

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ ๔๔๓๙ (พ.ศ. ๒๕๕๕)

ออกตามความในพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ. ๒๕๑๑

เรื่อง กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๑๕ แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. ๒๕๑๑ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมออกประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมีต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม มาตรฐานเลขที่ มอก. ๒๕๓๕ - ๒๕๕๕ ไว้ ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ทั้งนี้ ให้มีผลตั้งแต่วันที่ประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๒๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๕๕

หม่อมราชวงศ์พงษ์สวัสดิ์ สวัสดิวัตน์

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การประเมินความเสี่ยงด้านสารเคมี

ต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนดการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพที่อาจเกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากการสัมผัสหรือได้รับอันตรายทางเคมีจากการทำงาน การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพมี 2 ประเภท คือ การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ และการประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ แต่ละประเภทประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ

- (1) การระบุว่าเป็นสารเคมีอันตราย (hazard identification)
- (2) การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพหรือความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีอันตรายที่ได้รับและการตอบสนองของร่างกาย (hazard characterization or dose-response assessment)
- (3) การประเมินการสัมผัส (exposure assessment)
- (4) การระบุลักษณะเฉพาะความเสี่ยง (risk characterization)

การประเมินความเสี่ยงในที่นี้ครอบคลุมเฉพาะการประเมินความเสี่ยงเชิงคุณภาพ ซึ่งแบ่งเป็น 5 ระดับ ได้แก่ ระดับยอมรับได้ ระดับต่ำ ระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูงมาก

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

- 2.1 การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ (health risk assessment) หมายถึง การประมาณค่าความเป็นไปได้หรือโอกาสที่ผู้ปฏิบัติงานซึ่งสัมผัสสารเคมีอันตรายจะแสดงผลกระทบด้านสุขภาพจากการได้รับหรือสัมผัสกับสารเคมีอันตรายอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างพร้อมกัน
- 2.2 กลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสสารเคมีอันตรายคล้ายกัน (similar exposure group, SEG) หมายถึง กลุ่มผู้ปฏิบัติงานซึ่งสัมผัสสารเคมีอันตรายเหมือนกัน เนื่องจากงานที่ทำและความถี่ในการทำงานที่เกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงนั้นเหมือนกัน (ปัจจัยเสี่ยงนั้น ได้แก่ วัตถุดิบหรือสารเคมี กระบวนการผลิต และวิธีการทำงาน) ผู้ปฏิบัติงานคนหนึ่งอาจอยู่ในกลุ่มของ SEG หลายกลุ่มก็ได้

- 2.3 ค่าขีดจำกัดสารเคมีที่สัมผัสได้ในสถานที่ทำงาน (occupational exposure limit, OEL) หมายถึง ระดับความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายในสถานที่ทำงาน ซึ่งผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่สัมผัสได้วันละ 8 h สัปดาห์ละ 5 d โดยไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
- หมายเหตุ ค่า OEL ซึ่งองค์กรหรือหน่วยงานต่างๆ ประกาศใช้หรือเสนอแนะอาจเรียกแตกต่างกันและมีค่าต่างกัน เช่น อาจกำหนดเป็นค่าขีดจำกัดสารเคมีที่สัมผัสได้ในสถานที่ทำงาน (threshold limit value, TLV) หรือค่าขีดจำกัดสารเคมีที่ยอมให้สัมผัสได้ในสถานที่ทำงาน (permissible exposure limit, PEL)
- 2.4 ค่าขีดจำกัดความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีในอากาศตลอดเวลาการทำงาน (occupational exposure limit-time-weighted average, OEL-TWA) หมายถึง ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีในอากาศตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งโดยทั่วไป คือวันละ 8 h สัปดาห์ละ 5 d ที่ผู้ปฏิบัติงานส่วนใหญ่สามารถสัมผัสได้โดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ
- 2.5 ค่าขีดจำกัดสำหรับการสัมผัสในระยะสั้น ๆ (short-term exposure limit, STEL หรือ OEL-STEL) หมายถึง ค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีที่พนักงานสัมผัสได้ไม่เกินวันละ 4 ครั้ง ในระยะเวลาไม่เกินครั้งละ 15 min และแต่ละครั้งต้องห่างกันอย่างน้อย 1 h โดยค่าเฉลี่ยความเข้มข้นที่สัมผัสทั้งหมดต้องไม่เกินค่า OEL-TWA
- 2.6 ค่าขีดจำกัดสูงสุด (ceiling, C หรือ OEL-C) หมายถึง ค่าความเข้มข้นสูงสุดของสารเคมีในอากาศที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสได้ในขณะปฏิบัติงาน โดยค่าเฉลี่ยความเข้มข้นที่สัมผัสทั้งหมดต้องไม่เกินค่า OEL-TWA
- 2.7 งานเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยง (risk task) หมายถึง งานที่ลูกจ้างทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย
- 2.8 ปัจจัยอันตรายทางเคมี (chemical hazard) หมายถึง สารเคมีที่เมื่อเข้าสู่ร่างกายโดยทางปาก จมูก หรือผิวหนังแล้วสามารถแสดงพิษหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพได้
- 2.9 สารเคมีอันตราย (hazardous chemical) หมายถึง สารทางเคมีที่อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างเมื่อสัมผัสหรือได้รับเข้าสู่ร่างกาย (ดูภาคผนวก ก.)

3. หลักการ

แนวทางการดำเนินการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ 4 ขั้นตอนมีดังต่อไปนี้

- 3.1 การระบุว่าเป็นสารเคมีอันตราย คือ การระบุว่าได้รับสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงานที่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน โดยวิเคราะห์งาน กิจกรรม กระบวนการผลิตที่ผู้ปฏิบัติงานจะได้รับการสัมผัสสารเคมีอันตรายโดยรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับสารเคมีที่ใช้ทั้งหมด พื้นที่ที่ใช้สารเคมี กิจกรรมที่เกี่ยวข้อง กระบวนการผลิต ขั้นตอนการผลิต มีดังนี้
- (1) บันทึกรายการกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานกลุ่มที่ต้องการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพ
 - (2) ระบุพื้นที่ทำงานสำหรับกิจกรรมนั้น

- (3) ระบุสารเคมีอันตรายต่อสุขภาพในพื้นที่ดังกล่าว
- (4) ระบุความถี่และลักษณะการสัมผัส ได้แก่
 - (4.1) ความถี่ในการสัมผัส เช่น เดือนละ 1 ครั้ง สัปดาห์ละ 1 ครั้ง ทุกวัน ทุกชั่วโมง
 - (4.2) ระยะเวลาที่สัมผัสในแต่ละครั้ง เช่น 1 h 4 h ตลอดเวลาการทำงาน
 - (4.3) ลักษณะการสัมผัสสารเคมีอันตราย เช่น ทางการหายใจ ทางผิวหนัง และทางปาก
- (5) จัดทำรายการสารเคมีอันตรายที่ต้องประเมินการสัมผัสเพื่อวางแผนการตรวจวัดการสัมผัสต่อไป
- (6) การสัมภาษณ์ผู้ปฏิบัติงาน รายละเอียดของงานตามหน้าที่รับผิดชอบของแต่ละตำแหน่งงาน (job description) การวิเคราะห์กิจกรรมของแต่ละตำแหน่งงาน (job task analysis) ข้อมูลจากการเดินตรวจสอบด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรมในครั้งที่ผ่านมา ๆ มา ฯลฯ เพื่อให้ได้ข้อมูลประกอบการวิเคราะห์งานหรือกิจกรรมของผู้ปฏิบัติงานอย่างครบถ้วน

ผลลัพธ์ในขั้นตอนนี้ คือ รายชื่อพื้นที่ที่มีกิจกรรมหรืองานเกี่ยวกับปัจจัยเสี่ยงสารเคมีอันตรายที่เกี่ยวข้องและกลุ่มผู้ปฏิบัติงานในพื้นที่ดังกล่าว จากนั้นสำรวจพื้นที่หรือบริเวณที่มีการใช้สารเคมีอันตรายเหล่านั้นเพื่อกำหนดหน่วยผลิตที่จะประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน โดยทั่วไปงานหรือกิจกรรมที่เข้าข่ายต้องประเมินได้แก่

- (1) งานที่มีแนวโน้มของการสัมผัสสูงเกินกว่าค่า OEL-TWA
- (2) งานที่มีความรุนแรงถึงขั้นก่อให้เกิดอุบัติเหตุหรือมีการร้องเรียน หรือร้องทุกข์จากผู้ปฏิบัติงานในบริเวณดังกล่าว
- (3) งานหรือกิจกรรมใหม่ซึ่งไม่เคยมีการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพมาก่อน
- (4) งานที่เป็นข้อกำหนดตามกฎหมาย

3.2 การศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพหรือความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเคมีอันตรายที่ได้รับและการตอบสนองของร่างกาย โดยการทบทวนวรรณกรรม (literature review) และสืบค้นข้อมูลทางระบาดวิทยาและ/หรือพิษวิทยาของสารซึ่งเป็นสารเคมีอันตราย เช่น บทความทางวิชาการ รายงานการเจ็บป่วยของผู้ปฏิบัติงานที่สัมผัสสารเคมีอันตรายที่ศึกษาผลกระทบต่อสุขภาพของสารเคมีอันตรายปริมาณสารเคมีอันตรายที่ได้รับการตอบสนองของร่างกาย และค่า OEL (ดูภาคผนวก ข.)

3.3 การประเมินการสัมผัส สำหรับสารเคมีอันตรายที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพให้ประเมินการสัมผัส โดยมีขั้นตอน ดังนี้

3.3.1 จำแนก SEG

ในสถานประกอบการหนึ่งอาจมีผู้ปฏิบัติงานจำนวนมากและมีหลายขั้นตอนในแต่ละกระบวนการผลิต และอาจมีสารเคมีอันตรายหลายชนิดเกี่ยวข้อง ทำให้การสัมผัสสารเคมีอันตรายของผู้ปฏิบัติงานแตกต่างกัน ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ใน SEG เดียวกันย่อมมีการสัมผัสเหมือนกัน กล่าวคือ สัมผัสสารเคมีอันตรายชนิดเดียวกันที่ระดับการสัมผัสเดียวกัน

โดยทั่วไปการจำแนก SEG ทำได้ 2 วิธี ดังนี้

3.3.1.1 วิธีที่หนึ่ง คือ การวิเคราะห์ข้อมูลที่รวบรวมได้จากข้อ 3.1 อาจจำแนก SEG ได้หลายแนวทาง และในสถานประกอบการหนึ่งอาจต้องใช้มากกว่าหนึ่งแนวทาง ได้แก่

- (1) พิจารณาจากกระบวนการผลิตและสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงานในสถานประกอบการที่แบ่งกระบวนการผลิตออกเป็นแผนกชัดเจน และผู้ปฏิบัติงานในแผนกมีการสัมผัสที่เหมือนกันด้วยความถี่ในการสัมผัสเหมือนกัน ผู้ปฏิบัติงานในแผนกนั้นอาจเป็น SEG เดียวกัน
- (2) พิจารณาน้ำที่หรืองานที่ได้รับมอบหมาย ผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในตำแหน่งงาน หรือทำหน้าที่ต่างกันแม้จะอยู่ในแผนกและสิ่งแวดล้อมการทำงานเดียวกันอาจมีการสัมผัสต่างกันได้ ดังนั้นหากผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในกระบวนการผลิตเหมือนกันและมีสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงานเหมือนกันแล้ว ให้พิจารณาน้ำที่หรืองานที่ได้รับมอบหมายหรือตำแหน่งของบุคคลด้วย
- (3) พิจารณางานที่ทำ ผู้ปฏิบัติงานซึ่งทำงานในสายการผลิตเดียวกันแต่งานที่ทำต่างกันอาจอยู่ใน SEG ต่างกัน
- (4) พิจารณาการเป็นทีมงานเดียวกัน คนที่ทำงานในทีมเดียวกันอาจมีการสัมผัสเหมือนกันหรือต่างกันก็ได้ จึงควรพิจารณางานที่ทำในการจำแนก SEG ด้วยเช่นกัน
- (5) พิจารณาจากงานที่ทำไม่ซ้ำกัน ในบางสถานประกอบการการสัมผัสสารเคมีอันตราย อาจเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่น สถานประกอบการที่รับจ้างผลิตสินค้าชนิดหรือประเภทใดประเภทหนึ่ง ซึ่งต้องผลิตตามสูตรหรือวิธีที่ถูกกำหนด งานที่ผู้ปฏิบัติงานได้รับมอบหมายเป็นครั้งคราวและแต่ละครั้งแตกต่างกัน ในลักษณะเช่นนี้ต้องพิจารณาวัตถุประสงค์ของการจัด SEG เป็นสำคัญ เช่น เพื่อการปฏิบัติตามกฎหมาย ควรพิจารณาจากกรณีที่เลวร้ายที่สุด แต่ถ้ามีวัตถุประสงค์เพื่อการเฝ้าระวัง อาจต้องพิจารณาในแต่ละช่วงการผลิตสินค้าแต่ละชนิด

3.3.1.2 วิธีที่สอง คือ การจำแนก SEG โดยการเก็บตัวอย่างอากาศเพื่อประเมินการสัมผัสสารเคมีอันตราย เป็นวิธีที่เป็นรูปธรรมกว่าแต่สิ้นเปลืองมากกว่า เนื่องจากต้องเก็บตัวอย่างอากาศจำนวนค่อนข้างมาก และต้องวิเคราะห์ข้อมูลการสัมผัสทางสถิติเพื่อยืนยันว่าผู้ปฏิบัติงานเหล่านั้นอยู่ใน SEG เดียวกัน หาก 95% ของคนในกลุ่มมีการสัมผัสสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน แตกต่างกันไม่เกินสองเท่าของค่าเฉลี่ย ถือว่าคนในกลุ่มอยู่ใน SEG เดียวกัน ทั้งนี้ ต้องพิจารณาค่าเฉลี่ยการสัมผัสสารเคมีอันตรายของกลุ่มด้วย ถ้าค่าเฉลี่ยการสัมผัสสารเคมีอันตรายของกลุ่มสูง เช่น 0.5 เท่า ถึง 1 เท่าของ OEL แสดงว่าผู้ปฏิบัติงานของกลุ่มบางคนอาจสัมผัสสารเคมีอันตรายเกินค่า OEL ได้ จึงควรจำแนกกลุ่มใหม่เพื่อลดช่วงที่แตกต่างนี้ลงเพื่อความเหมาะสมในการจัดการผู้ที่สัมผัสสารเคมีอันตรายในช่วง 0.5 เท่า ถึง 1 เท่าของ OEL หรือสูงกว่าไม่ควรอยู่ใน SEG เดียวกับกลุ่มที่สัมผัสต่ำกว่า เนื่องจากทั้งสองกลุ่มนี้ควรมีมาตรการควบคุมการสัมผัสที่แตกต่างกัน

3.3.2 การประเมินการสัมผัสสารเคมีอันตราย เพื่อประเมินระดับการสัมผัสเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงาน และ/หรือการสัมผัสในระยะสั้น ๆ ของผู้ปฏิบัติงานแต่ละ SEG ซึ่งดูได้จากมาตรฐานต่อไปนี้

(1) มอก. 2536-2555

(2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการเก็บและวิเคราะห์อนุภาคแขวนลอยในอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมีได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม NIOSH manual of analytical method : method number 0500 และ method number 0600)

(3) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการเก็บและวิเคราะห์ไอระเหยในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมีได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม NIOSH manual of analytical method : method number 1501)

3.4 การระบุลักษณะเฉพาะความเสี่ยง มี 3 ขั้นตอน ดังนี้

3.4.1 การจัดระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ตามที่กำหนดในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ
(ข้อ 3.4.1)

ระดับ	ความรุนแรง	ผลกระทบต่อสุขภาพ
1	ไม่มี	การสัมผัสที่ระดับดังกล่าวไม่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ⁽¹⁾
2	น้อย	มีผลกระทบต่อสุขภาพเล็กน้อย ไม่จำเป็นต้องรักษา ไม่มีการป่วยจนต้องลางาน ไม่มีผลต่อการปฏิบัติงานหรือเป็นสาเหตุของการทุพพลภาพ หายได้โดยไม่จำเป็นต้องรักษาทางการแพทย์
3	ปานกลาง	มีผลกระทบต่อสุขภาพรุนแรงที่หายได้ แต่ต้องได้รับการรักษามักขาดงานหรือลาป่วย หรือมีผลกระทบสะสมจากการสัมผัสในลักษณะซ้ำ ๆ หรือเป็นระยะเวลานาน โดยไม่มีอันตรายถึงชีวิต
4	รุนแรง	มีผลกระทบต่อสุขภาพอย่างถาวร บาดเจ็บอย่างรุนแรง ไม่สามารถรักษาให้หายได้ ต้องปรับตัวเพื่อให้ดำเนินชีวิตอยู่กับความเจ็บป่วยหรือผลกระทบนั้น
5	รุนแรงมาก	เสียชีวิต หรือพิการ หรือป่วยโดยช่วยเหลือตนเองไม่ได้

หมายเหตุ ⁽¹⁾ ปัจจุบันยังไม่มีข้อมูลระบุว่า มีผลกระทบต่อสุขภาพ

3.4.2 การจัดระดับการสัมผัส ที่แสดงในตารางที่ 4 นั้น พิจารณาจากความรู้ในการสัมผัสสารเคมีอันตรายดังกล่าว ซึ่งเกณฑ์การจัดระดับความถี่การได้รับสัมผัสให้เป็นไปตามตารางที่ 3 กับค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสตามเกณฑ์การจัดระดับความเข้มข้นสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงานดังแสดงในตารางที่ 2 ซึ่งประมาณจากการเก็บตัวอย่างอากาศตามมาตรฐานต่อไป

- (1) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการเก็บและวิเคราะห์อนุภาคแขวนลอยในอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม NIOSH manual of analytical method : method number 0500 และ method number 0600)
- (2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการเก็บและวิเคราะห์ไอระเหยในสิ่งแวดล้อมการทำงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (ในกรณีที่ยังมิได้มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าว ให้เป็นไปตาม NIOSH manual of analytical method : method number 1501)

(3) มอก. 2536-2555

ตารางที่ 2 ระดับความเข้มข้นสารเคมีอันตรายเฉลี่ยตลอดเวลาการทำงาน

(ข้อ 3.4.2)

ระดับความเข้มข้น	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นสารเคมีอันตรายที่ผู้ปฏิบัติงานสัมผัส ⁽²⁾
1	ต่ำกว่า 10% ของ OEL-TWA
2	ต่ำกว่า 50% ของ OEL-TWA
3	ต่ำกว่า 75% ของ OEL-TWA
4	เท่ากับ 75% ถึง 100% ของ OEL-TWA
5	สูงกว่า 100% ของ OEL-TWA

หมายเหตุ ⁽²⁾ พิจารณาการสัมผัสสารเคมีอันตรายทางการหายใจโดยไม่คำนึงถึงการสวมอุปกรณ์ป้องกันทางเดินหายใจ

ตารางที่ 3 ระดับความถี่การได้รับสัมผัส

(ข้อ 3.4.2)

ระดับ	ความถี่	ความถี่การได้รับสัมผัส
1	นาน ๆ ครั้ง	สัมผัสปีละ 1 ครั้ง (once per year)
2	ไม่บ่อย	สัมผัสปีละ 2 ครั้ง ถึงปีละ 3 ครั้ง (a few times a year)
3	ค่อนข้างบ่อย	สัมผัสเดือนละ 2 ครั้ง ถึงเดือนละ 3 ครั้ง (a few times per month)
4	บ่อย	สัมผัส 2 h ถึง 4 h ต่อเนื่องกันใน 1 กะ (continuous for between 2 and 4 hours per shift)
5	ประจำ	สัมผัสต่อเนื่องตลอดทั้งกะ (continuous for 8 hours shift)

หมายเหตุ กะ หมายถึง เวลาทำงานปกติ 8 h ในสถานที่ทำงานที่มีการสัมผัสสารเคมีอันตราย

ตารางที่ 4 ระดับการสัมผัส

(ข้อ 3.4.2)

ระดับ ความถี่	ระดับความเข้มข้น					การสัมผัส		
	1	2	3	4	5	คะแนน	ผล	ระดับ
1	1	2	3	4	5	1 ถึง 5	ไม่ได้รับสัมผัส	(1)
2	2	4	6	8	10	6 ถึง 8	น้อย	(2)
3	3	6	9	12	15	9 ถึง 15	ปานกลาง	(3)
4	4	8	12	16	20	16 ถึง 20	สูง	(4)
5	5	10	15	20	25	21 ถึง 25	สูงมาก	(5)

ตัวอย่างที่ 1 การจัดระดับการสัมผัสของพนักงานซ่อมบำรุงที่ต้องซ่อมบำรุงเครื่องจักรทุก 6 เดือน
แต่ละครั้งสัมผัสสารโทลูอินเฉลี่ยตลอดกะการทำงานเท่ากับ 100 $\mu\text{l/l}$ โดยค่า PEL = 20 $\mu\text{l/l}$
พิจารณาระดับความเข้มข้นจากตารางที่ 2 ได้ระดับ 3 (ต่ำกว่า 75% ของ OEL-TWA) และ
พิจารณาความถี่การได้รับสัมผัสจากตารางที่ 3 ได้ระดับ 2 (ไม่บ่อย) และเมื่อนำมาเทียบค่า
ในตารางที่ 4 ได้คะแนน 6 หมายถึง ระดับการสัมผัส “น้อย” (2)

- 3.4.3 การจัดระดับความเสี่ยง เมื่อระบุระดับการสัมผัส ตามตารางที่ 4 และทราบระดับความรุนแรง ตาม
ตารางที่ 1 แล้วให้พิจารณาจัดระดับความเสี่ยงตามตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ระดับความเสี่ยง

(ข้อ 3.4.3)

ระดับความ รุนแรง	ระดับการสัมผัส					ระดับความเสี่ยง		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	คะแนน	ผล	ระดับ
1	1	2	3	4	5	1 ถึง 3	ยอมรับได้	0
2	2	4	6	8	10	4 ถึง 9	ต่ำ	1
3	3	6	9	12	15	10 ถึง 16	ปานกลาง	2
4	4	8	12	16	20	17 ถึง 20	สูง	3
5	5	10	15	20	25	21 ถึง 25	สูงมาก	4

ตัวอย่างที่ 2 การจัดระดับความเสี่ยง เมื่อศึกษาผลกระทบของโทลูอิน (ดูภาคผนวก ข.) พบว่าทำให้มีอาการมึนเมา สะลึมสะลืออย่างรุนแรง เหนื่อยล้า ความคิดสับสน วิงเวียน ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ระคายเคืองตาและทางเดินหายใจ เมื่อหยุดการสัมผัสสารเคมีอันตรายอาการเหล่านี้จะหายไป เมื่อเทียบระดับความรุนแรงของสารเคมีอันตรายที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ ในตารางที่ 1 อยู่ในระดับ 2 และจากตัวอย่างการจัดระดับการสัมผัสข้างต้น (2) ได้ระดับคะแนนความเสี่ยง 4 ซึ่งหมายถึง ระดับความเสี่ยงต่ำ

3.5 การจัดการความเสี่ยง

ผลการจัดระดับความเสี่ยงนำมาสู่การจัดการความเสี่ยง ซึ่งมีแนวทางในการพิจารณาดำเนินการตามตารางที่ 6 และตัวอย่างมาตรการควบคุมความเสี่ยงในภาคผนวก ค.

ตารางที่ 6 มาตรการควบคุมความเสี่ยง

(ข้อ 3.5)

ระดับความเสี่ยง	ค่าคะแนน	มาตรการควบคุมความเสี่ยง
ยอมรับได้	1 ถึง 3	มีการเฝ้าระวัง
ต่ำ	4 ถึง 9	อาจมีมาตรการควบคุมความเสี่ยง และ/หรือมีการเฝ้าระวังไม่ต้องจัดการเพิ่มเติม ให้ประเมินซ้ำเป็นระยะๆ
ปานกลาง	10 ถึง 16	ต้องมีมาตรการควบคุมเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้
สูง	17 ถึง 20	ต้องดำเนินการควบคุมทันที เช่น การใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล พร้อมทั้งจัดทำแผนเพื่อดำเนินการควบคุมแบบถาวร หรือโดยมาตรการทางวิศวกรรม
สูงมาก	21 ถึง 25	ให้หยุดดำเนินการทันที

ภาคผนวก ก.

ผลกระทบต่อสุขภาพจากสารเคมีอันตราย

(ข้อ 2.2)

อันตรายต่อสุขภาพของสารเคมีอันตรายในสิ่งแวดล้อมการทำงานเกิดจากการได้รับสารเคมีอันตรายเข้าสู่ร่างกายโดยการหายใจเอาสารเคมีอันตรายซึ่งแขวนลอยในอากาศเข้าไป หรือโดยการสัมผัสและซึมผ่านผิวหนังเข้าสู่ร่างกาย ในขณะที่การเข้าสู่ร่างกายทางปากนั้นในปัจจุบันมีโอกาสน้อยลง เนื่องจากนายจ้างมีความรู้และความรับผิดชอบมากขึ้นและผู้ปฏิบัติงานมีสุขวิทยาส่วนบุคคลดีขึ้น ฉะนั้นหากปราศจากมาตรการควบคุมใด ๆ แล้ว ความเสี่ยงต่อสุขภาพขึ้นกับความเข้มข้นของสารเคมีอันตรายในอากาศในสิ่งแวดล้อมการทำงาน และระยะเวลาในการสัมผัสสารเคมีอันตรายนั้นเป็นสำคัญ โดยไม่คำนึงว่าสารเคมีอันตรายใด ๆ เป็นอนุภาคก๊าซ หรือไอระเหยอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพแบบเรื้อรังหรือแบบเฉียบพลันหรือทั้งสองแบบ ทั้งนี้ ผลกระทบที่อย่างใดอย่างหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งอย่าง ดังต่อไปนี้

- ก.1 ระคายเคือง (irritation) การระคายเคืองเกิดจากการอักเสบของเนื้อเยื่อที่สัมผัสกับสารเคมีอันตรายโดยโครงสร้างของเนื้อเยื่อไม่ถูกทำลาย เนื้อเยื่อที่มักเกิดการระคาย คือ ผิวหนัง และเยื่อเมือกต่าง ๆ
- ก.2 ขาดออกซิเจน (asphyxiation) การขาดออกซิเจนเกิดจากการที่เซลล์ไม่ได้รับออกซิเจนซึ่งเป็นก๊าซที่จำเป็นในการสร้างพลังงาน สารเคมีอันตรายที่ทำให้เซลล์หรือร่างกายขาดออกซิเจน แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามลักษณะของการขัดขวางการนำออกซิเจนไปสู่เซลล์ คือ
 - (1) สารเคมีที่ทำให้ขาดออกซิเจนแบบธรรมดา (simple asphyxiant) คือ สารเคมีอันตรายที่ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีในร่างกายเพื่อขัดขวางการนำออกซิเจนไปยังเซลล์ เช่น ไฮโดรเจน มีเทนและคาร์บอนไดออกไซด์ หากมีก๊าซเหล่านี้ปริมาณมากในบรรยากาศทำให้ออกซิเจนในอากาศลดลงไม่เพียงพอต่อการหายใจ เป็นเหตุให้ร่างกายขาดออกซิเจน
 - (2) สารเคมีที่ทำให้ขาดออกซิเจนแบบเกิดปฏิกิริยาทางเคมีในร่างกาย (chemical asphyxiant) สารเคมีอันตรายกลุ่มนี้จะทำปฏิกิริยาเคมีกับสารเคมีในร่างกาย ทำให้ร่างกายไม่สามารถนำออกซิเจนไปใช้ได้ แม้ว่าในอากาศที่หายใจเข้าไปนั้นจะมีออกซิเจนอยู่ในปริมาณปกติ ตัวอย่างสารเคมีอันตรายในกลุ่มนี้ได้แก่ คาร์บอนมอนอกไซด์ ซึ่งจับกับฮีโมโกลบินได้ดีกว่าออกซิเจนถึง 300 เท่า ไฮโดรเจนไซยาไนด์ ซึ่งยับยั้งการแลกเปลี่ยนออกซิเจนที่ระดับเซลล์โดยการจับกับเอ็นไซม์ควบคุมการเกิดออกซิเดชันของเซลล์และไฮโดรเจนซัลไฟด์มีกระบวนการยับยั้งการรับออกซิเจนของเซลล์ เช่นเดียวกับไฮโดรเจนไซยาไนด์

- ก.3 มึนเมา (narcotics) และหมดสติ (anesthetics) สารเคมีอันตรายที่ทำให้เกิดการมึนเมาและหมดสติ สารเคมีอันตรายที่มีฤทธิ์ดังกล่าวทำปฏิกิริยากับร่างกายโดยกระบบประสาทส่วนกลาง ทำให้มีอาการปวดศีรษะ วิงเวียน คลื่นไส้ หมดสติ และเสียชีวิตได้หากได้รับสารเคมีอันตรายเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากในเวลาสั้น ๆ ตัวอย่างของสารเคมีอันตรายเหล่านี้ ได้แก่ อะเซทิลีน เอทิลีน คลอโรฟอร์ม อีเธอร์ สารเคมีกลุ่มออลิเฟติก คีโตน และสารเคมีกลุ่มออลิเฟติกแอลกอฮอล์
- ก.4 พังผืดที่ปอด (fibrosis) อนุภาคบางชนิดมีคุณสมบัติที่ทำให้เกิดพังผืดที่เนื้อปอดได้ เช่น ฝุ่นทรายหรือซิลิกา เส้นใยแอสเบสทอส ฝุ่น ถ่านหิน อนุภาคเหล่านี้ไม่ละลายหรือใช้เวลาในการละลายหรือถูกขจัดออกจากปอด และทำให้ปอดระคายเคือง ร่างกายจึงสร้างเนื้อเยื่อมาหุ้มไว้ ทำให้เนื้อปอดหนาขึ้นและกลายเป็นพังผืด ขาดความยืดหยุ่น ปอดขยายและหดตัวเพื่อรับและขับอากาศออกได้น้อย การแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนจึงลดลง
- ก.5 มะเร็ง (cancer) สารเคมีอันตรายในอุตสาหกรรมที่ได้รับการยืนยันว่าเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) เช่น ไวนิลคลอไรด์ทำให้เกิดมะเร็งสมอง และแอสเบสทอสทำให้เกิดมะเร็งปอด มะเร็งเยื่อหุ้มปอดและเยื่อหุ้มช่องท้อง เบนซีนทำให้เกิดมะเร็งเม็ดเลือด
- ก.6 ผลกระทบต่อระบบต่าง ๆ (systemic effect) เช่น ผลกระทบต่อระบบประสาท ระบบสร้างเม็ดเลือด สารเคมีอันตรายในอุตสาหกรรมที่เป็นอันตรายต่อระบบประสาท ได้แก่ คาร์บอนไดซัลไฟด์ เมทิลแอลกอฮอล์ และสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ขณะที่ตะกั่ว เบนซีน และฟีนอล เป็นอันตรายต่อระบบสร้างเม็ดเลือด สารเคมีอันตรายบางชนิดทำอันตรายระบบต่าง ๆ ทั่วร่างกายได้มากกว่าหนึ่งระบบ เช่น ตะกั่ว ปรอท แคดเมียมและแมงกานีส
- ก.7 ความผิดปกติในทารกหรือวิรูป (teratogenic effect) เกิดจากสารเคมีอันตรายที่ทำให้การเจริญเติบโตของเซลล์เนื้อเยื่อและการพัฒนาอวัยวะของตัวอ่อนผิดปกติ ผลที่เกิดขึ้นทำให้การเจริญเติบโตของอวัยวะที่กำลังพัฒนาหยุดชะงักระยะเวลาที่วิกฤติ คือ 8 สัปดาห์แรกของการตั้งครรภ์ถึง 10 สัปดาห์แรกของการตั้งครรภ์ นั่นคือ หากมารดาได้รับสารเคมีอันตรายในกลุ่มนี้ในช่วงวิกฤติทารกในครรภ์มีโอกาสผิดปกติทางร่างกายสูง ตัวอย่างของสารเคมีอันตรายเหล่านี้ เช่น เอทิลีนไดโบรไมด์ สารในกลุ่มพีซีบี (poly chlorinated biphenyls; PCB's) และทาลิโดไมด์
- ก.8 การผ่าเหล่า (mutagenic effect) สารเคมีอันตรายที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครโมโซมในนิวเคลียสของเซลล์และโครโมโซมที่ผิดปกตินี้ถูกถ่ายทอดไปยังรุ่นลูก รุ่นหลานและแสดงความผิดปกติให้เห็นด้วยระยะเวลาที่ยาวนานกว่าผลกระทบหรือความผิดปกติจะปรากฏทำให้การศึกษาติดตามยากลำบาก อย่างไรก็ตาม สารเคมีอันตรายที่ทำให้เกิดผลกระทบนี้ซึ่งเป็นที่รู้จักดี คือ สารกัมมันตรังสี ลักษณะการเกิดอันตรายหรือผลกระทบต่อสุขภาพอาจจำแนกเป็นผลกระทบเฉียบพลัน (acute effect) หมายถึง อาการแสดงปรากฏภายใน 24 h หลังจากการสัมผัสหรือรับสารเคมีอันตรายเข้าสู่ร่างกายมักเกิดจากการได้รับสารเคมีอันตราย

ปริมาณมากเข้าสู่ร่างกายในครั้งเดียว (acute dose) เช่น กรณีเกิดอุบัติเหตุสารเคมีอันตรายหกรั่วไหล และผลกระทบเรื้อรัง (chronic effect) มักใช้เวลานานเป็นเดือนหรือหลาย ๆ ปีจึงมีอาการแสดงปรากฏ ซึ่งโดยทั่วไปเกิดจากได้รับสารเคมีอันตรายเข้าสู่ร่างกายวันละเล็กน้อย (chronic dose)

ภาคผนวก ข.

ตัวอย่างปริมาณสารเคมีอันตรายที่ได้รับ การตอบสนองของร่างกาย และค่า OEL

(ข้อ 3.2 และ ข้อ 3.4.3)

สารเคมีอันตราย	ผลกระทบต่อสุขภาพ		ค่า OEL		
	เฉียบพลัน	เรื้อรัง	PEL	TLV	TLV-STEL
เบนซีน	มีอาการมึนเมา สะลึมสะลือ ที่ความเข้มข้น 200 µl/l	เป็นพิษต่อไขกระดูกทำให้ การสร้างเม็ดเลือดผิดปกติ โรคโลหิตจางและเสียชีวิต	5.0 µl/l	5.0 µl/l	2.5 µl/l
โทลูอิน	มีอาการมึนเมา สะลึมสะลือ อย่างรุนแรง เหนื่อยล้า ความคิดสับสน วิงเวียน ปวดศีรษะ คลื่นไส้ ที่ความเข้มข้นมากกว่า 400 µl/l	คล้ายกับผลกระทบเฉียบพลัน แต่รุนแรงน้อยกว่าที่ความเข้มข้นน้อยกว่า 200 µl/l ระคายเคืองตาและทางเดินหายใจ	20 µl/l	20 µl/l	-
ไซลีน	มีอาการมึนเมาสะลึมสะลืออย่างรุนแรง ที่ความเข้มข้นมากกว่า 200 µl/l	ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า คลื่นไส้ หงุดหงิด เบื่ออาหาร ระคายเคืองตา จมูก และคอ	100 µl/l	100 µl/l	150 µl/l
เมอร์แคปเทน	เชื่อบุตาอักเสบอย่างรุนแรง กดระบบประสาทส่วนกลาง ปวดบวม ทำอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจเป็นเหตุเสียชีวิตเนื่องจากระบบทางเดินหายใจเป็นอัมพาต	ปวดศีรษะ วิงเวียน ระคายเคืองตาและเชื่อบุเมือกต่าง ๆ	10 µl/l (PEL-C)	0.5 µl/l	-
เคอร์โรซีน	ปวดศีรษะ เหนื่อยล้า เสียงดังในหู ระคายเคืองตาและทางเดินหายใจ หมดสติ	อาการเหมือนเฉียบพลัน แต่รุนแรงน้อยกว่า เชื่อบุตาและหลอดลมอักเสบ ระคายเคืองเชื่อบุเมือกต่าง ๆ	-	คิดเป็นไฮโดรคาร์บอนทั้งหมด 200 mg/m ³	-
อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน	มีอาการมึนเมาสะลึมสะลืออย่างรุนแรงและระคายเคืองตา จมูก คอและทางเดินหายใจ	ปวดศีรษะ วิงเวียน เหนื่อยล้า คลื่นไส้ ระคายเคืองตา จมูก คอและทางเดินหายใจ	-	-	-

ภาคผนวก ก.
ตัวอย่างมาตรการควบคุมความเสี่ยง
(ข้อ 3.5)

ความเสี่ยง ยอมรับได้	ความเสี่ยงต่ำ	ความเสี่ยงปานกลาง	ความเสี่ยงสูง	ความเสี่ยงสูงมาก
ไม่ต้องมี มาตรการ ควบคุม				การกำจัดแหล่งกำเนิด อันตราย
				หาสิ่งทดแทนหรือทางเลือก อื่น ที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย หรืออันตรายน้อยกว่า
			การควบคุมโดยใช้อุปกรณ์ป้องกันอันตราย ส่วนบุคคลและมีแผนการควบคุมที่ถาวร เช่น การควบคุมทางวิศวกรรม	
		การควบคุมโดยใช้ระเบียบวิธีการปฏิบัติงาน ให้ความรู้ และจัดหา มาตรการควบคุมทางวิศวกรรมเมื่อทำได้		
		การควบคุมป้องกันเพื่อไม่ให้สัมผัสสารเคมีอันตรายโดยใช้อุปกรณ์ ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (วิธีนี้มีได้ลดอันตรายเพียงแค่ป้องกันมิให้ ผู้ปฏิบัติงานสัมผัสสารเคมีอันตราย)		
	เฝ้าระวัง			
	ทำการตรวจวัดปริมาณการสัมผัสโดยใช้เครื่องมือทางด้านสุขศาสตร์อุตสาหกรรม ทุกระดับต้องมีการตรวจวัดด้านสิ่งแวดล้อม แต่ความถี่ขึ้นกับระดับความเสี่ยง			
	จัดอบรมให้ความรู้พื้นฐาน			