สู่บรรยากาศ: ปริมาณทั้งหมดของก๊าซ/ผง/ของแข็งในสารละลายที่คาดว่าจะรั่วไหลหมดภายใน ๑๐ นาที ส่วนอัตราการแพร่สู่บรรยากาศของของเหลวและของแข็งหลอมเหลวจะขึ้นอยู่กับอัตราการระเหยสู่บรรยากาศ (rate of volatilization) คู่มือฉบับนี้ได้กำหนดวิธีคำนวณอัตราการระเหยเป็นแบบง่าย ๆ โดยใช้ค่าตัวแปรของเหลว (Liquid Factor: LF) เป็นตัวแทนที่มาจากการคำนวณเป็นทอด ๆ โดยแบ่งเป็นค่าตัวแปรของเหลว - อุณหภูมิห้อง (LFA) ค่าตัวแปรของเหลว-จุดเดือด (LFB) หรือค่าตัวแปรของเหลว – หลอมเหลว (LFM) ขึ้นอยู่กับสภาวะการจัดเก็บสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHS) ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ ๒

๓) อุณหภูมิ: ไม่ส่งผลต่อสารเคมีที่เป็นก๊าซ หรือของแข็งที่เป็นผง หรือของแข็งในสารละลาย ขณะที่ส่งผลต่อสารเคมีที่เป็นของเหลวที่จัดเก็บ ณ อุณหภูมิต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิห้อง อุณหภูมิใกล้จุดเดือด และอุณหภูมิใกล้จุดเยือกแข็ง รวมทั้ง ของแข็งหลอมเหลวที่จัดเก็บ ณ อุณหภูมิหลอมเหลว

๔) สภาพภูมิอากาศ: ความเร็วลมที่ ๑.๕ เมตร/วินาที (๓.๕ ไมล์/ชั่วโมง หรือ ๕.๖ กิโลเมตร/ชั่วโมง) ความคงตัวของสภาพบรรยากาศที่ระดับ F (ลมนิ่ง ไม่มีแสงแดด เป็นต้น)

๕) สภาพภูมิประเทศ: พื้นราบไม่มีสิ่งกีดขวางให้ใช้แบบจำลองการแพร่กระจายสารเคมีในพื้นที่ชนบท

๖) ระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC): ระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัยต่อประชาชนทั่วไปให้ใช้ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน หรือ ๑/๑๐ ของค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศที่อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตและสุขภาพอนามัยในทันทีที่รับสัมผัส (IDLH)

ดังนั้น ข้อมูลที่จำเป็นสำหรับคาดการณ์พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบในขั้นตอนการประเมินเบื้องต้น ได้แก่

- สารเคมี: ปริมาณสูงสุดในภาชนะหนึ่ง ๆ หรือภาชนะที่ต่อเชื่อมกัน (ข้อมูลจากสถานประกอบการ)

- สถานที่และตำแหน่งของภาชนะจัดเก็บสารเคมีในปริมาณสูงสุด (ข้อมูลจากสถานประกอบการ)

- ระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC) และในกรณีที่สารเคมีอันตรายร้ายแรงที่เป็นความลับทางการค้า ควรให้สถานประกอบการระบุค่า LOC สถานะทางกายภาพ และความดันไอของของเหลวและของแข็งหลอมเหลว (ข้อมูลจากสถานประกอบการ)

คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีของแต่ละพื้นที่สามารถใช้ข้อมูลพื้นที่ที่คาดอาจได้รับผลกระทบ พร้อมทั้งประชากรที่ในพื้นที่ สถานบริการด้านสุขภาพและบรรเทาสาธารณภัย และข้อมูลเกี่ยวกับโอกาสการเกิดการรั่วไหลสารเคมี เพื่อจัดอันดับความสำคัญของพื้นที่ที่คาดอาจได้รับผลกระทบ

๓.๒.๔ การประเมินซ้ำพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (Reevaluation of the Estimated Zones)

เมื่อมีการประเมินเบื้องต้นเพื่อจัดอันดับสถานประกอบการที่ควรให้ความสำคัญ คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีควรดำเนินการประเมินซ้ำสถานที่เกิดเหตุที่พบว่าอาจก่อให้เกิดอันตรายในวงกว้างในอันดับต้น ๆ โดยใช้ข้อมูลจากบทที่ ๒ และบทที่ ๓ รวมทั้ง ข้อมูลจากผู้แทนสถานประกอบการและผู้เชี่ยวชาญในด้านที่เกี่ยวข้อง เมื่อทบทวนข้อมูลที่เกี่ยวข้องและอาจปรับค่าตัวแปรสมมติฐานตามความเป็นจริง ได้แก่

- ปริมาณที่คาดว่าจะเกิดการรั่วไหลจริง (ข้อมูลจากสถานประกอบการ)

- อัตราการปลดปล่อยสารเคมีสู่บรรยากาศที่เป็นไปได้ (ข้อมูลจากสถานประกอบการ หรือแหล่งอื่น ๆ)

- สภาพบรรยากาศ (ข้อมูลจากสถานประกอบการ หรือแหล่งอื่นๆ)

- สภาพภูมิประเทศ เช่น สภาพเมือง ชนบท เป็นต้น

- ค่าที่เลือกใช้เป็นระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC)

- การประเมินซ้ำพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากการประเมินเบื้องต้นที่มาจากสมมติฐาน “กรณีร้ายแรงที่สุด” ควรทำอย่างระมัดระวัง การเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรอาจทำให้พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดเพิ่มหรือลดลงจาก**ตารางที่ ๓.๓** แสดงสรุปค่าตัวแปรที่มีผลต่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เช่น ขณะปฏิบัติงานปริมาณสารเคมีมักไม่เต็มถัง หรือมีอุปกรณ์ที่สามารถหรือออกแบบให้จำกัดการรั่วไหลสารเคมี สารเคมีอาจสัมผัสกับอุณหภูมิหรือความดันสูงกว่าปกติ สภาพภูมิอากาศที่ส่งผลให้เกิดการรั่วไหลแบบร้ายแรงที่สุดอาจมีโอกาสเป็นไปได้น้อยมากหรือเป็นไปได้สูงมาก การเลือกระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย

การปรับเปลี่ยนค่าตัวแปรที่ส่งผลต่อขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีความเกี่ยวข้องกับความเสี่ยงที่ยอมรับได้ซึ่งจะเป็นการตัดสินใจของผู้บัญชาการในพื้นที่ นอกจากนี้ยังไม่มีการกำหนดค่าตัวแปรแบบเฉพาะเจาะจงที่สามารถยืนยันได้ว่าจะไม่มีความเสี่ยงต่อประชาชน หรือที่ให้ความสมดุลย์ระหว่างความเสี่ยงกับการเตรียมความพร้อมของพื้นที่ ดังนั้นเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ควรเป็นผู้ตัดสินใจกำหนดค่าตัวแปรเหล่านั้นเอง

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำอาจนำไปสู่การบ่งชี้พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบที่แท้จริง ดังแสดงใน**ตารางที่ ๓.๓** จากนั้นควรบ่งชี้ประชากรและแหล่งสาธารณูปโภคในและนอกพื้นที่ดังกล่าว พร้อมทั้งบ่งชี้ระดับและประเภทของการเตรียมความพร้อมรองรับสารเคมีรั่วไหลที่จำเป็น

๓.๒.๕ ข้อพิจารณาการให้อพยพเมื่อเกิดการรั่วไหลสารเคมีอันตรายร้ายแรง

การตัดสินใจอพยพหรือไม่อพยพและกำหนดระยะรัศมีที่ควรอพยพเป็นการตัดสินใจเฉพาะเหตุสารเคมีรั่วไหลเป็นรายกรณีไปและควรตัดสินใจ ณ เวลาที่เกิดการรั่วไหลจริง พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากการคาดการณ์ล่วงหน้าไม่ควรนำมาใช้ทันทีควรพิจารณาข้อมูลจากการรั่วไหลจริง ตัวอย่างตัวแปรที่ส่งผลต่อการตัดสินใจอพยพ ได้แก่ ความเร็วลม ทิศทางลม อุณหภูมิ ความชื้น ความผันผวนของบรรยากาศ และช่วงเวลาที่เกิดการรั่วไหล นอกจากนี้พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากการคาดการณ์จะแสดงเป็นพื้นที่วงกลมหรือเส้นทางจากโอกาสเกิดการรั่วไหลสารเคมีจากสถานประกอบการหรือการขนส่ง ซึ่งพื้นที่ที่ควรอพยพจริงจะเป็นส่วนหนึ่งของพื้นที่ดังกล่าวโดยเป็นเส้นทางที่พลูมสารเคมีจะเคลื่อนจากจุดที่เกิดการรั่วไหล พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจะช่วยบ่งชี้พื้นที่ที่อาจจำเป็นต้องอพยพ แต่พื้นที่อพยพจะขึ้นอยู่กับตัวแปรหลายประการและอาจไม่จำเป็นต้องอพยพทุกครั้ง เมื่อเกิดการรั่วไหลของสารเคมีที่มีพิษเฉียบพลัน เนื่องจากสารเคมีอาจแพร่ไปตามลมอย่างรวดเร็วทำให้ไม่สามารถอพยพประชาชนได้ทันสำหรับการรั่วไหลในช่วงเวลาสั้น ๆ การปกป้องประชาชนบริเวณใกล้เคียงอย่างรวดเร็วได้แก่ การให้ประชาชนหลบภัยสารเคมีในอาคาร และปิดแอร์ปิดประตูหน้าต่างให้มิดชิด ปล่อยให้กลุ่มสารเคมีพัดผ่านไปอย่างรวดเร็ว การอพยพอาจทำให้กลุ่มประชากรที่มีความอ่อนไหว เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย เป็นต้น ได้รับผลกระทบจากได้มากกว่าการหลบภัยในอาคาร อย่างไรก็ตาม ควรดำเนินการอพยพ หากการรั่วไหลเกิดขึ้นนานกว่า ๑ ชั่วโมง หรือหากเกิดเพลิงไหม้สารเคมีที่อาจไม่สามารถระงับได้ง่ายในระยะสั้น

ตารางที่ ๓.๓ ตัวแปรที่มีผลต่อพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

เงื่อนไข	จะทำให้เกิด	ผลที่คาดว่าจะได้รับ
ปริมาณการรั่วไหลจากแท็งค์ที่อาจลดลงจากการคาดการณ์	ปริมาณสารเคมีในบรรยากาศและปริมาณสารเคมีรั่วไหลต่อนาทีลดลง	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลง
ระยะเวลาการรั่วไหลเพิ่มขึ้น	ปริมาณสารเคมีรั่วไหลต่อนาทีลดลง	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลง
จุดรั่วไหลอยู่สูงกว่าระดับพื้นดิน	สารเคมีกระจายเพิ่มขึ้น (เกิดการผสมกับอากาศและทำให้สารเคมีในบรรยากาศเจือจางลง)	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลง (อาจเป็นไปได้)
สภาพภูมิประเทศไม่ราบเรียบ เช่น มีเนินเขา เป็นต้น	สารเคมีกระจายเพิ่มขึ้น (เกิดขึ้นผสมกับอากาศและทำให้สารเคมีในบรรยากาศเจือจางลง)	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลง
สภาพพื้นที่เป็นเมือง ได้แก่ มีอาคารสูงและโครงสร้างอื่น ๆ	สารเคมีกระจายเพิ่มขึ้น (เกิดขึ้นผสมกับอากาศและทำให้สารเคมีในบรรยากาศเจือจางลง)	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลง
เลือกระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC) ที่สูง	พื้นที่ที่มีสารเคมีในบรรยากาศในระดับสูงกว่าค่า LOC มีขนาดเล็กลง	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเล็กลง
เลือกระดับความเข้มข้นสารเคมีที่ปลอดภัย (LOC) ที่ต่ำ	พื้นที่ที่มีสารเคมีในบรรยากาศในระดับสูงกว่าค่า LOC มีขนาดใหญ่ขึ้น	พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบใหญ่ขึ้น

ข้อจำกัดของการอพยพในการรั่วไหลสารเคมีอันตรายร้ายแรงมีจำนวนมาก เช่น

๑) เหตุรั่วไหลอาจเกิดขึ้นเร็วมากและการอพยพอาจทำให้ประชากรกลุ่มที่มีความอ่อนไหวได้รับผลกระทบต่อสุขภาพได้มากกว่าการหลบภัยในอาคารจนกว่ากลุ่มสารเคมีจะพัดผ่านไป

๒) ความเร็วลมและทิศทางลมมีการเปลี่ยนแปลงแม้เพียงเล็กน้อยก็อาจมีผลระหว่างการอพยพประชาชน ๓) ความแตกต่างระหว่างอุณหภูมิในชั้นบรรยากาศ ทำให้การคาดการณ์เส้นทางการแพร่กระจายของกลุ่มสารเคมี เป็นต้น

พื้นที่ที่อาจได้รับกระทบสำหรับสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) รั่วไหลในปริมาณที่คาดการณ์ไว้จะแสดงถึงพื้นที่รอบ ๆ จุดที่คาดว่าจะเกิดการรั่วไหล รวมถึงประชากรเสี่ยงและสถานที่ที่อาจได้รับผลกระทบในพื้นที่ดังกล่าว อย่างไรก็ตาม พื้นที่นั้นไม่สะท้อนถึงช่วงเวลาที่จะได้รับผลกระทบ และหากพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดกว้างกว่าที่คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินชุมชน/พื้นที่จะจัดการได้ คณะกรรมการจัดทำแผนฯ ควรทำงานร่วมกับ

สถานประกอบการเพื่อหาแนวทางในการลดความเสี่ยงจากการรับสัมผัสสารเคมีหากเกิดการรั่วไหลขึ้น ซึ่งอาจทำได้โดยการติดตั้งสัญญาณเตือนเมื่อเกิดการรั่วไหลสารเคมี หรือสร้างกำแพงกั้นล้อมรอบถัง/แท็งค์สารเคมี เป็นต้น

๓.๓ การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)

การประเมินความเสี่ยงเป็นส่วนที่ ๓ ของกระบวนการประเมินอันตราย โดยจะเป็นการเปรียบเทียบโอกาสเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบจากเหตุรั่วไหลที่อาจเกิดขึ้นจากสถานประกอบการหลายแห่งและ/หรือสาร EHSs ที่แตกต่างกัน เพื่อให้แผนฉุกเฉินสารเคมีสามารถมุ่งเน้นไปที่จุดที่มีความเสี่ยงที่สุดก่อนได้ ขั้นตอนนี้ต้องใช้ข้อมูลที่ได้มาจากขั้นตอนที่ ๑ และ ๒ กระบวนการประเมินอันตราย (การบ่งชี้อันตราย และการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ) รวมถึง ข้อมูลจากสถานประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดและขอบเขตการประเมินความเสี่ยงจะขึ้นอยู่กับสถานการณ์และทรัพยากรของแต่ละพื้นที่ คู่มือฯ ฉบับนี้จะช่วยในคณะกรรมการจัดทำแผนฯ ในการประเมินความเสี่ยงอย่างง่ายเพื่อการเปรียบเทียบในพื้นที่ ส่วนท้องถิ่นที่มีทรัพยากรมากเพียงพออาจสามารถประเมินความเสี่ยงอย่างละเอียดได้ ซึ่งไม่ได้ระบุรายละเอียดในคู่มือฉบับนี้ ทั้งนี้ ค่าความเสี่ยงที่ได้จะแสดงถึงแนวโน้มของสถานการณ์ถึงโอกาสที่อาจเกิดการรั่วไหลและผลกระทบที่อาจเกิดจากการรั่วไหลดังกล่าว และส่งผลให้แผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีจะกล่าวถึงอันตรายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้น

๓.๓.๑ แนวทางการประเมินความเสี่ยง: การจัดอันดับความเป็นอันตราย

การป้องกันในปัจจุบัน เช่น บ่อกักกัน การควบคุมการไหล และการระบายอากาศลดความดัน จะช่วยลดโอกาส ขนาดการรับสัมผัส สารเคมีในบรรยากาศ แต่อาจไม่เพียงพอต่อการบ่งชี้ระดับความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องได้ เมื่อไรก็ตามที่มีอันตรายก็จะมีความเสี่ยงเสมอ แม้ว่าอาจมีเพียงเล็กน้อยก็ตาม

การประเมินความเสี่ยงจะรวมถึงการประมาณการโอกาสที่จะเกิดการรั่วไหล ความเสี่ยงสามารถแสดงแบบคุณภาพเป็น สูง กลาง ต่ำ หรือแบบปริมาณเป็นตัวเลขและการคำนวณทางสถิติ เพื่อการนำไปใช้ได้จริง การประเมินความเสี่ยงอาจขึ้นอยู่กับความรู้สึกและสามัญสำนึก ยกตัวอย่างเช่น คนทั่วไปสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้เป็นปกติสุขโดยไม่โดนอุกาบาตแต่ก็ถือว่ามีความเสี่ยงอยู่ดีแม้ว่าความเป็นไปได้จะน้อยมากก็ตาม หรือบริเวณสี่แยกที่มีการจราจรคับคั่งและเกิดอุบัติเหตุบ่อยครั้ง ประชาชนรับรู้ว่าเป็นบริเวณที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดอุบัติเหตุสูงจึงต้องมีการระมัดระวัง เช่น มองซ้ายขวาก่อนข้ามถนน เป็นต้น ทั้งสองกรณี การประเมินโอกาสเกิดเหตุฉุกเฉินมาจากการรับรู้ความถี่ในการเกิดเหตุในอดีตที่ผ่านมา และสามารถนำมาใช้ในการประเมินความเสี่ยงได้

โอกาสในการเกิดเหตุฉุกเฉินและความรุนแรงของผลกระทบมีความสำคัญต่อการประเมินความเสี่ยงเท่า ๆ กัน กล่าวคือ ความเสี่ยงสูงอาจเป็นผลมาจากโอกาสในการเกิดเหตุรั่วไหลสูงและความรุนแรงของผลกระทบสูง เช่น ผลกระทบต่อสุขภาพแบบไม่หายคืนได้ดังเดิมหรือเสียชีวิตจากไอสารเคมีในบรรยากาศ เพลิงไหม้หรือระเบิดที่ทำให้มีผู้บาดเจ็บหรือเสียชีวิต เป็นต้น ในขณะที่ ความเสี่ยงปานกลางอาจเป็นผลมาจากโอกาสในการเกิดเหตุรั่วไหลสูงและความรุนแรงของผลกระทบเล็กน้อย หรือโอกาสในการเกิดเหตุรั่วไหลต่ำและความรุนแรงของผลกระทบสูง การลดโอกาสในการเกิดเหตุรั่วไหลหรือลดความรุนแรงของผลกระทบจะช่วยลดความเสี่ยงโดยรวมได้

๓.๓.๒ ข้อมูลที่ต้องการสำหรับการประเมินความเสี่ยง

นอกเหนือจากข้อมูลจากขั้นตอนการบ่งชี้อันตรายและขั้นตอนการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เช่น จุดที่มีอันตราย อันตรายจากสารเคมีอันตรายร้ายแรง ประชากร และสถานีบริการต่าง ๆ ที่อาจได้รับผลกระทบ เป็นต้น การประเมินความเสี่ยงยังต้องการข้อมูลจากสถานประกอบการ มาตรการการป้องกันและแผนฉุกเฉินของชุมชน ศักยภาพในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินที่มีในปัจจุบันและประวัติการตอบโต้เหตุที่ผ่านมา

คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ ที่ใช้วิธีการประเมินเบื้องต้นในการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับอาจผลกระทบอาจจำเป็นต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมจากสถานประกอบการเพื่อการจัดทำแผนฉุกเฉิน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (๑) รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานประกอบการที่มีความเสี่ยงสูง (๒) ประเมินซ้ำและจัดอันดับความเสี่ยงของสถานประกอบการ และจัดทำแผนฉุกเฉินของพื้นที่ให้สอดคล้องกับความเสี่ยงระดับสูง (๓) ประเมินซ้ำสถานประกอบการที่มีความเสี่ยงต่ำทั้งหมดและจัดทำแผนฉุกเฉินให้สอดคล้องกับความเสี่ยงดังกล่าว

ข้อมูลจากสถานประกอบการ สถานประกอบการเป็นแหล่งข้อมูลที่สำคัญที่เกี่ยวข้องความเสี่ยง โดยเฉพาะข้อมูลการหกรดรั่วไหลในอดีตจากการรายงานตามข้อกฎหมายจะเป็นประโยชน์กับกระบวนการประเมินอันตราย คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ ควรสอบถามสถานประกอบการดังกล่าวในส่วนที่เกี่ยวข้องกับอันตรายและมาตรการระงับภัย การทำงานร่วมกับสถานประกอบการควรอยู่บนพื้นฐานความร่วมมือกัน ความเคารพในความลับทางการค้า และความตระหนักว่าสถานประกอบการเป็นส่วนหนึ่งของชุมชน สถานประกอบการควรตระหนักถึงความสำคัญของข้อมูล เช่น ผลการประเมินความเสี่ยง เป็นต้น และควรให้ความร่วมมือกับการจัดทำแผนฉุกเฉินของพื้นที่อย่างเต็มที่

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) ที่คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินควรสอบถามสถานประกอบการ ได้แก่

- ผลกระทบต่อสุขภาพของสาร EHSs และระดับความรุนแรงของผลกระทบ
- มาตรการความปลอดภัยในสถานประกอบการ
- ข้อเสนอแนะจากสถานประกอบการมาตรการความปลอดภัยของชุมชน
- มาตรการป้องกันที่ใช้ในอดีตที่สามารถป้องกันการเกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ และรายละเอียดของเหตุดังกล่าว
- บทเรียนจากอดีตที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน และรายละเอียดของเหตุดังกล่าว
- ผลการประเมินความเสี่ยงอันตรายด้วยวิธีอื่น ๆ เช่น HAZOP เป็นต้น

นอกเหนือจากข้อมูลและข้อเสนอแนะต่าง ๆ สถานประกอบการอาจเสนอความช่วยเหลือให้แก่ชุมชนสำหรับการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีในด้านต่าง ๆ ดังนี้

- ผู้เชี่ยวชาญทางเทคนิคเพื่อสนับสนุนการจัดทำแผนฉุกเฉินและการตอบโต้เหตุ
- แผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและมาตรการป้องกันและระงับเหตุรั่วไหลสารเคมี (Spill Prevention Control and Countermeasures: SPCC)
- ความช่วยเหลือในการขจัดการปนเปื้อนและการใช้ประโยชน์สารเคมีรั่วไหล
- การฝึกอบรมด้านการจัดการสารเคมีอย่างปลอดภัย

ข้อมูลด้านแผนชุมชนและมาตรการความปลอดภัย ชุมชนมักมีแผนฉุกเฉินเพื่อรองรับอันตราย ประเภทต่าง ๆ อยู่แล้ว ซึ่งแผนเหล่านั้นอาจต้องมีการทบทวนเพื่อให้ครอบคลุมกฎระเบียบใหม่ ๆ และเพื่อให้ครอบคลุมการรั่วไหลสารเคมีที่มีพิษเฉียบพลันได้ แผนดังกล่าวได้แก่

- แผนชุมชน/แผนอำเภอ/แผนจังหวัด
- แผนฉุกเฉินจากการขนส่ง
- แผนส่งเสริมการตระหนักรู้ของชุมชนด้านสารเคมีของกลุ่มผู้ประกอบการ
- แผนฉุกเฉินของสถานประกอบการ

ข้อมูลเหตุฉุกเฉินสารเคมีในอดีต ประโยชน์สำหรับการทบทวนข้อมูลเหตุฉุกเฉินสารเคมีในอดีต มีดังนี้

๑) จุดเกิดเหตุและสารเคมีที่เกิดการรั่วไหลในอดีตอาจบ่งชี้ได้ถึงอันตรายที่มีความเสี่ยงสูง เหตุฉุกเฉินอาจไม่เกิดแบบซ้ำสองแต่อาจมีความรุนแรงมากกว่าเดิมได้ ๒) การพัฒนาความสามารถในการตระหนักถึงความเสี่ยงที่อาจพบ ซึ่งมักเกิดจากการทบทวนเหตุที่เกิดขึ้นในอดีต สถิติเหตุฉุกเฉินสารเคมีที่กรมควบคุมมลพิษจัดทำขึ้นเป็นรายเดือนและรายปีมีข้อมูลสารเคมีที่เกี่ยวข้องและผลกระทบต่อสุขภาพของสารเคมีดังกล่าว นอกจากนี้ รายงานเหตุฉุกเฉินสารเคมีของโรงงานต่อกรมโรงงานอุตสาหกรรมก็มีประโยชน์ต่อข้อมูลอันตรายที่อาจพบในพื้นที่ได้

เมื่อรวบรวมข้อมูลเหตุฉุกเฉินสารเคมีในอดีต ข้อมูลที่สำคัญที่ควรรวบรวม ได้แก่ วันเวลาที่เกิดเหตุ จุดเกิดเหตุ สารเคมีที่รั่วไหล ระดับความรุนแรงของเหตุ ผู้ได้รับบาดเจ็บ การขจัดการปนเปื้อนและฟื้นฟู และมาตรการความปลอดภัย

การเปลี่ยนปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดเหตุฉุกเฉินสารเคมีในอนาคต รายงานเหตุฉุกเฉินสารเคมีในอดีตจะส่งให้ผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงมาตรการความปลอดภัย เช่น เหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลเกิดขึ้นหลายครั้งที่จุด ๆ หนึ่ง หากมีการควบคุมทางวิศวกรรม มาตรการกักกันสารเคมีรั่วไหล หรือเปลี่ยนแปลงกระบวนการผลิต เป็นต้น จะทำให้ผลการประเมินความเสี่ยงแตกต่างไปจากเดิม การประเมินเหตุฉุกเฉินสารเคมีในอดีตควรคำนึงถึงการเปลี่ยนแปลงในปัจจัย ดังต่อไปนี้ ๑) ประชากรโดยรอบและสถานีบริการต่าง ๆ ๒) เส้นทางการขนส่งสารเคมี และ ๓) มาตรการควบคุมทางวิศวกรรม

๓.๓.๓ การจำกัดข้อมูลที่ต้องรวบรวม

ชุมชนควรจัดทำบัญชีรายการข้อมูลที่ต้องการรวบรวมและปรับให้สอดคล้องกับความต้องการเฉพาะของชุมชน เนื่องจากแต่ละชุมชนมีความต้องการแตกต่างกัน การรวบรวมข้อมูลควรมีเท่าที่จำเป็น ไม่เช่นนั้นอาจจะทำให้เสียเวลามากเกินไป โดยควรให้ความสำคัญไปที่การวัดโอกาสที่น่าจะเกิดการรั่วไหลและระดับความรุนแรงของเหตุรั่วไหลสารเคมี ควรตัดสินใจรวบรวมข้อมูล หากข้อมูลนั้นส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงอันดับความเป็นอันตรายในชุมชนและบ่งชี้ความเป็นอันตราย โอกาสที่จะเกิดเหตุฉุกเฉิน และขนาดของผลกระทบจากเหตุฉุกเฉิน หรือบ่งชี้มาตรการความปลอดภัยที่จำเป็นสำหรับการลดระดับความรุนแรงของผลกระทบ

๓.๓.๔ การรายงานผลจากการประเมินอันตราย

ข้อมูลที่ได้จากกระบวนการประเมินอันตรายใน ๓ ขั้นตอน ควรมีการรวบรวมอย่างเป็นระบบเพื่อบ่งชี้ข้อมูลที่อาจไม่เพียงพอ กระบวนการประเมินอันตรายตามที่ได้กล่าวข้างต้นจะแบ่งเป็น ๑) การประเมินเบื้องต้น โดยใช้สมมติฐานแบบ “กรณีร้ายแรงที่สุด” เพื่อจัดอันดับความสำคัญในพื้นที่ ๒) การประเมินซ้ำในแต่ละสถานประกอบการที่มีอันดับความเสี่ยงสูง ดังขั้นตอนที่แสดงในตารางที่ ๓.๖ ข้อมูลที่ได้ทั้งจากการประเมินเบื้องต้นและการประเมินซ้ำสามารถแสดงได้ในแบบตารางเมทริกซ์ของการประเมินอันตราย

โดยทั่วไปแล้ว คณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินควรให้ความสำคัญและหามาตรการลดความเสี่ยงให้กับสถานประกอบการที่มีผลการประเมินอันตรายด้านโอกาส - ผลกระทบในระดับสูง - สูง สูง - ปานกลาง ปานกลาง - สูง และปานกลาง - ปานกลาง ดังแสดงใน**ตารางที่ ๓.๗ และ ๓.๘** อย่างไรก็ตาม สถานการณ์ที่อาจเกิดได้ยากบางครั้งอาจก่อให้เกิดผลกระทบที่รุนแรงได้จึงควรพิจารณาคำนึงถึงในการจัดทำแผนฉุกเฉินฯ ด้วย ข้อมูลการประเมินความเสี่ยงมีความสำคัญในการจัดทำแผนฉุกเฉินและการตัดสินใจจัดการเหตุฉุกเฉินสารเคมี ดังนี้

- จัดทำแผนฉุกเฉินพื้นที่อย่างละเอียด
- ปรับปรุงแผนฉุกเฉินสารเคมีของสถานประกอบการให้ทันสมัย
- จัดทำแผนเพื่อรองรับเส้นทางการขนส่งสารเคมีอันตราย
- จัดทำพื้นที่ปลอดภัย พื้นที่ที่มีความเสี่ยง เป็นต้น
- เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการขอรับการสนับสนุนเพื่อตอบโต้เหตุฉุกก๊าชเฉินสารเคมี เช่น รถดับเพลิงพร้อมอุปกรณ์ระงับเหตุสารเคมีรั่วไหล เป็นต้น
- จัดทำเอกสารประกอบการอบรมใหม่ให้เหมาะสมกับสถานการณ์

รายละเอียดขององค์ประกอบการประเมินอันตรายในบทที่ ๓ นี้ จะช่วยให้คณะกรรมการจัดทำแผนฯ เข้าใจถึงขั้นตอนการประเมินอันตรายที่จะกล่าวในบทต่อไป โดยเริ่มที่การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้นเพื่อการจัดอันดับสถานประกอบการในเบื้องต้น ตามด้วยการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำในสถานประกอบการที่มีอันดับความเป็นอันตรายสูง

ตารางที่ ๓.๔ ขั้นตอนการประเมินอันตราย (Hazard Analysis)

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น (Initial Screening)
๑. การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification) ๑.๑ จัดทำบัญชีรายชื่อสถานประกอบการที่มีสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) เกินปริมาณขั้นต่ำ (Threshold Planning Quantity: TPQ) ดังแสดงในภาคผนวกที่ ๒..... ๑.๒ ประสานงานกับสถานประกอบการในบัญชีรายชื่อดังกล่าว เพื่อสอบถามข้อมูลดังต่อไปนี้ - ชนิดของสารเคมี - ปริมาณและจุดที่มีการจัดเก็บสาร EHSs - คุณสมบัติของสารเคมีที่เป็นความลับทางการค้า - สถานการณ์ที่สารเคมีถูกนำไปใช้ ผลิต เปลี่ยนแปลง และจัดเก็บ ๑.๓ รวบรวมข้อมูลเส้นทางการขนส่งสาร EHSs หากเป็นไปได้ ๑.๔ รวบรวมข้อมูลสารเคมี สถานประกอบการ และเส้นทางการขนส่ง สำหรับสาร EHSs ที่มีปริมาณไม่ถึง TPQ และสารเคมีอื่น ๆ หากเป็นไปได้

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น (Initial Screening) (ต่อ)

๒. การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (Vulnerability Analysis)

๒.๑ ประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น จากการใช้ค่าสมมติฐานแบบ “กรณีร้ายแรงที่สุด”

- ระบุอัตราการรั่วไหล/แพร่สู่บรรยากาศ โดยใช้ข้อมูลจากสถานประกอบการถึงประเด็นปริมาณที่คาดว่าอาจจะรั่วไหลจากภาชนะจัดเก็บ และระยะเวลาที่คาดว่าจะใช้ในการรั่วไหลสู่บรรยากาศจนหมด
- เลือกระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (Level of concern: LOC) จากภาคผนวกที่ ๑...
- เลือกระยะรัศมีที่อาจได้รับผลกระทบจากตารางที่ ๓.๙ ตารางอ้างอิงสำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี

๒.๒ บ่งชี้ลักษณะของประชากรในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เช่น จำนวน ความหนาแน่น สุขภาพโดยรวม เป็นต้น

๒.๓ บ่งชี้สถานที่บริการในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

๓. การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)

๓.๑ รวบรวมข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการบ่งชี้อันตราย และการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

๓.๒ บ่งชี้ระดับความเสี่ยงคร่าว ๆ จากข้อมูลโอกาสที่จะเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบ

๓.๓ บ่งชี้สถานประกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูงอันเนื่องจากมีความเสี่ยงสูง

การประเมินซ้ำเพื่อจัดทำแผนฉุกเฉินสำหรับสถานประกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูง

๔. การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)

๔.๑ ประสานเจ้าหน้าที่สถานประกอบการและแหล่งข้อมูลอื่นๆ ที่มีอันดับความสำคัญสูง เกี่ยวกับสาร EHSs และเงื่อนไขอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการรั่วไหล

- ประเมินปริมาณสารเคมีที่มีการเก็บ/บรรจุ/ผลิต/ครอบครองซ้ำ
- ประเมินปริมาณสารเคมีที่อาจรั่วไหลซ้ำ
- พิจารณาสภาพบรรยากาศและสภาพพื้นที่

๔.๒ จัดหาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับเส้นทางการขนส่งสารเคมี หากทำได้

๕. การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (Vulnerability Analysis)

๕.๑ ประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ โดยใช้สมมติฐานที่ได้จากสถานประกอบการและผู้เชี่ยวชาญ

๕.๒ บ่งชี้ลักษณะของประชากรในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

๕.๓ บ่งชี้สถานที่บริการในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

๖. การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)

๖.๑ รวบรวมข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนการบ่งชี้อันตราย และการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบลงบนตาราง

๖.๒ จัดหาข้อมูลเพิ่มเติมของชุมชนและสถานประกอบการเกี่ยวกับมาตรการความปลอดภัย ศักยภาพการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี และการรายงานเหตุฉุกเฉิน

๖.๓ เลือกระดับของโอกาสเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบ

๖.๔ จัดข้อมูลในข้อ ๖.๑ – ๖.๓ ลงบนตารางเมทริกซ์

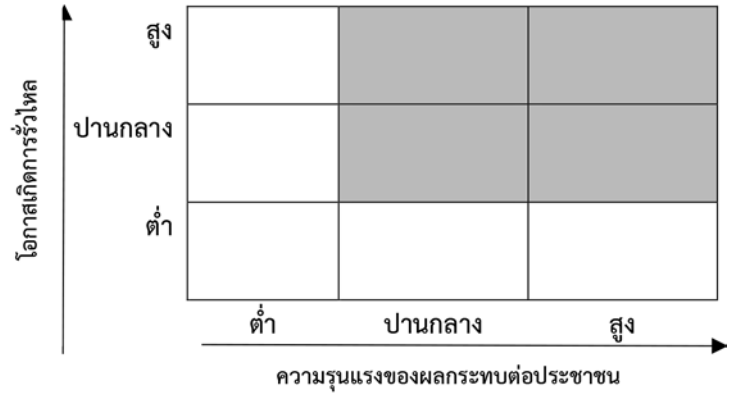
๖.๕ จัดอันดับความเสี่ยง

๖.๖ จัดทำหรือปรับปรุงแผนฉุกเฉินสำหรับสถานประกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูง

ตารางที่ ๓.๕ ระดับของโอกาสเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบ

ระดับ	โอกาสเกิดการรั่วไหล
ต่ำ	โอกาสเกิดการรั่วไหลถือว่าแทบจะเป็นไปไม่ได้เลยในช่วงตลอดเวลาดำเนินงานปกติและมีการบำรุงรักษาเป็นประจำ
ปานกลาง	มีโอกาสเกิดการรั่วไหลได้ ในช่วงตลอดเวลาดำเนินงานของสถานประกอบการ
สูง	เกิดการรั่วไหลอย่างน้อยหนึ่งครั้ง ในช่วงตลอดเวลาดำเนินงานของสถานประกอบการ
ระดับ	**ความรุนแรงของผลกระทบ**
ต่ำ	สารเคมีมีโอกาสแพร่ไปในบริเวณโดยรอบในระดับความเข้มข้นต่ำมาก การบาดเจ็บอาจเกิดกับผู้ที่มีปัญหาทางสุขภาพจากการรับสัมผัสเป็นเวลานาน
ปานกลาง	สารเคมีมีโอกาสแพร่ไปในบริเวณโดยรอบในระดับความเข้มข้นที่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพรุนแรง/เสียชีวิตได้หากไม่มีมาตรการป้องกันที่เหมาะสม ผลกระทบต่อสุขภาพจะเกิดกับผู้ที่รับสัมผัสเป็นเวลานานหรือผู้ที่มีปัญหาทางสุขภาพเท่านั้น
สูง	สารเคมีมีโอกาสแพร่ไปในบริเวณโดยรอบในระดับความเข้มข้นที่สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพรุนแรง/เสียชีวิตได้ เมื่อได้รับสัมผัส มีโอกาสเกิดผลกระทบต่อสุขภาพต่อประชาชนจำนวนมาก

ตารางที่ ๓.๖ ตารางเมทริกซ์แสดงข้อมูลการประเมินความเสี่ยง



ผลการประเมินความเสี่ยงที่มีอันดับความสำคัญสูง

ตารางที่ ๓.๗ ตารางอ้างอิงสำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี

คำอธิบาย

ตารางอ้างอิงสำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมีมีทั้งหมด ๔ ตาราง

❖ ตารางที่ ๑ เป็นตารางสำหรับใช้กับเงื่อนไขที่มีสภาพภูมิประเทศแบบชนบท มีสภาพบรรยากาศที่ค่อนข้างคงตัวมาก (ระดับ F) ลมพัดเอื่อย ๆ (๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง หรือ ๕.๔๗ กิโลเมตร/ชั่วโมง)

❖ ตารางที่ ๒ เป็นตารางสำหรับใช้กับเงื่อนไขที่มีสภาพภูมิประเทศแบบเมือง มีสภาพบรรยากาศที่ค่อนข้างคงตัวมาก (ระดับ F) ลมพัดเอื่อย ๆ (๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง หรือ ๕.๔๗ กิโลเมตร/ชั่วโมง)

❖ คอลัมน์แรกของตาราง แสดงอัตราการรั่วไหลมีค่าตั้งแต่ ๑ ปอนด์/นาที (๐.๔๕ กิโลกรัม/นาที) - ๑๐,๐๐๐ ปอนด์/นาที (๔๕๓๕.๙๒ กิโลกรัม/นาที)

❖ แถวแรกของตาราง แสดงระดับความเข้มข้นของค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยต่อประชาชนโดยไม่จำเป็นต้องอพยพออกจากพื้นที่ (Level of Concern: LOC) ตั้งแต่ ๐.๐๐๐๑ - ๑๐.๐ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (พีพีเอ็ม)

❖ คอลัมน์ที่สองเป็นต้นไป แสดงระยะทางของพื้นที่ผลกระทบ มีหน่วยเป็นไมล์

❖ ตารางที่ ๓ และตารางที่ ๔ เป็นตารางที่ใช้สำหรับเงื่อนไขที่มีสภาพภูมิประเทศแบบชนบทและเมืองตามลำดับ มีสภาพบรรยากาศคงตัวในระดับ D และความเร็วลม ๑๑.๙ ไมล์/ชั่วโมง (๑๙.๑๕ กิโลเมตร/ชั่วโมง)

การใช้ตารางอ้างอิง

๑. กรณีร้ายแรงที่สุด ให้หาอัตราที่สารเคมีที่รั่วไหลจากภาชนะบรรจุทั้งหมดในระยะเวลา ๑๐ นาที

โดยใช้สมการ อัตราการรั่วไหล ปริมารสารเคมีทั้งหมดที่มีในภาชนะ/ระยะเวลา ๑๐ นาที

อัตราการรั่วไหล มีหน่วยเป็นปอนด์ต่อนาที

ปริมารสารเคมีทั้งหมด มีหน่วยเป็นปอนด์

๒. ให้หาค่าความเข้มข้นที่ปลอดภัยต่อประชาชนโดยไม่จำเป็นต้องอพยพออกจากพื้นที่ (Level of Concern: LOC) ของสารเคมี

โดย LOC = PAC-2 สำหรับประชาชน ได้แก่ AEGL - 2 ERPG-2 และ TEEL - 2 ตามลำดับ

LOC = ๐.๑ ของค่า IDLH สำหรับประชาชน หรือ ค่า IDLH สำหรับเจ้าหน้าที่

LOC = ค่า TLV ในกรณีที่ไม่มีการกำหนดค่า IDLH สำหรับสารเคมีนั้น

การหาค่า PAC-2 หรือค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน ระดับ ๒ จากประกาศกรมควบคุมมลพิษ เรื่อง ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน

การหาค่า ค่า IDLH หรือ TLV สามารถค้นได้จากหนังสือ NIOSH POCKET GUIDE หรือฐานข้อมูลสารเคมี หรือ เอกสารความปลอดภัยของสาร

๓. หาระยะทางของพื้นที่ผลกระทบจากตารางอ้างอิง โดยใช้ข้อมูลอัตราการรั่วไหลและค่า LOC

ตัวอย่างการใช้ตารางอ้างอิง

❖ โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งมีถังเก็บคลอรีน ขนาด ๕๐๐ ปอนด์ ให้หาระยะทางของพื้นที่ผลกระทบต่อเจ้าหน้าที่จากการรั่วไหลของสารนี้ เมื่อเกิดการรั่วไหลเวลากลางคืนที่สภาพบรรยากาศคงตัวมากและความเร็วลมสงบ

❖ หาอัตราการรั่วไหลของสารทั้งหมดที่เกิดขึ้นในเวลา ๑๐ นาที จะได้อัตราการรั่วไหลเท่ากับ ๕๐ ปอนด์ต่อนาที

❖ คลอรีนมีค่า PAC-2 เท่ากับ ๒ พีพีเอ็ม ดังนั้น ค่า LOC มีค่าเท่ากับ ๒ พีพีเอ็ม

❖ ใช้ตารางอ้างอิงที่ ๑ สำหรับพื้นที่ชนบท และตารางอ้างอิงที่ ๒ สำหรับพื้นที่เมือง

❖ ระยะทางพื้นที่ผลกระทบที่อัตราการรั่วไหล เท่ากับ ๕๐ ปอนด์ต่อนาที และค่า LOC มีค่าเท่ากับ ๒ พีพีเอ็ม สำหรับพื้นที่ชนบทจะได้เท่ากับ ๐.๒ ไมล์

❖ ระยะทางพื้นที่ผลกระทบสำหรับพื้นที่เมืองจะได้น้อยกว่า ๐.๑ ไมล์ (ในตารางจะแสดงสัญลักษณ์ **)

ข้อจำกัดของตาราง

ตารางอ้างอิงไม่สามารถหาระยะทางพื้นที่มีขนาดมากกว่า ๑๐ ไมล์ (ในตารางจะแสดงสัญลักษณ์ *) และที่มีขนาดน้อยกว่า ๐.๑ ไมล์ (ในตารางจะแสดงสัญลักษณ์ **)

ตารางอ้างอิง ๓.๗.๑ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลอง ที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นชนบท สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น F ความเร็วลมเท่ากับ ๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																					
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
1	0.45	9.0	2.5	1.7	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
2	0.91	*	4.5	2.8	2.1	1.3	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
3	1.37	*	6.7	3.9	2.9	1.7	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
4	1.81	*	9.0	5.1	3.7	2.1	1.5	1.2	0.9	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
5	2.27	*	*	6.3	4.5	2.5	1.7	1.3	1.0	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
8	3.63	*	*	*	7.1	3.7	2.4	1.8	1.4	1.2	0.8	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
10	4.54	*	*	*	9.0	4.5	2.8	2.1	1.6	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
15	6.80	*	*	*	*	6.7	3.9	2.9	2.1	1.7	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**
20	9.07	*	*	*	*	9.0	5.1	3.7	2.7	2.1	1.3	0.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**
25	11.34	*	*	*	*	*	6.3	4.5	3.2	2.5	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	**
30	13.61	*	*	*	*	*	7.6	5.3	3.7	2.9	1.7	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
35	15.88	*	*	*	*	*	9.0	6.2	4.2	3.3	2.0	1.3	1.1	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
40	18.14	*	*	*	*	*	*	7.1	4.8	3.7	2.1	1.5	1.2	0.9	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
45	20.41	*	*	*	*	*	*	8.0	5.3	4.1	2.3	1.6	1.2	1.0	0.8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
50	22.68	*	*	*	*	*	*	9.0	5.9	4.5	2.5	1.7	1.3	1.0	0.9	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
60	27.22	*	*	*	*	*	*	*	7.1	5.3	2.9	1.9	1.5	1.2	1.0	0.6	0.4	003	0.3	0.2	0.1	0.1
70	31.75	*	*	*	*	*	*	*	8.4	6.2	3.3	2.1	1.7	1.3	1.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
80	36.29	*	*	*	*	*	*	*	9.7	7.1	3.7	2.4	1.8	1.4	1.2	0.7	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
90	40.82	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	4.1	2.6	2.0	1.5	1.2	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
100	45.36	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	4.5	2.8	2.1	1.6	1.3	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
120	54.43	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5.3	3.3	2.5	1.8	1.5	0.8	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1
140	63.50	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.2	3.7	2.8	2.0	1.7	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
160	72.57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.1	4.2	3.1	2.3	1.8	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.18.0
180	81.65	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	4.6	3.4	2.5	2.0	1.1	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1
200	90.72	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	5.1	3.7	2.7	2.1	1.2	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1
250	113.40	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.3	4.5	3.2	2.5	1.3	0.9	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1
300	136.08	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.6	5.3	3.7	2.9	1.5	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																				
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
350	158.76	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	6.2	4.2	3.3	1.7	1.1	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2
400	181.44	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.1	4.8	3.7	1.8	1.2	0.9	0.8	0.5	0.3	0..2
450	204.12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	5.3	4.1	2.0	1.2	1.0	0.8	0.5	0.3	0.2
500	226.80	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	5.9	4.5	2.1	1.5	1.0	0.9	0.6	0.3	0.2
600	272.16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.1	5.3	2.5	1.5	1.2	1.0	0.6	0.4	0.3
700	317.51	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.4	6.2	2.8	1.7	1.3	1.1	0.7	0.4	0.3
800	362.87	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.7	7.1	3.1	1.8	1.4	1.2	0.8	0.4	0.3
900	408.23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	3.4	2.0	1.5	1.2	0.8	0.5	0.3
1000	453.59	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	3.7	2.1	1.6	1.3	0.9	0.5	0.3
1250	566.99	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	4.5	2.5	1.9	1.5	1.0	0.6	0.4
1500	680.39	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5.3	2.9	2.1	1.7	1.1	0.6	0.4
1750	793.79	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.2	3.3	2.4	2.0	1.2	0.7	0.5
2000	907.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.1	3.7	2.7	2.1	1.3	0.8	0.5
2500	1133.98	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	4.5	3.2	2.5	1.5	0.9	0.6
3000	1360.78	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5.3	3.7	2.9	1.7	1.0	0.6
3500	1587.57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.32	4.2	3.3	2.0	1.1	0.7
4000	1814.37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.1	4.8	3.7	2.1	1.2	0.8
4500	2041.17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	5.3	4.1	2.3	1.2	0.8
5000	2267.96	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	5.9	4.5	2.5	1.3	0.9
6000	2721.55	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.1	5.3	2.9	1.5	1.0
7000	3175.15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.4	6.2	3.3	1.7	1.1
8000	3628.74	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.7	7.1	3.7	1.8	1.2
9000	4082.33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	4.1	2.0	1.2
10000	4535.92	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.0	4.5	2.1	1.3

หมายเหตุ: ระยะทางพื้นที่ผลกระทบเป็นไมล์ (ไมล์ x 1.6 = กิโลเมตร)

1: อัตรารั่วไหลของสารเคมีไม่เกิน 10,000

* ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 10 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

** ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 0.1 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

ตารางอ้างอิง ๓.๗.๒ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเมือง สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น F ความเร็วลมเท่ากับ ๓.๔ ไมล์ต่อชั่วโมง

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																						
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.00001	0.00005	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
1	0.45	4.5	1.5	1.0	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
2	0.91	7.6	2.4	1.5	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
3	1.37	*	3.1	2.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**
4	1.81	*	3.8	2.4	1.0	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
5	2.27	*	4.5	2.8	1.1	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
8	3.63	*	6.4	3.8	1.5	1.1	0.9	0.6	0.4	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
10	4.54	*	7.6	4.5	1.8	1.2	1.0	0.7	0.5	0.1	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
15	6.80	*	*	6.1	2.3	1.6	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
20	9.07	*	*	7.6	2.8	1.9	1.5	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.12	**	**	**	**	**
25	11.34	*	*	9.1	3.2	2.2	1.8	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**
30	13.61	*	*	*	3.6	2.5	2.0	1.3	0.9	0.7	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
35	15.88	*	*	*	4.1	2.8	2.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
40	18.14	*	*	*	4.5	3.0	2.4	1.5	1.5	1.1	0.9	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
45	20.41	*	*	*	4.9	3.3	2.6	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
50	22.68	*	*	*	5.3	3.5	2.8	1.8	1.2	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
60	27.22	*	*	*	6.1	1.0	3.1	2.0	1.4	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
70	31.75	*	*	*	6.8	4.5	3.5	2.2	1.5	1.2	1.0	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
80	36.29	*	*	*	7.6	4.6	3.8	2.4	1.7	1.3	1.0	0.9	0.6	0.4	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
90	40.82	*	*	*	8.3	5.4	4.1	2.6	1.8	1.4	1.1	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
100	45.36	*	*	*	9.1	5.8	4.5	2.8	1.9	1.5	1.2	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
120	54.43	*	*	*	*	6.7	5.1	3.1	2.1	1.7	1.3	1.1	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
140	63.50	*	*	*	*	7.6	5.8	3.5	2.4	1.9	1.5	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1.	0.1	0.1	0.1	**	**
160	72.57	*	*	*	*	8.5	6.4	3.8	2.6	2.0	1.6	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**
180	81.65	*	*	*	*	9.3	7.0	4.1	2.8	2.2	1.7	1.4	0.9	0.7	0.6	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**
200	90.72	*	*	*	*	*	7.6	4.5	3.0	2.4	1.8	1.5	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**
250	113.40	*	*	*	*	*	9.1	5.3	3.5	2.8	2.1	1.8	1.1	0.8	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																							
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.00001	0.00005	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
300	136.08	*	*	*	*	*	*	6.1	4.0	3.1	2.4	2.0	1.3	0.9	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	**
350	158.76	*	*	*	*	*	*	6.8	4.5	3.5	2.6	2.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
400	181.44	*	*	*	*	*	*	7.6	4.9	3.8	2.9	2.4	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
450	204.12	*	*	*	*	*	*	8.3	5.4	4.1	3.1	2.6	1.6	1.2	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
500	226.80	*	*	*	*	*	*	9.1	5.8	4.5	3.4	2.8	1.8	1.2	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
600	272.16	*	*	*	*	*	*	*	7.6	5.8	4.3	3.5	2.2	1.5	1.2	1.0	0.8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
700	317.51	*	*	*	*	*	*	*	8.5	6.4	4.7	3.8	2.4	1.7	1.3	1.0	0.9	1.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
800	362.87	*	*	*	*	*	*	*	9.3	7.0	5.12	4.1	2.6	1.8	1.4	1.1	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
900	408.23	*	*	*	*	*	*	*	*	7.6	5.5	4.5	2.8	1.9	1.5	1.2	1.0	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
1000	453.59	*	*	*	*	*	*	*	*	9.1	6.6	5.3	3.2	2.2	1.8	1.4	1.1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
1250	566.99	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.6	6.1	3.6	2.5	2.0	1.5	1.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1
1500	680.39	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.6	6.8	4.1	2.8	2.2	1.7	1.4	0.8	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1
1750	793.79	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.6	7.6	4.5	3.0	2.4	1.8	1.5	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
2000	907.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.1	5.3	3.5	2.8	2.1	1.8	1.0	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2	0.1
2500	1133.98	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.1	4.0	3.1	2.4	2.0	1.1	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1
3000	1360.78	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.8	4.5	3.5	2.6	2.2	1.2	0.8	0.6	0.6	0.4	0.2	0.2
3500	1587.57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.6	4.9	3.8	2.9	2.4	1.3	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2
4000	1814.37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.3	5.4	4.1	3.1	2.6	1.4	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2
4500	2041.17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.1	5.8	4.5	3.4	2.8	1.5	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.2
5000	2267.96	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.7	5.1	3.8	3.1	1.7	1.1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2
6000	2721.55	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.6	5.8	4.3	3.5	1.9	1.2	1.0	0.8	0.6	0.3	0.2
7000	3175.15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.5	6.4	4.7	3.8	2.0	1.3	1.0	0.9	0.6	0.4	0.3
8000	3628.74	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.3	7.0	5.1	4.1	2.2	1.4	1.1	0.9	0.6	0.4	0.3
9000	4082.33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.6	5.5	4.5	2.4	1.5	1.2	1.0	0.7	0.4	0.3

หมายเหตุ: ระยะทางพื้นที่ผลกระทบเป็นไมล์ (ไมล์ x 1.6 = กิโลเมตร)

* ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 10 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

** ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 0.1 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

1 อัตรารั่วไหลของสารเคมีไม่เกิน 10,000

ตารางอ้างอิง ๓.๗.๓ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นชนบท สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น D ความเร็วลมเท่ากับ ๑๑.๙ ไมล์ต่อชั่วโมง

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																							
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.00001	0.00005	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
1	0.45	3.9	1.3	0.8	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
2	0.91	6.5	2.0	1.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
3	1.37	9.1	2.7	1.7	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
4	1.81	*	3.3	2.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
5	2.27	*	3.9	2.4	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
8	3.63	*	5.5	3.3	1.3	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	4.54	*	6.5	3.9	1.5	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**
15	6.80	*	9.1	5.2	1.9	1.3	1.1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**
20	9.07	*	*	6.5	2.4	1.6	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
25	11.34	*	*	7.8	2.87	1.9	1.5	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
30	13.61	*	*	9.1	3.1	2.1	1.7	1.1	0.7	0.6	0.5	0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
35	15.88	*	*	*	3.5	2.4	1.8	1.2	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
40	18.14	*	*	*	3.9	2.6	2.0	1.3	0.9	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
45	20.41	*	*	*	4.2	2.8	2.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
50	22.68	*	*	*	4.6	3.0	2.4	1.5	1.0	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**
60	27.22	*	*	*	5.2	3.5	2.7	1.7	1.2	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**
70	31.75	*	*	*	5.9	3.9	3.0	1.8	1.3	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
80	36.29	*	*	*	6.5	4.3	3.3	2.0	1.4	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
90	40.82	*	*	*	7.2	4.7	3.6	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
100	45.36	*	*	*	7.8	5.1	3.9	2.4	1.6	1.3	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
120	54.43	*	*	*	9.1	5.3	4.4	2.7	1.8	1.4	1.1	0.9	0.6	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
140	63.50	*	*	*	*	6.5	.0	3.0	2.0	1.6	1.2	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
160	72.57	*	*	*	*	7.3	5.5	3.3	2.2	1.7	1.3	1.1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
180	81.65	*	*	*	*	8.0	6.0	3.6	2.4	1.9	1.4	1.2	0.8	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
200	90.72	*	*	*	*	8.7	6.5	3.9	2.6	2.0	1.5	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
250	113.40	*	*	*	*	*	7.8	4.6	3.0	2.4	1.8	1.5	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																						
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.00001	0.00005	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
300	136.08	*	*	*	*	*	9.1	5.2	3.5	2.7	2.0	1.7	1.1	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**
350	158.76	*	*	*	*	*	*	5.9	3.9	3.0	2.2	1.8	1.2	0.8	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**
400	181.44	*	*	*	*	*	*	6.5	4.3	3.3	2.5	2.0	1.3	0.9	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**
450	204.12	*	*	*	*	*	*	7.2	4.7	3.6	2.7	2.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**
500	226.80	*	*	*	*	*	*	7.8	5.1	3.9	2.9	2.4	1.5	1.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**
600	272.16	*	*	*	*	*	*	*	6.5	5.0	3.7	3.0	1.8	1.3	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
700	317.51	*	*	*	*	*	*	*	7.3	5.5	4.1	3.3	2.0	1.4	1.1	0.9	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
800	362.87	*	*	*	*	*	*	*	8.0	6.0	4.4	3.6	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
900	408.23	*	*	*	*	*	*	*	8.7	6.5	4.8	3.9	2.4	1.6	1.3	1.0	0.8	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1
1000	453.59	*	*	*	*	*	*	*	*	7.8	5.7	4.6	2.8	1.9	1.5	1.1	0.9	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
1250	566.99	*	*	*	*	*	*	*	*	9.1	6.5	5.2	3.1	2.1	1.7	1.3	1.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
1500	680.39	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.4	5.9	3.5	2.4	1.8	1.4	1.2	0.7	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
1750	793.79	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.2	6.5	3.9	2.6	2.0	1.5	1.3	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1
2000	907.18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.9	7.8	4.6	3.0	2.4	1.8	1.5	0.8	0.5	0.4	0.4	0.2	0.1	0.1
2500	1133.98	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.1	5.2	3.5	2.7	2.0	1.7	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
3000	1360.78	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5.9	3.9	3.0	2.2	1.8	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1
3500	1587.57	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.5	4.3	3.3	2.5	2.0	1.1	0.4	0.6	0.5	0.3	0.2	0.1
4000	1814.37	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.2	4.7	3.6	2.7	2.2	1.2	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	
4500	2041.17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.8	5.1	3.9	2.9	2.4	1.3	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0.1
5000	2267.96	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	9.1	5.8	4.4	3.3	2.7	1.4	0.9	0.7	0.6	0.4	0.2	0.1
6000	2721.55	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	6.5	5.0	3.7	3.0	1.6	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2
7000	3175.15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.3	5.5	4.1	3.3	1.7	1.1	0.9	0.7	0.5	0.3	0.2
8000	3628.74	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.0	6.0	4.4	3.6	1.9	1.2	0.9	0.8	0.5	0.3	0.2
9000	4082.33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.7	6.5	4.8	3.9	2.0	1.3	1.0	0.8	0.5	0.3	0.2

หมายเหตุ: ระยะทางพื้นที่ผลกระทบเป็นไมล์ (ไมล์ x 1.6 = กิโลเมตร)

* ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 10 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

** ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 0.1 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

1 อัตรารั่วไหลของสารเคมีไม่เกิน 10,000

ตารางอ้างอิง ๓.๗.๔ สำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี (หน่วยเป็นไมล์) สำหรับสถานการณ์จำลองที่มีสภาพภูมิประเทศเป็นเมือง สภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น D ความเร็วลมเท่ากับ ๑๑.๙ ไมล์ต่อชั่วโมง

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																							
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.00001	0.00005	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
1	0.45	1.2	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
2	0.91	1.9	0.7	0.5	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
3	1.37	2.5	0.9	0.6	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
4	1.81	3.1	1.0	0.7	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
5	2.27	3.7	1.2	0.8	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
8	3.63	5.3	1.6	1.0	0.5	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
10	4.54	6.4	1.9	1.2	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
15	6.80	9.2	2.5	1.5	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
20	9.07	*	3.1	1.9	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**	**
25	11.34	*	3.7	2.2	0.9	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**
30	13.61	*	4.2	2.5	1.0	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**	**
35	15.88	*	4.8	2.8	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
40	18.14	*	5.3	3.1	1.2	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
45	20.41	*	5.9	3.4	1.3	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
50	22.68	*	6.4	3.7	1.4	1.0	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	
60	27.22	*	7.5	4.2	1.5	1.1	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
70	31.75	*	8.6	4.8	1.7	1.2	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**	**
80	36.29	*	9.7	5.3	1.9	1.3	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
90	40.82	*	*	5.9	2.0	1.4	1.1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
100	45.36	*	*	6.4	2.2	1.5	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
120	54.43	*	*	7.5	2.5	1.7	1.3	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
140	63.50	*	*	8.6	2.8	1.9	1.5	0.9	0.7	0.5	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**	**
160	72.57	*	*	9.7	3.1	2.1	1.6	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**
180	81.65	*	*	*	3.4	2.2	1.7	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**
200	90.72	*	*	*	3.7	2.4	1.9	1.2	0.8	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**	**
250	113.40	*	*	*	4.4	2.8	2.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**

อัตราการรั่วไหล[1]		ความเข้มข้นของสารเคมีที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพและชีวิตอย่างเฉียบพลัน (กรัมต่อลูกบาศก์เมตร)																							
ปอนด์/นาที	กก./นาที	0.00001	0.00005	0.0001	0.0004	0.0007	0.001	0.002	0.0035	0.005	0.0075	0.01	0.02	0.035	0.05	0.075	0.1	0.25	0.5	0.75	1.0	2.0	5.0	10.0
300	136.08	*	*	*	5.0	3.2	2.5	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**	**	**
350	158.76	*	*	*	5.7	3.7	2.8	1.7	1.2	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
400	181.44	*	*	*	6.4	4.1	3.1	1.9	1.3	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
450	204.12	*	*	*	7.1	4.5	3.4	2.0	1.4	1.1	0.9	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
500	226.80	*	*	*	7.8	4.9	3.7	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
500	226.80	*	*	*	9.1	5.6	4.2	2.5	1.7	1.3	1.0	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**	**
600	272.16	*	*	*	*	6.4	4.8	2.8	1.9	1.5	1.1	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
700	317.51	*	*	*	*	7.2	5.3	3.1	2.1	1.6	1.2	1.0	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
800	362.87	*	*	*	*	8.0	5.9	3.4	2.2	1.7	1.3	1.1	0.7	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
900	408.23	*	*	*	*	8.8	6.4	3.7	2.4	1.9	1.4	1.2	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
1000	453.59	*	*	*	*	*	7.8	4.4	2.8	2.2	1.7	1.4	0.9	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**	**
1250	566.99	*	*	*	*	*	9.2	5.0	3.2	2.5	1.9	1.5	1.0	0.7	0.6	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**	**
1500	680.39	*	*	*	*	*	*	5.7	3.7	2.8	2.1	1.7	1.1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	**
1750	793.79	*	*	*	*	*	*	6.4	4.1	3.1	2.3	1.9	1.2	0.8	0.7	0.5	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**
2000	907.18	*	*	*	*	*	*	7.8	4.9	3.7	2.7	2.2	1.4	1.0	0.8	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	**
2500	1133.98	*	*	*	*	*	*	9.2	5.6	4.2	3.1	2.5	1.5	1.1	0.9	0.7	0.6	0.3	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	**
3000	1360.78	*	*	*	*	*	*	*	6.4	4.8	3.5	2.8	1.7	1.2	0.9	0.7	0.6	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
3500	1587.57	*	*	*	*	*	*	*	7.2	5.3	3.8	3.1	1.9	1.3	1.0	0.8	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
4000	1814.37	*	*	*	*	*	*	*	8.0	.9	4.2	3.4	2.0	1.4	1.1	0.9	0.7	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
4500	2041.17	*	*	*	*	*	*	*	8.8	.4	1.6	3.7	2.2	1.5	1.2	0.9	0.8	0.5	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
5000	2267.96	*	*	*	*	*	*	*	*	7.5	5.3	4.2	2.5	1.7	1.3	1.0	0.9	0.5	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1
6000	2721.55	*	*	*	*	*	*	*	*	8.6	6.1	4.8	2.8	1.9	1.5	1.1	0.9	0.5	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
7000	3175.15	*	*	*	*	*	*	*	*	9.7	6.8	5.3	3.1	2.1	1.6	1.2	1.0	0.6	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	0.1
8000	3628.74	*	*	*	*	*	*	*	*	*	7.5	5.9	3.4	2.2	1.7	1.3	1.1	0.6	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1
9000	4082.33	*	*	*	*	*	*	*	*	*	8.2	6.4	3.7	2.4	1.9	1.4	1.2	0.7	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0.1

หมายเหตุ: ระยะทางพื้นที่ผลกระทบเป็นไมล์ (ไมล์ x 1.6 = กิโลเมตร)

* ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 10 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

** ระยะทางพื้นที่ผลกระทบมากกว่า 0.1 ไมล์ ไม่สามารถประมาณได้

1 อัตรารั่วไหลของสารเคมีไม่เกิน 10,000

บทที่ ๔
ขั้นตอนการประเมินอันตรายจากเหตุฉุกเฉินสารเคมี

เนื่องจากข้อจำกัดด้านเวลาและทรัพยากร ผู้จัดทำแผนฉุกเฉินอาจไม่สามารถประเมินอันตรายและจัดทำแผนฉุกเฉินอย่างละเอียดได้สำหรับสถานประกอบการทุกแห่ง ผู้จัดทำแผนฯ จึงควรมุ่งความสนใจไปที่สถานประกอบการที่มีความเสี่ยงสูง เพื่อบ่งชี้สถานประกอบการที่มีความเสี่ยงสูง จึงต้องดำเนินการประเมินอันตรายที่ประกอบด้วย ๒ ระยะ ได้แก่ การประเมินเบื้องต้น และการประเมินซ้ำ โดยระยะแรกเป็นการประเมินเบื้องต้นซึ่งจะประเมินสถานประกอบการทุกแห่งที่มีสาร EHSs ในปริมาณที่สูงกว่าปริมาณขั้นต่ำ (TPQs) เพื่อบ่งชี้สถานประกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูงจากการประเมินโดยใช้สมมติฐานแบบกรณีร้ายแรงที่สุด และระยะที่สองเป็นการประเมินสถานประกอบการซ้ำตามอันดับความสำคัญที่ได้จากการประเมินเบื้องต้น การประเมินทั้งสองระยะจะใช้ขั้นตอนการประเมินอันตราย ๒ ขั้นตอน ได้แก่ การบ่งชี้อันตราย การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ และการประเมินความเสี่ยง ทั้งนี้ บทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการประเมินอันตรายสำหรับสาร EHSs ที่ละขั้นตอน โดยไม่ได้ลงรายละเอียดถึงแนวคิดเบื้องหลังของการประเมินอันตราย ซึ่งได้มีการอธิบายรายละเอียดแล้วในบทที่ ๒

๔.๑ การประเมินเบื้องต้น (Initial Screening)

๔.๑.๑ การบ่งชี้อันตราย (Hazards Identification)

การบ่งชี้อันตรายสำหรับการประเมินเบื้องต้นขึ้นอยู่กับสถานประกอบการที่มีการรายงานการครอบครองสาร EHSs ที่มีปริมาณมากกว่าปริมาณขั้นต่ำ (TPQs) สำหรับการบ่งชี้อันตรายจากสาร EHSs ที่มีปริมาณน้อยกว่าปริมาณขั้นต่ำและสารเคมีชนิดอื่นก็สามารถดำเนินการได้ หากไม่ทำให้เพิ่มเวลาในการรวบรวมข้อมูล

ขั้นตอนที่ ๑ รวบรวมรายชื่อสถานประกอบการในพื้นที่ที่มีสาร EHSs

ขั้นตอนที่ ๒ จัดทำรายชื่อสาร EHSs ที่มีปริมาณสูงกว่าปริมาณขั้นต่ำ (TPQs) ในแต่ละสถานประกอบการ (รวมทั้งสาร EHSs ที่มีปริมาณต่ำกว่า TPQs) โดยระบุชื่อสารเคมีและ CAS No.

ขั้นตอนที่ ๓ ใช้ชื่อสารเคมีหรือ CAS No. จากภาคผนวกที่ ๒ ค้นหาสถานะทางกายภาพของสาร EHSs

ขั้นตอนที่ ๔ รวบรวมข้อมูลปริมาณสารเคมีทั้งหมด ปริมาณสารเคมีเฉลี่ยต่อวัน ปริมาณสารเคมีมากที่สุดในหนึ่งภาชนะหรือภาชนะที่ต่อเนื่องกันของสาร EHSs แต่ละชนิด หากสาร EHSs เป็นของแข็ง ขั้นตอนที่ ๓ และ ๔ ควรให้ข้อมูลเป็นปริมาณของแข็งในรูปต่างๆ ได้แก่ ผง (น้อยกว่า ๑๐๐ ไมครอน) ของแข็งหลอมละลาย (ของเหลว) และของแข็งในรูปสารละลาย

ขั้นตอนที่ ๕ รวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสาร EHSs ในรูปของเหลว หรือของแข็ง หรือสารผสม หรือสารละลาย

- สำหรับของเหลว: ๑) อุณหภูมิของของเหลวในแต่ละภาชนะบรรจุ และ ๒) ภาชนะดังกล่าวตั้งอยู่ในทำนบกั้นสารเคมีรั่วไหล โดยสามารถระบุชัดเจนหรือสามารถบ่งชี้ว่าอยู่ที่ระดับอุณหภูมิห้อง สูงกว่า/ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง สำหรับการประเมินตามคู่มือนี้ ของเหลวที่อยู่ในระดับต่ำกว่าอุณหภูมิห้องและระดับอุณหภูมิห้องจะถือว่าอยู่ในระดับอุณหภูมิห้อง ส่วนของเหลวที่อยู่ในระดับสูงกว่าอุณหภูมิห้องจะถือว่าอยู่ในระดับจุดเดือด
- สำหรับของแข็งหลอมเหลว: ไม่ว่าจะอยู่ในทำนบกั้นสารเคมีรั่วไหลหรือไม่ สารเคมีที่เป็นของแข็งมักถือว่ามีความเสี่ยงอันตรายต่ำสำหรับการประเมินอันตราย ยกเว้นกลุ่มที่เป็นผงหรือของแข็งหลอมเหลวหรือที่เป็นสารละลาย
- สำหรับสารเคมีผสม หรือสารละลาย หรือของแข็งที่เป็นผง: ความเข้มข้นของสาร EHSs ในสารผสมหรือสารละลาย หรือของแข็งที่เป็นผงขนาดน้อยกว่า ๑๐๐ ไมครอน โดยน้ำหนัก การประเมินอันตรายจะใช้ปริมาณสาร EHSs ที่อยู่ในสารเคมีผสม หรือสารละลาย หรือของแข็งที่เป็นผงขนาดน้อยกว่า ๑๐๐ ไมครอน เช่น สารละลายอะคริลาไมด์ ๑๐,๐๐๐ ปอนด์ (๔๕๔๕.๔๕ กิโลกรัม) ในน้ำที่ความเข้มข้นร้อยละ ๓๐ โดยน้ำหนัก หมายถึงต้องประเมินอันตรายของสารอะคริลาไมด์ที่ ๓,๐๐๐ ปอนด์ (๑๓๖๓.๖๔ กิโลกรัม) เป็นต้น

หมายเหตุ: สถานะของสาร EHSs (ของแข็ง ของเหลว แก๊ส) เป็นไปตามสถานะ ณ อุณหภูมิห้อง สาร EHSs อาจจัดเก็บในสภาวะอื่น เช่น ของเหลวในสภาวะปกติที่เก็บในรูปแก๊ส เป็นต้น การประเมินอันตรายให้ใช้สภาวะอุณหภูมิห้องแทน

ขั้นตอนที่ ๖ หากสถานประกอบการแจ้งว่าสารเคมีเป็นความลับทางการค้า ให้แจ้งข้อมูลระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) และข้อมูลอื่นๆ โดยประมาณการ ดังนี้

- สถานะทางกายภาพ ณ อุณหภูมิห้อง
- สำหรับของเหลว: ความดันไอ ณ สภาวะปกติ และจุดเดือด
- สำหรับของแข็งหลอมเหลว: จุดหลอมเหลว และความดันไอ ณ จุดหลอมเหลว

ขั้นตอนที่ ๗ หากคณะกรรมการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีคิดว่าจำเป็น ให้รวบรวมข้อมูลเพิ่มเติมตามขั้นตอนที่ ๑ สำหรับสาร EHSs ที่มีปริมาณต่ำกว่าปริมาณขั้น

ขั้นตอนที่ ๘ จัดข้อมูลทั้งหมดที่ได้ลงในตารางแสดงข้อมูล ดังแสดงใน **ตารางที่ ๔.๑**

๔.๑.๒ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น

พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากการประเมินเบื้องต้น เกิดจากการประเมินการรั่วไหลสาร EHSs โดยใช้สมมติฐานเฉพาะเกี่ยวกับการรั่วไหลและลักษณะการแพร่กระจายสารเคมีในบรรยากาศ

ขั้นตอนที่ ๑ สำหรับสาร EHSs แต่ละชนิดที่ไม่ใช่สารผสม หรือสารละลาย หรือมีบางส่วนเป็นผง ให้ใช้ปริมาณกักเก็บสูงสุดในภาชนะหรือภาชนะต่อเนื่อง เป็นปริมาณสารเคมีที่สามารถรั่วไหลได้ (QS)

ขั้นตอนที่ ๒ สำหรับสาร EHSs แต่ละชนิดที่เป็นสารผสม หรือสารละลาย หรือมีบางส่วนเป็นผง ให้ใช้ปริมาณกักเก็บสูงสุดในภาชนะหรือภาชนะต่อเนื่องคูณกับความเข้มข้นหรือสัดส่วนที่มีการหลอมเหลวหรือเป็นผง ดังนี้

QS (lbs) = ปริมาณสารผสมหรือสารละลายหรือของแข็ง x ความเข้มข้นหรือสัดส่วนที่หลอมเหลวหรือเป็นผง ((wt%)/100)

ตัวอย่าง: สถานประกอบการมีสารละลายแอมโมเนียอยู่ ๑๐๐๐ ปอนด์ (๔๕๔.๕๕ กิโลกรัม) ที่ความเข้มข้นร้อยละ ๕๐ ดังนั้น ปริมาณแอมโมเนียที่รั่วไหลจริง เท่ากับ

QS = 1,000 ปอนด์ x (50/100)

= 500 ปอนด์ (๒๒๗.๒๗ กิโลกรัม)

ขั้นตอนที่ ๓ บ่งชี้อัตราการรั่วไหลสารเคมีสู่บรรยากาศ (ปอนด์ต่อนาที หรือกิโลกรัมต่อนาที) โดยอัตราการแพร่กระจายสารเคมีสู่บรรยากาศขึ้นอยู่กับสถานะของสารและอุณหภูมิของของเหลวหรือของแข็งหลอมเหลว ณ เวลาที่เกิดการรั่วไหล หากสถานะของสาร EHSs ณ อุณหภูมิห้องเป็นก๊าซให้ดำเนินการตามข้อ ก. หากเป็นของเหลว ให้ดำเนินการตามข้อ ข. และหากเป็นของแข็งให้ดำเนินการตามข้อ ค. เมื่อได้อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) แล้ว ให้ดำเนินการต่อในขั้นตอนที่ ๔ เพื่อหารัศมีของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบของแต่ละสถานประกอบการต่อไป

ก. ก๊าซ

สูตรที่ ๑: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = QS (ปอนด์)/10 นาที

ตัวอย่าง: ให้หาอัตราการรั่วไหลสารเคมีสู่บรรยากาศ (QR) ของคลอรีนปริมาณ ๒,๐๐๐ ปอนด์ (๙๐๙.๐๙ กิโลกรัม) ที่เก็บในแท็งก์ โดยหารปริมาณสูงสุดของสาร EHSs ในหนึ่งภาชนะ (ปอนด์หรือกิโลกรัม) ด้วย ๑๐ นาที ตามสูตรที่ ๑

สูตรที่ ๑: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = QS (ปอนด์)/10 นาที

QR = 2,000 ปอนด์/10 นาที

QR = 200 ปอนด์/นาที (90.91 กิโลกรัม/นาที)

ข. ของเหลว

หากสารเคมีที่เป็นของเหลวเก็บที่ระดับอุณหภูมิห้องหรือต่ำกว่า ให้ใช้ค่าปัจจัยของเหลวที่อุณหภูมิห้อง (Liquid Factor Ambient: LFA) และหากของเหลวเก็บที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิห้อง ให้ใช้ค่าปัจจัยของเหลวที่จุดเดือด (Liquid Factor Boiling: LFB) ดังรายละเอียดในภาคผนวกที่ ๒ หากสาร EHSs ดังกล่าวเป็นความลับทางการค้า ให้ประสานขอข้อมูลความดันไอและจุดเดือดของสารเคมีเพื่อการคำนวณหาค่าปัจจัยของเหลวที่เกี่ยวข้องต่อไป

หากไม่มีทำนบกั้นบริเวณโดยรอบภาชนะสารเคมีที่เกิดการรั่วไหล ให้คำนวณอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) จากสูตรที่ ๓ หากมีทำนบกั้นบริเวณโดยรอบภาชนะสารเคมีที่เกิดการรั่วไหล ให้คำนวณพื้นที่ทำนบกั้นเป็นตารางฟุต และเปรียบเทียบกับพื้นที่ที่แอ่งสารเคมีรั่วไหลบนพื้น (ตารางฟุต) โดยพื้นที่แอ่งสารเคมีบนพื้นคำนวณได้จากสูตรที่ ๒ แล้วเลือกใช้สูตรที่ ๓ หรือ ๔ ตามความเหมาะสม

สูตรที่ ๒: พื้นที่แอ่งสารเคมี (ft^2) = ปริมาณสารเคมี (QS) x 0.49

- หากพื้นที่แอ่งสารเคมีมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ทำนบกั้น ให้ใช้พื้นที่แอ่งสารเคมีคำนวณตามสูตร ๓

สูตรที่ ๓: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = ปริมาณสารเคมี (ปอนด์) x LFA หรือ LFB x 1.4

- หากพื้นที่แอ่งสารเคมีมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทำนบกั้น ให้ใช้พื้นที่ทำนบกั้นคำนวณตามสูตร ๔

สูตรที่ ๔: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = พื้นที่ทำนบกั้น (ตารางฟุต) x LFA หรือ LFB x 2.8

หมายเหตุ: ค่าปัจจัย ๒.๘ และ ๑.๔ ในสูตร ๓ และ ๔ มาจากการลดรูปจากคำนวณโดยใช้ความเร็วลมต่ำที่ ๑.๕ เมตร/วินาที (๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง)

ตัวอย่างที่ ๑: แท็งก์บรรจุอะโครลีน ๑๐,๐๐๐ ปอนด์ (๔๕๔๕.๔๕ กิโลกรัม) ตั้งในทำนบกั้นขนาด ๑,๖๐๐ ตารางฟุต หากเกิดการรั่วไหลจะเกิดพื้นที่แอ่งสารเคมี (ตามสูตร ๑) = ๑๐,๐๐๐ x ๐.๔๙ = ๔,๙๐๐ ตารางฟุต ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทำนบกั้น (๑,๖๐๐ ตารางฟุต) ให้ใช้พื้นที่ทำนบกั้นคำนวณอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศตามสูตรที่ ๔

ตัวอย่างที่ ๒: แท็งก์บรรจุอะโครลีน ๕๐,๐๐๐ ปอนด์ (๒๒๗๒๗.๒๗ กิโลกรัม) ในอุณหภูมิสูง ตั้งในทำนบกั้นขนาด ๑,๖๐๐ ตารางฟุต ค่าปัจจัยของเหลวที่จุดเดือด (liquid factor boiling: LFB) เท่ากับ ๐.๐๒

สูตรที่ ๒: พื้นที่แอ่งสารเคมี (ft^2) = ปริมาณสารเคมี (QS) x 0.49

= 50,000 x 0.49

= 24,500 ตารางฟุต

จะเห็นได้ว่าพื้นที่แอ่งสารเคมีซึ่งมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทำนบกั้น ให้คำนวณอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศโดยใช้พื้นที่ทำนบกั้นตามสูตรที่ ๔

สูตรที่ ๔: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = พื้นที่ทำนบกั้น (ตารางฟุต) x LFA หรือ LFB x 2.8

อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = 0.02 x 1,600 x 2.8

QR = 90 ปอนด์/นาที

ตัวอย่างที่ ๓: แท็งก์บรรจุอะโครลีน ๕๐,๐๐๐ ปอนด์ (๒๒๗๒๗.๒๗ กิโลกรัม) ในอุณหภูมิสูง ไม่มีทำนบกั้น ค่าปัจจัยของเหลวที่จุดเดือด (liquid factor boiling: LFB) เท่ากับ ๐.๐๒ (คำนวณอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากสูตรที่ ๒ เมื่อไม่มีทำนบกั้น)

สูตรที่ ๒: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = ปริมาณสารเคมี (ปอนด์) x LFA หรือ LFB x 1.4

อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = 50,000 ปอนด์ x 0.02 x 1.4

QR = 1,400 ปอนด์/นาที

ค. ของแข็ง

หากของแข็งเป็นผง (ขนาดน้อย ๑๐๐ ไมครอน) หรืออยู่ในสารละลาย ให้คำนวณอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ ตามสูตรที่ ๕ โดยปริมาณสารเคมี (ปอนด์) ให้ใช้ปริมาณสูงสุดที่สามารถรั่วไหลสู่บรรยากาศได้ในรูปของผงละเอียดหรือที่อยู่ในสารละลาย

สูตรที่ ๕: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = ปริมาณสารเคมี (QS)/10 นาที

สำหรับของแข็งหลอมเหลว ให้ใช้ค่าปัจจัยของแข็งหลอมเหลว (Liquid Factor Molten: LFM) ให้คำนวณอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ โดยหากไม่มีทำนบกั้นให้ใช้สูตรที่ ๖ หากมีทำนบกั้น ให้คำนวนพื้นที่แอ่งสารเคมีเปรียบเทียบกับพื้นที่ทำนบกั้น และเลือกใช้สูตรที่ ๗ หรือ ๘

สูตรที่ ๖: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = ปริมาณของแข็งหลอมเหลว (QS) x LFM x 1.4

หากพื้นที่แอ่งสารเคมีมีขนาดเล็กกว่าพื้นที่ทำนบกั้น ให้ใช้พื้นที่แอ่งสารเคมีคำนวณตามสูตรที่ ๗

สูตรที่ ๗: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = ปริมาณของแข็งหลอมเหลว (QS) x LFM x 1.4

- หากพื้นที่แอ่งสารเคมีมีขนาดใหญ่กว่าพื้นที่ทำนบกั้น ให้ใช้พื้นที่ทำนบกั้นคำนวณตามสูตรที่ ๘

สูตรที่ ๘: อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (ปอนด์/นาที) = พื้นที่ทำนบกั้น (ตารางฟุต) x LFM x 2.8

สำหรับของแข็งที่ไม่เป็นผง ไม่อยู่ในรูปสารละลาย ไม่หลอมเหลว ไม่สามารถแพร่สู่บรรยากาศได้ง่ายจึงไม่จำเป็นต้องประเมินอันตรายในรูปแบบนี้

ขั้นตอนที่ ๔ เลือกระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของสาร EHSs ที่เหมาะสม เช่น เพื่อการปกป้องประชาชนจากพิษเฉียบพลันสารเคมี ให้เลือกค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน ตามภาคผนวกที่ ๑ และเพื่อการปกป้องเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินจากพิษเฉียบพลันสารเคมีหากไม่สวมใส่ชุดป้องกันสารเคมีทางการหายใจ ให้เลือกระดับความเข้มข้นสารเคมีต่ำสุดที่ไม่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพอย่างเฉียบพลัน (Immediately Dangerous to Life or Health: IDLH) เป็นต้น สำหรับสารเคมีที่เป็นความลับทางการค้า ให้สถานประกอบการระบุระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ให้

ขั้นตอนที่ ๕ เลือกระยะรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น จาก**ตารางที่ ๓.๗** ตารางอ้างอิงสำหรับการประเมินพื้นที่ผลกระทบจากการรั่วไหลของสารเคมี

- เลือกค่า LOC ที่อยู่ด้านบนของตารางที่ใกล้เคียงกับระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของสาร EHSs ที่ประเมิน หากค่า LOC ของสารอยู่ในระหว่าง ๒ ค่า ให้ใช้ค่า LOC ที่ต่ำกว่า (คอลัมน์ทางด้านซ้าย)

- เลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศที่อยู่คอลัมน์ด้านซ้าย ให้ใกล้เคียงกับอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR: ปอนด์/นาที) ที่คำนวณจากขั้นตอนที่ ๓ หากอัตราอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศที่คำนวณได้ตกอยู่ระหว่าง ๒ ค่า ให้เลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศที่สูงกว่า (แถวล่าง)

- เลือกระยะรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น จากจุดที่ตัดกันระหว่างค่า LOC ของสาร และอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศข้างต้น ซึ่งจะมีหน่วยเป็นไมล์และสามารถปรับหน่วยเป็นกิโลเมตรโดยการคูณด้วย ๑.๖

ตัวอย่าง: Nitrobenzene มีระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) เท่ากับ ๐.๑ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) เท่ากับ ๑๕ ปอนด์/นาที หากเกิดการรั่วไหลในสภาพภูมิประเทศที่เป็นชนบท และสภาพการคงตัวของบรรยากาศชั้น F ความเร็วลมเท่ากับ ๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง จากตารางที่ ๓.๗ ตารางอ้างอิงที่ ๑ พบว่าระยะรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น เท่ากับ ๐.๔ ไมล์ (๐.๖๔ กิโลเมตร)

ขั้นตอนที่ ๖ ใช้แผนที่แสดงสถานประกอบการที่เกิดการรั่วไหลสารเคมี และลากวงกลมรอบสถานประกอบการโดยใช้รัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบที่ได้จากขั้นตอนที่ ๕ และพื้นที่วงกลมโดยรอบสถานประกอบการดังกล่าวคือพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ ๗ บ่งชี้ประชากรและสถานบริการที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบเบื้องต้น

ขั้นตอนที่ ๘ รวบรวมข้อมูลทั้งหมดลงในตารางแสดงข้อมูล ดังแสดงใน**ตารางที่ ๔.๒** ทั้งนี้ ตัวอย่างการประเมินอันตรายเบื้องต้น (Initial Screening) แสดงดัง**ตารางที่ ๔.๑**

ตารางที่ ๔.๑ ตัวอย่างการประเมินอันตรายเบื้องต้น (Initial Screening)

ตัวอย่างที่ ๑ ก๊าซคลอรีน (Chlorine)

โรงบำบัดน้ำมีแท็งก์บรรจุก๊าซคลอรีนในปริมาณ ๘๐๐ ปอนด์ (๓๖๓.๖๔ กิโลกรัม) โดยไม่มีแท็งก์สารเคมีอื่นเกี่ยวข้อง และไม่มีแท็งก์คลอรีนต่อเนื่องกับแท็งก์ดังกล่าว สำหรับการประเมินเบื้องต้น ให้คิดว่าปริมาณสารเคมีในแท็งก์รั่วไหลทั้งหมดภายใน ๑๐ นาที ดังนั้น

OR = QS/10

QR = 800 ปอนด์/10 นาที = 80 ปอนด์/นาที

และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของคลอรีนเท่ากับ ๐.๐๐๕๘ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (๒ พีพีเอ็ม) จากข้อมูลในภาคผนวกที่ ๑ จากนั้น เลือกค่า LOC จากตารางที่ ๓.๗ ซึ่ง ๐.๐๐๕๘ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อยู่ระหว่าง ๐.๐๐๕ และ ๐.๐๐๗๕ กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้จึงใช้ค่า LOC เท่ากับ ๐.๐๐๕ กรัม/ลูกบาศก์เมตรแทน และเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากตารางที่ ๓.๗ ที่ ๘๐ ปอนด์/นาที มองไปที่จุดตัดระหว่างแถวค่า LOC (๐.๐๐๕) และคอลัมน์อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (๘๐) จะเห็นได้ว่ารัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดมากกว่า ๑๐ ไมล์ (มากกว่า ๑๖ กิโลเมตร)

ตัวอย่างที่ ๒ ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia)

รถแท็งก์บรรทุกก๊าซแอมโมเนียในปริมาณ ๓๐๐๐ ปอนด์ (๑๓๖๓.๖๔ กิโลกรัม) สำหรับการประเมินเบื้องต้น ให้คิดว่าปริมาณสารเคมีในแท็งก์รั่วไหลทั้งหมดภายใน ๑๐ นาที ดังนั้น

อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = 3,000 ปอนด์/10 นาที

= 300 ปอนด์/นาที

และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของคลอรีนเท่ากับ ๐.๑๑๒ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (๑๖๐ พีพีเอ็ม) จากข้อมูลในภาคผนวกที่ ๑ จากนั้น เลือกค่า LOC จากตารางที่ ๓.๗ ซึ่ง ๐.๑๑๒ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อยู่ระหว่าง ๐.๑ และ ๐.๒๕ กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้จึงใช้ค่า LOC เท่ากับ ๐.๑ กรัม/ลูกบาศก์เมตรแทน และเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากตารางที่ ๓.๗ ที่ ๓๐๐ ปอนด์/นาที มองไปที่จุดตัดระหว่างแถวค่า LOC (๐.๑) และคอลัมน์อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (๓๐๐) จะเห็นได้ว่ารัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดประมาณ ๒.๙ ไมล์ (๔.๖๔ กิโลเมตร)

ตารางที่ ๔.๑ ตัวอย่างการประเมินอันตรายเบื้องต้น (Initial Screening) (ต่อ)

ตัวอย่างที่ ๓ เมทธิลไอโซไซยาเนต (Methyl isocyanate) ที่อุณหภูมิสูง และไม่มีทำนบกั้น

โรงงานผลิตสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมีเมทธิลไอโซไซยาเนต (Methyl isocyanate: MIC) ในถังปฏิกรณ์ในปริมาณ ๑๐๐๐ ปอนด์ (๔๕๔.๕๕ กิโลกรัม) และมีอุณหภูมิระหว่างการผลิตที่ ๓๙ องศาเซลเซียส (สูงกว่าอุณหภูมิห้อง) ค่าปัจจัยของเหลวที่จุดเดือด เท่ากับ ๐.๐๒ ดังนั้น

อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = QS (ปอนด์) x LFB x 1.4
QR = 1,000 ปอนด์ x 0.02 x 1.4
= 28 ปอนด์/นาที

และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของเมทธิลไอโซไซยาเนตเท่ากับ ๐.๐๐๐๑๖ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (๐.๐๖๗ พีพีเอ็ม) จากนั้น เลือกค่า LOC จากตารางที่ ๓.๗ ซึ่ง ๐.๐๐๐๑๖ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อยู่ระหว่าง ๐.๐๐๐๑ และ ๐.๐๐๐๔ กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้จึงใช้ค่า LOC เท่ากับ ๐.๐๐๐๑ กรัม/ลูกบาศก์เมตรแทน และเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากตารางที่ ๓.๗ ที่ ๓๐ ปอนด์/นาที (เนื่องจาก ๒๘ ปอนด์/นาที อยู่ระหว่างแถวที่ ๒๕ และ ๓๐ ปอนด์/นาที จึงเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศที่ ๓๐ ปอนด์/นาที) มองไปที่จุดตัดระหว่างแถวค่า LOC (๐.๐๐๐๑) และคอลัมน์อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (๓๐) จะเห็นได้ว่ารัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดมากกว่า ๑๐ ไมล์ (๑๖ กิโลเมตร)

หมายเหตุ: เมทธิลไอโซไซยาเนตอาจเกิดปฏิริยาโพลีเมอไรซ์เซชั่นที่ไม่สามารถควบคุมได้ส่งผลให้เกิดการปล่อยอุณหภูมิสูงและความดันสูงในถังปฏิกรณ์ และสาร MIC ส่วนใหญ่จะกลายเป็นของแข็ง ส่วนที่เหลือจะเป็นก๊าซที่ปล่อยส่บรรยากาศไป

ตัวอย่างที่ ๔ ของเหลวในสารผสมหรือสารละลายในสภาวะอุณหภูมิปกติรั่วไหลในบริเวณที่ไม่มีทำนบกั้น

สารละลายอะโครลีน (Acrolein) ความเข้มข้นร้อยละ ๕๐ โดยน้ำหนัก เก็บในแท็งก์ในปริมาณ ๕๐,๐๐๐ ปอนด์ (๒๒๗๒๗.๒๗ กิโลกรัม) ที่อุณหภูมิปกติในบริเวณที่ไม่มีทำนบกั้น ค่าปัจจัยของเหลวที่อุณหภูมิห้อง (LFA) เท่ากับ ๐.๐๐๗ (ภาคผนวกที่ ๒) ดังนั้น

ปริมาณสารเคมีรั่วไหลจริง (QS) = 50,000 ปอนด์ x 50/100
= 25,000 ปอนด์
อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = 25,000 ปอนด์ x 0.007 x 1.4
QR = 245 ปอนด์/นาที

และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของอะโครลีนเท่ากับ ๐.๐๐๐๒๓ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (๐.๑๐ พีพีเอ็ม) (ภาคผนวกที่ ๑) จากนั้นเลือกค่า LOC จากตารางที่ ๓.๗ ซึ่ง ๐.๐๐๐๒๓ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อยู่ระหว่าง ๐.๐๐๐๑ และ ๐.๐๐๐๔ กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้จึงใช้ค่า LOC เท่ากับ ๐.๐๐๐๑ กรัม/ลูกบาศก์เมตรแทน และเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากตารางที่ ๓.๗ ที่ ๒๕๐ ปอนด์/นาที (เนื่องจาก ๒๔๕ ปอนด์/นาที อยู่ระหว่างแถวที่ ๒๐๐ และ ๒๕๐ ปอนด์/นาที จึงเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศที่ ๒๕๐ ปอนด์/นาที) มองไปที่จุดตัดระหว่างแถวค่า LOC (๐.๐๐๐๑) และคอลัมน์อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (๒๕๐) จะเห็นได้ว่ารัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดมากกว่า ๑๐ ไมล์ (๑๖ กิโลเมตร) ซึ่งเป็นระยะรัศมีสูงสุดที่ประเมินได้ด้วยวิธีนี้)

ตารางที่ ๔.๑ ตัวอย่างการประเมินอันตรายเบื้องต้น (Initial Screening) (ต่อ)

ตัวอย่างที่ ๕ ของเหลวในบริเวณที่มีทำนบกั้น

อะโครลีนเหลวในปริมาณ ๕๐,๐๐๐ ปอนด์ (๒๒๗๒๗.๒๗ กิโลกรัม) ในถังปฏิกรณ์ที่อุณหภูมิสูง โดยมีค่าปัจจัยของเหลวที่จุดเดือด (LFB) เท่ากับ ๐.๐๒ ถังปฏิกรณ์ตั้งอยู่ในทำนบกั้นขนาด ๑,๖๐๐ ตารางฟุต ดังนั้น:

พื้นที่แอ่งสารเคมี = QS x 0.49

= 50,000 x0.49

= 24,500 ตารางฟุต

เมื่อพื้นที่ทำนบกั้นขนาดเล็กกว่าแอ่งสารเคมี จึงใช้พื้นที่ทำนบกั้นคำนวณอัตราการรั่วไหลสารเคมีสู่บรรยากาศ ดังนี้

อัตราการรั่วไหลสารเคมีสู่บรรยากาศ (QR) = LFB x พื้นที่ทำนบกั้น x 2.8

QR = 0.02 x 1,600 x 2.8

= 90 ปอนด์/นาที

และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของอะโครลีนเท่ากับ ๐.๐๐๐๒๓ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (๐.๑๐ พีพีเอ็ม) จากนั้นเลือกค่า LOC จากตารางที่ ๓.๗ ซึ่ง ๐.๐๐๐๒๓ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อยู่ระหว่าง ๐.๐๐๐๑ และ ๐.๐๐๐๔ กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้จึงใช้ค่า LOC เท่ากับ ๐.๐๐๐๑ กรัม/ลูกบาศก์เมตรแทน และเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากตารางที่ ๓.๗ ที่ ๙๐ ปอนด์/นาที มองไปที่จุดตัดระหว่างแถวค่า LOC (๐.๐๐๐๑) และคอลัมน์อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (๙๐) จะเห็นได้ว่ารัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดมากกว่า ๑๐ ไมล์ (๑๖ กิโลเมตร)

ตัวอย่างที่ ๖ ของแข็งที่เป็นผงละเอียด

สถานประกอบการแห่งหนึ่งมีถังขนาดใหญ่บรรจุอะคริลาไมด์ผง (Acrylamide) ทั้งหมด ๑๐,๐๐๐ ปอนด์ (๔๕๔๕.๔๕ กิโลกรัม) และมีที่ผงขนาดเล็กกว่า ๑๐๐ ไมครอน ประมาณร้อยละ ๒๐ ดังนั้น

ปริมาณสารเคมีสูงสุดที่สามารถรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QS) = 10,000 ปอนด์ x 20/100

= 2,000 ปอนด์

อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) = OS/10 นาที

= 2,000/10

= 200 ปอนด์/นาที

และระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) ของอะคริลาไมด์เท่ากับ ๐.๐๐๓๗ กรัม/ลูกบาศก์เมตร (๑.๗ พีพีเอ็ม) จากนั้นเลือกค่า LOC จากตารางที่ ๓.๗ ซึ่ง ๐.๐๐๓๗ กรัม/ลูกบาศก์เมตร อยู่ระหว่าง ๐.๐๐๓๕ และ ๐.๐๐๕ กรัม/ลูกบาศก์เมตร ในที่นี้จึงใช้ค่า LOC เท่ากับ ๐.๐๐๓๕ กรัม/ลูกบาศก์เมตรแทน และเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศจากตารางที่ ๓.๗ ที่ ๒๐๐ ปอนด์/นาที มองไปที่จุดตัดระหว่างแถวค่า LOC (๐.๐๐๓๕) และคอลัมน์อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (๒๐๐) จะเห็นได้ว่ารัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบมีขนาดมากกว่า ๑๐ ไมล์ (๑๖ กิโลเมตร)

ตารางที่ ๔.๒ ตัวอย่างการประเมินอันตรายจากการรั่วไหลของคลอรีน แอมโมเนีย และเมทธิลไอโซไซยาไนด์

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
การประเมินเบื้องต้น			
๑. การบ่งชี้อันตราย ๑.๑ ชนิดสารเคมี ๑.๒ ตำแหน่งที่ตั้ง ๑.๓ ปริมาณ ๑.๔ คุณสมบัติ	คลอรีน (ก๊าซ) โรงผลิตน้ำประปา ๘๐๐ ปอนด์ (๓๖๓.๖๔ กิโลกรัม) เป็นพิษ: อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้จากการสูดดม ทำลายผิวหนังและนัยน์ตาจากการสัมผัส มีฤทธิ์กัดกร่อน ผลกระทบอาจปรากฏภายหลัง	แอมโมเนีย (ก๊าซ) รถบรรทุกวิ่งบนทางหลวง ๓,๐๐๐ ปอนด์ (๑๓๖๓.๖๔ กิโลกรัม) เป็นพิษ: อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้จากการสูดดม ไอระเหยทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและระบบทางเดินหายใจ การรับสัมผัสสารในสภาพของเหลวจะทำลายผิวหนังและนัยน์ตาได้ นอกจากนี้ยังอาจมีอันตรายในสภาวะที่อยู่รวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสารที่ลุกไหม้ได้เอง	เมทธิลไอโซไซยาเนต (ของเหลว) โรงงานผลิตสารป้องกันและกำจัดแมลงและสัตว์ตั้งอยู่ในพื้นที่ชานเมือง ๑,๐๐๐ ปอนด์ (๔๕๔.๕๕ กิโลกรัม) ทำให้ตายทันทีจากการสูดดม ทำอันตรายต่อนัยน์ตาอย่างถาวร และมีผลรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นสารไวไฟสูงและระเบิดได้
๒. การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ๒.๑ พื้นที่ผลกระทบ	รัศมีโดยรอบมากกว่า ๑๐ ไมล์ ที่มีการแพร่กระจายของก๊าซคลอรีนในระดับที่เกินกว่าค่า LOC จากการรั่วไหลแทงค์บรรจุทั้งหมด ๘๐๐ ปอนด์	รัศมีโดยรอบมากกว่า ๗.๖ ไมล์ที่มีการแพร่กระจายของแอมโมเนีย ในระดับที่เกินกว่าค่า LOC จากการรั่วไหลแทงค์รถบรรทุกพลิกคว่ำทั้งหมด ๓,๐๐๐ ปอนด์	รัศมีโดยรอบมากกว่า ๑๐ ไมล์ ที่มีการแพร่กระจายของเมทธิลไอโซไซยาเนตในระดับที่เกินกว่าค่า LOC จากการรั่วไหลจากกระบวนการผลิตทั้งหมด ๑,๐๐๐ ปอนด์

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
๒.๒ ประชากรในพื้นที่ผลกระทบ	- มีผู้พักรักษาตัวในสถานพยาบาล ๖๐๐ คน - มีคนงานในโรงงานผลิตน้ำประปา ๒๙ คน - รวมประชากรทั้งหมด ๑๒๕,๐๐๐ คน (ความหนาแน่นในเขตเมือง ๔๐๐ คน ต่อตารางไมล์)	- มีประชากร ๗๐๐ คน ในเขตพื้นที่อยู่อาศัย ในเขตพาณิชยกรรม และที่สัญจรผ่านมา - มีนักท่องเที่ยวเยี่ยมชนพื้นที่ป่าสงวน - รวมประชากรทั้งหมด ๑๓,๖๐๐ คน (ความหนาแน่นในเขตชนบท ๗๕ คน ต่อตารางไมล์)	- มีคนงานในโรงงาน ๒๐๐ คน - มีเด็กนักเรียนในโรงเรียน ๑,๐๐๐ คน - รวมประชากรทั้งหมด ๑๕,๔๐๐ คน (ความหนาแน่นในเขตชนบท ๘๕ คน ต่อตารางไมล์)
๒.๓ สถานบริการที่จำเป็นที่มีอยู่ในพื้นที่ที่ผลกระทบ	- สถานีดับเพลิง ๒ แห่ง - โรงพยาบาล ๑ แห่ง	- สถานีดับเพลิง ๒ แห่ง	- ไม่มี
๓. การประเมินความเสี่ยง	- สูง	- ปานกลาง	- ต่ำ
การประเมินซ้ำ			
๑. การบ่งชี้อันตราย			
๑.๑ ชนิดสารเคมี	คลอรีน (ก๊าซ)	แอมโมเนีย (ก๊าซ)	เมทธิลไอโซไซยาเนต (ของเหลว)
๑.๒ ตำแหน่งที่ตั้ง	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม
๑.๓ ปริมาณสูงสุดที่จะรั่วไหล	๕๐๐ ปอนด์ (๒๒๗.๒๗ กิโลกรัม)	เหมือนเดิม	เพิ่มกำลังผลิตและใช้สาร ๑,๕๐๐ ปอนด์ (๖๘๑.๘๒ กิโลกรัม)
๑.๔ คุณสมบัติ	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
๒. การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ			
๒.๑ พื้นที่ผลกระทบ	รัศมีโดยรอบ ๑ ไมล์ (๑.๖ กิโลเมตร) เนื่องจากปริมาณการรั่วไหลลดลงและกำหนดสภาพภูมิประเทศเป็นเขตเมืองเป็นเงื่อนไขในแบบจำลอง	เหมือนเดิม	รัศมีโดยรอบมากกว่า ๑๐ ไมล์ (๑๖ กิโลเมตร) เนื่องจากปริมาณการรั่วไหลเพิ่มขึ้น
๒.๒ ประชากรในพื้นที่ผลกระทบ	ลดลง – มีประชากรทั้งหมด ๑,๒๕๐ คน	เหมือนเดิม	เพิ่มขึ้น – มีประชาชนทั้งหมด ๒๖,๗๐๐ คน รวมทั้งคนงาน ๒๐๐ คน และนักเรียน ๑,๐๐๐ คน ในโรงเรียน
๒.๓ สถานบริการที่จำเป็นที่มีอยู่ในพื้นที่ที่ผลกระทบ	ไม่มี	เหมือนเดิม	- สถานีดับเพลิง ๑ แห่ง - สถานีตำรวจ ๑ แห่ง
๓. การประเมินความเสี่ยง			
๓.๑ โอกาสที่จะเกิดอันตราย	**น้อย** – เพราะแทงค์บรรจุคลอรีนติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบการรั่วไหลและสัญญาณตลอด ๒๔ ชั่วโมง และมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลจัดเก็บไว้นอกห้องเก็บคลอรีน	**สูง** – มีบันทึกการเกิดอุบัติเหตุที่สี่แยกซึ่งมีจุดทางออกและจุดทางเข้าเชื่อมต่อกับทางหลวงทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี	**น้อย** – โรงงานติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการรั่วไหลและมีระบบกักกันสารกรณีเกิดการรั่วไหลรวมทั้งมีแผนปฏิบัติ

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
๓.๒ ความรุนแรงผลกระทบต่อประชากร	ระดับความเข้มข้นของคลอรีนสูงทำให้ผู้ที่อยู่ในสถานพยาบาลหรือโรงผลิตน้ำประปาถึงแก่ความความตายได้หรือมีผลรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจ **<u>ระดับความรุนแรงของผลกระทบจึงสูง</u>** แต่ภายใต้สถานการณ์จำลองนี้ผู้ที่อยู่ในสถานพยาบาลจะไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากอยู่นอกพื้นที่ผลกระทบ	ไอระเหยของสารทำให้ผู้ขับขี่ยวดยานเกิดอุบัติเหตุและส่งผลให้ได้รับไอระเหยที่อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ รวมทั้งทำให้เกิดผลรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชนในเขตที่อยู่อาศัยและเขตพาณิชยกรรม **<u>ระดับความรุนแรงของผลกระทบจึงสูง</u>**	ถ้าเกิดการรั่วไหลของสารในช่วงเวลาที่นักเรียนอยู่ในโรงเรียนจะมีผลถึงแก่ความตาย หรือทำให้ตาบอด หรือระบบทางเดินหายใจสูญเสียคนงานจะได้รับผลกระทบในลักษณะเดียวกัน **<u>ระดับความรุนแรงของผลกระทบจึงสูงในช่วงเวลาเปิดเรียนและระดับปานกลางในช่วงเวลาอื่น ๆ</u>**
๓.๓ ความรุนแรงผลกระทบต่อประชากร	ไอระเหยของสารจะทำให้อุปกรณ์และโครงสร้างเหล็กสึกกร่อนแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้	ทางหลวงได้รับความเสียหายแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้ เพลิงไหม้หรือระเบิดที่เกิดทำให้รถยนต์เสียหายได้	การระเบิดและเพลิงไหม้จะทำให้ทรัพย์สินเสียหายแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้
๓.๔ ความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	พืชและสัตว์ที่อยู่ในบริเวณนั้นได้รับผลกระทบ	ป่าสงวนจะได้รับผลกระทบจากเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นซึ่งต้องใช้ระยะเวลาฟื้นฟูกลับสู่สภาพปกติ	สัตว์เลี้ยงและพืชตาย หรือมีผลกระทบต่อร่างกายและอาจทำให้ตายได้ในที่สุด
๓.๕ **สรุป :** โอกาสที่จะเกิดอันตรายและความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น	**<u>น้อย/สูง</u>** ควรต้องมีการประเมินและตรวจสอบโรงงาน	**<u>สูง/สูง</u>** ควรต้องมีการประเมินและตรวจสอบโรงงาน	**<u>น้อย/สูงถึงปานกลาง</u>** ควรต้องมีการประเมินและตรวจสอบโรงงาน

๔.๑.๓ การประเมินความเสี่ยงเบื้องต้น

สำหรับการประเมินเบื้องต้น การประเมินความเสี่ยงจะเป็นไปอย่างจำกัด เนื่องจากการประมาณการโอกาสเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบทำอย่างได้ไม่ละเอียด ดังนี้

ขั้นตอนที่ ๑ ประเมินคุณลักษณะประชากรเสี่ยงในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ได้แก่ จำนวนประชากร ประเภทของประชากร (ผู้สูงอายุ เด็ก/เด็กอ่อน นักโทษ ผู้อยู่อาศัย และผู้ที่ผ่านทาง เช่น พนักงานมาทำงาน นักท่องเที่ยว และผู้มาเยี่ยมชม เป็นต้น

ขั้นตอนที่ ๒ ประเมินสถานบริการเสี่ยงในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ได้แก่ โรงพยาบาล สถานีตำรวจ สถานีตอบโต้เหตุฉุกเฉินอื่นๆ และสถานีสื่อสาร

ขั้นตอนที่ ๓ กำหนดระดับความเสี่ยงสำหรับความรุนแรงของผลกระทบจากอันตรายที่เกิดจากสารเคมีรั่วไหลจากแหล่งต่างๆ โดยอาจแบ่งเป็นระดับสูง ปานกลาง ต่ำ หรือเป็นตัวเลขแบบง่ายๆ ดังแสดงในตารางที่ ๓.๗

ขั้นตอนที่ ๔ ใช้ข้อมูลประวัติการเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมีเพื่อประเมินโอกาสเกิดการรั่วไหล หากเป็นไปได้

หมายเหตุ: อันตรายหลายอย่างมีโอกาสที่จะเกิดอีกครั้งเหมือนเดิม

ขั้นตอนที่ ๕ บันทึกข้อมูลการประเมินความเสี่ยงในขั้นตอนที่ ๓ และ ๔

๔.๒ การประเมินซ้ำ: การจัดทำแผนฉุกเฉินสำหรับสถานประกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูง

กระบวนการประเมินซ้ำจะช่วยให้มีโอกาสประเมินเพิ่มเติมอย่างละเอียดถึงศักยภาพของอันตรายจากเหตุสารเคมีรั่วไหลจากสถานประกอบการตามอันดับความสำคัญที่ได้จากการประเมินเบื้องต้น โดยประเมินซ้ำสมมติฐานที่ใช้ในการประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบแบบกรณีร้ายแรงที่สุดทีละตัว

การเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยต่างๆ ในสมมติฐานแบบกรณีรั่วไหลจริงจะส่งผลให้มีการลดขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ จึงควรระมัดระวังในการปรับเปลี่ยนค่าปัจจัยต่างๆ ในบางกรณีอาจเปลี่ยนแปลงค่าปัจจัยในแบบที่ทำให้พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบลดลง แต่เหตุรั่วไหลจริงที่แตกต่างไปจากสมมติฐานดังกล่าวทำให้พื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้มีผู้ที่อาจได้รับผลกระทบมากขึ้น

๔.๒.๑ การบ่งชี้อันตราย

ขั้นตอนที่ ๑ ทบทวนอันดับความสำคัญของสถานประกอบการที่ได้จากกระบวนการประเมินเบื้องต้น และดำเนินการประเมินซ้ำในสถานประกอบกอบการที่มีอันดับความสำคัญสูง

ขั้นตอนที่ ๒ ค้นหาและบันทึกประเภทอันตรายอื่นๆ นอกเหนือจากพิษเฉียบพลัน

๔.๒.๒ การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ

ขั้นตอนที่ ๑ ประเมินสมมติฐานที่ใช้ในการเลือกปริมาณสาร EHSs ที่คาดว่ารั่วไหลจริง (QS) จากภาชนะบรรจุ (หนึ่งใบหรือที่ต่อเนื่องกัน) ผู้จัดทำแผนฯ ควรหารือกับผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง รวมถึงผู้แทนสถานประกอบการ การปรับตัวเลขปริมาณสารเคมีที่คาดว่ารั่วไหลจริงควรเลือกอย่างระมัดระวังและควรมีเหตุผลรองรับ โดยเฉพาะปริมาณสารเคมีที่เป็นของเหลวที่คาดว่าจะรั่วไหลตามปริมาณที่คาดว่าเก็บหรือผลิตจริง ภาคผนวกที่ ๓ แสดงตัวอย่างแบบสำรวจข้อมูลการประเมินอันตรายจากสารเคมีอันตรายร้ายแรง (Hazard Analysis) ของโรงงานอุตสาหกรรม

ขั้นตอนที่ ๒ ประเมินสมมติฐานที่ใช้ในการเลือกอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ (QR) อีกครั้ง หรือพิจารณาจากปริมาณสารเคมีทั่วไหลจริงจากขั้นตอนที่ ๑ เช่น ปริมาณของแข็งหลอมเหลวจริง หรือปริมาณของแข็งในสารละลาย หรือปริมาณของแข็งในรูปผงละเอียด หรือปริมาณของแข็งที่ระเหิดกลายเป็นไอ เป็นต้น หากสารเคมีที่เป็นผงหรือในรูปสารละลายไม่มีโอกาสแพร่ไปในบรรยากาศอันเนื่องจากเกิดการระเบิดหรือข้อขัดข้องอื่นๆ การรั่วไหลและแพร่กระจายสารเคมีไปในอากาศไปนอกเขตรั้วสถานประกอบการจึงเป็นไปได้น้อย หรือของแข็งหลอมเหลวอาจแข็งตัวขึ้นเมื่อสัมผัสกับอากาศได้ ณ อุณหภูมิปกติและไม่ระเหยเป็นไออีก หรือสภาวะอย่างอื่นที่ไม่สามารถใช้ค่าปัจจัยของเหลวที่จุดหลอมเหลว (LFM) ในภาคผนวก ๒ ได้ ในกรณีดังกล่าวใช้ข้อมูลค่า LFM ใหม่จากผู้แทนสถานประกอบการหรือคำนวณค่า LFM ใหม่ เพื่อกำหนดอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศของของแข็งดังกล่าวใหม่ ข้อมูลนี้ควรปรากฏภายใต้การประเมินความเสี่ยงในหัวข้อโอกาสเกิดการรั่วไหล เมื่อรวบรวมข้อมูลเฉพาะของแต่ละสถานประกอบการและประเมินอัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศของก๊าซ/ ของเหลว/ของแข็งซ้ำเรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกข้อมูลและเหตุผลให้การเปลี่ยนแปลง

ขั้นตอนที่ ๓ เลือกประเภทของลักษณะภูมิประเทศโดยรอบสถานประกอบการ ได้แก่ แบบชนบท หรือแบบเมือง โดยพิจารณาจากพื้นที่โดยรอบในรัศมี ๑.๖ กิโลเมตร และถือว่าเป็นพื้นที่แบบเมืองเมื่อมากกว่าร้อยละ ๕๐ เป็น

- กลุ่มอุตสาหกรรมหนัก: โรงงานผลิตสารเคมีขนาดใหญ่ เป็นอาคาร ๓ – ๕ ชั้น และมีต้นไม้น้อยมาก หรือ
- กลุ่มอุตสาหกรรมเบา – ปานกลาง: ลานรถไฟ คลังรถบรรทุก โกดังสินค้า นิคมอุตสาหกรรม/สวนอุตสาหกรรม โรงงานผลิตเล็กๆ อาคาร ๑ – ๓ ชั้น และมีต้นไม้น้อย หรือ
- กลุ่มอาคารพาณิชย์: ออฟฟิส ตึกแถว อาคารที่พัก โรงแรม เป็นอาคารสูง ๑๐ ชั้น และมีต้นไม้น้อย หรือ

- กลุ่มที่อยู่อาศัย: บ้านขนาดครอบครัวเดี่ยวหรือครอบครัวขยายที่อยู่ใกล้กัน เป็นอาคาร ๑ – ๒ ชั้น มีตรอกซอกซอย มีสนามหญ้าและต้นไม้บ้างเล็กน้อย

นอกเหนือจากที่กล่าวข้างต้นถือว่าเป็นพื้นที่ชนบท เลือกตารางอ้างอิงตามสภาพภูมิประเทศดังกลาสวในตารางที่ ๓.๗

ขั้นตอนที่ ๔ เลือกสภาพภูมิอากาศหลักๆ ในพื้นที่: ความเร็วลม และสภาวะความคงตัวของบรรยากาศ โดยหารือกับเจ้าหน้าที่ในพื้นที่ เพื่อทราบความถี่ของความเร็วลม ทิศทางลม และสภาวะความคงตัวของบรรยากาศ ในคู่มือฉบับนี้มีตารางอ้างอิง ๔ ตาราง (ตารางที่ ๓.๗) ได้แก่

๑) กรณีร้ายแรงที่สุด ในชนบท สภาพบรรยากาศมีความคงตัวสูง (F) และความเร็วลมต่ำๆ ที่ ๑.๕ เมตร/วินาที (๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง) ดังแสดงในตารางอ้างอิงที่ ๓.๗.๑

๒) กรณีร้ายแรงที่สุด ในเมือง สภาพบรรยากาศมีความคงตัวสูง (F) ความเร็วลมต่ำๆ ที่ ๑.๕ เมตร/วินาที (๓.๔ ไมล์/ชั่วโมง) ดังแสดงในตารางอ้างอิงที่ ๓.๗.๒

๓) กรณีใกล้เคียงความเป็นจริง ในชนบท สภาพบรรยากาศมีความคงตัวปานกลาง (D) และความเร็วลมปานกลางที่ ๕.๒ เมตร/วินาที (๑๒ ไมล์/ชั่วโมง) ดังแสดงในตารางอ้างอิงที่ ๓.๗.๓

๔) กรณีใกล้เคียงความเป็นจริง ในเมือง สภาพบรรยากาศมีความคงตัวปานกลาง (D) และความเร็วลมปานกลางที่ ๕.๒ เมตร/วินาที (๑๒ ไมล์/ชั่วโมง) ดังแสดงในตารางอ้างอิงที่ ๓.๗.๔

ขั้นตอนที่ ๕ พิจารณาผลกระทบของความเร็วลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศ ดังแสดงในตารางอ้างอิงที่ ๓.๗.๓ และ๓.๗.๔ (ความเร็วลม ๕.๒ เมตร/วินาที และสภาพความคงตัวของบรรยากาศปานกลาง (D)) พิจารณาความเร็วลมและสภาพความคงตัวในบรรยากาศในพื้นที่และเลือกตารางตามความเหมาะสม ทั้งนี้ หากความเร็วลมและสภาพความคงตัวของบรรยากาศไม่เป็นดังตารางอ้างอิง ให้ใช้การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบด้วยวิธีอื่น เช่น แบบจำลองคณิตศาสตร์ CAMEO/ALOHA หรือแบบจำลองคณิตศาสตร์อื่นๆ เป็นต้น ภาคผนวกที่ ๔ แสดงตัวอย่างแบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี CAMEO (Computerized-Aid Management in Emergency Operation)

ขั้นตอนที่ ๖ พิจารณาเลือกใช้ระดับความเข้มข้นที่ปลอดภัย (LOC) เพื่อการปกป้องผู้ที่อยู่ในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ซึ่งหากเป็นประชาชนทั่วไปให้ใช้ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีแบบเฉียบพลันตามคภาคผนวกที่ ๑ หรือใช้ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีอื่นๆ สำหรับเจ้าหน้าที่ตามความเหมาะสม

ขั้นตอนที่ ๗ สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบและระดับความเสี่ยง เมื่อเปลี่ยนค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน และเลือกระดับ LOC ที่เหมาะสม

ขั้นตอนที่ ๘ ใช้ข้อมูลค่าปัจจัยสมมติฐานที่มีการเปลี่ยนแปลง และประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ และตัดสินใจใช้พื้นที่ดังกล่าวในการประเมินความเสี่ยงต่อไป

๔.๒.๓ การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)

การประเมินความเสี่ยงในขั้นตอนการประเมินซ้ำ จะรวมถึงการประเมินโอกาสเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบ การแบ่งระดับความเสี่ยงอาจแบ่งเป็นแบบบรรยายหรือตัวเลขก็ได้

ขั้นตอนที่ ๑ ประเมินโอกาสเกิดการรั่วไหลของสารเคมีอันตรายร้ายแรงที่จะไม่สามารถควบคุมหรือบรรเทาได้ โดยใช้ข้อมูลจากบทที่ ๓ ข้อมูลประวัติการเกิดการรั่วไหลจากผู้แทนสถานประกอบการ และข้อมูลจากผู้เชี่ยวชาญที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ ๒ เลือกระดับของโอกาสเกิดการรั่วไหล (สูง ปานกลาง ต่ำ) ตามข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ ๑ และตารางที่ ๓.๕

ขั้นตอนที่ ๓ บ่งชี้คุณลักษณะประชาชนในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากการประเมินซ้ำ ได้แก่ จำนวนประชากร กลุ่มประชากรในพื้นที่ (ผู้สูงอายุ เด็ก เด็กอ่อน และผู้ถูกจองจำ เป็นต้น) และควรคำนึงประชากรกลุ่มผู้ผ่านทาง เช่น คนทำงานทุกวัน ผู้ชมงานแสดง และนักท่องเที่ยว เป็นต้น

ขั้นตอนที่ ๔ บ่งชี้สถานบริการฉุกเฉินในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบซ้ำ ได้แก่ โรงพยาบาล สถานบริการสุขภาพ สถานีดับเพลิง สถานีตำรวจ และสถานีสื่อสารวิทยุโทรทัศน์ เป็นต้น

ขั้นตอนที่ ๕ เลือกระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อประชาชน (สูง ปานกลาง ต่ำ) ตามข้อมูลในขั้นตอนที่ ๓ และ ๔

ขั้นตอนที่ ๖ ใช้ข้อมูลระดับของโอกาสเกิดการรั่วไหลจากขั้นตอนที่ ๒ และระดับความรุนแรงของผลกระทบขั้นตอนที่ ๕ เพื่อบ่งชี้ระดับความเสี่ยงจากสาร EHSs แต่ละชนิดจากตารางเมทริกซ์ ดังแสดงในตารางที่ ๓.๖ และบันทึกระดับความเสี่ยงดังกล่าวของแต่ละสถานประกอบการ ซึ่งจะสามารถนำไปประกอบการจัดทำและปรับปรุงแผนฉุกเฉินของพื้นที่ หรือจัดทำสถานการณ์จำลองการรั่วไหลสาร EHSs สำหรับการฝึกซ้อมการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน

บทที่ ๕
การใช้ประโยชน์ผลการประเมินอันตราย

ตามที่ได้กล่าวไปข้างต้นว่า การประเมินอันตรายเป็นขั้นตอนที่สำคัญขั้นตอนแรกของการจัดทำแผนฉุกเฉินของพื้นที่ โดยเป็นกระบวนการตัดสินใจที่ช่วยผู้จัดทำแผนให้สามารถคัดกรองและบ่งชี้สถานประกอบการที่ควรมุ่งให้ความสำคัญเป็นอันดับแรกๆ และหลังจากดำเนินการตามขั้นตอนของการประเมินอันตราย ผู้จัดทำแผนควรจัดทำกระบวนการตอบโต้เหตุฉุกเฉินที่เหมาะสมกับสารเคมีดังกล่าว พร้อมทั้งจัดทำสถานการณ์จำลองสำหรับการฝึกซ้อมตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีและปรับปรุงแผนฉุกเฉินฯ ต่อไป

๕.๑ ข้อมูลสำหรับการจัดทำแผนฉุกเฉินที่ได้จากการประเมินอันตราย

ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs) ที่เป็นผลลัพธ์จากการประเมินเบื้องต้น มีดังนี้

- สถานที่
  - สถานประกอบการที่มีสาร EHSs
  - เส้นทางการขนส่งสาร EHSs
  - ปริมาณสูงสุดของสารเคมีที่อาจรั่วไหลจากสถานประกอบการ
  - ปริมาณสูงสุดของสารเคมีที่มีการขนส่งต่อครั้ง
- ความเสี่ยง
  - โอกาสเกิดการรั่วไหล
  - ความรุนแรงของผลกระทบ
- อันตรายประเภทอื่นๆ
  - ไวไฟ
  - ทำปฏิกิริยากับน้ำ
  - ทำปฏิกิริยากับสารอื่นและเกิดสารชนิดอื่น และ/หรือคายความร้อน
  - โอกาสเกิดความเสียหายต่อทรัพย์สิน
  - โอกาสเกิดความเสียหายต่อสิ่งแวดล้อม

- ข้อมูลการตอบโต้เหตุฉุกเฉิน
  - ขนาดของพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ เมื่อเกิดการรั่วไหล
  - จำนวนประชากรในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ
  - ประชากรกลุ่มที่มีความอ่อนไหวต่อสารเคมีในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ
  - สถานบริการฉุกเฉินในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ
  - ขั้นตอนการแพทย์ฉุกเฉินที่มี
  - อุปกรณ์เฉพาะทางที่แพทย์ฉุกเฉินหรือโรงพยาบาลในพื้นที่ต้องใช้ในการรักษาผู้ป่วยจากสารเคมี และแหล่งที่มีอุปกรณ์ดังกล่าว
  - ประเภท/ระดับของอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (ชุดป้องกัน และอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ) สำหรับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉิน รวมทั้ง แหล่งที่มีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล (สถานประกอบการ) และเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินสามารถนำไปใช้ได้หรือไม่
  - อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและตรวจวัดสารเคมีในสิ่งแวดล้อม: มีอุปกรณ์เหล่านั้นหรือไม่ แหล่งที่มีอุปกรณ์ดังกล่าว และสามารถเข้าถึงอุปกรณ์นั้นได้หรือไม่
  - ขั้นตอนการกักกัน/กักเก็บสารเคมี และอุปกรณ์ในการกักกัน เก็บกัก ทำให้เป็นกลาง และขจัดการปนเปื้อน: มีอุปกรณ์เหล่านั้นหรือไม่ แหล่งที่มีอุปกรณ์ดังกล่าว และสามารถเข้าถึงอุปกรณ์นั้นได้หรือไม่

๕.๒ กรณีศึกษาการประเมินอันตราย

กรณีศึกษาการรั่วไหลของคลอรีน แอมโมเนีย และเมทธิลไอโซไซยาเนต ตามตัวอย่างใน **บทที่ ๓** และ**บทที่ ๔** ได้จัดทำเป็นตารางแสดงข้อมูลขึ้นดัง**ตารางที่ ๕.๑** เพื่อช่วยให้เข้าใจกระบวนการจัดทำแผนฉุกเฉินและการใช้ข้อมูลจากการประเมินอันตราย โดยแสดงข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีและการจัดทำแผนฉุกเฉิน

ในกรณีศึกษาแต่ละตัวอย่าง การรั่วไหลสารเคมีมีความเป็นไปได้ และสถานประกอบการพร้อมทั้งหน่วยงานระดับท้องถิ่นจะต้องเตรียมความพร้อมในการรับมือกับอันตรายจากสารเคมีดังกล่าว ในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินของท้องถิ่นและภาคเอกชนที่เกี่ยวข้องจะต้องทำงานร่วมกันเพื่อจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีของพื้นที่ขึ้น โดยแผนฉุกเฉินจะต้องได้รับการทดสอบและปรับปรุงอย่างน้อยปีละครั้งเพื่อให้แผนฉุกเฉินสารเคมีมีประสิทธิภาพ

ในกรณีศึกษาแต่ละตัวอย่าง ผู้จัดทำแผนจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของประชาชนภายในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ โดยต้องมีข้อพิจารณาถึงการอพยพประชาชนท้ายลม และการหลบภัยในอาคารกรณีกลุ่มไอสารเคมีแพร่ไปในบริเวณที่ชุมชนหนาแน่นและไม่สามารถอพยพไปได้อย่างปลอดภัย และควรมีระบบการแจ้งเตือนประชาชนเมื่อเกิดเหตุรั่วไหล ประชาชนที่ต้องได้รับการปกป้องจากสารเคมีรั่วไหล ได้แก่ ๑) ประชาชนที่อยู่ในบริเวณติดกับจุดที่เกิดเหตุรั่วไหลสารเคมี เช่น พนักงานในสถานประกอบการที่เกิดการรั่วไหลคลอรีน หรือเมทธิลไอโซไซยาเนท หรือผู้ขับรถผ่านบริเวณรถบรรทุกแอมโมเนียรั่วไหล ๒) ประชาชนในบริเวณที่อาจได้รับผลกระทบจากสารเคมีรั่วไหล และ ๓) เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉิน

ข้อควรพิจารณาขั้นถัดไปของการจัดทำแผน คือการควบคุมอันตรายจากสารเคมีและการดำเนินการกักกันสารเคมีรั่วไหล ขั้นตอนการควบคุมและกักกันสารเคมีรั่วไหลควรจัดทำขึ้นเป็นส่วนหนึ่งของแผนฉุกเฉินและควรมีการฝึกซ้อมเป็นประจำ ในกรณีศึกษาแต่ละตัวอย่างสารเคมีหนึ่งชนิดมีอันตรายหลากหลายประเภท เช่น คลอรีนเป็นสารพิษ กัดกร่อน และเป็นสารออกซิไดเซอร์ แอมโมเนียเป็นสารกัดกร่อนและเป็นสารพิษถึงเสียชีวิตได้เมื่อหายใจเข้าสู่ร่างกาย และเมทธิลไอโซไซยาเนทเป็นสารพิษที่มีความไวไฟสูง เป็นต้น สารเคมีที่มีอันตรายหลายประเภทต้องใช้ความเชี่ยวชาญพิเศษในการควบคุมและกักกัน ในกรณีเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลที่ต้องใช้การดำเนินการร่วมกันระหว่างเจ้าหน้าที่ท้องถิ่นและภาคเอกชน (สถานประกอบการ หรือบริษัทที่เชี่ยวชาญด้านการจัดการสารเคมีรั่วไหล) เช่น เหตุรั่วไหลจากโรงบำบัดน้ำเสีย และโรงงานผลิตสารเคมีป้องกันและกำจัดศัตรูพืช เป็นต้น ผู้จัดทำควรจัดทำขั้นตอนการประสานงานและการดำเนินงานร่วมกันระหว่างสองฝ่ายเพื่อให้การดำเนินการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลเป็นไปอย่างราบรื่น โดยการสั่งการควรมาจากส่วนกลาง ทั้งนี้ เทคนิคการกักกันและการเก็บกักสามารถศึกษาเพิ่มเติมได้จาก**ภาคผนวกที่ ๕**

ข้อพิจารณาที่สำคัญอีกอย่างคือการแพทย์ฉุกเฉิน (Emergency Medical Care) แผนฉุกเฉินควรมีการจัดทำขั้นตอนของการให้บริการทางการแพทย์ฉุกเฉินสำหรับการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี เช่น การจัดพื้นที่คัดกรองผู้ป่วย การขนย้ายผู้ป่วยไปโรงพยาบาล และการรักษาพยาบาลในห้องฉุกเฉิน เป็นต้น รวมทั้ง ขั้นตอนการประสานงานระหว่างทีมฉุกเฉินของท้องถิ่น เช่น ทีมดับเพลิง ทีมกู้ภัย เป็นต้น กับโรงพยาบาลท้องถิ่นเพื่อให้การรักษาพยาบาลผู้ป่วยจากการรับสัมผัสสารเคมีเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ แผนฉุกเฉินควรบ่งชี้อุปกรณ์/ยาสำหรับการรักษาพยาบาลที่จำเป็นสำหรับผู้ที่รับสัมผัสสารเคมี พร้อมทั้ง จัดเตรียมให้เพียงพอ

ผู้จัดทำแผนฉุกเฉินควรให้ความสำคัญกับการตอบโต้เหตุฉุกเฉินในด้านอื่นๆ เช่นกัน เช่น การบัญชาการ ณ ที่เกิดเหตุ การสื่อสาร การค้นหาและช่วยชีวิต การตรวจจับ การเฝ้าระวังสารเคมีในสิ่งแวดล้อม การเก็บและการวิเคราะห์ตัวอย่าง การประเมินความเสียหาย การฟื้นฟู การขจัดการปนเปื้อน การดีคอน และการเรียกคืนค่าใช้จ่าย เป็นต้น โดยแผนฉุกเฉินควรแจกแจงผู้รับผิดชอบภายในท้องถิ่นในแต่ละงาน พร้อมระบุผู้เชี่ยวชาญในระดับภาค ส่วนกลาง ภาคเอกชน และมูลนิธิต่างๆ ที่สามารถให้การสนับสนุนการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีได้

นอกเหนือจากขั้นตอนการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีแล้ว ผู้จัดทำแผนฉุกเฉินควรบ่งชี้อุปกรณ์เครื่องมือที่จำเป็นในการกักกันและควบคุมสารเคมีรั่วไหลและดับเพลิงไหม้สารเคมี พร้อมทั้ง บ่งชี้จำนวนและแหล่งจัดเก็บ วิธีการเรียกใช้อุปกรณ์เครื่องมือ และวิธีการใช้อย่างมีประสิทธิภาพและปลอดภัย อุปกรณ์เครื่องมือที่สำคัญ ได้แก่ ๑) อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉิน ประกอบด้วย ชุดป้องกันสารเคมีเต็มตัว และถังอากาศช่วยหายใจ (Self-Contained Breathing Apparatus: SCBA) ๒) อุปกรณ์สำหรับการระงับสารเคมีรั่วไหล ได้แก่ อุปกรณ์อุดปะสำหรับถัง/แท็งค์สารเคมี และ ๓) อุปกรณ์ตรวจวัดสารเคมีในบรรยากาศเพื่อเฝ้าระวังความเข้มข้นสารเคมีให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย

การติดตามตรวจสอบสารเคมีในบรรยากาศมีความสำคัญมากในกรณีเมทธิลไอโซไซยาเนท เนื่องจากไอระเหยของเมทธิลไอโซไซยาเนทไม่มีกลิ่นที่ความเข้มข้นต่ำๆ (แต่เป็นอันตรายสูง) วิธีการขจัดการปนเปื้อนและวัสดุทำให้เป็นกลาง เช่น โซดาแอช โซดาไฟ ถ่านกัมมันต์ และดินเบา เป็นต้น ก็ต้องมีการจัดเตรียมเช่นกัน อุปกรณ์กักกันสารเคมีรั่วไหลอาจใช้ของที่มีในบริเวณที่เกิดเหตุ เช่น ดิน ทราย เป็นต้น ส่วนเครื่องมือหนัก เช่น รถขุด รถตัก รถบรรทุกเทท้าย เป็นต้น สามารถนำมาใช้ในการขุดทำเขื่อนกั้นสารเคมีรั่วไหล หรือน้ำชะจากการดักไอระเหยสารเคมีหรือการดับเพลิงไหม้สารเคมี รวมทั้ง การขุดดินปนเปื้อนเพื่อนำไปกำจัดต่อไป การขาดข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์เครื่องมือดังกล่าวอาจทำให้การปฏิบัติการระงับการรั่วไหลสารเคมีเป็นไปอย่างล่าช้าและไม่มีประสิทธิภาพ

ตารางที่ ๕.๑ ผลการประเมินอันตรายจากการรั่วไหลของคลอรีน แอมโมเนีย และเมทธิลไอโซไซยาไนด์

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
การประเมินเบื้องต้น			
๑. การบ่งชี้อันตราย ๑.๑ ชนิดสารเคมี ๑.๒ ตำแหน่งที่ตั้ง ๑.๓ ปริมาณ ๑.๔ คุณสมบัติ	 คลอรีน (ก๊าซ) โรงผลิตน้ำประปา ๘๐๐ ปอนด์ เป็นพิษ: อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้จากการสูดดม ทำลายผิวหนังและนัยน์ตาจากการสัมผัส มีฤทธิ์กัดกร่อน ผลกระทบอาจปรากฏภายหลัง	 แอมโมเนีย (ก๊าซ) รถบรรทุกวิ่งบนทางหลวง ๓,๐๐๐ ปอนด์ เป็นพิษ: อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้จากการสูดดม ไอระเหยทำให้เกิดการระคายเคืองต่อตาและระบบทางเดินหายใจ การรับสัมผัสสารในสภาพของเหลวจะทำลายผิวหนังและนัยน์ตาได้ นอกจากนี้ ยังอาจมีอันตรายในสภาวะที่อยู่รวมกับน้ำมันเชื้อเพลิงหรือสารที่ลุกไหม้ได้เอง	 เมทธิลไอโซไซยาเนต (ของเหลว) โรงงานผลิตสารป้องกันและกำจัดแมลงและสัตว์ตั้งอยู่ในพื้นที่ชานเมือง ๑,๐๐๐ ปอนด์ ทำให้ตายทันทีจากการสูดดม ทำอันตรายต่อนัยน์ตาอย่างถาวร และมีผลรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นสารไวไฟสูงและระเบิดได้
๒. การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ๒.๑ พื้นที่ผลกระทบ	 รัศมีโดยรอบมากกว่า ๑๐ ไมล์ ที่มีการแพร่กระจายของก๊าซคลอรีนในระดับที่เกินกว่าค่า LOC จากการรั่วไหลแทงค์บรรจุทั้งหมด ๘๐๐ ปอนด์	 รัศมีโดยรอบมากกว่า ๗.๖ ไมล์ที่มีการแพร่กระจายของแอมโมเนีย ในระดับที่เกินกว่าค่า LOC จากการรั่วไหลแทงค์รถบรรทุกพลิกคว่ำทั้งหมด ๓,๐๐๐ ปอนด์	 รัศมีโดยรอบมากกว่า ๑๐ ไมล์ ที่มีการแพร่กระจายของเมทธิลไอโซไซยาเนตในระดับที่เกินกว่าค่า LOC จากการรั่วไหลจากกระบวนการผลิตทั้งหมด ๑,๐๐๐ ปอนด์

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
๒.๒ ประชากรในพื้นที่ผลกระทบ	- มีผู้พักรักษาตัวในสถานพยาบาล ๖๐๐ คน - มีคนงานในโรงงานผลิตน้ำประปา ๒๙ คน - รวมประชากรทั้งหมด ๑๒๕,๐๐๐ คน (ความหนาแน่นในเขตเมือง ๔๐๐ คนต่อตารางไมล์)	- มีประชากร ๗๐๐ คน ในเขตพื้นที่อยู่อาศัย ในเขตพาณิชยกรรม และที่สัญจรผ่านมา - มีนักท่องเที่ยวเยี่ยมชนพื้นที่ป่าสงวน - รวมประชากรทั้งหมด ๑๓,๖๐๐ คน (ความหนาแน่นในเขตชนบท ๗๕ คนต่อตารางไมล์)	- มีคนงานในโรงงาน ๒๐๐ คน - มีเด็กนักเรียนในโรงเรียน ๑,๐๐๐ คน - รวมประชากรทั้งหมด ๑๕,๔๐๐ คน (ความหนาแน่นในเขตชนบท ๘๕ คนต่อตารางไมล์)
๒.๓ สถานบริการที่จำเป็นที่มีอยู่ในพื้นที่ที่ผลกระทบ	- สถานีดับเพลิง ๒ แห่ง - โรงพยาบาล ๑ แห่ง	- สถานีดับเพลิง ๒ แห่ง	- ไม่มี
๓. การประเมินความเสี่ยง	- สูง	- ปานกลาง	- ต่ำ
การประเมินซ้ำ			
๑. การบ่งชี้อันตราย			
๑.๑ ชนิดสารเคมี	คลอรีน (ก๊าซ)	แอมโมเนีย (ก๊าซ)	เมทธิลไอโซไซยาเนต (ของเหลว)
๑.๒ ตำแหน่งที่ตั้ง	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม
๑.๓ ปริมาณสูงสุดที่จะรั่วไหล	๕๐๐ ปอนด์	เหมือนเดิม	เพิ่มกำลังผลิตและใช้สาร ๑,๕๐๐ ปอนด์
๑.๔ คุณสมบัติ	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม	เหมือนเดิม
๒. การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ๒.๑ พื้นที่ผลกระทบ	รัศมีโดยรอบ ๑ ไมล์ เนื่องจากปริมาณการรั่วไหลลดลงและกำหนดสภาพภูมิประเทศเป็นเขตเมืองเป็นเงื่อนไขในแบบจำลอง	เหมือนเดิม	รัศมีโดยรอบมากกว่า ๑๐ ไมล์ เนื่องจากปริมาณการรั่วไหลเพิ่มขึ้น

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
๒.๒ ประชากรในพื้นที่ผลกระทบ	ลดลง – มีประชากรทั้งหมด ๑,๒๕๐ คน	เหมือนเดิม	เพิ่มขึ้น – มีประชาชนทั้งหมด ๒๖,๗๐๐ คน รวมทั้งคนงาน ๒๐๐ คน และนักเรียน ๑,๐๐๐ คน ในโรงเรียน
๒.๓ สถานบริการที่จำเป็นที่มีอยู่ในพื้นที่ที่ผลกระทบ	ไม่มี	เหมือนเดิม	- สถานีดับเพลิง ๑ แห่ง - สถานีตำรวจ ๑ แห่ง
๓. การประเมินความเสี่ยง ๓.๑ โอกาสที่จะเกิดอันตราย	**<u>น้อย</u>** – เพราะแท็งค์บรรจุคลอรีนติดตั้งอุปกรณ์ตรวจสอบการรั่วไหลและสัญญาณตลอด ๒๔ ชั่วโมง และมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลจัดเก็บไว้นอกห้องเก็บคลอรีน	**<u>สูง</u>** – มีบันทึกการเกิดอุบัติเหตุที่สี่แยกซึ่งมีจุดทางออกและจุดทางเข้าเชื่อมต่อกับทางหลวงทำให้ทัศนวิสัยไม่ดี	**<u>น้อย</u>** – โรงงานติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับการรั่วไหลและมีระบบกักกันสารกรณีเกิดการรั่วไหลรวมทั้งมีแผนปฏิบัติ
๓.๒ ความรุนแรงผลกระทบต่อประชากร	ระดับความเข้มข้นของคลอรีนสูงทำให้ผู้ที่อยู่ในสถานพยาบาลหรือโรงผลิตน้ำประปาถึงแก่ความความตายได้หรือมีผลรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจ **<u>ระดับความรุนแรงของผลกระทบจึงสูง</u>** แต่ภายใต้สถานการณ์จำลองนี้ผู้ที่อยู่ในสถานพยาบาลจะไม่ได้รับผลกระทบเนื่องจากอยู่นอกพื้นที่ผลกระทบ	ไอระเหยของสารทำให้ผู้ขับขี่รวดยานเกิดอุบัติเหตุและส่งผลให้ได้รับไอระเหยที่อาจทำให้ถึงแก่ชีวิตได้ รวมทั้งทำให้เกิดผลรุนแรงต่อระบบทางเดินหายใจของประชาชนในเขตที่อยู่อาศัยและเขตพาณิชยกรรม **<u>ระดับความรุนแรงของผลกระทบจึงสูง</u>**	ถ้าเกิดการรั่วไหลของสารในช่วงเวลาที่นักเรียนอยู่ในโรงเรียนจะมีผลถึงแก่ความตาย หรือทำให้ตาบอด หรือระบบทางเดินหายใจสูญเสียคนงานจะได้รับผลกระทบในลักษณะเดียวกัน **<u>ระดับความรุนแรงของผลกระทบจึงสูงในช่วงเวลาเปิดเรียนและระดับปานกลางในช่วงเวลาอื่น ๆ</u>** การระเบิดและเพลิงไหม้จะทำให้ทรัพย์สินเสียหายแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
๓.๓ ความรุนแรงผลกระทบต่อประชากร ๓.๔ ความรุนแรงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ๓.๕ **สรุป :** โอกาสที่จะเกิดอันตรายและความรุนแรงของผลกระทบที่เกิดขึ้น	ไอระเหยของสารจะทำให้อุปกรณ์และโครงสร้างเหล็กสึกกร่อนแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้ พืชและสัตว์ที่อยู่ในบริเวณนั้นได้รับผลกระทบ **<u>น้อย/สูง</u>** ควรต้องมีการประเมินและตรวจสอบโรงงาน	ทางหลวงได้รับความเสียหายแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้ เพลิงไหม้หรือระเบิดที่เกิดทำให้รถยนต์เสียหายได้ ป่าสงวนจะได้รับผลกระทบจากเพลิงไหม้ที่เกิดขึ้นซึ่งต้องใช้ระยะเวลาฟื้นฟูกลับสู่สภาพปกติ **<u>สูง/สูง</u>** ควรต้องมีการประเมินและตรวจสอบโรงงาน	การระเบิดและเพลิงไหม้จะทำให้ทรัพย์สินเสียหายแต่สามารถซ่อมแซมใหม่ได้ สัตว์เลี้ยงและพืชตาย หรือมีผลกระทบต่อร่างกายและอาจทำให้ตายได้ในที่สุด **<u>น้อย/สูงถึงปานกลาง</u>** ควรต้องมีการประเมินและตรวจสอบโรงงาน
ข้อมูลเพื่อการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีของพื้นที่			
อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่เหมาะสม	- ชุดป้องกันสารเคมีแบบเต็มตัว - ถังอากาศช่วยหายใจ (SCBA)	- ชุดป้องกันสารเคมีแบบเต็มตัว - ถังอากาศช่วยหายใจ (SCBA)	- ชุดป้องกันสารเคมีแบบเต็มตัว - ชุดกันเพลิง (หากเกิดเพลิงไหม้ร่วมด้วย) - ถังอากาศช่วยหายใจ (SCBA)
อุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น	- อุปกรณ์ระงับการรั่วไหล (Chlorine B kit) - อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและตรวจติดตามในสิ่งแวดล้อม o หลอดตรวจวัดไอระเหยสารเคมี o กระดาษตรวจวัดสารเคมีในน้ำ เช่น กระดาษ pH เป็นต้น	- อุปกรณ์ซ่อมแซมการรั่วไหล (อุปกรณ์อุดปะถัง/แท็งค์) - อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและตรวจติดตามในสิ่งแวดล้อม o หลอดตรวจวัดไอระเหยสารเคมี o เครื่องวัดไประเหยสารเคมีรวมแบบ PID (Photoionization detectors)	- อุปกรณ์ซ่อมแซมการรั่วไหล (อุปกรณ์อุดปะถัง/แท็งค์) - อุปกรณ์เก็บตัวอย่างและตรวจติดตามในสิ่งแวดล้อม - โฟมต้านแอลกอฮอล์ และผงเคมีแห้ง กรณีเกิดเพลิงไหม้ - เครื่องมือหนักสำหรับทำเขื่อนกั้นสารเคมีรั่วไหล o รถขุด/รถตัก เป็นต้น

การประเมินอันตราย	สถานการณ์จำลอง ๑	สถานการณ์จำลอง ๒	สถานการณ์จำลอง ๓
ข้อมูลเพื่อการจัดทำแผนฉุกเฉินสารเคมีของพื้นที่			
	- วัสดุทำให้เป็นกลาง o เถ้า o ผงซีเมนต์ o ถ่านกัมมันต์ o โซดาแอช (sodium carbonate) o โซดาไฟ (Sodium Hydroxide)	- วัสดุทำให้เป็นกลาง o เถ้า o ผงซีเมนต์ - น้ำส้มสายชู หรือกรดอ่อนอื่นๆ เพื่อทำให้เจือจาง	
การขจัดการปนเปื้อนบริเวณที่เกิดเหตุ	- อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับกักกันน้ำชะสารเคมี หรือน้ำพ่นฝอยดักจับไอระเหยสารเคมี o เครื่องมือหนักสำหรับทำเขื่อนกั้นสารเคมีรั่วไหล เช่น รถขุด/รถตัก เป็นต้น o ดิน ถุงทราย โฟมโพลียูรีเทน คอนกรีตพรุน - เครื่องมือหนักสำหรับการตักดิน/วัสดุปนเปื้อนไปกำจัด	- อุปกรณ์เครื่องมือสำหรับกักกันน้ำชะสารเคมี หรือน้ำพ่นฝอยดักจับไอระเหยสารเคมี o เครื่องมือหนักสำหรับทำเขื่อนกั้นสารเคมีรั่วไหล เช่น รถขุด/รถตัก เป็นต้น o ดิน ถุงทราย โฟมโพลียูรีเทน คอนกรีตพรุน	- เครื่องมือหนักสำหรับการตักดิน/วัสดุปนเปื้อนไปกำจัด

บทที่ ๖
การปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล

การรั่วไหลสารเคมีบางครั้งจำเป็นต้องอพยพประชาชนในบริเวณใกล้เคียงเพื่อป้องกันการบาดเจ็บและเสียชีวิต บริเวณดังกล่าวได้แก่ พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบโดยตรงจากไอระเหยสารเคมีและก๊าซหรือเพลิงไหม้ และพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากไอระเหยสารเคมีและก๊าซเมื่อเหตุฉุกเฉินมีสถานการณ์เปลี่ยนไป เช่น ลมเปลี่ยนทิศ จุดเกิดเหตุมีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น วิธีการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลหลักๆ มี ๒ วิธี ได้แก่ การอพยพ และการหลบภัยในอาคาร (Shelter-in-Place) การอพยพเป็นการดำเนินการที่มีความซับซ้อนและมีข้อพิจารณาที่เกี่ยวข้องสำหรับผู้จัดทำแผน ดังนี้

๖.๑ การตัดสินใจอพยพ

ข้อแรกของการพิจารณาเลือกการอพยพ คือ มีความจำเป็นต้องอพยพหรือไม่ จากการบ่งชี้ลักษณะที่เกี่ยวข้องสารเคมีที่รั่วไหลและลักษณะของผลกระทบต่อประชน หัวข้อ ๖.๑.๑ จะแสดงถึงผลกระทบของคุณสมบัติสารเคมีต่อการตัดสินใจอพยพ และหัวข้อ ๖.๑.๒ จะแสดงถึงปัจจัยความปลอดภัยต่อชีวิตที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจอพยพ

คู่มือการระงับอุบัติภัยเบื้องต้นจากวัตถุอันตราย (Emergency Response Guidebook: ERG) มีข้อมูลระยะกั้นเขตอันตรายเบื้องต้น และระยะรัศมีการอพยพเมื่อเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมีจากการขนส่งทางบก โดยระยะรัศมีการอพยพมาพร้อมกับคำแนะนำว่า “ตารางแสดงระยะกั้นเขตเบื้องต้น/ระยะรัศมีการอพยพ (เขตปกป้องสาธารณชน) เป็นประโยชน์ในช่วงระยะเวลา ๒๐ – ๓๐ นาทีแรกของการเกิดเหตุรั่วไหลสารเคมีเท่านั้น (และไม่เกิดเพลิงไหม้ร่วมด้วย) การคำนวณระยะรัศมีพื้นทนที่ที่อาจได้รับผลกระทบในคู่มือนี้ไม่เหมาะสมกับการคำนวณการแพร่กระจายไอระเหยสารเคมี/ก๊าซในระยะเวลานานๆ หรือไปไกลๆ และมีความสามารถในการคำนวณรัศมีพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบได้ดีกับไอระเหย/ก๊าซที่ไม่ทำปฏิกิริยาและเบากว่าอากาศในสภาพบรรยากาศแบบลมนิ่งๆ อากาศเย็น ในตอนกลางคืน คู่มือ ERG จัดทำขึ้นเพื่อช่วยเจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินในการตัดสินใจเบื้องต้นในช่วงแรกๆ ของการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีทางการขนส่ง และควรระมัดระวังในการนำไปใช้ในเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหลในสถานประกอบการ (เนื่องจากปริมาณสารเคมีรั่วไหลอาจไม่ตรงกับปริมาณขนส่งสารเคมี)

๖.๑.๑ ผลกระทบของคุณสมบัติสารเคมีต่อการตัดสินใจอพยพ

มีปัจจัยหลากกลายที่ส่งผลต่อการแพร่กระจายของสารเคมีรั่วไหลรอบๆ บริเวณที่เก็บสารเคมีที่เกิดเหตุ การตัดสินใจอพยพควรพิจารณาปัจจัยต่างๆ เพื่อบ่งชี้สภาพที่เกิดจากการรั่วไหล พื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ/จะได้รับผลกระทบ และผลกระทบต่อสุขภาพประชาชน ปัจจัยเหล่านี้ ได้แก่ ปริมาณสารเคมีรั่วไหล คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเคมี ผลกระทบต่อสุขภาพ ลักษณะการแพร่กระจายในบรรยากาศ สิ่งแวดล้อมที่รองรับและแพร่สารเคมี อัตราการรั่วไหลสู่บรรยากาศ ระยะเวลาการรั่วไหล ดังนี้

- คุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเคมี ได้แก่
  - สถานะทางกายภาพ: ของแข็ง ของเหลว ก๊าซ
  - กลิ่น สี ลักษณะที่มองเห็นได้
  - ความไวไฟ: จุดวาบไฟ จุดติดไฟได้เอง ค่าขีดจำกัดการติดไฟ
  - ความถ่วงจำเพาะ: ลอยหรือจมในน้ำ
  - ความหนาแน่นไอ: ไอจะลอยสูง หรือลอยเรี่ยกับพื้น
  - การละลาย: ละลายได้ดีในน้ำ หรือทำปฏิกิริยากับน้ำ
  - การเกิดปฏิกิริยา: ทำปฏิกิริยากับอากาศ หรือน้ำ หรือสารอื่น
  - อุณหภูมิสำคัญ: จุดเดือด จุดหลอมเหลว
- ผลกระทบต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสสารในระยะสั้น
  - พิษเฉียบพลัน หรือพิษเรื้อรัง
  - พิษต่อระบบทางเดินหายใจ
  - พิษต่อผิวหนังและตา
  - พิษจากการเข้าทางปาก
- ลักษณะการแพร่กระจายในบรรยากาศ
  - การแพร่กระจายเป็นไปตามรูปร่างของพื้นดินหรือไม่
  - เป็นพลูมสารเคมีหรือไม่: กลุ่มไอสารเคมีจากจุดรั่วไหล
  - การแพร่จายเป็นแบบทุกศิศทางเป็นวงกลมหรือไม่
- สภาพบรรยากาศ
  - ความเร็วลม และทิศทางลม
  - อุณหภูมิ
  - ความชื้น: ปริมาณฝน
  - การกระจายตัวของอากาศ: แบบไม่สามารถลอยสูงได้และกักไว้บริเวณพื้น (inversion) แบบลอยสูงตามปกติ
  - เวลาเกิดเหตุ: กลางวัน กลางคืน

- ปัจจัยอื่นๆ ได้แก่
  - สารเคมีรั่วไหลสู่อากาศ ดิน และ/หรือแหล่งน้ำ: ความเข้มข้นในอากาศ/น้ำ
  - ขนาดและระยะเวลาของการรั่วไหล
  - อัตราการรั่วไหลสารเคมี และอัตราการรั่วไหลที่เปลี่ยนแปลงเมื่อเวลาผ่านไป

๖.๑.๒ ปัจจัยความปลอดภัยต่อชีวิตที่มีผลกระทบต่อการตัดสินใจอพยพ

ปัจจัยความปลอดภัยต่อชีวิตที่ควรพิจารณาเพื่อตัดสินใจอพยพ ได้แก่ จำนวนประเภทของประชากรที่ควรอพยพ และทรัพยากรที่ต้องใช้ในการอพยพ ประเภทของประชากรที่ควรอพยพประกอบด้วย ประชากรในพื้นที่อันตราย และประชากรในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ซึ่งผู้จัดทำแผนฉุกเฉินควรคำนึงถึงประชากรทั้งสองพื้นที่ ดังนี้

ประชากรในพื้นที่อันตราย

เมื่อพิจารณาถึงประชากรในพื้นที่อันตรายหรือได้รับผลกระทบโดยตรงจากสารเคมีรั่วไหลโดยอยู่ใกล้จุดเกิดเหตุนั้น ผู้จัดทำแผนฯ ต้องบ่งชี้ว่าเมื่อไหร่ที่หน่วยงานรับผิดชอบควรสั่งให้มีการหลบภัยในอาคาร หรือให้มีการอพยพทั้งหมด หรือมีการช่วยเหลือให้อพยพบางส่วน ทั้งนี้ควรพิจารณาเลือก ‘การหลบภัยในอาคาร’ เมื่อการอพยพจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้อพยพมากกว่า บางกรณีอาจจำเป็นต้องเลือกเข้าช่วยเหลือผู้ที่หลบภัยในอาคารในพื้นที่อันตราย แต่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลให้กับผู้อพยพเหล่านั้นเพื่อความปลอดภัยด้วย ทางเลือกที่สามคือการอพยพประชาชนในพื้นที่ทั้งหมด โดยใช้รถส่วนตัวหรือรถขนส่งที่จัดโดยหน่วยงานท้องถิ่น หรือหน่วยงานระดับภาค หรือภาคเอกชน หรือมูลนิธิต่างๆ

ประชากรในพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

สำหรับพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ ผู้จัดทำแผนฯ หรือผู้บัญชาการ ณ ที่เกิดเหตุจะต้องพิจารณาอพยพประชาชนในพื้นที่ดังกล่าวก่อนที่พลูมสารเคมีจะแพร่มาถึงหรือไม่ และหากอพยพ ควรมีเริ่มอพยพล่วงหน้านานกว่าที่พลูมสารเคมีจะมาถึงเพื่อให้การอพยพเป็นไปอย่างอันตรายและลักษณะการแพร่กระจายสารเคมีในบรรยากาศตามที่กล่าวข้างต้น อาจทำให้เจ้าหน้าที่ไม่มีเวลาอพยพล่วงหน้ามากนัก

การบ่งชี้ประชาชนที่ต้องอพยพ: มีปัจจัยมากมายที่ต้องคำนึงถึงเพื่อให้การอพยพนั้นเป็นไปอย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ เช่น จำนวนผู้อพยพ แหล่งที่อยู่ของผู้อพยพ ความสามารถในการเคลื่อนย้าย และอุปสรรคในการสื่อสาร/แจ้งเตือนผู้อพยพ เป็นต้น

ผู้อพยพอาจพบได้ในสถานที่ต่างๆ ดังนี้: บ้านเรือน โรงเรียน/สถานศึกษา โรงพยาบาล สถานพยาบาลต่างๆ สถานรับเลี้ยงเด็ก เรือนจำ สำนักงาน โรงงาน/สถานประกอบการ สถานีวิจัย สถานที่ราชการ อุทยานและสนามเด็กเล่น สนามกีฬา และเวทีการละเล่น เป็นต้น

นอกเหนือสถานที่ข้างต้น ผู้จัดทำแผนฯ จะต้องบ่งชี้กลุ่มประชากรที่ต้องการความช่วยเหลือพิเศษในการอพยพ และข้อจำกัดในการสื่อสาร/แจ้งเตือนระหว่างผู้อพยพกับเจ้าหน้าที่ โดยกลุ่มประชากรที่ควรให้ความสนใจพิเศษได้แก่

- ผู้ที่ไม่มีพาหนะเดินทาง
- ผู้สูงอายุ
- เด็ก รวมทั้งเด็กอ่อน
- ผู้พิการ
- นักโทษ
- ผู้ที่พูดภาษากลาง (ไทย) ไม่ได้

ทรัพยากรที่จำเป็น

ผู้จัดทำแผนฯ ควรบ่งชี้และจัดหาทรัพยากรที่เหมาะสมและจำเป็นในการอพยพได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ได้แก่ เจ้าหน้าที่ พาหนะ และอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง หน่วยงานที่สามารถให้เจ้าหน้าที่ช่วยเหลือด้านการอพยพ ได้แก่ สภากาชาด เจ้าหน้าที่ตำรวจ เจ้าหน้าที่ดับเพลิง และเจ้าหน้าที่ด้านการแพทย์ฉุกเฉิน

นอกเหนือจากเจ้าหน้าที่ พาหนะที่มีอุปกรณ์พิเศษที่อาจมีความจำเป็น เช่น รถบัสหรือแท็กซี่สำหรับผู้พิการ รถพยาบาลสำหรับเด็กอ่อนและผู้พิการ รถขนส่งผู้ที่ไม่มีพาหนะส่วนบุคคล เป็นต้น พร้อมทั้ง จัดทำแนวปฏิบัติในการเรียกใช้พาหนะเหล่านี้ในภาวะฉุกเฉินเพื่อให้การอพยพเป็นไปอย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

ประเภทของอุปกรณ์ที่อาจจำเป็นสำหรับการอพยพ ได้แก่

- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับเจ้าหน้าที่ เช่น หน้ากากเพื่อปกป้องระบบทางเดินหายใจ และชุดเพื่อป้องกันผิวหนังและตา เป็นต้น
- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลสำหรับผู้อพยพ ที่อาจต้องผ่านบริเวณที่มีกลุ่มไอสารเคมีที่มีความเข้มข้นในระดับที่เป็นอันตรายได้
- อุปกรณ์สื่อสาร เช่น วิทยุสื่อสารแบบเคลื่อนที่ ระบบแจ้งเตือนประชาชนแบบเคลื่อนที่ แตรแจ้งเตือน เป็นต้น
- ป้ายบอก ‘อพยพ’ (ซึ่งอาจติดที่ประตูแสดงว่าได้แจ้งเตือนให้มีการอพยพ หรือได้มีการอพยพแล้ว)

๖.๒ การดำเนินการอพยพ

เมื่อบ่งชี้บริเวณที่ต้องดำเนินการอพยพแล้ว ให้เริ่มดำเนินการอพยพตามที่ได้กำหนดไว้ในแผนฯ อย่างเป็นระบบและปลอดภัย การอพยพจะประกอบด้วยหลายขั้นตอน ได้แก่

การมอบหมายภารกิจต่างๆ ให้กับเจ้าหน้าที่ดำเนินการอพยพ แจ้งเตือนผู้อพยพ จัดหาพาหนะรับส่งตามที่บ่งชี้ไว้ จัดเตรียมการปฐมพยาบาลแก่ผู้อพยพ จัดให้มีความปลอดภัยแก่พื้นที่ที่ประชาชนอพยพออกไป และจัดให้มีการหลบภัยในอาคาร (หากจำเป็น)

๖.๒.๑ ภารกิจในการอพยพ

ขั้นตอนแรกของการดำเนินการอพยพ ได้แก่ การมอบหมายภารกิจให้แก่เจ้าหน้าที่ โดยภารกิจจะประกอบด้วยข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

- พื้นที่ที่ต้องดำเนินการอพยพ
- อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคลที่ต้องใช้
- ข้อปฏิบัติสำหรับผู้อพยพ
- การขนส่งผู้อพยพที่ไม่มีพาหนะส่วนบุคคล
- การช่วยเหลือกลุ่มประชากรพิเศษ
- ศูนย์อพยพ
- การรักษาความปลอดภัยให้กับบริเวณที่ได้มีการอพยพ
- การจัดการจราจรทางรถและทางเท้า
- ขั้นตอนการสื่อสาร เป็นต้น

ทั้งนี้ ความคืบหน้าของการอพยพควรมีการติดตามโดยผู้รับผิดชอบที่สั่งการด้านการอพยพ

๖.๒.๒ การแจ้งเตือนและแจ้งข้อปฏิบัติการอพยพ

ขั้นตอนที่ ๒ ของการอพยพได้แก่ การแจ้งเตือนประชาชนที่ต้องอพยพ พร้อมทั้งแจ้งข้อปฏิบัติการอพยพ ขั้นตอนนี้มีวิธีทำได้หลายแบบ ดังนี้

- แบบบ้านต่อบ้าน วิธีนี้ต้องใช้เจ้าหน้าที่จำนวนมาก และเป็นวิธีการที่ช้าแต่ทั่วถึง
- ระบบแจ้งเตือนสาธารณชน (เครื่องขยายเสียงแบบใช้รถ หรือในอาคาร) วิธีการนี้ใช้เจ้าหน้าที่น้อยกว่าวิธีแรก และเร็วกว่าแต่ไม่ทั่วถึง
- แบบผสมระหว่างวิธีแรกและวิธีที่สอง ในบางพื้นที่การแจ้งเตือนแบบบ้านต่อบ้านอาจต้องใช้การเดินทาง ในขณะที่บางพื้นที่สามารถแจ้งผ่านระบบแจ้งเตือนสาธารณชนได้

ผู้ที่ต้องอพยพอาจได้รับการเตือนฉุกเฉินจากระบบแจ้งเตือนผ่านวิทยุหรือโทรทัศน์หรือการสื่อสารประเภทอื่นก่อนได้

๖.๒.๓ การเคลื่อนย้ายผู้อพยพ

ขั้นตอนที่ ๓ ของการอพยพได้แก่ การช่วยเหลือเคลื่อนย้ายผู้อพยพ ประกอบด้วย

- จัดเตรียมพาหนะสำหรับการเคลื่อนย้ายสำหรับผู้ที่ไม่มีพาหนะส่วนบุคคล
- จัดเตรียมพาหนะสำหรับการเคลื่อนย้ายเด็กอ่อนและผู้พิการ

- จัดการจราจร
- แจ้งผู้อพยพให้เคลื่อนย้ายอย่างรวดเร็ว

รถบัสหรือรถตู้มีความจำเป็นสำหรับการเคลื่อนย้ายผู้อพยพจำนวนมาก ในการขนย้ายผู้พิการและเด็กอ่อนอาจต้องใช้รถตู้/รถบัสพิเศษสำหรับผู้พิการ และ/หรือรถพยาบาล การจัดการจราจรนั้นรวมถึง การห้ามรถยนต์หรือพาหนะอื่นใดเข้าไปในบริเวณที่อพยพออกมา และอำนวยการจราจรให้แก่ผู้อพยพออกจากพื้นที่

๖.๒.๔ การแพทย์ฉุกเฉินสำหรับผู้อพยพ

หากผู้อพยพได้รับสัมผัส (ทางการหายใจ ทางผิวหนัง ทางปาก) ระหว่างการอพยพ ผู้อพยพควรได้รับการรักษาพยาบาล หากไอสารเคมีพัดพาไปยังกลุ่มผู้อพยพที่อยู่ระหว่างเดินทาง อาจมีได้รับบาดเจ็บหลายคน ดังนั้น จึงควรมีหน่วยแพทย์ฉุกเฉินเตรียมให้พร้อม

๖.๒.๕ การรักษาความปลอดภัยบริเวณอพยพ

เมื่อมีการอพยพ เจ้าหน้าที่ตำรวจควรรักษาความปลอดภัยบริเวณดังกล่าว เพื่อป้องกันการเข้าไปขโมยหรืออื่นๆ เจ้าหน้าที่ตำรวจดังกล่าวอาจต้องใช้อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล เนื่องจากอาจมีสารเคมีในบรรยากาศในคความเข้มข้นที่เป็นอันตรายได้

๖.๒.๖ การกลับเข้าบริเวณอพยพ

ก่อนตัดสินใจกลับเข้าสู่บริเวณอพยพ ควรมีการยืนยันข้อมูลการตรวจวัดสารเคมีในบรรยากาศและปรึกษาเจ้าหน้าที่ด้านสุขภาพที่เกี่ยวข้อง และเมื่อตัดสินใจกลับเข้าสู่บริเวณอพยพ การอพยพกลับควรเป็นไปอย่างเรียบร้อยและมีขั้นตอนการดำเนินงานเหมือนกับการอพยพออกจากพื้นที่ ดังนี้

- แจ้งผู้อพยพว่าสามารถอพยพคืนถิ่นได้
- จัดเตรียมข้อมูลและข้อปฏิบัติให้กับผู้อพยพ
- ประสานและจัดเตรียมพาหนะเคลื่อนย้ายผู้อพยพที่ต้องการ
- จัดการจราจรและการรักษาความปลอดภัยบริเวณอพยพ

แจ้งผู้อพยพให้รายงานการพบไอสารเคมีหรืออันตรายอื่นๆ ในพื้นที่แก่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉิน และให้พบแพทย์หากพบว่ามีอาการเจ็บป่วยที่อาจเกิดจากสารเคมีรั่วไหล

๖.๓ การหลบภัยในอาคาร (Shelter In-Place)

การตัดสินใจอพยพเป็นการพิจารณารายกรณีและต้องใช้ปัจจัยหลากหลายในการตัดสินใจ และการอพยพเป็นตัวเลือกที่ดีหากการรั่วไหลเกิดเป็นเวลานานหรือเกิดเพลิงไหม้ที่ไม่สามารถระงับในระยะเวลาสั้นได้ บางครั้งอาจไม่จำเป็นต้องอพยพระหว่างเกิดการรั่วไหลสาร EHSs เสมอไป สารเคมีที่สามารถแพร่ไปในบรรยากาศสามารถแพร่ไปตามลมได้อย่างรวดเร็วจนอาจทำให้ไม่มีเวลา

อพยพประชาชนได้ สำหรับการรั่วไหลในระยะเวลาสั้นๆ วิธีการปกป้องประชาชนที่อยู่ใกล้บริเวณที่เกิดการรั่วไหลที่อาจปลอดภัยที่สุด คือการหลบภัยในอาคาร โดยปิดประตูหน้าต่าง ปิดระบบทำความร้อนและระบบทำความเย็น กลุ่มไอหมอกสารเคมีจะพัดผ่านไปอย่างรวดเร็ว ประชากรกลุ่มที่มีความอ่อนไหว เช่น ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย เป็นต้น หากได้รับสัมผัสสารระหว่างการอพยพอาจได้รับผลกระทบมากกว่าการหลบภัยในอาคารที่ลดการรับสัมผัสสารทางการหายใจชั่วขณะได้

ข้อจำกัดของการอพยพเมื่อเกิดเหตุรั่วไหลสาร EHSs มีมากมาย เช่น ความเร็วลมและทิศทางลมเปลี่ยนทำให้ยากต่อการคาดการณ์และอาจมีผลต่อการอพยพเมื่อเกิดการรั่วไหล ความแตกต่างของอุณหภูมิระหว่างชั้นบรรยากาศที่ส่งผลให้การคาดการณ์รูปแบบการแพร่กระจายของกลุ่มไอสารเคมียากขึ้น เป็นต้น ปัจจัยต่างๆ เหล่านี้ทำให้คาดการณ์ระยะเวลาที่ชุมชนจะได้รับผลกระทบจากกลุ่มไอสารเคมียากขึ้น

การหลบภัยในอาคารจึงอาจเป็นตัวเลือกที่ดีกว่า หากขณะอพยพอาจความเสี่ยงสูง และเพื่อให้เกิดการปกป้องประชาชนที่หลบภัยในอาคารสูงสุด ควรดำเนินการดังต่อไปนี้

- ปิดประตูหน้าต่าง ล็อกหน้าต่าง (แน่นสนิทกว่าไม่ล็อก) อุดช่องว่างใต้ประตูและร่องหน้าต่างด้วยผ้าเช็ดตัวชุบน้ำ หรือกระดาษกาว หรือเทปกาวอื่นๆ
- ผู้ดูแลอาคารควรตั้งระบบถ่ายเทอากาศให้เป็นการหมุนเวียนภายในอาคาร โดยไม่ดึงอากาศภายนอกเข้ามา หากไม่สามารถงดการดูดอากาศภายนอกเข้ามา ให้ปิดระบบระบายอากาศดังกล่าว
- ปิดระบบทำความเย็น หรือระบบทำความอุ่น
- อุดช่องว่างที่อากาศสามารถเข้ามาได้ เช่น ตามช่องแอร์ ช่องระบายอาศในห้องน้ำ เครื่องดูดควัน ช่องระบายอาศของเครื่องอบ เป็นต้น ด้วยเทปกาว แผ่นพลาสติก กระดาษไข หรือแผ่นอลูมินัม
- ปิดระบบดูดควันและปิดคลุมช่องระบาย/ดูดอากาศทั้งหมด ทั้งในห้องน้ำ ห้องครัว
- ปิดประตูภายในอาคารทุกบานที่ทำได้
- หากมีโอกาสเกิดการระเบิดข้างนอก ปิดม่าน/ที่บังแดดให้หมด อยู่ให้ห่างจากหน้าต่างเพื่อป้องกันการบาดเจ็บจากเศษกระจก
- หากสงสัยว่าไอระเหยหรือก๊าซได้แพร่เข้ามาในอาคาร ให้ใช้ผ้าเปียกปิดปากปิดจมูก
- เปิดวิทยุหรือโทรทัศน์ช่องข่าวฉุกเฉิน เพื่อติดตามข้อมูลการรั่วไหลสารเคมี และข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของประชาชน

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

ภาคผนวกที่ ๑

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ
เรื่อง ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมี
ทางการหายใจแบบเฉียบพลัน

ประกาศกรมควบคุมมลพิษ
เรื่อง ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน

โดยที่เป็นการสมควรกำหนดค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน เพื่อการป้องกันมลพิษในสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากสารเคมีรั่วไหล และเพื่อการตัดสินใจแจ้งเตือนและปกป้องประชาชนที่คาดว่าจะได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยจากการรับสัมผัสสารเคมีในบรรยากาศในช่วงเวลาสั้น ๆ กรณีเกิดเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล รวมทั้งนำไปใช้ในการวางแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมีล่วงหน้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ดังนั้น เพื่อให้สอดคล้องกับกฎกระทรวงแบ่งส่วนราชการกรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม พ.ศ. ๒๕๔๕ ซึ่งกำหนดให้กรมควบคุมมลพิษมีอำนาจหน้าที่ในการพัฒนาระบบรูปแบบ และวิธีการที่เหมาะสมสำหรับระบบต่าง ๆ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการจัดการกากของเสีย สารอันตราย คุณภาพน้ำ อากาศ ระดับเสียง และความสั่นสะเทือน และให้ความช่วยเหลือและคำปรึกษาแนะนำเกี่ยวกับการจัดการมลพิษ อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ จึงอาศัยอำนาจตามมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติระเบียบบริหารราชการแผ่นดิน พ.ศ. ๒๕๓๔ และที่แก้ไขเพิ่มเติม ออกประกาศค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลันไว้ดังรายละเอียดที่กำหนดไว้ในภาคผนวกแนบท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ ๙ กุมภาพันธ์ ๒๕๖๑

(นางสุณี ปิยะพันธุ์พงศ์)
อธิบดีกรมควบคุมมลพิษ

ภาคผนวก

ท้ายประกาศกรมควบคุมมลพิษ

เรื่อง ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน

ข้อ ๑ ในประกาศนี้

"สารเคมี" หมายความว่า สารเคมี หรือสารอันตราย หรือวัตถุอันตราย ทั้งที่เป็นสารอินทรีย์หรือสารอนินทรีย์ที่อาจเป็นอันตรายอย่างร้ายแรงเมื่อเข้าสู่ร่างกายทางการหายใจ

"เหตุฉุกเฉินสารเคมี" หมายความว่า เหตุการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิดที่เกี่ยวข้องกับสารเคมีรั่วไหล เพลิงไหม้ ระเบิด เป็นต้น

"ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน" หมายความว่า ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศที่ประชาชนทั่วไป รวมถึง เด็ก ผู้สูงอายุ และผู้ป่วย ที่รับสัมผัสทางการหายใจในระยะเวลา ๑ ชั่วโมง โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน ตามความรุนแรงของผลกระทบต่อสุขภาพ ๓ ระดับ มีหน่วยเป็นส่วนในล้านส่วน (ppm) ดังนี้

ระดับที่ ๑ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชน

ระดับที่ ๒ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไม่ร้ายแรง เช่น อาการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ เป็นต้น

ระดับที่ ๓ ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในบรรยากาศ ที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรง แต่ไม่ถึงขั้นเสียชีวิต

ทั้งนี้ หากความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศเกินระดับที่ ๓ จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรง ถึงขั้นเสียชีวิต

ข้อ ๒ เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินสารเคมี ควรพิจารณาดำเนินการปกป้องสุขภาพประชาชนจากการรับสัมผัสสารเคมีในพื้นที่ที่คาดว่าจะพบความเข้มข้นสารเคมีในบรรยากาศในระยะเวลา ๑ ชั่วโมง ดังนี้

กรณีไม่เกินระดับ ๑ ให้ดำเนินการแจ้งเตือนประชาชนในพื้นที่ให้รับทราบและเตรียมการป้องกันตนเอง ได้แก่ จัดเตรียมอุปกรณ์ป้องกันสารเคมีส่วนบุคคล เช่น หน้ากากป้องกันสารเคมีชนิดครอบจมูกและปาก และผ้าชุบน้ำหมาดๆ เป็นต้น

กรณีเกินระดับที่ ๑ แต่ไม่ถึงระดับ ๒ ให้ดำเนินการป้องกันการรับสัมผัสสารเคมี เช่น การสวมใส่หน้ากากป้องกันสารเคมีชนิดครอบจมูกและปาก หลีกเลี่ยงการรับสัมผัสทางการหายใจ เป็นต้น

กรณีตั้งแต่ระดับที่ ๒ ขึ้นไป ให้ดำเนินการป้องกันสุขภาพประชาชนจากการรับสัมผัสสารเคมี โดยการอพยพออกจากพื้นที่ทันที หรือการหลบภัยในอาคาร แล้วแต่กรณี

ข้อ ๓ ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน ให้เป็นไปตามบัญชีรายการสารเคมี ดังนี้

บัญชีรายการสารเคมี

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
1	HFE - 7100; Methyl Nonafluorobutyl Ether (40%) and Methyl Nonafluoroisobutyl Ether (60%)	163702–07-6 และ 163702–08-7	2,500	8,200	15,000
2	1,3-Butadiene	106–99–0	670	5,300*	22,000***
3	1,2–Butylene oxide	106–88-7	72	140	330
4	1,2-Dibromoethane	106–93-4	17	24	46
5	1,1-Dimethyl hydrazine	57–14-7	0.27	3.0	11
6	1,4-Dioxane	123–91-1	17	320	760
7	1,2-Dimethyl hydrazine	540–73-8	0.27	3.0	11
8	2-Ethylhexylchloroformate	24468–13-1	0.088	0.97	2.9
9	2,4-Toluene diisocyanate	584–84-9	0.020	0.083	0.51
10	2,6-Toluene diisocyanate	91–08 -7	0.020	0.083	0.51
11	1,1,1-Trichloroethane	71–55-6	230	600	4,200
12	1,2,3-Trimethylbenzene	526–73-8	140	360	480
13	1,2,4-Trimethylbenzene	95–63-6	140	360	480
14	1,3,5-Trimethylbenzene (Mesitylene)	108–67-8	140	360	480
15	Acetaldehyde	75–07-0	45	270	840
16	Acetone	67–64-1	200	3,200*	5,700*
17	Acetone cyanohydrin	75–86-5	2.0	7.1	15
18	Acetonitrile	75–05-8	13	50	150
19	Acrolein	107–02-8	0.030	0.10	1.4
20	Acrylic acid	79–10-7	1.5	46	180
21	Acrylonitrile	107–13-1	0.15	1.7	28

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
22	Adamsite; Phenarsazine chloride	578–94-9	0.0014	0.23	0.56
23	Agent GA (Tabun)	77–81-6	0.00042	0.0053	0.039
24	Agent GB (Sarin)	107–44-8	0.00048	0.006	0.022
25	Agent GD (Soman)	96–64-0	0.00018	0.0022	0.017
26	Agent GF	329–99-7	0.0002	0.0024	0.018
27	Agent VX	50782–69-9	0.000016	0.00027	0.00091
28	Allyl alcohol	107–18-6	0.09	1.7	13
29	Allyl chloride	107–05-1	2.8	54	140
30	Allyl chloroformate; Allyl chlorocarbonate	2937–50-0	0.064	0.70	2.1
31	Allyl Amine	107–11-9	0.42	3.3	18
32	Allyl trichlorosilane	107–37-9	0.60	7.3	33
33	Aluminum phosphide	20859–73-8	1.3	2.0	3.6
34	Ammonia	7664–41-7	30	160	1,100
35	Amyltrichlorosilane	107–72-2	0.60	7.3	33
36	Aniline	62–53-3	8.0	12	20
37	Arsenic trioxide	1327–53-3	0.0334	0.37	1.125
38	Arsine	7784–42-1	0.015	0.17	0.50
39	Benzene	71–43-2	52	800	4,000*
40	Benzonitrile	100–47-0	0.56	6.2	19
41	Benzyl chloroformate	501–53-1	0.088	0.97	2.9
42	Bis(chloromethyl)ether; Dichloromethyl ether	542–88-1	0.004	0.044	0.18
43	Biphenyl; Diphenyl	92–52-4	0.87	9.6	300
44	Boron tribromide	10294 –33-4	0.33	13	40
45	Boron trifluoride	7637–07-2	0.9	10.47	31.77

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
46	Bromine	7726–95-6	0.033	0.24	8.5
47	Bromine chloride	13863–41-7	0.075	0.83	2.5
48	Bromine pentafluoride	7789–30-2	0.015	0.17	33
49	Bromine trifluoride	7787–71-5	0.12	2.0	21
50	Bromoacetone	598–31-2	0.011	0.33	0.98
51	Butane	106–97-8	5,500*	17,000**	53,000***
52	Butyl trichlorosilane	7521–80-4	0.60	7.3	33
53	sec-Butyl chloroformate	17462–58-7	0.2	2.2	6.7
54	BZ; 3-Quinuclidinyl benzilate	6581–06-2	0.00007	0.0008	0.015
55	Cadmium	7440–43-9	0.022	0.165	1.02
56	Calcium cyanide	592–01-8	1	3.42	7.43
57	Calcium phosphide	1305–99-3	0.091	1.0	1.8
58	Carbon disulfide	75–15-0	13	160	480
59	Carbon monoxide	630–08-0	75	83	330
60	Carbon tetrachloride	56–23-5	1.2	13	340
61	Carbonyl fluoride	353–50-4	0.025	0.28	0.83
62	Carbonyl sulfide	463–58-1	15	55	150
63	Chlorine	7782–50-5	0.50	2.0	20
64	Chlorine dioxide	10049–04-4	0.15	1.1	2.4
65	Chlorine pentafluoride	13637–63-3	0.015	0.17	8.0
66	Chlorine trifluoride	7790–91-2	0.12	2.0	21
67	Chloroacetone	78–95-5	0.4	4.4	13
68	Chloroacetonitrile	107–14-2	0.45	5	15
69	Chloroacetaldehyde	107–20-0	1.3	2.2	9.9
70	Chloroacetyl chloride	79 –04 - 9	0.040	1.6	52
71	Chlorobenzene	108–90-7	10	150	400

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
72	Chloroform	67-66-3	2	64	3,200
73	Chloromethyl methyl ether	107–30-2	0.043	0.47	2.0
74	Chloromethyl trichlorosilane	1558–25-4	0.60	7.3	33
75	Chloropicrin	76–06-2	0.050	0.15	1.4
76	Chlorosulfonic acid	7790–94-5	0.021	0.924	5.25
77	cis-1,2-Dichloroethylene	156–59-2	140	500	850
78	Cis- and trans-1,2-Dichloroethylene	156–60-5	280	1,000	1,700
79	cis-Crotonaldehyde	4170–30-3	0.19	4.4	14
80	Cumene	98–82-8	50	300	730
81	Cyclohexyl isocyanate	3173–53-3	0.0031	0.034	0.10
82	Cyclohexylamine	108–91-8	1.8	8.6	30
83	Cyanogen	460–19-5	2.0	8.3	25
84	Diborane	19287–45-7	0.3	1.0	3.7
85	Dichloroacetyl Chloride	79–36-7	0.040	1.6	52
86	Dichlorodimethylsilane; Dimethyldichlorosilane	75–78-5	0.90	11	50
87	Dichlorophenyltrichlorosilane	27137–85-5	0.60	7.3	33
88	Dichlorosilane	4109-96-0	0.90	11	50
89	Diethyl dichlorosilane	1719–53-5	0.90	11	50
90	Diketene	674–82-8	0.091	1.0	3
91	Dimethylchlorosilane	1066–35-9	1.8	22	100
92	Dimethylamine	124–40-3	10	66	250
93	Dimethyl phosphite	868–85-9	8.6	95	150
94	Dimethyl sulfate	77–78-1	0.024	0.12	1.6
95	Diphenylchloroarsine	712–48-1	0.0032	0.036	0.111
96	Diphenyl dichlorosilane	80–10-4	0.90	11	50

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
97	Disulfur dichloride	10025–67-9	0.53	6.4	15
98	Dodecyl trichlorosilane	4484–72-4	0.60	7.3	33
99	Epichlorohydrin	106–89-8	1.7	24	72
100	Ethyl acrylate	140–88-5	8.3	36	240
101	Ethyl benzene	100–41-4	33	1,100*	1,800*
102	Ethyl chloroformate	541–41-3	0.15	1.6	4.8
103	Ethyl isocyanate	109–90-0	0.0031	0.034	0.1
104	Ethyl mercaptan	75–08-1	1.0	120	360
105	Ethyldichloroarsine; Dichloroethylarsine	598–14-1	0.0004	0.004	0.012
106	Ethylamine	75–04-7	7.5	49	270
107	Ethylchlorothioformate	2941–64-2	0.024	0.26	0.79
108	Ethylphosphorodichloridate	1498–51-7	0.018	0.20	0.6
109	Ethylene chlorohydrin; 2-Chloroethanol	107–07-3	0.11	1.2	3.5
110	Ethylene diamine	107–15-3	0.88	9.7	20
111	Ethylene oxide	75–21-8	5	45	200
112	Ethylenimine; Ethyleneimine	151–56- 4	0.1	4.6	9.9
113	Ethyltrichlorosilane	115–21-9	0.60	7.3	33
114	Fluorine	7782-41-4	1.7	5.0	13
115	Formaldehyde	50–00-0	0.90	14	56
116	Furan	110–00-9	0.62	6.8	19
117	Germane	7782–65-2	0.015	0.17	0.50
118	HCFC 141b	1717–00-6	1,000	1,700	3,000
119	Hexafluoroacetone	684–16-2	0.018	0.20	80
120	Hexafluoropropylene	116–15-4	40	91	480

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
121	Hexyltrichlorosilane	928–65-4	0.60	7.3	33
122	Hexane	110–54-3	260	2,900*	8,600**
123	HFC 134A	811–97-2	8,000	13,000	27,000
124	Hydrazine	302–01-2	0.10	13	35
125	Hydrogen Bromide	10035–10-6	1	40	120
126	Hydrogen chloride	7647–01-0	1.8	22	100
127	Hydrogen cyanide	74–90-8	2.0	7.1	15
128	Hydrogen fluoride	7664–39-3	1.0	24	44
129	Hydrogen Iodide	10034–85-2	1.0	25	120
130	Hydrogen selenide	7783–07-5	0.045	0.11	0.33
131	Hydrogen sulfide	7783–06-4	0.51	27	50
132	Iron pentacarbonyl	13463–40-6	0.0055	0.06	0.18
133	Isobutyronitrile	78–82-0	0.18	2.0	6.1
134	Isobutyl chloroformate	543–27-1	0.6	2.2	6.7
135	Isopropyl chloroformate	108–23-6	0.3	3.3	10
136	Jet Fuel (JP-5 and JP-8)	8008–20–6 และ 70892–10-3	42.21	160.12	698.7
137	Ketene	463–51-4	0.0057	0.063	0.19
138	Lewisite 1	541–25-3	0.023	0.25	0.74
139	Magnesium aluminum phosphide	z-0116	0.061	0.67	1.2
140	Magnesium phosphide	12057–74-8	0.091	1.0	1.8
141	Malathion	121–75-5	1.11	8.88	28.89
142	Malononitrile; Propanedinitrile	109–77-3	0.07	0.77	2.3
143	Mercury Vapor	7439–97-6	0.018	0.21	1.1
144	Methacrylic acid	79–41-4	6.7	61	220
145	Methacrylaldehyde	78–85-3	0.20	0.33	3.5

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
146	Methacrylonitrile	126–98-7	0.091	1	3.1
147	Methanesulfonyl chloride	124–63-0	0.019	0.21	0.62
148	Methanol	67–56-1	530	2,100	7,200*
149	Methyl amine	74–89-5	15	64	350
150	Methyl bromide	74–83-9	19	210	740
151	Methyl chloride	74–87-3	150	910	3,000
152	Methyl chloroformate	79–22-1	0.6	2.2	6.7
153	Methyl chlorosilane	993–00-0	1.8	22	100
154	Methyldichloroarsine	593–89-5	0.0073	0.008	0.024
155	Methyl dichlorosilane	75–54-7	0.90	11	50
156	Methyl ethyl ketone	78–93-3	200	2,700*	4,000*
157	Methyl hydrazine	60–34-4	0.082	0.90	2.7
158	Methyl isocyanate	624–83-9	0.025	0.067	0.20
159	Methyl isothiocyanate	556–61-6	0.27	17	50
160	Methyl mercaptan	74–93-1	0.005	23	68
161	Methyl methacrylate	80–62-6	17	120	570
162	Methyl parathion	298–00-0	0.01	0.1115	0.325
163	Methyl–tertiary-butyl ether (MTBE)	1634–04-4	50	570	5,300*
164	Methylene Chloride	75–09-2	200	560	6,900
165	Methyl vinyl ketone	78–94-4	0.17	1.2	2.4
166	Methylvinyldichlorosilane	124–70-9	0.90	11	50
167	Monochloroacetic acid	79–11-8	1.5	6.6	15
168	N,N-Dimethylformamide	68–12-2	2	91	530
169	n-Butyl acrylate	141–32-2	8.3	130	480
170	n-Butyl chloroformate	592–34-7	0.6	2.2	6.7
171	n-Butyl isocyanate	111–36-4	0.01	0.083	0.25

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
172	Nickel carbonyl	13463–39-3	0.0033	0.036	0.16
173	Nitric acid	7697–37-2	0.16	24	92
174	Nitrogen dioxide	10102–44-0	0.50	12	20
175	Nitrogen Mustard-1	538–07-8	0.0003	0.003	0.053
176	Nitrogen Mustard-2	51–75-2	0.0003	0.0034	0.058
177	Nitrogen Mustard - 3	555–77-1	0.00023	0.0026	0.044
178	Nitrogen tetroxide	10544–72-6	0.25	6.2	10
179	Nitrogen trifluoride	7783–54-2	200	530	860
180	Nonyl trichlorosilane	5283–67-0	0.20	7.3	33
181	Octadecyltrichlorosilane	112–04-9	0.60	7.3	33
182	Octyl trichlorosilane	5283–66-9	0.60	7.3	33
183	Oleum	8014–95-7	0.03	1.2	22
184	Osmium tetroxide	20816–12-0	0.0006	0.0084	4.0
185	Oxygen difluoride	7783–41-7	0.0075	0.083	0.25
186	Parathion	56–38-2	0.013	0.126	0.168
187	Pentaborane	19624–22-7	0.015	0.14	0.51
188	Peracetic Acid	79–21-0	0.17	0.5	4.82
189	Perchloromethyl mercaptan	594–42-3	0.013	0.30	0.90
190	Perchloryl fluoride	7616–94-6	1.5	4.0	12
191	Perfluoroisobutylene	382–21-8	0.01	0.11	0.33
192	Phenol	108–95-2	15	23	200
193	Phenyl chloroformate	1885–14-9	0.017	0.19	0.57
194	Phenyl dichloroarsine	696–28-6	0.0006	0.007	0.019
195	Phenyl isocyanate	103–71-9	0.0009	0.0096	0.029
196	Phenyl mercaptan	108–98-5	0.3	0.53	1.6
197	Phenyltrichlorosilane	98–13-5	0.60	7.3	33

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
198	Phorate	298–02-2	0.0003	0.004	0.011
199	Phosgene	75–44-5	0.027	0.30	0.75
200	Phosgene oxime	1794–86-1	0.006	0.018	2.79
201	Phosphine	7803–51-2	1	2.0	3.6
202	Phosphorus oxychloride	10025–87-3	0.3	0.48	0.85
203	Phosphorus Trichloride	7719–12-2	0.34	2.0	5.6
204	Piperidine	110–89-4	6.6	33	110
205	Potassium cyanide	151–50-8	1.99	7.14	15.04
206	Potassium Phosphide	20770–41-6	0.18	2.0	3.6
207	Propargyl alcohol	107–19-7	2.5	16	72
208	Propane	74–98-6	5,500*	17,000**	33,000***
209	Propionaldehyde	123–38-6	45	260	840
210	Propionitrile	107–12-0	0.27	3.0	9.1
211	Propyl chloroformate	109–61-5	0.34	3.7	11
212	Propylene Glycol Dinitrate	6423–43-4	0.17	1.0	13
213	Propylene oxide	75–56-9	73	290	870
214	Propylenimine	75–55-8	0.4	12	23
215	Propyltrichlorosilane	141–57-1	0.60	7.3	33
216	Selenium hexafluoride	7783–79-1	0.053	0.087	0.26
217	Silane	7803–62-5	100	130	270
218	Silicon tetrachloride; Tetrachlorosilane	10026–04-7	0.45	5.5	25
219	Silicon tetrafluoride	7783–61-1	0.05	3.3	10
220	Sodium cyanide	143–33-9	2.0	7.0	15.0
221	Sodium phosphide	12058–85-4	0.18	2.0	3.6
222	Strontium phosphide	12504–13-1	0.091	1.0	1.8

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
223	Sulfur Dioxide	7446–09-5	0.20	0.75	30
224	Sulfur Mustard	505–60-2	0.01	0.02	0.32
225	Sulfur trioxide	7446–11-9	0.06	2.66	48.93
226	Sulfuric acid	7664–93-9	0.05	2.17	39.90
227	Sulfuryl chloride	7791–25-5	0.3	3.7	11
228	Sulfuryl fluoride	2699–79-8	10	21	64
229	Stibine	7803–52-3	0.3	1.5	9.6
230	Styrene	100–42-5	20	130	1,100*
231	Tear Gas	2698–41-1	0.00065	0.01	1.43
232	Tellurium hexafluoride	7783–80-4	0.00048	0.0053	0.016
233	Tetrachloroethylene	127–18-4	35	230	1,200
234	Tetrafluoroethylene	116–14-3	22	55	330
235	Tetramethoxy silane	681–84-5	0.083	0.91	1.4
236	Tetranitromethane	509–14-8	0.047	0.52	1.7
237	Thionyl chloride	7719–09-7	0.2	2.4	14
238	Titanium tetrachloride	7550–45-0	0.65	1.0	5.7
239	t-Octyl mercaptan	141–59-3	0.055	0.60	1.8
240	Toluene	108–88-3	67	560	3700*
241	trans-Crotonaldehyde	123–73-9	0.19	4.4	14
242	Trichloroethylene	79–01-6	130	450	3,800
243	Trichloromethylsilane; Methyl trichlorosilane	75–79-6	0.60	7.3	33
244	Trichlorosilane	10025–78-2	0.60	7.3	33
245	Trifluorochloroethylene	79–38-9	16	86	420
246	Trimethoxysilane	2487–90-3	0.5	0.83	2.5
247	Trimethyl amine	75–50-3	8.0	120	380

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (ส่วนในล้านส่วน)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
248	Trimethyl chlorosilane	75–77-4	1.8	22	100
249	Trimethylacetyl chloride	3282–30-2	0.015	0.16	0.47
250	Trimethyl phosphite	121–45-9	6.1	61	310
251	Uranium hexafluoride	7783–81-5	0.25	0.67	2.50
252	Vinyl acetate	108–05-4	6.7	36	180
253	Vinyl chloride	75–01-4	250	1,200	4,800*
254	Vinyl trichlorosilane	75–94-5	0.60	7.3	33
255	Xylenes	1330–20-7	130	920*	2,500*
256	Zinc phosphide	1314–84-7	0.091	1.0	1.8

หมายเหตุ

๑. CAS No. (Chemical Abstracts Service Number) หมายถึง กลุ่มตัวเลขของสารเคมีที่จดทะเบียนกับ Chemical Abstracts Service of the American Chemical Society สำหรับบ่งชี้ชนิดของสารเคมี

๒. * หมายถึง ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่มีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้ หรือระเบิดได้ หากมีประกายไฟ (ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๑๐ ของค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดการติดไฟได้ (Lowest Explosive Level: LEL))

** หมายถึง ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่มีความเสี่ยงสูงต่อการเกิดเพลิงไหม้ หรือระเบิดได้ หากมีประกายไฟ (ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๕๐ ของค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดการติดไฟได้ (Lowest Explosive Level: LEL))

*** หมายถึง ระดับความเข้มข้นของสารเคมีที่มีความเสี่ยงสูงสุดต่อการเกิดเพลิงไหม้หรือระเบิดได้ หากมีประกายไฟ (ความเข้มข้นมากกว่าหรือเท่ากับร้อยละ ๑๐๐ ของค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถเกิดการติดไฟได้ (Lowest Explosive Level: LEL))

ตารางที่ ๒ ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน หน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (mg/m^3)

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
1	HFE - 7100; Methyl Nonafluorobutyl Ether (40%) and Methyl Nonafluoroisobutyl Ether (60%)	163702–07-6 และ 163702–08-7	2,500	8,200	15,000
2	1,3-Butadiene	106–99–0	670	5,300*	22,000***
3	1,2–Butylene oxide	106–88-7	72	140	330
4	1,2-Dibromoethane	106–93-4	17	24	46
5	1,1-Dimethyl hydrazine	57–14-7	0.27	3.0	11
6	1,4-Dioxane	123–91-1	17	320	760
7	1,2-Dimethyl hydrazine	540–73-8	0.27	3.0	11
8	2-Ethylhexylchloroformate	24468–13-1	0.088	0.97	2.9
9	2,4-Toluene diisocyanate	584–84-9	0.020	0.083	0.51
10	2,6-Toluene diisocyanate	91–08 -7	0.020	0.083	0.51
11	1,1,1-Trichloroethane	71–55-6	230	600	4,200
12	1,2,3-Trimethylbenzene	526–73-8	140	360	480
13	1,2,4-Trimethylbenzene	95–63-6	140	360	480
14	1,3,5-Trimethylbenzene (Mesitylene)	108–67-8	140	360	480
15	Acetaldehyde	75–07-0	45	270	840
16	Acetone	67–64-1	200	3,200*	5,700*
17	Acetone cyanohydrin	75–86-5	2.0	7.1	15
18	Acetonitrile	75–05-8	13	50	150
19	Acrolein	107–02-8	0.030	0.10	1.4
20	Acrylic acid	79–10-7	1.5	46	180
21	Acrylonitrile	107–13-1	0.15	1.7	28

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
22	Adamsite; Phenarsazine chloride	578–94-9	0.0014	0.23	0.56
23	Agent GA (Tabun)	77–81-6	0.00042	0.0053	0.039
24	Agent GB (Sarin)	107–44-8	0.00048	0.006	0.022
25	Agent GD (Soman)	96–64-0	0.00018	0.0022	0.017
26	Agent GF	329–99-7	0.0002	0.0024	0.018
27	Agent VX	50782–69-9	0.000016	0.00027	0.00091
28	Allyl alcohol	107–18-6	0.09	1.7	13
29	Allyl chloride	107–05-1	2.8	54	140
30	Allyl chloroformate; Allyl chlorocarbonate	2937–50-0	0.064	0.70	2.1
31	Allyl Amine	107–11-9	0.42	3.3	18
32	Allyl trichlorosilane	107–37-9	0.60	7.3	33
33	Aluminum phosphide	20859–73-8	1.3	2.0	3.6
34	Ammonia	7664–41-7	30	160	1,100
35	Amyltrichlorosilane	107–72-2	0.60	7.3	33
36	Aniline	62–53-3	8.0	12	20
37	Arsenic trioxide	1327–53-3	0.0334	0.37	1.125
38	Arsine	7784–42-1	0.015	0.17	0.50
39	Benzene	71–43-2	52	800	4,000*
40	Benzonitrile	100–47-0	0.56	6.2	19
41	Benzyl chloroformate	501–53-1	0.088	0.97	2.9
42	Bis(chloromethyl)ether; Dichloromethyl ether	542–88-1	0.004	0.044	0.18
43	Biphenyl; Diphenyl	92–52-4	0.87	9.6	300
44	Boron tribromide	10294 –33-4	0.33	13	40
45	Boron trifluoride	7637–07-2	0.9	10.47	31.77

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
46	Bromine	7726–95-6	0.033	0.24	8.5
47	Bromine chloride	13863–41-7	0.075	0.83	2.5
48	Bromine pentafluoride	7789–30-2	0.015	0.17	33
49	Bromine trifluoride	7787–71-5	0.12	2.0	21
50	Bromoacetone	598–31-2	0.011	0.33	0.98
51	Butane	106–97-8	5,500*	17,000**	53,000***
52	Butyl trichlorosilane	7521–80-4	0.60	7.3	33
53	sec-Butyl chloroformate	17462–58-7	0.2	2.2	6.7
54	BZ; 3-Quinuclidinyl benzilate	6581–06-2	0.00007	0.0008	0.015
55	Cadmium	7440–43-9	0.022	0.165	1.02
56	Calcium cyanide	592–01-8	1	3.42	7.43
57	Calcium phosphide	1305–99-3	0.091	1.0	1.8
58	Carbon disulfide	75–15-0	13	160	480
59	Carbon monoxide	630–08-0	75	83	330
60	Carbon tetrachloride	56–23-5	1.2	13	340
61	Carbonyl fluoride	353–50-4	0.025	0.28	0.83
62	Carbonyl sulfide	463–58-1	15	55	150
63	Chlorine	7782–50-5	0.50	2.0	20
64	Chlorine dioxide	10049–04-4	0.15	1.1	2.4
65	Chlorine pentafluoride	13637–63-3	0.015	0.17	8.0
66	Chlorine trifluoride	7790–91-2	0.12	2.0	21
67	Chloroacetone	78–95-5	0.4	4.4	13
68	Chloroacetonitrile	107–14-2	0.45	5	15
69	Chloroacetaldehyde	107–20-0	1.3	2.2	9.9
70	Chloroacetyl chloride	79 –04 - 9	0.040	1.6	52
71	Chlorobenzene	108–90-7	10	150	400

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
72	Chloroform	67-66-3	2	64	3,200
73	Chloromethyl methyl ether	107–30-2	0.043	0.47	2.0
74	Chloromethyl trichlorosilane	1558–25-4	0.60	7.3	33
75	Chloropicrin	76–06-2	0.050	0.15	1.4
76	Chlorosulfonic acid	7790–94-5	0.021	0.924	5.25
77	cis-1,2-Dichloroethylene	156–59-2	140	500	850
78	Cis- and trans-1,2-Dichloroethylene	156–60-5	280	1,000	1,700
79	cis-Crotonaldehyde	4170–30-3	0.19	4.4	14
80	Cumene	98–82-8	50	300	730
81	Cyclohexyl isocyanate	3173–53-3	0.0031	0.034	0.10
82	Cyclohexylamine	108–91-8	1.8	8.6	30
83	Cyanogen	460–19-5	2.0	8.3	25
84	Diborane	19287–45-7	0.3	1.0	3.7
85	Dichloroacetyl Chloride	79–36-7	0.040	1.6	52
86	Dichlorodimethylsilane; Dimethyldichlorosilane	75–78-5	0.90	11	50
87	Dichlorophenyltrichlorosilane	27137–85-5	0.60	7.3	33
88	Dichlorosilane	4109-96-0	0.90	11	50
89	Diethyl dichlorosilane	1719–53-5	0.90	11	50
90	Diketene	674–82-8	0.091	1.0	3
91	Dimethylchlorosilane	1066–35-9	1.8	22	100
92	Dimethylamine	124–40-3	10	66	250
93	Dimethyl phosphite	868–85-9	8.6	95	150
94	Dimethyl sulfate	77–78-1	0.024	0.12	1.6
95	Diphenylchloroarsine	712–48-1	0.0032	0.036	0.111
96	Diphenyl dichlorosilane	80–10-4	0.90	11	50

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
97	Disulfur dichloride	10025–67-9	0.53	6.4	15
98	Dodecyl trichlorosilane	4484–72-4	0.60	7.3	33
99	Epichlorohydrin	106–89-8	1.7	24	72
100	Ethyl acrylate	140–88-5	8.3	36	240
101	Ethyl benzene	100–41-4	33	1,100*	1,800*
102	Ethyl chloroformate	541–41-3	0.15	1.6	4.8
103	Ethyl isocyanate	109–90-0	0.0031	0.034	0.1
104	Ethyl mercaptan	75–08-1	1.0	120	360
105	Ethyldichloroarsine; Dichloroethylarsine	598–14-1	0.0004	0.004	0.012
106	Ethylamine	75–04-7	7.5	49	270
107	Ethylchlorothioformate	2941–64-2	0.024	0.26	0.79
108	Ethylphosphorodichloridate	1498–51-7	0.018	0.20	0.6
109	Ethylene chlorohydrin; 2-Chloroethanol	107–07-3	0.11	1.2	3.5
110	Ethylene diamine	107–15-3	0.88	9.7	20
111	Ethylene oxide	75–21-8	5	45	200
112	Ethylenimine; Ethyleneimine	151–56- 4	0.1	4.6	9.9
113	Ethyltrichlorosilane	115–21-9	0.60	7.3	33
114	Fluorine	7782-41-4	1.7	5.0	13
115	Formaldehyde	50–00-0	0.90	14	56
116	Furan	110–00-9	0.62	6.8	19
117	Germane	7782–65-2	0.015	0.17	0.50
118	HCFC 141b	1717–00-6	1,000	1,700	3,000
119	Hexafluoroacetone	684–16-2	0.018	0.20	80
120	Hexafluoropropylene	116–15-4	40	91	480

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
121	Hexyltrichlorosilane	928–65-4	0.60	7.3	33
122	Hexane	110–54-3	260	2,900*	8,600**
123	HFC 134A	811–97-2	8,000	13,000	27,000
124	Hydrazine	302–01-2	0.10	13	35
125	Hydrogen Bromide	10035–10-6	1	40	120
126	Hydrogen chloride	7647–01-0	1.8	22	100
127	Hydrogen cyanide	74–90-8	2.0	7.1	15
128	Hydrogen fluoride	7664–39-3	1.0	24	44
129	Hydrogen Iodide	10034–85-2	1.0	25	120
130	Hydrogen selenide	7783–07-5	0.045	0.11	0.33
131	Hydrogen sulfide	7783–06-4	0.51	27	50
132	Iron pentacarbonyl	13463–40-6	0.0055	0.06	0.18
133	Isobutyronitrile	78–82-0	0.18	2.0	6.1
134	Isobutyl chloroformate	543–27-1	0.6	2.2	6.7
135	Isopropyl chloroformate	108–23-6	0.3	3.3	10
136	Jet Fuel (JP-5 and JP-8)	8008–20–6 และ 70892–10-3	42.21	160.12	698.7
137	Ketene	463–51-4	0.0057	0.063	0.19
138	Lewisite 1	541–25-3	0.023	0.25	0.74
139	Magnesium aluminum phosphide	z-0116	0.061	0.67	1.2
140	Magnesium phosphide	12057–74-8	0.091	1.0	1.8
141	Malathion	121–75-5	1.11	8.88	28.89
142	Malononitrile; Propanedinitrile	109–77-3	0.07	0.77	2.3
143	Mercury Vapor	7439–97-6	0.018	0.21	1.1
144	Methacrylic acid	79–41-4	6.7	61	220
145	Methacrylaldehyde	78–85-3	0.20	0.33	3.5

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
146	Methacrylonitrile	126–98-7	0.091	1	3.1
147	Methanesulfonyl chloride	124–63-0	0.019	0.21	0.62
148	Methanol	67–56-1	530	2,100	7,200*
149	Methyl amine	74–89-5	15	64	350
150	Methyl bromide	74–83-9	19	210	740
151	Methyl chloride	74–87-3	150	910	3,000
152	Methyl chloroformate	79–22-1	0.6	2.2	6.7
153	Methyl chlorosilane	993–00-0	1.8	22	100
154	Methyldichloroarsine	593–89-5	0.0073	0.008	0.024
155	Methyl dichlorosilane	75–54-7	0.90	11	50
156	Methyl ethyl ketone	78–93-3	200	2,700*	4,000*
157	Methyl hydrazine	60–34-4	0.082	0.90	2.7
158	Methyl isocyanate	624–83-9	0.025	0.067	0.20
159	Methyl isothiocyanate	556–61-6	0.27	17	50
160	Methyl mercaptan	74–93-1	0.005	23	68
161	Methyl methacrylate	80–62-6	17	120	570
162	Methyl parathion	298–00-0	0.01	0.1115	0.325
163	Methyl–tertiary-butyl ether (MTBE)	1634–04-4	50	570	5,300*
164	Methylene Chloride	75–09-2	200	560	6,900
165	Methyl vinyl ketone	78–94-4	0.17	1.2	2.4
166	Methylvinyldichlorosilane	124–70-9	0.90	11	50
167	Monochloroacetic acid	79–11-8	1.5	6.6	15
168	N,N-Dimethylformamide	68–12-2	2	91	530
169	n-Butyl acrylate	141–32-2	8.3	130	480
170	n-Butyl chloroformate	592–34-7	0.6	2.2	6.7
171	n-Butyl isocyanate	111–36-4	0.01	0.083	0.25

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
172	Nickel carbonyl	13463–39-3	0.0033	0.036	0.16
173	Nitric acid	7697–37-2	0.16	24	92
174	Nitrogen dioxide	10102–44-0	0.50	12	20
175	Nitrogen Mustard-1	538–07-8	0.0003	0.003	0.053
176	Nitrogen Mustard-2	51–75-2	0.0003	0.0034	0.058
177	Nitrogen Mustard - 3	555–77-1	0.00023	0.0026	0.044
178	Nitrogen tetroxide	10544–72-6	0.25	6.2	10
179	Nitrogen trifluoride	7783–54-2	200	530	860
180	Nonyl trichlorosilane	5283–67-0	0.20	7.3	33
181	Octadecyltrichlorosilane	112–04-9	0.60	7.3	33
182	Octyl trichlorosilane	5283–66-9	0.60	7.3	33
183	Oleum	8014–95-7	0.03	1.2	22
184	Osmium tetroxide	20816–12-0	0.0006	0.0084	4.0
185	Oxygen difluoride	7783–41-7	0.0075	0.083	0.25
186	Parathion	56–38-2	0.013	0.126	0.168
187	Pentaborane	19624–22-7	0.015	0.14	0.51
188	Peracetic Acid	79–21-0	0.17	0.5	4.82
189	Perchloromethyl mercaptan	594–42-3	0.013	0.30	0.90
190	Perchloryl fluoride	7616–94-6	1.5	4.0	12
191	Perfluoroisobutylene	382–21-8	0.01	0.11	0.33
192	Phenol	108–95-2	15	23	200
193	Phenyl chloroformate	1885–14-9	0.017	0.19	0.57
194	Phenyl dichloroarsine	696–28-6	0.0006	0.007	0.019
195	Phenyl isocyanate	103–71-9	0.0009	0.0096	0.029
196	Phenyl mercaptan	108–98-5	0.3	0.53	1.6
197	Phenyltrichlorosilane	98–13-5	0.60	7.3	33

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
198	Phorate	298–02-2	0.0003	0.004	0.011
199	Phosgene	75–44-5	0.027	0.30	0.75
200	Phosgene oxime	1794–86-1	0.006	0.018	2.79
201	Phosphine	7803–51-2	1	2.0	3.6
202	Phosphorus oxychloride	10025–87-3	0.3	0.48	0.85
203	Phosphorus Trichloride	7719–12-2	0.34	2.0	5.6
204	Piperidine	110–89-4	6.6	33	110
205	Potassium cyanide	151–50-8	1.99	7.14	15.04
206	Potassium Phosphide	20770–41-6	0.18	2.0	3.6
207	Propargyl alcohol	107–19-7	2.5	16	72
208	Propane	74–98-6	5,500*	17,000**	33,000***
209	Propionaldehyde	123–38-6	45	260	840
210	Propionitrile	107–12-0	0.27	3.0	9.1
211	Propyl chloroformate	109–61-5	0.34	3.7	11
212	Propylene Glycol Dinitrate	6423–43-4	0.17	1.0	13
213	Propylene oxide	75–56-9	73	290	870
214	Propylenimine	75–55-8	0.4	12	23
215	Propyltrichlorosilane	141–57-1	0.60	7.3	33
216	Selenium hexafluoride	7783–79-1	0.053	0.087	0.26
217	Silane	7803–62-5	100	130	270
218	Silicon tetrachloride; Tetrachlorosilane	10026–04-7	0.45	5.5	25
219	Silicon tetrafluoride	7783–61-1	0.05	3.3	10
220	Sodium cyanide	143–33-9	2.0	7.0	15.0
221	Sodium phosphide	12058–85-4	0.18	2.0	3.6
222	Strontium phosphide	12504–13-1	0.091	1.0	1.8

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
223	Sulfur Dioxide	7446–09-5	0.20	0.75	30
224	Sulfur Mustard	505–60-2	0.01	0.02	0.32
225	Sulfur trioxide	7446–11-9	0.06	2.66	48.93
226	Sulfuric acid	7664–93-9	0.05	2.17	39.90
227	Sulfuryl chloride	7791–25-5	0.3	3.7	11
228	Sulfuryl fluoride	2699–79-8	10	21	64
229	Stibine	7803–52-3	0.3	1.5	9.6
230	Styrene	100–42-5	20	130	1,100*
231	Tear Gas	2698–41-1	0.00065	0.01	1.43
232	Tellurium hexafluoride	7783–80-4	0.00048	0.0053	0.016
233	Tetrachloroethylene	127–18-4	35	230	1,200
234	Tetrafluoroethylene	116–14-3	22	55	330
235	Tetramethoxy silane	681–84-5	0.083	0.91	1.4
236	Tetranitromethane	509–14-8	0.047	0.52	1.7
237	Thionyl chloride	7719–09-7	0.2	2.4	14
238	Titanium tetrachloride	7550–45-0	0.65	1.0	5.7
239	t-Octyl mercaptan	141–59-3	0.055	0.60	1.8
240	Toluene	108–88-3	67	560	3700*
241	trans-Crotonaldehyde	123–73-9	0.19	4.4	14
242	Trichloroethylene	79–01-6	130	450	3,800
243	Trichloromethylsilane; Methyl trichlorosilane	75–79-6	0.60	7.3	33
244	Trichlorosilane	10025–78-2	0.60	7.3	33
245	Trifluorochloroethylene	79–38-9	16	86	420
246	Trimethoxysilane	2487–90-3	0.5	0.83	2.5
247	Trimethyl amine	75–50-3	8.0	120	380

ที่	สารเคมี	CAS No.	ค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน (มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)		
			ระดับ ๑	ระดับ ๒	ระดับ ๓
248	Trimethyl chlorosilane	75–77-4	1.8	22	100
249	Trimethylacetyl chloride	3282–30-2	0.015	0.16	0.47
250	Trimethyl phosphite	121–45-9	6.1	61	310
251	Uranium hexafluoride	7783–81-5	0.25	0.67	2.50
252	Vinyl acetate	108–05-4	6.7	36	180
253	Vinyl chloride	75–01-4	250	1,200	4,800*
254	Vinyl trichlorosilane	75–94-5	0.60	7.3	33
255	Xylenes	1330–20-7	130	920*	2,500*
256	Zinc phosphide	1314–84-7	0.091	1.0	1.8

ภาคผนวกที่ ๒

คุณสมบัติของสารเคมีอันตรายร้ายแรง (EHSs)

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
1	HFE - 7100; Methyl Nonafluorobutyl Ether (40%) and Methyl Nonafluoroisobutyl Ether (60%)	163702–07-6 และ 163702–08-7	-	ของเหลว			
2	1,3-Butadiene	106–99–0		ก๊าซ			
3	1,2–Butylene oxide	106–88-7		ของเหลว			
4	1,2-Dibromoethane	106–93-4		ของเหลว			
5	1,1-Dimethyl hydrazine	57–14-7		ของเหลว	0.005	0.02	
6	1,4-Dioxane	123–91-1		ของเหลว			
7	1,2-Dimethyl hydrazine	540–73-8	-	ของเหลว			
8	2-Ethylhexylchloroformate	24468–13-1	-	ของเหลว			
9	2,4-Toluene diisocyanate	584–84-9	-	ของเหลว	0.00007	0.03	
10	2,6-Toluene diisocyanate	91–08-7	-	ของเหลว	0.00003	0.03	
11	1,1,1-Trichloroethane	71–55-6		ของเหลว			
12	1,2,3-Trimethylbenzene	526–73-8	-	ของเหลว			
13	1,2,4-Trimethylbenzene	95–63-6		ของเหลว	0.0001	0.03	
14	1,3,5-Trimethylbenzene (Mesitylene)	108–67-8	-	ของเหลว	0.0001	0.03	
15	Acetaldehyde	75–07-0	-	ก๊าซ			
16	Acetone	67–64-1	-	ของเหลว			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
17	Acetone cyanohydrin	75–86-5	1,000	ของเหลว	0.00002	0.02	
18	Acetonitrile	75–05-8		ของเหลว			
19	Acrolein	107–02-8	500	ของเหลว	0.007	0.02	
20	Acrylic acid	79–10-7		ของเหลว			
21	Acrylonitrile	107–13-1	1,0000	ของเหลว	0.004	0.02	
22	Adamsite; Phenarsazine chloride	578–94-9	-	ของแข็ง			
23	Agent GA (Tabun)	77–81-6	10	ของเหลว	0.000005	0.03	
24	Agent GB (Sarin)	107–44-8	10	ของเหลว	0.0002	0.03	
25	Agent GD (Soman)	96–64-0	-	ของเหลว			
26	Agent GF	329–99-7	-	ของเหลว			
27	Agent VX	50782–69-9	-	ของเหลว	0.00000006	0.04	
28	Allyl alcohol	107–18-6	1,000	ของเหลว	0.0008	0.02	
29	Allyl chloride	107–05-1		ของเหลว			
30	Allyl chloroformate; Allyl chlorocarbonate	2937–50-0	-	ของเหลว			
31	Allyl Amine	107–11-9	-	ของเหลว	0.02	0.02	
32	Allyl trichlorosilane	107–37-9	-	ของเหลว			
33	Aluminum phosphide	20859–73-8	500	ของแข็ง			
34	Ammonia	7664–41-7	500	ก๊าซ			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
35	Amyltrichlorosilane	107–72-2	-	ของเหลว			
36	Aniline	62–53-3	1,000	ของเหลว	0.00003	0.02	
37	Arsenic trioxide	1327–53-3	100/1,0000	ของแข็ง			0.001
38	Arsine	7784–42-1	100	ก๊าซ			
39	Benzene	71–43-2		ของเหลว			
40	Benzonitrile	100–47-0		ของเหลว			
41	Benzyl chloroformate	501–53-1	-	ของเหลว			
42	Bis(chloromethyl)ether; Dichloromethyl ether	542–88-1	100	ของเหลว	0.002	0.03	
43	Biphenyl; Diphenyl	92–52-4	-	ของเหลว			
44	Boron tribromide	10294–33-4	-	ของเหลว			
45	Boron trifluoride	7637–07-2	500	ก๊าซ			
46	Bromine	7726–95-6	500	ของเหลว	0.01	0.04	
47	Bromine chloride	13863–41-7	-	ของเหลว			
48	Bromine pentafluoride	7789–30-2	-	ของเหลว			
49	Bromine trifluoride	7787–71-5	-	ของเหลว			
50	Bromoacetone	598–31-2		ของเหลว			
51	Butane	106–97-8		ก๊าซ			
52	Butyl trichlorosilane	7521–80-4	-	ของเหลว			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
53	sec-Butyl chloroformate	17462–58-7	-	ของเหลว			
54	BZ; 3-Quinuclidinyl benzilate	6581–06-2	-	ของเหลว			
55	Cadmium	7440–43-9		ของแข็ง			
56	Calcium cyanide	592–01-8		ของแข็ง			
57	Calcium phosphide	1305–99-3	-	ของแข็ง			
58	Carbon disulfide	75–15-0	10,000	ของเหลว	0.01	0.03	
59	Carbon monoxide	630–08-0	-	ก๊าซ			
60	Carbon tetrachloride	56–23-5		ของเหลว			
61	Carbonyl fluoride	353–50-4	-	ก๊าซ			
62	Carbonyl sulfide	463–58-1		ก๊าซ			
63	Chlorine	7782–50-5	100	ก๊าซ			
64	Chlorine dioxide	10049–04-4		ก๊าซ			
65	Chlorine pentafluoride	13637–63-3	-	ก๊าซ			
66	Chlorine trifluoride	7790–91-2	-	ก๊าซ			
67	Chloroacetone	78–95-5	-	ของเหลว			
68	Chloroacetonitrile	107–14-2	-	ของเหลว			
69	Chloroacetaldehyde	107–20-0		ของเหลว	0.004	0.03	
70	Chloroacetyl chloride	79–04 - 9	-	ของเหลว			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
71	Chlorobenzene	108–90-7	-	ของเหลว			
72	Chloroform	67-66-3	10,000	ของเหลว	0.009	0.04	
73	Chloromethyl methyl ether	107–30-2	100	ของเหลว	0.009	0.03	
74	Chloromethyl trichlorosilane	1558–25-4	-	ของเหลว	0.002	0.04	
75	Chloropicrin	76–06-2		ก๊าซ			
76	Chlorosulfonic acid	7790–94-5		ของเหลว			
77	cis-1,2-Dichloroethylene	156–59-2	-	ของเหลว			
78	Cis- and trans-1,2-Dichloroethylene	156–60-5	-	ของเหลว			
79	cis-Crotonaldehyde	4170–30-3	-	ของเหลว	0.001	0.02	
80	Cumene	98–82-8		ของเหลว			
81	Cyclohexyl isocyanate	3173–53-3	-	ของเหลว			
82	Cyclohexylamine	108–91-8	10,000	ของเหลว	0.0005	0.03	
83	Cyanogen	460–19-5		ก๊าซ			
84	Diborane	19287–45-7	100	ก๊าซ			
85	Dichloroacetyl Chloride	79–36-7	-	ของเหลว			
86	Dichlorodimethylsilane; Dimethyldichloros-ilane	75–78-5	500	ของเหลว	0.008	0.04	
87	Dichlorophenyltrichlorosilane	27137–85-5	-	ของเหลว	0.007	0.04	

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
88	Dichlorosilane	4109-96-0		ก๊าซ			
89	Diethyl dichlorosilane	1719–53-5	-	ของเหลว			
90	Diketene	674–82-8	-	ของเหลว			
91	Dimethylchlorosilane	1066–35-9	-	ของเหลว			
92	Dimethylamine	124–40-3	-	ก๊าซ			
93	Dimethyl phosphite	868–85-9	-	ของแข็ง			
94	Dimethyl sulfate	77–78-1	500	ของเหลว	0.000006	0.03	
95	Diphenylchloroarsine	712–48-1	-	ของแข็ง			
96	Diphenyl dichlorosilane	80–10-4	-	ของเหลว			
97	Disulfur dichloride	10025–67-9	-	ของเหลว			
98	Dodecyl trichlorosilane	4484–72-4	-	ของเหลว			
99	Epichlorohydrin	106–89-8	1,000	ของเหลว	0.0007	0.03	
100	Ethyl acrylate	140–88-5		ของเหลว			
101	Ethyl benzene	100–41-4	-	ของเหลว			
102	Ethyl chloroformate	541–41-3	-	ของเหลว			
103	Ethyl isocyanate	109–90-0	-	ของเหลว			
104	Ethyl mercaptan	75–08-1	-	ของเหลว			
105	Ethyldichloroarsine; Dichloroethylarsine	598–14-1	-	ของเหลว			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
106	Ethylamine	75–04-7	-	ก๊าซ			
107	Ethylchlorothioformate	2941–64-2	-	ของเหลว			
108	Ethylphosphorodichloridate	1498–51-7	-	ของเหลว			
109	Ethylene chlorohydrin; 2-Chloroethanol	107–07-3	-	ของเหลว	0.0002	0.02	
110	Ethylene diamine	107–15-3	-	ของเหลว	0.0005	0.02	
111	Ethylene oxide	75–21-8	1,000	ก๊าซ			
112	Ethylenimine; Ethyleneimine	151–56- 4	500	ของเหลว	0.006	0.02	
113	Ethyltrichlorosilane	115–21-9	-	ของเหลว	0.00004	0.04	
114	Fluorine	7782-41-4	500	ก๊าซ			
115	Formaldehyde	50–00-0	-	ก๊าซ			
116	Furan	110–00-9	-	ของเหลว			
117	Germane	7782–65-2	-	ของเหลว			
118	HCFC 141b	1717–00-6	-	ก๊าซ			
119	Hexafluoroacetone	684–16-2	-	ก๊าซ			
120	Hexafluoropropylene	116–15-4	-	ก๊าซ			
121	Hexyltrichlorosilane	928–65-4	-	ของเหลว			
122	Hexane	110–54-3	-	ของเหลว			
123	HFC 134A	811–97-2	-	ก๊าซ			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
124	Hydrazine	302–01-2	-	ของเหลว	0.0003	0.01	
125	Hydrogen Bromide	10035–10-6	-	ก๊าซ			
126	Hydrogen chloride	7647–01-0	500	ก๊าซ			
127	Hydrogen cyanide	74–90-8	100	ก๊าซ			
128	Hydrogen fluoride	7664–39-3	100	ก๊าซ			
129	Hydrogen Iodide	10034–85-2	-	ก๊าซ			
130	Hydrogen selenide	7783–07-5	10	ก๊าซ			
131	Hydrogen sulfide	7783–06-4	500	ก๊าซ			
132	Iron pentacarbonyl	13463–40-6	-	ของเหลว	0.003	0.04	
133	Isobutyronitrile	78–82-0	1,000	ของเหลว	0.002	0.02	
134	Isobutyl chloroformate	543–27-1	-	ของเหลว			
135	Isopropyl chloroformate	108–23-6	1,000	ของเหลว	0.003	0.03	
136	Jet Fuel (JP-5 and JP-8)	8008–20–6 และ 70892	–10-3	-	ก๊าซ		
137	Ketene	463–51-4	-	ก๊าซ			
138	Lewisite 1	541–25-3	-	ของเหลว	0.00003	0.04	
139	Magnesium aluminum phosphide	z-0116	-	ก๊าซ			
140	Magnesium phosphide	12057–74-8	-	ของแข็ง			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
141	Malathion	121–75-5		ของเหลว			
142	Malononitrile; Propanedinitrile	109–77-3	500/10,000	ของแข็ง			0.000005
143	Mercury Vapor	7439–97-6	-	ก๊าซ			
144	Methacrylic acid	79–41-4	-	ของเหลว			
145	Methacrylaldehyde	78–85-3	-	ของเหลว			
146	Methacrylonitrile	126–98-7	500	ของเหลว	0.003	0.02	
147	Methanesulfonyl chloride	124–63-0	-	ของเหลว			
148	Methanol	67–56-1		ของเหลว			
149	Methyl amine	74–89-5	-	ก๊าซ			
150	Methyl bromide	74–83-9	1,000	ก๊าซ			
151	Methyl chloride	74–87-3		ก๊าซ			
152	Methyl chloroformate	79–22-1	500	ของเหลว	0.01	0.03	
153	Methyl chlorosilane	993–00-0	-	ก๊าซ			
154	Methyldichloroarsine	593–89-5	-	ของเหลว			
155	Methyl dichlorosilane	75–54-7	-	ของเหลว			
156	Methyl ethyl ketone	78–93-3		ของเหลว			
157	Methyl hydrazine	60–34-4	500	ของเหลว	0.001	0.02	
158	Methyl isocyanate	624–83-9	500	ของเหลว	0.01	0.02	

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
159	Methyl isothiocyanate	556–61-6	500	ของแข็ง			
160	Methyl mercaptan	74–93-1	500	ก๊าซ			
161	Methyl methacrylate	80–62-6		ของเหลว			
162	Methyl parathion	298–00-0	100/10,000	ของแข็ง			
163	Methyl–tertiary-butyl ether (MTBE)	1634–04-4	-	ของเหลว			
164	Methylene Chloride	75–09-2		ของเหลว			
165	Methyl vinyl ketone	78–94-4	10	ของเหลว	0.006	0.02	
166	Methylvinyldichlorosilane	124–70-9	-	ของเหลว			
167	Monochloroacetic acid	79–11-8	-	ของแข็ง			0.0002
168	N,N-Dimethylformamide	68–12-2		ของเหลว			
169	n-Butyl acrylate	141–32-2	-	ของเหลว			
170	n-Butyl chloroformate	592–34-7	-	ของเหลว			
171	n-Butyl isocyanate	111–36-4	-	ของเหลว			
172	Nickel carbonyl	13463–39-3	1	ของเหลว	0.03	0.05	
173	Nitric acid	7697–37-2	1,000	ของเหลว	0.002	0.02	
174	Nitrogen dioxide	10102–44-0	100	ก๊าซ			
175	Nitrogen Mustard-1	538–07-8	-	ของเหลว	0.00002	0.03	
176	Nitrogen Mustard-2	51–75-2	-	ของเหลว	0.00004	0.03	

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
177	Nitrogen Mustard - 3	555–77-1	-	ของเหลว	0.0000008	0.03	
178	Nitrogen tetroxide	10544–72-6	-	ของเหลว			
179	Nitrogen trifluoride	7783–54-2	-	ของเหลว			
180	Nonyl trichlorosilane	5283–67-0	-	ของเหลว			
181	Octadecyltrichlorosilane	112–04-9	-	ของเหลว			
182	Octyl trichlorosilane	5283–66-9	-	ของเหลว			
183	Oleum	8014–95-7		ของเหลว			
184	Osmium tetroxide	20816–12-0		ก๊าซ			
185	Oxygen difluoride	7783–41-7	-	ก๊าซ			
186	Parathion	56–38-2	100	ของเหลว	0.000000004	0.03	
187	Pentaborane	19624–22-7	500	ของเหลว	0.006	0.02	
188	Peracetic Acid	79–21-0	500	ของเหลว	0.002	0.02	
189	Perchloromethyl mercaptan	594–42-3	500	ของเหลว	0.0007	0.04	
190	Perchloryl fluoride	7616–94-6	-	ก๊าซ			
191	Perfluoroisobutylene	382–21-8	-	ก๊าซ			
192	Phenol	108–95-2	500/10,000	ของแข็ง			0.00008
193	Phenyl chloroformate	1885–14-9	-	ของเหลว			
194	Phenyl dichloroarsine	696–28-6	500	ของเหลว	0.000003	0.03	

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
195	Phenyl isocyanate	103–71-9	-	ของเหลว			
196	Phenyl mercaptan	108–98-5	-	ของเหลว	0.00005	0.03	
197	Phenyltrichlorosilane	98–13-5	-	ของเหลว	0.0000008	0.04	
198	Phorate	298–02-2	10	ของเหลว	0.00000008	0.04	
199	Phosgene	75–44-5	10	ก๊าซ			
200	Phosgene oxime	1794–86-1	-	ของเหลว			
201	Phosphine	7803–51-2	500	ก๊าซ			
202	Phosphorus oxychloride	10025–87-3	500	ของเหลว	0.003	0.04	
203	Phosphorus Trichloride	7719–12-2	1,000	ของเหลว	0.008	0.04	
204	Piperidine	110–89-4	1,000	ของเหลว			
205	Potassium cyanide	151–50-8	100	ของแข็ง			
206	Potassium Phosphide	20770–41-6	-	ของแข็ง			
207	Propargyl alcohol	107–19-7		ของเหลว			
208	Propane	74–98-6		ก๊าซ			
209	Propionaldehyde	123–38-6		ของเหลว			
210	Propionitrile	107–12-0	500	ของเหลว	0.001	0.02	
211	Propyl chloroformate	109–61-5	500	ของเหลว	0.001	0.03	
212	Propylene Glycol Dinitrate	6423–43-4	-	ของเหลว			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
213	Propylene oxide	75–56-9	10,000	ของเหลว	0.02	0.02	
214	Propylenimine	75–55-8	-	ของเหลว	0.005	0.02	
215	Propyltrichlorosilane	141–57-1	-	ของเหลว			
216	Selenium hexafluoride	7783–79-1	-	ก๊าซ			
217	Silane	7803–62-5		ก๊าซ			
218	Silicon tetrachloride; Tetrachlorosilane	10026–04-7	-	ของเหลว			
219	Silicon tetrafluoride	7783–61-1	-	ก๊าซ			
220	Sodium cyanide	143–33-9	100	Slid			0.0000000000001
221	Sodium phosphide	12058–85-4	-	ของแข็ง			
222	Strontium phosphide	12504–13-1	-	ของแข็ง			
223	Sulfur Dioxide	7446–09-5	500	ก๊าซ			
224	Sulfur Mustard	505–60-2	-	ของเหลว	0.000006	0.03	
225	Sulfur trioxide	7446–11-9	100	ของแข็ง			0.01
226	Sulfuric acid	7664–93-9	1,000	ของเหลว	0.00000000005	0.02	
227	Sulfuryl chloride	7791–25-5	-	ของเหลว			
228	Sulfuryl fluoride	2699–79-8		ก๊าซ			
229	Stibine	7803–52-3	-	ก๊าซ			
230	Styrene	100–42-5	-	ของเหลว			

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
231	Tear ก๊าซ	2698–41-1	-	ก๊าซ			
232	Tellurium hexafluoride	7783–80-4	100	ก๊าซ			
233	Tetrachloroethylene	127–18-4		ของเหลว			
234	Tetrafluoroethylene	116–14-3		ก๊าซ			
235	Tetramethoxy silane	681–84-5	-	ของเหลว			
236	Tetranitromethane	509–14-8	500	ของเหลว	0.001	0.04	
237	Thionyl chloride	7719–09-7	-	ของเหลว			
238	Titanium tetrachloride	7550–45-0	100	ของเหลว	0.0007	0.04	
239	t-Octyl mercaptan	141–59-3	-	ของเหลว			
240	Toluene	108–88-3		ของเหลว			
241	trans-Crotonaldehyde	123–73-9	-	ของเหลว	0.001	0.02	
242	Trichloroethylene	79–01-6		ของเหลว			
243	Trichloromethylsilane; Methyl trichlorosilane	75–79-6	-	ของเหลว	0.02	0.04	
244	Trichlorosilane	10025–78-2		ของเหลว			
245	Trifluorochloroethylene	79–38-9		ก๊าซ			
246	Trimethoxysilane	2487–90-3	-	ของเหลว			
247	Trimethyl amine	75–50-3	-	ก๊าซ			
248	Trimethyl chlorosilane	75–77-4	-	ของเหลว	0.004	0.03	

ที่	สารเคมี	CAS No.	ปริมาณขั้นต่ำ (Treshold Planning Quantity: TPQ)	สถานะ	ของเหลว Factor Ambient (LFA)	ของเหลว Factor Boiling (LFB)	ของเหลว Factor Molten (LFM)
249	Trimethylacetyl chloride	3282–30-2	-	ของเหลว			
250	Trimethyl phosphite	121–45-9	-	ของเหลว			
251	Uranium hexafluoride	7783–81-5	-	ของแข็ง			
252	Vinyl acetate	108–05-4	1,000	ของเหลว	0.005	0.03	
253	Vinyl chloride	75–01-4		ก๊าซ			
254	Vinyl trichlorosilane	75–94-5	-	ของเหลว			
255	Xylenes	1330–20-7		ของเหลว			
256	Zinc phosphide	1314–84-7	500	ของแข็ง			0.0000000002

หมายเหตุ

๑. CAS No. (Chemical Abstracts Service Number) หมายถึง กลุ่มตัวเลขของสารเคมีที่จดทะเบียนกับ Chemical Abstracts Service of the American Chemical Society สำหรับบ่งชี้ชนิดของสารเคมี

ภาคผนวกที่ ๓

แบบสำรวจข้อมูลการประเมินอันตรายจากสารเคมีอันตรายร้ายแรง (Hazard Analysis) ของสถานประกอบการ

แบบสำรวจข้อมูลการประเมินอันตรายจากสารเคมีอันตรายร้ายแรง (Hazard Analysis) ของสถานประกอบการ

<u>ตอนที่ ๑</u> ข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ

๑.๑) ชื่อสถานประกอบการ.....หมายเลขทะเบียน.....

๑.๒) สถานที่ตั้งเลขที่.....หมู่.....ถนน.....ตำบล.....
อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....โทรศัพท์.....
โทรสาร.....
Lattitude : ..... Longitude : .....

๑.๓) ประเภทการดำเนินกิจการ.....
.....

๑.๔) ขนาดพื้นที่โรงงาน.....ไร่

๑.๕) เริ่มการผลิตเมื่อปี พ.ศ. .....รวมระยะเวลาถึงปัจจุบัน.....ปี

๑.๖) จำนวนคนงานทั้งหมด.....คน

๑.๗) สถานที่สำคัญบริเวณโดยรอบโรงงาน เช่น สถานศึกษา สถานพยาบาล วัด ชุมชน สถานที่ท่องเที่ยว ฯลฯ

- ♦ ทิศเหนือ (๑) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
  (๒) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
- ♦ ทิศใต้ (๑) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
  (๒) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
- ♦ ทิศตะวันออก (๑) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
  (๒) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
- ♦ ทิศตะวันตก (๑) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.
  (๒) .....ระยะห่างจากโรงงาน.....กม.

๑.๘) แผนที่ตั้งโรงงานและบริเวณโดยรอบ (site plan)

<u>ตอนที่ ๒</u> ชนิดของสารเคมีและวัตถุอันตราย (Chemicals in Inventory)

ชนิดสารเคมี/วัตถุอันตราย (ชื่อสามัญ/ชื่อทางเคมี)	CAS No.	UN No.	ประเภทสารเคมี/วัตถุอันตราย[1]	ภาชนะที่จัดเก็บ[2]	ความดันที่จัดเก็บ[3]	อุณหภูมิที่เก็บ[4]	ปริมาณในภาชนะบรรจุที่ใหญ่ที่สุด (Max. Amount in Largest Container)	ปริมาณครอบครองเฉลี่ยแต่ละวัน (Ave. Daily Amount)	ปริมาณครอบครองสูงสุดต่อวัน (Max.Daily Amount)

หมายเหตุ **(1) ประเภทสารเคมี/วัตถุอันตราย**

1. ของเหลว
2. ผง
3. เม็ด
4. ก๊าซ
5. อื่น ๆ

(2) ภาชนะที่จัดเก็บ

A : แท็งค์บนดิน (Above ground tank)
B : แท็งค์ใต้ดิน (Underground tank)
C : แท็งค์ภายในอาคาร (Tank inside building)
D : ถังเหล็ก (Steel Drum)
E : ถังพลาสติกหรือถังทำจากวัสดุอื่น (Plastic Drum or non-metallic drum)
F : กระป๋อง (Can)
G : คาร์บอย (Carboy)
H : ไซโล (Silo)
I : ถังทำจากไฟเบอร์ (Fiber Drum)
J : ถุง (Bag)
K : กล่อง (Box)
L : ถังบรรจุก๊าซขนาดเล็ก (Cylinder)
M : ขวดแก้ว (Glass Bottle)
N : ขวดพลาสติก (Plastic Bottle)
P : แท็งค์พ่วงรถ (Tank Wagon)
Q : แท็งค์พ่วงรถไฟ (Rail Car)
R : อื่น ๆ (Others)

(3) ความดันที่จัดเก็บ

1. ความดันบรรยากาศ
2. สูงกว่าความดันบรรยากาศ
3. ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ
4. อุณหภูมิต่ำมาก (cryogenic conditions)

(4) อุณหภูมิที่จัดเก็บ

1. อุณหภูมิห้อง
2. สูงกว่าอุณหภูมิห้อง
3. ต่ำกว่าอุณหภูมิห้อง / not cryogenic

กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

<u>ตอนที่ ๓</u> การจัดการอุบัติภัยของโรงงาน

๓.๑) แผนป้องกันและบรรเทาอุบัติภัย

- มีแผนป้องกันและบรรเทาอุบัติภัยจากสารเคมีของโรงงาน ☐ มี ☐ ไม่มี
- การฝึกอบรมพนักงานรองรับเหตุฉุกเฉิน ☐ มี ☐ ไม่มี
- การฝึกซ้อมแผนป้องกันและบรรเทาอุบัติภัยจากสารเคมี ☐ มี ☐ ไม่มี

๓.๒) อุบัติภัยที่เกิดขึ้นภายในโรงงานที่เกี่ยวข้องกับสารเคมี (Incidents) (ย้อนหลัง ๑๐ ปี)

☐ ไม่มี

☐ มี จำนวน.....ครั้ง

สาเหตุการเกิดอุบัติภัย.....

.....

ความเสียหาย / ผลกระทบ.....

- ประชาชน.....
- ทรัพย์สิน.....
- สิ่งแวดล้อม.....

๓.๓) หน่วยงานที่เข้าระงับอุบัติภัย

- ของโรงงาน.....
- ภายนอก.....

หน่วยงานที่ได้รับการแจ้งเหตุ

- .....
- .....
- .....

<u>ตอนที่ ๔</u> การตอบโต้ฉุกเฉิน (Contacts)

๔.๑ ชื่อผู้ที่สามารถติดต่อกรณีฉุกเฉิน (Contacts).....
ตำแหน่ง.....
สถานที่ติดต่อ.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....

๔.๒ อุปกรณ์เครื่องมือในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี
☐ . ชุดป้องกันสารเคมี _____A ____B ____C ____D
☐ . เครื่องตรวจวัดความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศ
☐ . อุปกรณ์สำหรับเก็บกัก/กักกัน วัสดุดูดซับ.....
☐ . อื่น ๆ .....

ชื่อเจ้าหน้าที่ผู้สำรวจ.....
หน่วยงาน.....
สถานที่ติดต่อ.....
โทรศัพท์.....โทรสาร.....

(ลงชื่อ).....
(.....)
วันที่ออกสำรวจ.....เดือน.....ปี.....

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

ภาคผนวกที่ ๔

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี CAMEO (Computerized-Aid Management in Emergency Operation)

แบบจำลองคณิตศาสตร์เพื่อเตรียมความพร้อมด้านการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี CAMEO (Computerized-Aid Management in Emergency Operation)

การประเมินอันตราย (Hazard Analysis) จากสารเคมีเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมี โดยจะบ่งบอกถึงอันตรายที่อาจจะพบเพื่อการเตรียมพร้อมรับมือกับอันตรายนั้น กระบวนการประเมินอันตรายประกอบด้วย ๓ ขั้นตอน ได้แก่

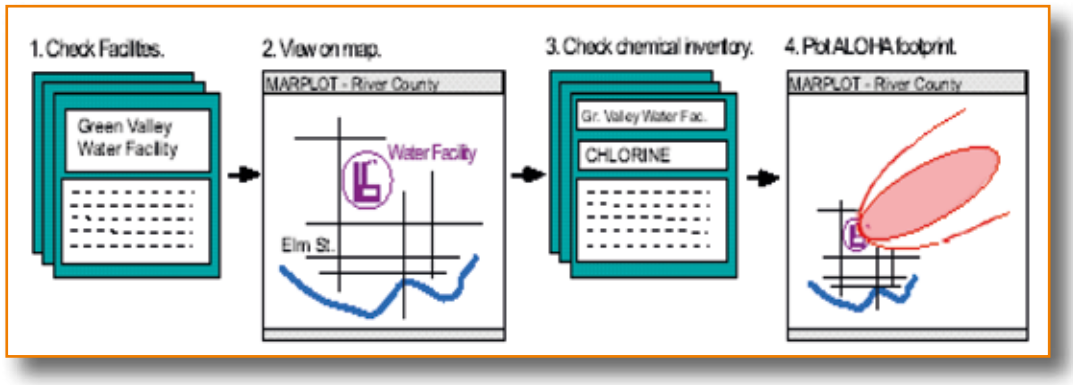
๑) การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification) จากชนิดและปริมาณสารเคมีในพื้นที่

๒) การประเมินผลกระทบ (Vulnerability Analysis) โดยการประเมินรัศมีผลกระทบการรั่วไหลของสารเคมีจากปริมาณการรั่วไหล สภาพภูมิอากาศ และสภาพภูมิประเทศ และการระบุประชากรกลุ่มเสี่ยงและสิ่งแวดล้อมที่อาจได้รับผลกระทบ และ

๓) การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis) โดยพิจารณาจากโอกาสที่จะเกิดการรั่วไหลและความรุนแรงของผลกระทบ ปัจจุบันได้มีการนำโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป CAMEO (Computerized - Aid Management in Emergency Operation) มาใช้ในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีอย่างแพร่หลาย

CAMEO (Computerized-Aid Management in Emergency Operation) เป็นโปรแกรมที่จัดทำขึ้นโดยองค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (US EPA) ร่วมกับหน่วยงาน National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อช่วยในการจัดทำแผนเตรียมความพร้อมในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินสารเคมี (Planning) การใช้ข้อมูลประกอบการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีในพื้นที่เกิดเหตุอย่างรวดเร็ว(Response) และการสนับสนุนข้อมูลเพื่อการดำเนินงานตามกฎระเบียบต่างๆ (Compliance) CAMEO ประกอบด้วยโปรแกรมย่อย ๓ โปรแกรมที่สามารถดึงข้อมูลมาใช้งานร่วมกัน ได้แก่ CAMEO ALOHA และ MARPLOT และสามารถนำมาใช้ได้ ๒ ลักษณะคือ

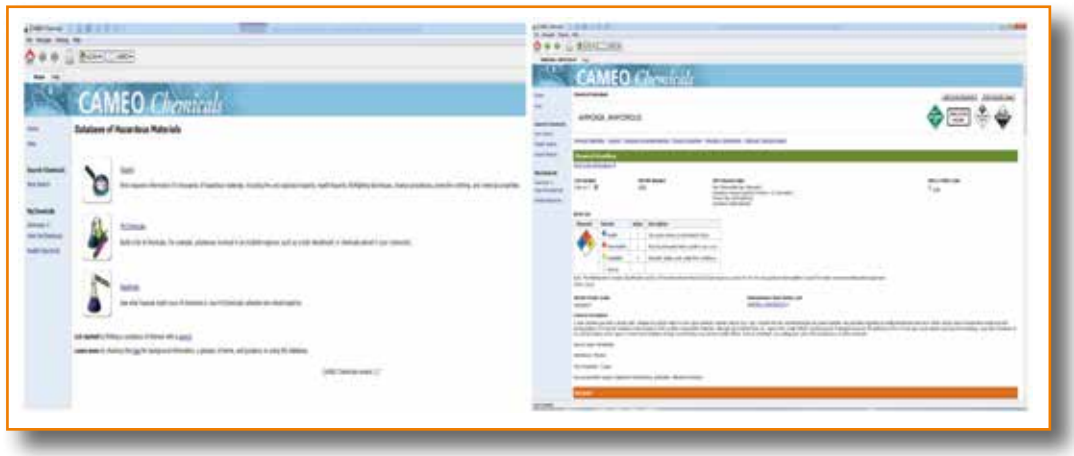
- จัดเก็บข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี ในรูปแบบที่สามารถดึงมาใช้งานได้ง่าย (รูปที่ ๑)
- นำมาช่วยในการจัดทำแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีเฉพาะพื้นที่



(ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency and U.S. National Oceanic Atmospheric Administration. 2007. CAMEO User's Manual. Washington, D.C.: U.S. Governmental Printing Office.

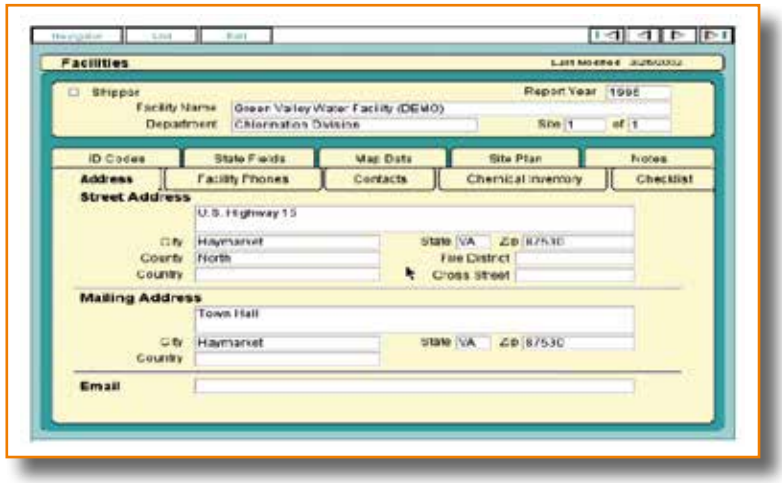
รูปที่ ภ-๑ แสดงลักษณะการใช้โปรแกรม CAMEO

CAMEO Chemicals มีลักษณะเป็นฐานข้อมูล มีข้อมูลสารเคมีกว่า ๖,๐๐๐ ชนิด ประกอบด้วยข้อมูลด้านการบ่งชี้สารเคมี อันตรายต่อสุขภาพ อันตรายเมื่อเกิดเพลิงไหม้ อุปกรณ์ป้องกันส่วนบุคคล และวิธีระงับภัยเบื้องต้น ฯลฯ ซึ่งผู้ใช้สามารถค้นหาข้อมูลเมื่อเกิดเหตุได้ (รูปที่ ๒) อีกทั้งคณะกรรมการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมียังสามารถกรอกข้อมูลเพิ่มเติมในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรม/สถานประกอบการ สารเคมีที่เก็บและใช้ รวมทั้งรายชื่อผู้ที่สามารถติดต่อได้ในกรณีฉุกเฉินเฉพาะพื้นที่ได้ด้วย (รูปที่ ๓)



(ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency and U.S. National Oceanic Atmospheric Administration. 2007. CAMEO User's Manual. Washington, D.C.: U.S. Governmental Printing Office.

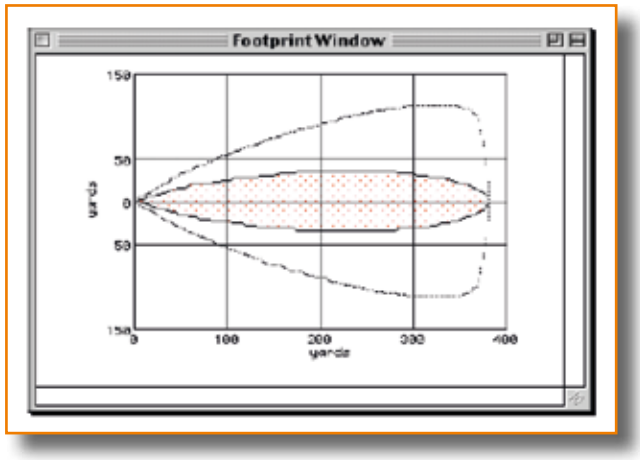
รูปที่ ภ-๒ แสดงข้อมูลทั่วไปของสารเคมี (Chemical Identification Information) และข้อมูล ประกอบการตัดสินใจตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี (Response Information Data Sheets)



(ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency and U.S. National Oceanic Atmospheric Administration. 2007. CAMEO User's Manual. Washington, D.C.: U.S. Governmental Printing Office.

รูปที่ ภ-๓ แสดงฐานข้อมูลที่คณะกรรมการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมีสามารถจัดเก็บข้อมูลเฉพาะพื้นที่

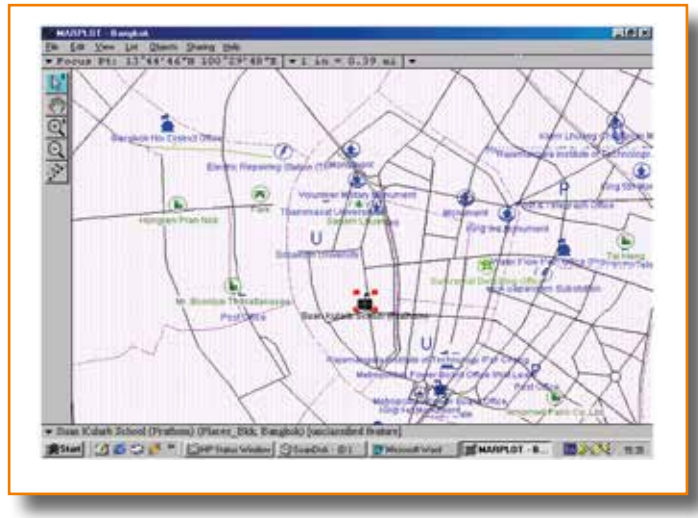
ALOHA (Ariel Location of Hazardous Atmosphere) เป็นแบบจำลองการแพร่กระจายของสารเคมีที่รั่วไหลไปในอากาศตามสภาพภูมิอากาศและลักษณะเฉพาะของสารเคมี สามารถแสดงลักษณะการแพร่กระจาย ทิศทางการแพร่กระจาย และความเข้มข้น ณ ตำแหน่งต่างๆของไอสารเคมีบนแผนที่อิเลคทรอนิกส์ Marplot ได้ เมื่อใส่ข้อมูลเฉพาะของเหตุรั่วไหลสารเคมีแล้ว ALOHA จะแสดงผลเรียกว่า "footprint" ดังแสดงในรูปที่ ๔



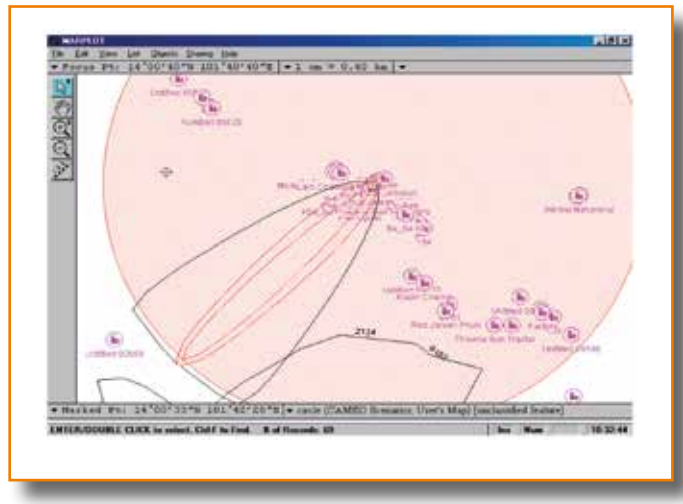
(ที่มา: U.S. Environmental Protection Agency and U.S. National Oceanic Atmospheric Administration. 2007. ALOHA User's Manual. Washington, D.C.: U.S. Governmental Printing Office.

รูปที่ ภ-๔ แสดง footprint ของไอสารเคมี

MARPLOT (Mapping Application for Response, Planning, and Operation) เป็นโปรแกรมที่แสดงข้อมูลเชิงภูมิศาสตร์บนแผนที่อิเลคทรอนิกส์ แสดงที่ตั้งโรงงาน/สถานประกอบการ โรงพยาบาล โรงเรียน แม่น้ำ และถนน เป็นต้น (รูปที่ ๕) สามารถแสดงพื้นที่เสี่ยงจากการเกิดอุบัติภัยจากสารเคมี โดยแสดงเป็นบริเวณรอบโรงงานที่เกิดเหตุและมีรัศมีตามที่ได้จากการคำนวณของโปรแกรม CAMEO หรือแสดงลักษณะและทิศทางการแพร่กระจายจากการคำนวณของโปรแกรม ALOHA (รูปที่ ๖)



รูปที่ ภ-๕ แผนที่ Marplot แสดงที่ตั้งของโรงงาน ชุมชน และสถานที่สำคัญต่าง ๆ ในกรุงเทพมหานคร



รูปที่ ภ-๖ แสดงตัวอย่างพื้นที่เสี่ยงภัยจากสารเคมีของโรงงานที่มีการใช้แอมโมเนีย ณ จังหวัดปราจีนบุรีจากการคำนวณโดยโปรแกรม CAMEO และ ALOHA

Modules ต่างๆ ของ CAMEO สามารถนำมาใช้ในกระบวนการจัดทำแผน กระบวนการวิเคราะห์อันตรายและการให้ข้อมูลสนับสนุนการตัดสินใจในการตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี ดังนี้

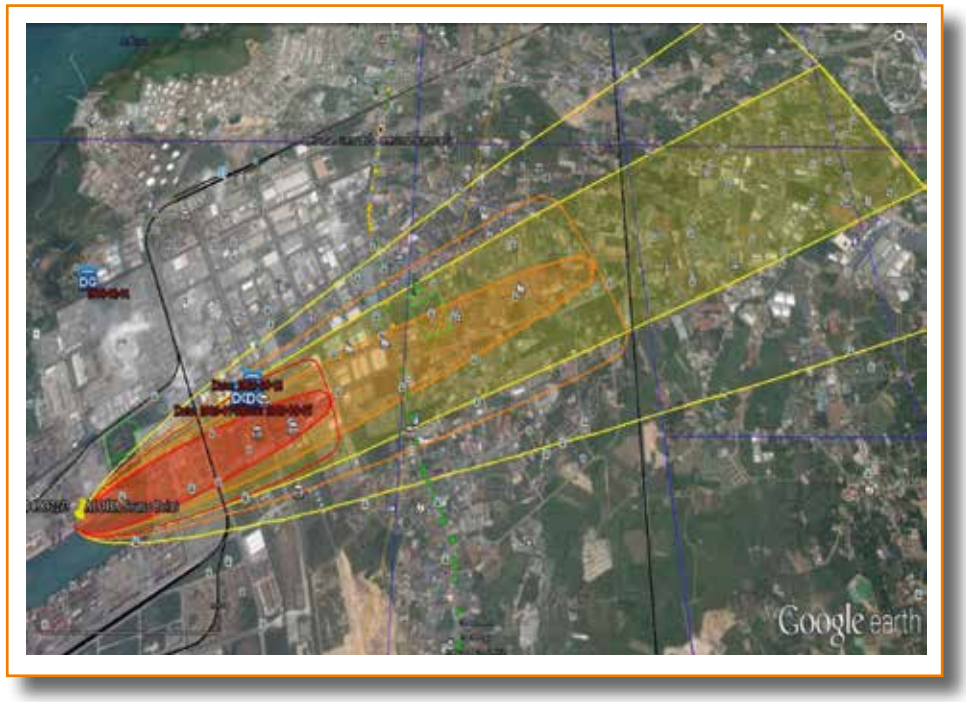
การบ่งชี้อันตราย (Hazard Identification)

- Chemical Identification Modules : นำเสนอข้อมูลคุณสมบัติสารเคมี อันตรายของสารเคมี แนวทางการระงับเหตุและข้อเสนอแนะด้านการอพยพประชาชนที่อยู่ใต้ลม
- Facilities/Routes Module : สามารถเก็บข้อมูลทั่วไปของสถานประกอบการ/เส้นทางที่มีการขนส่งสารเคมีรายชื่อสารเคมี รายชื่อผู้ที่สามารถติดต่อได้เมื่อเกิดกรณีฉุกเฉิน เป็นต้น
- Chemicals in Inventory/Transit Module : สามารถเก็บข้อมูลชื่อและปริมาณสารเคมีที่มีการเก็บ/ใช้ในสถานประกอบการ และ/หรือขนส่งผ่านเส้นทาง

การประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ (Vulnerability Analysis)

- Screening and Scenarios Module : สามารถคำนวณหารัศมีผลกระทบหากเกิดการรั่วไหลของสารเคมีอันตรายร้ายแรงจากสถานประกอบการและระหว่างการขนส่ง ทั้งในกรณีร้ายแรงที่สุด (worst-case) และกรณีที่อาจเกิดได้จริง
- Special Locations : สามารถเก็บข้อมูลสถานที่ที่มีประชากรกลุ่มเสี่ยงที่อาจได้รับผลกระทบ เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล สถานรับเลี้ยงเด็กอ่อน สถานพยาบาลคนพิการ เป็นต้น เพื่อประกอบการตัดสินใจใช้มาตรการปกป้องได้
- ALOHA : สามารถคำนวณหารัศมีผลกระทบหากเกิดการรั่วไหลของสารเคมีตามชนิด ปริมาณสารเคมี ลักษณะภาชนะบรรจุ สภาพภูมิอากาศและสภาพภูมิประเทศได้

ตัวอย่างแสดงการใช้ Module ALOHA ประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบจากข้อมูลชนิดและปริมาณสารเคมีรั่วไหล และสภาพบรรยากาศ: ทิศทางลม ความเร็วลม สภาพความคงตัวของบรรยากาศ และเลือกค่าขีดจำกัดการรับสัมผัสสารเคมีทางการหายใจแบบเฉียบพลัน ๓ ระดับ จะเห็นได้ว่า พื้นที่สีแดงเป็นพื้นที่ที่ประชาชนอาจได้รับผลกระทบถึงเสียชีวิต พื้นที่สีส้มเป็นพื้นที่ที่ประชาชนอาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอย่างร้ายแรงไม่สามารถหายคืนได้ดังเดิม พื้นที่สีเหลืองเป็นพื้นที่ที่ประชาชนอาจได้รับผลกระทบต่อสุขภาพอย่างไม่ร้ายแรง ดังแสดงในรูป



รูปที่ ภ-๗ ตัวอย่างการใช้ Module ALOHA ประเมินพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบ

การประเมินความเสี่ยง (Risk Analysis)

● Screening and Scenarios Module : คณะกรรมการวางแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมีสามารถประเมินความเสี่ยงของชุมชนที่อาจเกิดจากการรั่วไหลของสารเคมีได้จากข้อมูลรัศมีผลกระทบ กลุ่มที่อาจได้รับผลกระทบ และความน่าจะเป็นในการเกิดอุบัติภัยของแต่ละสถานประกอบการ/เส้นทางขนส่ง

ทั้ง ๓ Modules สามารถแสดงตำแหน่งและรัศมีผลกระทบบนโปรแกรมแผนที่ Marplot ทำให้ทราบกลุ่มประชากรที่อาจได้รับผลกระทบได้ชัดเจนขึ้น

การตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมี (Emergency Response)

● Chemical Identification Modules : นำเสนอข้อมูลแนวทางการระงับเหตุฉุกเฉินเฉพาะสารเคมี และมาตรการเกี่ยวกับการปกป้องสาธารณชน เช่น การอพยพประชาชน เป็นต้น

● Contacts : รายชื่อผู้ที่สามารถติดต่อได้ในกรณีฉุกเฉิน ทั้งจากภาครัฐ สถานประกอบการและสถานที่ที่มีประชากรกลุ่มเสี่ยง เช่น โรงเรียน โรงพยาบาล สถานรับเลี้ยงเด็กอ่อน เป็นต้น

● Resources : รายการอุปกรณ์เครื่องมือและบุคลากรที่สามารถขอการสนับสนุนเพื่อตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากสารเคมีได้

กรมควบคุมมลพิษ
POLLUTION CONTROL DEPARTMENT

ภาคผนวกที่ ๕

เทคนิคการกักกันและเก็บกักสารเคมีรั่วไหล

(Confine & Contain)

วัตถุประสงค์ในการระงับการรั่วไหลจากสารเคมี คือ การป้องกันและลดผลกระทบในทางลบที่เกิดจากการรั่วไหลของสารเคมีต่อสุขภาพประชาชน ทรัพย์สิน และสิ่งแวดล้อม โดยการระงับการรั่วไหลหรือการควบคุมการแพร่กระจายสารเคมีที่รั่วไหลและระเหยขึ้นสู่อากาศ ซึ่งมีหลายวิธีการ ในที่นี้จะกล่าวถึงเทคนิคที่เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินใช้กันเป็นส่วนใหญ่ คือ การกักกัน และการเก็บกัก

การกักกัน (Confinement) หมายถึง การทำให้สารเคมีรั่วไหลออกนอกภาชนะบรรจุหรือบรรจุภัณฑ์ และท่อขนส่งมีพื้นที่การแพร่กระจายน้อยลงทั้งในอากาศ บนดินและในแหล่งน้ำ โดยการลดการระเหยของสารเคมีฟุ้งกระจายในอากาศ จำกัดพื้นที่ที่สารเคมีหกรดและไหลนองบนพื้นดิน และควบคุมการไหลของสารเคมีที่เป็นของเหลวมิให้ลงสู่แหล่งน้ำ

การเก็บกัก (Containment) หมายถึง การทำให้สารเคมีที่รั่วไหลออกจากภาชนะบรรจุหรือบรรจุภัณฑ์ และท่อขนส่งลดน้อยลงหรือหยุดการรั่วไหล โดยการควบคุมรูรั่ว

การกักกันสารเคมีรั่วไหล

การกักกันสารเคมีรั่วไหลนั้นมีความแตกต่างกันตามคุณลักษณะ สถานะของสารสภาพการรั่วไหล และสภาพการเก็บกักของสารในภาชนะบรรจุ เช่น สารเคมีรั่วไหลฟุ้งกระจายในอากาศหรือสารเคมีหกรดและไหลนองบนพื้นดิน และสารเคมีรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ

๑) การกักกันสารเคมีที่รั่วไหลฟุ้งกระจายในอากาศ

การรั่วไหลของสารเคมีที่อยู่ในสถานะก๊าซ ไอระเหย และอนุภาคแขวนลอยขึ้นสู่อากาศเป็นสถานการณ์ที่อันตรายมากที่สุด เนื่องจากสารเคมีสามารถแพร่กระจายได้อย่างรวดเร็วจากกระแสลมและสภาวะอากาศ ทำให้พื้นที่ผลกระทบมีบริเวณค่อนข้างกว้างนอกจากลุ่มก๊าซ หรือไอระเหยของสารอาจ เป็นพิษ กัดกร่อน ไวไฟ หรือมีคุณสมบัติเป็นอันตรายอื่น ๆ ได้

การควบคุมหรืออนุภาคแขวนลอยในอากาศโดยเฉพาะที่มีการรั่วไหลปริมาณมาก ในขั้นแรกจะต้องพิจารณาว่าสามารถป้องกันหรือลดปริมาณการฟุ้งกระจายโดยการกักกันหรือเก็บกักได้หรือไม่ หากไม่สามารถทำได้ อาจใช้วิธีการฉีดพ่นของเหลว (น้ำ) ให้ไปจับไอระเหยหรือสารไว้ หรือใช้เทคนิคการเป่าให้กระจาย ขึ้นอยู่กับปริมาณสารที่รั่วไหล สภาพอากาศ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ทิศทาง และความเร็วลม ซึ่งมีผลอย่างมากต่อการก่อตัวเกิดเป็นกลุ่มเมฆ และการกระจายตัวของสาร ถ้ากลุ่มมีขนาดใหญ่จะต้องพิจารณาการอพยพประชาชนออกนอกพื้นที่ที่อาจได้รับผลกระทบโดยทันที

การพ่นน้ำเป็นละอองเล็ก (Fog Pattern) เป่าให้กลุ่มเมฆของไอระเหยกระจายตัว อาจใช้ได้สำหรับสารเคมีบางชนิด ซึ่งสารเคมีจะกลั่นตัวเป็นของเหลว จึงควรมีพื้นที่สำหรับเก็บ เช่น ทำกำแพงกั้น จากนั้นสูบของเหลวใส่ภาชนะบรรจุส่งไปกำจัดอย่างเหมาะสมต่อไป การใช้

วิธีการนี้ควรพิจารณาอย่างรอบคอบเนื่องจากอาจทำให้ดินในบริเวณดังกล่าวปนเปื้อนซึ่งต้องทำการฟื้นฟูอีก

การเข้าไปใกล้จุดที่สารเคมีรั่วไหลฟุ้งกระจายต้องเข้าไปในทิศทางเหนือลมเสมอ เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินจะต้องสังเกตทิศทางลม และใช้เครื่องมือตรวจอ่านค่าชนิดสารและวัดค่าความเข้มข้นของสารโดยตรง เพื่อตรวจสอบและประเมินวิธีการฉีดพ่นที่ใช้ ทั้งนี้สารเคมีที่เบากว่าอากาศ (มีความดันไอต่ำกว่าอากาศ) จะฟุ้งกระจายและลอยตัวสูงในบรรยากาศและถูกเป่าไปในทิศทางใต้ลม สารที่หนักกว่าอากาศมีแนวโน้มที่จะลอยตัวอยู่ในระดับพื้นดินไปตามความสูงต่ำของสภาพภูมิประเทศหรืออาจถูกลมพัดเคลื่อนที่ไป

๒) การกักกันสารเคมีหกรดบนพื้นดิน

โดยทั่วไปสารเคมีในสภาพของแข็งเมื่อหกรดบนพื้นจะเก็บกักได้ง่ายที่สุด แม้ในกรณีของภาชนะบรรจุขนาดใหญ่ที่ใช้ขนส่งแตก โดยปิดกั้นพื้นที่ที่มีการหกรั่วและปกคลุมด้วยพลาสติกหรือผ้าใบหรือวิธีอื่นที่ป้องกันการฟุ้งกระจาย

การหกรดที่เกิดจากสารเคมีที่เป็นของเหลวจะทำการกักกันได้ยากกว่า ในบางกรณีการกักกันอาจจะมีอยู่แล้วในสถานที่เก็บสารเคมี เช่น ลานวางถังจะมีกำแพงกั้นหรือเขื่อนกั้นโดยรอบเพื่อกักกันของเหลวที่รั่วไหลปริมาณมาก เป็นต้น

เทคนิคในการควบคุมการหกรดบนพื้นดิน ได้แก่ การเบี่ยงเส้นทางไหล การทำกำแพงกั้นและการเก็บ การตัดสินใจใช้เทคนิคใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ เวลา บุคลากร อุปกรณ์เครื่องมือ ลักษณะสารเคมี ผลกระทบและอันตรายจากสารเคมีที่รั่วไหล ในหลาย ๆ กรณีอาจใช้ทั้ง ๓ วิธี โดยเบี่ยงเบนการไหลของสารเป็นขั้นแรก กั้นด้วยกำแพงแล้วรวบรวมเก็บสารเคมี

(๑) การเบี่ยงเส้นทางไหล (Diversion) หมายถึงการควบคุมการไหลขอของเหลวไปยังอีกพื้นที่หนึ่งเพื่อลดผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนหรือสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไปมักทำคันดินหรือกำแพงเบี่ยงเพื่อเปลี่ยนเส้นทางการไหลของของเหลวที่หก ซึ่งจะต้องทำดักหน้าอย่างรวดเร็วจึงจะได้ผล เจ้าหน้าที่ปฏิบัติการฉุกเฉินควรวางแผนล่วงหน้าสำหรับการสร้างกำแพงเบี่ยงหรือสิ่งกีดขวาง เช่น ควรจัดเตรียมอุปกรณ์ที่ต้องใช้และแบ่งหน้าที่การทำงาน สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการสร้างกำแพงเบี่ยง คือ ความเร็วและมุมการไหลของสาร ของเหลวที่เคลื่อนที่ได้เร็วควรใช้คันกั้นที่ทำมุม ๖๐ องศา หรือมากกว่าเพื่อสกัดกั้นสารที่รั่วไหล

(๒) การกั้นด้วยกำแพง (Diking) หมายถึง การใช้สิ่งกีดขวางกักกันหรือควบคุมการไหลให้ห่างออกจากบริเวณที่เป็นพื้นที่อันตราย โดยวัสดุที่ใช้ทำเป็นกำแพงอาจใช้ดิน กิ่งไม้ กระดาน บันได ฯลฯ และกันการรั่วซึมโดยยึดปะด้วยวัสดุสังเคราะห์ (หรือสารโพลีเอทธิลีน) การปูพื้นด้วยพลาสติกในการสร้างขึ้นอยู่กับอัตราการไหลและปริมาณของสารที่รั่วไหล เช่น ของเหลวหนักหรือ

ที่เคลื่อนตัวช้าควรกักกันด้วยการสร้างกำแพงกั้นรูปวงกลม ของเหลวที่เคลื่อนที่เร็วควรกักกันโดยกำแพงรูปตัววีในระดับพื้นที่ที่ต่ำกว่า

(๓) การเก็บ (Retention) หมายถึง การกักกันสารเคมีชั่วคราวในพื้นที่ซึ่งสามารถใช้ปรับสภาพให้เป็นกลาง หรือเจือจางความเข้มข้นให้น้อยลง หรือที่สามารถสูบออกได้ เช่น การเก็บของเหลวไว้ในบ่อ สระ แอ่ง หรือท่อระบายน้ำ ซึ่งเป็นเทคนิคที่ใช้ได้ดีในบางสถานการณ์ที่ไม่อาจทำการเบี่ยงเส้นทางไหลหรือกั้นด้วยกำแพง

๓) การกักกันสารเคมีไหลลงสู่แหล่งน้ำ

การกักกันสารเคมีไหลลงสู่แหล่งน้ำสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่

(๑) การสร้างเขื่อนน้ำล้น (Overflow Dam) ใช้ในกรณีที่สารเคมีที่ไหลลงสู่แหล่งน้ำเป็นของเหลวที่ไม่ละลายน้ำหรือละลายน้ำได้น้อย มีความถ่วงจำเพาะมากกว่าน้ำ โดยการสร้างสิ่งกีดขวางดักไว้ วิธีนี้ใช้ได้ผลดีที่สุดกับของเหลวที่ไหลช้าและมีหน้าตัดแคบ

(๒) การใช้บูม (Boom) วางลอยบนน้ำเพื่อดักสารเคมี ใช้ในกรณีที่สารเคมีมีคุณสมบัติลอยน้ำและไม่ละลายน้ำหรือละลายได้น้อย แล้วจึงกวาดสารเคมีจากผิวน้ำด้วยเครื่องกวาด การใช้บูมมักไม่ได้ผลในแหล่งน้ำขนาดใหญ่ แต่เป็นวิธีที่ใช้ได้รวดเร็วในการกักกันของเหลวที่ไหลในลำธารแคบ ๆ และไหลช้า

(๓) การใช้ไซฟอน (Syphon) เพื่อควบคุมและกักกันสารเคมีที่ลอยเหนือผิวน้ำ โดยการสร้างเขื่อนกั้นน้ำและวางท่อดูดน้ำใต้ระดับสารเคมีออกสู่ภายนอกโดยมีระดับน้ำออกต่ำกว่าน้ำเข้า หรือใช้วิธีการสร้างเขื่อนกั้นน้ำโดยเปิดช่องระบายด้านล่าง (Underflow Dam) เพื่อระบายน้ำออกโดยสารเคมีจะถูกกักไว้บนผิวน้ำ วิธีนี้เหมาะสำหรับทางน้ำไหลที่แคบ

(๔) การสร้างแนวรั้วกรองสารเคมี (Filter Fence) โดยการสร้างรั้วตาข่ายที่ทำด้วยฟางหรือหญ้าแห้งสำหรับกรองสารเคมี เหมาะสำหรับบริเวณที่มีกระแสน้ำแรง และใช้ได้เฉพาะกับสารปนเปื้อนประเภทน้ำมัน

การเก็บกักสารเคมีรั่วไหล

การเก็บกักสารเคมีที่รั่วไหล ทำได้โดย การควบคุมการรั่วที่ภาชนะบรรจุสารเคมี เช่น ถังขนาดเล็ก เส้นท่อ และแทงค์บรรจุขนาดใหญ่

๑) การควบคุมการรั่วไหลของถังขนาดเล็ก (Drum)

การรั่วไหลจากถังขนาดเล็กส่วนใหญ่พบบ่อยครั้งที่เกิดจากรูรั่วบนถัง ซึ่งสามารถควบคุมได้โดยการจับให้ถังอยู่ในตำแหน่งที่รูรั่วนั้นอยู่สูงกว่าระดับของเหลวหรือของแข็ง โดยการกลิ้งถังอย่างรวดเร็วให้ตำแหน่งของรูรั่วขึ้นมาอยู่ด้านบนหรือจับถังตั้งขึ้นในกรณีที่เกิดการรั่วเล็กน้อย ที่บริเวณฝาของถัง ให้หยุดการรั่วไหลดดยการหมุนผิดฝาให้แน่น

การแปะรูรั่วที่ถังจะต้องกำจัดสีในพื้นที่ที่มีรูด้วยแปรงลวดจนกระทั่งถึงเนื้อโลหะ แล้วตอกลิ่มไม้เข้าไปในรูรั่วด้วยฆ้อน และใช้ Lead Wool อุดรูรั่วรอบ ๆ ลิ่มไม้เพื่อผนึกให้แน่นขึ้น ตัดลิ่มไม้ส่วนเกินออก แล้วติดเทปอลูมิเนียมทับลิ่มไม้และทาวัสดุกันซึมบนเทปอีกชั้นหนึ่งโดยให้ผิวของเทปเรียบเสมอกับผิวของถัง

โดยทั่วไปรูรั่วหรือรอยรั่วที่เกิดจากการทิ่มแทงจากการใช้รถยก สามารถใช้ที่อุดหรือลิ่มที่หนีบถังที่ทำเองสามารถใช้ในการปะรูรั่วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ ๓ นิ้ว ที่หนีบหรือปะถังประกอบด้วย ๓ ส่วน คือ แผ่นนีโอพรีน โลหะรูปตัวที แผ่นรองด้านหลังที่เป็นโลหะ วิธีการปะมีดังนี้

- งอปลายด้านเล็กของแผ่นโลหะรูปตัวทีไปทางด้านหลังของแผ่นโลหะ
- สอดแถบของตัวหนีบผ่านช่องที่เกิดจากการงอของปลายด้านเล็กของโลหะรูปตัวที
- ทากาวแผ่นนีโอพรีนให้ติดกับแผ่นโลหะที่รองด้านหลัง เพื่อช่วยผนึกอากาศได้เมื่อทาบบนรูรั่วบนถัง
- วางที่หนีบรอบถัง วางแผ่นยางบนรู และขันที่หนีบให้แน่น

๒) การควบคุมการรั่วของเส้นท่อ

การควบคุมสามารถทำได้โดยใช้จุก (Plug) ที่มีความยืดหยุ่นขยายได้อาจมีหรือไม่มีช่องระบายอากาศก็ได้ โดยอุดเส้นท่อที่ตำแหน่งรั่วและขันน๊อตหกเหลี่ยมให้แน่นทำให้แผ่นยางถูกอัดไปตามแนวแกนยาว แผ่นยางจะขยายตัวครอบคลุมความกว้างของท่อ และปิดช่องระบายอากาศ

๓) การควบคุมการรั่วของแท็งค์บรรจุขนาดใหญ่

รูรั่วของแท็งค์บรรจุมักเกิดที่ผนังของแทงค์บรรจุหรือระบบท่อและวาล์วที่ติดตั้งบนตัวยานพาหนะ ในกรณีที่มีรูรั่วหลายจุดเกิดขึ้นให้ควบคุมรูรั่วที่อยู่ต่ำกว่าระดับของเหลวก่อน อย่างไรก็ตามไม่ควรละเลยรูรั่วที่อยู่เหนือระดับของเหลว เพราะไอระเหยสามารถแพร่กระจายออกสู่ภายนอกและส่งผลกระทบต่อประชาชนได้ หรืออากาศภายนอกอาจเข้าสู่ภายในแทงค์ทำให้ไอระเหยภายในช่องว่างของแท็งค์ติดไฟได้

รูรั่วขนาดเล็กอาจกักกันด้วยการวางถังรองรับของเหลวที่ไหลออกมา สำหรับรูรั่วขนาดใหญ่ให้ทำการอุดด้วยไม้ปลายแหลมหรือลิ่มหรือวัสดุอื่นที่สามารถใช้อุดได้

เอกสารอ้างอิง

๑. U.S. Environmental Protection Agency, Federal Emergency Management Agency, and U.S. Department of Transportation. ๑๙๘๗. Technical Guidance for Hazard Analysis: Emergency Panning for Extremely Hazardous Substances.

๒. กรมควบคุมมลพิษ. ๒๕๔๕. คู่มือการจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉินจากสารเคมีระดับจังหวัด. สำนักจัดการกากของเสียและสารอันตราย.

กรมควบคุมมลพิษ
๙๒ ซอยพหลโยธิน ๗ ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพฯ ๑๐๔๐๐
โทร. ๐ ๒๒๙๘ ๒๓๘๖-๗ โทรสาร ๐ ๒๒๙๘ ๕๓๙๒-๓ http:// www.pcd.go.th