คำนำ

สารเคมีเป็นปัจจัยที่สำคัญในกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และอุบัติภัยร้ายแรงในโรงงาน การบริหารจัดการสารเคมีอย่างมีประสิทธิภาพทั้งระบบตั้งแต่มีการนำเข้า การขนส่ง การเก็บ การใช้ และการกำจัด จึงเป็นสิ่งสำคัญในการป้องกัน ควบคุม เพื่อลดความเสี่ยงในการเกิดอุบัติเหตุและอุบัติภัยร้ายแรงที่เกิดจากสารเคมี โดยเฉพาะสารเคมีอันตรายสูงที่มีการนำเข้าเพื่อใช้ในภาคอุตสาหกรรม ซึ่งมีความหลากหลาย ทั้งชนิดที่ส่งผลกระทบต่อความปลอดภัย สุขภาพและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเป็นสาเหตุสำคัญที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุอุบัติภัยร้ายแรง ก่อให้เกิดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สิน กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงได้ดำเนินโครงการจัดทำคู่มือกำกับดูแลสถานประกอบการ : คู่มือเพื่อพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีอันตรายสูงที่มีการนำเข้าเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม โดยทำการศึกษากำหนดเกณฑ์การพิจารณา คัดเลือกสารเคมีอันตรายสูง 50 อันดับแรกที่มีการนำเข้าเพื่อใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งควรจะต้องได้รับการควบคุมและติดตามตลอดอายุการใช้งานสารเคมีและจัดทำเป็นคู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูงแต่ละชนิด

คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง เบนซีน (Benzene) ประกอบด้วยรายละเอียดของข้อมูล ดังนี้

(1) ข้อมูลเบื้องต้น
(2) ตัวอย่างอุบัติเหตุจากเบนซีนและมาตรการป้องกัน
(3) กระบวนการผลิตเบนซีน
(4) ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้เบนซีน และปริมาณการใช้
(5) กระบวนการผลิตที่มีการใช้เบนซีน
(6) ลักษณะสมบัติและความเป็นอันตรายของเบนซีน
(7) ลักษณะภาชนะบรรจุ การตรวจสอบภาชนะบรรจุ และการทดสอบซ้ำ
(8) การลำเลียง และการขนส่ง
(9) การใช้ การขนถ่ายและการจัดเก็บ
(10) การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล
(11) การระงับเหตุฉุกเฉิน
(12) การจัดการกากของเสียปนเปื้อนเบนซีน
(13) มาตรการป้องกันอันตราย
(14) การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตราย
(15) ข้อมูลความปลอดภัยและฉลากตามระบบ GHS
(16) แบบตรวจสอบโรงงานด้านความปลอดภัยของการใช้เบนซีน
(17) สารทดแทนเบนซีน

กรมโรงงานอุตสาหกรรม หวังเป็นอย่างยิ่งว่าคู่มือนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบกิจการโรงงานที่มีการใช้ การเก็บ การขนส่งและการจัดการกากของเสียปนเปื้อนเบนซีน เพื่อใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติตลอดจนเพื่อประโยชน์ต่อหน่วยงานภาครัฐในการกำกับดูแลการใช้สารเคมีชนิดนี้ให้เกิดความปลอดภัยต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง เบนซีน (Benzene) จัดทำขึ้นตามโครงการจัดทำคู่มือกำกับดูแลสถานประกอบการ : คู่มือเพื่อพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีอันตรายสูงที่มีการนำเข้าในโรงงานอุตสาหกรรมของปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบภายใต้แผนยุทธศาสตร์การจัดการสารเคมีแห่งชาติ ฉบับที่ 3 (พ.ศ. 2550 - 2554) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบการจัดการสารเคมีอันตรายสูง ซึ่งครอบคลุมตั้งแต่การนำเข้า การขนส่ง การเก็บ การใช้ และการจัดการกากของเสียอันตราย เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานเพื่อความปลอดภัยในโรงงาน

การจัดทำคู่มือเล่มนี้ได้รับความร่วมมือจาก บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) บริษัท ไทยโพลีอะซีทัล จำกัด และบริษัท ปตท อะโรเมติกส์และการกลั่น (ประเทศไทย) จำกัด ในการให้ข้อมูล อำนวยความสะดวกในการให้เจ้าหน้าที่ฝึกปฏิบัติในการนำคู่มือไปใช้ตลอดจนให้ความเห็นและข้อเสนอแนะ เพื่อให้คู่มือนี้มีความสมบูรณ์ครบถ้วนและเกิดประโยชน์สูงสุด กรมโรงงานอุตสาหกรรมจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

กรมโรงงานอุตสาหกรรม หวังเป็นอย่างยิ่งว่า **คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง เบนซีน (Benzene)** จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ประกอบกิจการโรงงาน เจ้าหน้าที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม และผู้ที่เกี่ยวข้อง

กรมโรงงานอุตสาหกรรม

ตุลาคม 2552

คณะทำงาน

ที่ปรึกษา

อธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

รองอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม

คณะกรรมการประสานและรับมอบงาน

นายประสงค์ นรจิตร์	ประธานกรรมการ
นางสาวอิสราภรณ์ วิจิตรจรรยากุล	กรรมการ
นางสาวรัตนา รักษ์ตระกูล	กรรมการ
นางสาวปิยะพร เธียรเจริญ	กรรมการ
นายสุทัศน์ มังคละคีรี	กรรมการและเลขานุการ
นางสาวกฤติยา เหมือนใจ	กรรมการและผู้ช่วยเลขานุการ

คณะผู้เชี่ยวชาญที่ให้ข้อคิดเห็นในการจัดทำคู่มือ

นางสุมาลี ชาญชนะมงคล	สถาบันความปลอดภัยในการทำงาน กรมสวัสดิการและคุ้มครองแรงงาน (ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการสารเคมี)
นายเฉลิมพล สุขยิ่ง	ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (ผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการสารเคมี)
นายเฉลิมศักดิ์ กาญจนวรินทร์	บริษัท Hazchem Logistics Management จำกัด (ผู้เชี่ยวชาญด้านการขนส่งสารเคมี)
นายสมบูรณ์ รุ่งฤทธิไกร	บริษัท ไมโรโทน (ประเทศไทย) จำกัด (ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต ใช้ จัดเก็บ และจัดการกากของเสียสารเคมี)
นายสายัณห์ แม่นดี	บริษัท สีกันไซเพ้นท์ จำกัด (ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต ใช้ จัดเก็บ และจัดการกากของเสียสารเคมี)

คณะผู้จัดทำ : สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช

รศ.ศริศักดิ์ สุนทรไชย	นางเอื้อนพร ภู่เพ็ชร์
นางพัชรินทร์ วรธนกุล	นางอรชุลี จันทรา
	นางสาวพนิดา ชลังสุทธิ์

สารบัญ

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญ (ต่อ)

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

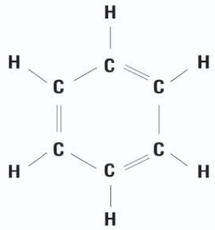
สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

เบนซีน

(Benzene)

สูตรเคมี	สูตรโครงสร้าง
C_6H_6	

ชื่อเรียกอื่น (Synonyms)	การจำแนกประเภทสารเคมี (Chemical Classification)
- ฟีนิลไฮไดร์ด (Phenyl hydride) - โคลแนฟทา (Coal naphtha) - เบนโซล (Benzol) - เบนโซลีน (Benzolene) - ไบคาร์บูเร็ตของไฮโดรเจน (Bicarburet of hydrogen) - น้ำมันของคาร์บอน (Carbon oil) - แร่แนฟทา (Mineral naphtha) - มอเตอร์เบนโซล (Motor benzol) - ไนเตรชันเบนซีน (Nitration benzene) - ไพโรเบนโซล (Pyrobenzol) - ไซโคลเฮซะไตรอีน (Cyclohexatriene)	***ตามข้อกำหนด EU*** ไวไฟสูง F; R11 เป็นสารก่อมะเร็ง T; R45 (Carcinogenicity Category 1) เป็นสารก่อกลายพันธุ์ T; R46 (Mutagenicity Category 2) เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างรุนแรงเมื่อได้รับสัมผัสเป็นเวลานาน T; R48/23/24/25 เป็นอันตราย Xn; R65 ระคายเคือง Xi; R36/38 **ข้อความบอกความเสี่ยง (R-phrases)** R45 อาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็ง R46 อาจเป็นสาเหตุทำลายยีนที่ใช้ในการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์ R11 ไวไฟสูง R36/38 ระคายเคืองต่อตา/ระคายเคืองต่อผิวหนัง

ชื่อเรียกอื่น (Synonyms)	การจำแนกประเภทสารเคมี (Chemical Classification)
CAS Number: 71-43-2 EC Number (EINECS) : 200-753-7 พิกัดอัตราศุลกากร: 2707.100 004 2707.500 101 2902.200 006 **การบ่งบอกประเภทการขนส่ง** UN Number : 1114 UN Class : 3 ERG Guide : 130	R48/23/24/25 เป็นพิษ เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างรุนแรงเมื่อได้รับสัมผัสเป็นเวลานานทางการหายใจ เมื่อสัมผัสกับผิวหนังและกลืนกิน R 65 อาจเป็นสาเหตุของการทำลายปอดถ้ากลืนกิน **ข้อความบอกมาตรการความปลอดภัย (S-phrases)** S53 หลีกเลี่ยงการได้รับสัมผัส S45 ในกรณีเกิดอุบัติเหตุ หรือไม่สบายให้พบแพทย์ทันที (พร้อมแสดงฉลาก) **สัญลักษณ์และการชี้บ่งความเป็นอันตราย**  F ไวไฟสูง T เป็นพิษ **ตามข้อกำหนด NFPA**  **ตามข้อกำหนด UNTDG**  **ตามข้อกำหนด GHS**  **อันตราย**

ตัวอย่างอุบัติเหตุจากเบนซีนและมาตรการป้องกัน[1]

เกิดการระเบิดและมีไฟลุกไหม้ที่ถังเก็บเบนซีน ขณะทำการเก็บตัวอย่าง

วันที่เกิดเหตุ : 8 มกราคม พ.ศ. 2515

สถานที่เกิดเหตุ : โรงกลั่นน้ำมัน ในเมืองโยโกฮามา จังหวัดคานากาวา ประเทศญี่ปุ่น

ข้อสันนิษฐาน

มีการเก็บตัวอย่างจากถังเก็บเบนซีนขนาด 10,000 ลูกบาศก์เมตร โดยไม่ได้มีการต่อสายดินและการต่อฝาก เพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต และภายในถังไม่ได้มีการใช้ก๊าซไนโตรเจนปิดคลุมทำให้ไฟไหม้และเกิดการระเบิด มีลำดับเหตุการณ์ของการเกิดอุบัติเหตุ ดังนี้

- วันที่ 5 มกราคม 2515 มีการให้ไอร้อนผ่านคอยล์ภายในถังเก็บ เพื่อป้องกันการแข็งตัวของเบนซีน
- เช้าวันที่ 8 มกราคม 2515 มีการถ่ายเทเบนซีนจำนวน 38 ลูกบาศก์เมตรลงถังรถบรรทุกและมีการถ่ายบรรจุเบนซีนจำนวน 251 ลูกบาศก์เมตรเข้าถังเก็บ ซึ่งการถ่ายบรรจุเบนซีนนี้ก่อให้เกิดประจุไฟฟ้าสถิต
- ช่วงบ่ายวันเดียวกันมีการเปิดฝาช่องเก็บตัวอย่าง (Gage Hatch) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ทำการวัดระดับเบนซีนในถังด้วยเทปโลหะวัดระดับและเก็บตัวอย่างเบนซีนบริเวณด้านบน โดยใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างที่ประกอบด้วยภาชนะพร้อมฝาและสายต่อที่ทำด้วยโลหะ การใช้อุปกรณ์โลหะจุ่มในเบนซีนนี้ทำให้เกิดการเสียดสี ก่อให้เกิดไฟฟ้าสถิตสะสม
- ขณะดำเนินการดังกล่าวพบว่าอุณหภูมิบรรยากาศวัดได้ 9.6 °C ขณะที่อุณหภูมิเบนซีนในถังอยู่ระหว่าง 11-14 °C และความดันไอในถังสูงกว่าความดันก๊าซ การเปิดฝาช่องเก็บตัวอย่างทำให้มีอากาศไหลเข้าถัง ส่งผลให้ภายในถังครบองค์ประกอบการลุกไหม้
- เกิดการระเบิดและลุกติดไฟของไอระเหยเบนซีนในถังเก็บนาน 15 ชั่วโมง

[1] *JST, JST Failure Knowledge Database., Japan.*

ผลจากการเกิดอุบัติเหตุ

มีผู้บาดเจ็บ 2 คน ฝาถังและหลังคาด้านบนของถังเก็บถูกไฟไหม้มีค่าเสียหายประมาณ 120 ล้านเยน

มาตรการป้องกัน

- ลดโอกาสการเกิดประจุไฟฟ้าสถิต เช่น เลือกอุปกรณ์เก็บตัวอย่างเบนซีนที่ประกอบด้วยภาชนะเก็บ ฝาปิด และสายต่อ ต้องทำจากทองเหลือง เป็นต้น
- มีและตรวจสอบระบบการปิดคลุมช่องว่างภายในถังเก็บด้วยก๊าซไนโตรเจน
- ดำเนินการป้องกันการสะสมของประจุไฟฟ้าสถิต โดยต้องต่อสายดินและการต่อฝากที่ถังเก็บและอุปกรณ์ เช่น ท่อและปั๊ม เป็นต้น
- ถ้าเป็นไปได้ ไม่ควรเก็บตัวอย่างเบนซีนจากช่องเก็บตัวอย่างด้านบน วิธีที่ปลอดภัยควรเก็บตัวอย่างผ่านท่อเก็บตัวอย่าง
- ต้องมีการกำหนดวิธีการในการเก็บตัวอย่างสารไวไฟอย่างเหมาะสมปลอดภัย รวมทั้งมีการอบรมและฝึกฝนให้กับผู้ปฏิบัติงานจนเกิดความชำนาญ
- มีการจัดเตรียมอุปกรณ์ดับเพลิงและมีการฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินอย่างสม่ำเสมอ

บทที่ 1
กระบวนการผลิตเบนซีน

เบนซีนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากอุตสาหกรรมปิโตรเลียมในกลุ่มอะโรเมติกส์ (Aromatics Group) ซึ่งนอกจากเบนซีนแล้วยังได้ โทลูอีน (Toluene) และไซลีน (Xylene) ด้วย โดยสารเหล่านี้จัดเป็นวัตถุดิบตั้งต้นของอุตสาหกรรมปิโตรเคมีขั้นต่อไป

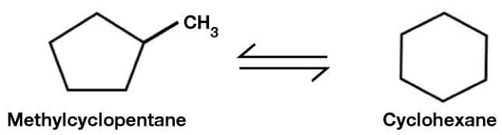
การผลิตเบนซีนเกิดจากหลายปฏิกิริยา เช่น ปฏิกิริยาแคตาไลติกรีฟอร์มิง (Catalytic Reforming) ของน้ำมันปิโตรเลียมที่มีแนฟทาหนัก (Heavy Naphtha) การสกัดและการกลั่นแยก ปฏิกิริยาดีอัลคิเลชัน (Dealkylation) ของโทลูอีน ปฏิกิริยาไพโรไลซีสก๊าซโซลีน (Pyrolysis Gasoline) เป็นต้น

1.1 การผลิตเบนซีนจากปฏิกิริยาแคตาไลติกรีฟอร์มิงของแนฟทาหนัก

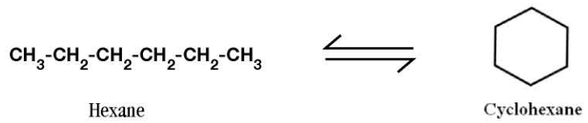
ปฏิกิริยานี้ประกอบด้วย ปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชัน (Isomerization) ของอัลคิลแนฟทีน (Alkyl naphthenes) ปฏิกิริยาดีไฮโดรไซไคลเซชัน (Dehydrocyclization) และปฏิกิริยาดีไฮโดรจีเนชันของแนฟทีน (Naphthenes) ไปเป็นสารอะโรเมติกส์

ปฏิกิริยาแคตาไลติกรีฟอร์มิงแสดงได้ดังต่อไปนี้

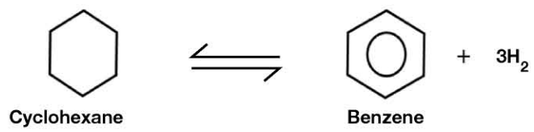
ปฏิกิริยาไอโซเมอไรเซชันของอัลคิลแนฟทีน เช่น เมทิลไซโคลเพนเทน เป็นต้น



ปฏิกิริยาดีไฮโดรไซไคลเซชันของพาราฟฟิน เช่น เฮกเซน เป็นต้น



ปฏิกิริยาดีไฮโดรจีเนชันของแนฟทีน เช่น ไซโคลเฮกเซน เป็นต้น



ปฏิกิริยาข้างเคียงที่เกิดขึ้น

ปฏิกิริยาไฮโดรแครกเกอร์ (Hydrocracker)

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2 \rightleftharpoons 2\ CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3$$

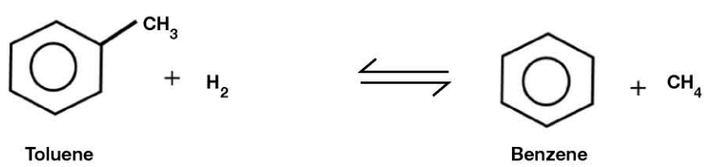
Hexane Propane

ปฏิกิริยาดีเมทิลเลชัน (Demethylation)

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + H_2 \rightleftharpoons CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_3 + CH_4$$

Hexane Pentane Methane

ปฏิกิริยาดีอัลคิเลชันของอะโรเมติกส์ (Dealkylation of Aromatics)



1.2 การผลิตเบนซีนโดยวิธีการสกัดและการกลั่นแยก

วัตถุดิบในการผลิตคือ รีฟอร์เมทและไพโรไลซิสก๊าซโซลีน (Pyrolysis Gasoline) โดยผลิตภัณฑ์ที่ได้คือ เบนซีนบริสุทธิ์ 99.98 % โทลูอีนบริสุทธิ์ 99.9 % ไซลีนผสม (Mix Xylenes) และผลพลอยได้อื่นๆ การผลิตเบนซีนวิธีนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

Prefractionation Unit เป็นหน่วยที่รับเอาวัตถุดิบมาแยกไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่คาร์บอน 8 ตัว ขึ้นไปออกจากของผสม ส่วนไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่คาร์บอน 7 ตัว ลงมาจะถูกส่งต่อไปยังหน่วย Reformate Extraction Unit

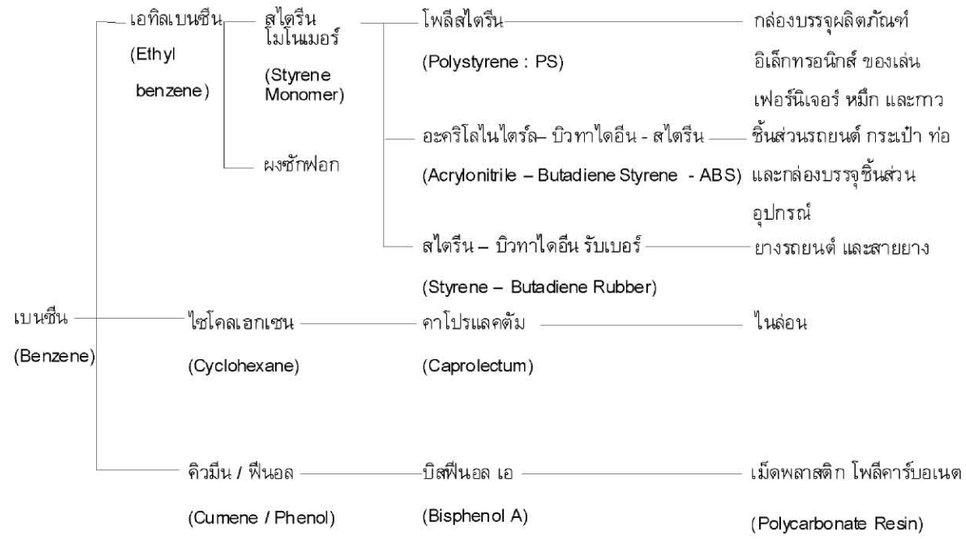
Reformate Extraction Unit เป็นหน่วยที่นำสารไฮโดรคาร์บอนตั้งแต่คาร์บอน 7 ตัวลงมาสกัดเอาสารอะโรเมติกส์ เช่น เบนซีน โทลูอีน เป็นต้น ที่ปนอยู่ในสารไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 7 ตัวออกมาจากราฟฟิเนท (พาราฟีน โอลีฟีนและแนฟทาลีน)

Pyrolysis Gasoline Extrction Unit เป็นหน่วยที่มีการสกัดเอาสารอะโรเมติกส์ ซึ่งได้แก่ เบนซีน โทลูอีน และ Ethyl benzene (EB) Rich Xylene ออกจากไพโรไลซิสก๊าซโซลีน

Production Fractionation Unit สารอะโรเมติกส์จะถูกนำไปรวมกันผ่านกระบวนการผลิตเพื่อเตรียมส่งเข้าหอแยกต่างๆ เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ เบนซีน โทลูอีน EB Rich Xylene และสารอะโรเมติกส์หนักตามลำดับ

บทที่ 2
ประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ที่มีการใช้เบนซีนและปริมาณการใช้

เบนซีนเป็นวัตถุดิบตั้งต้นในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีถูกนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมี ได้แก่ เอทิลเบนซีน (Ethyl benzene; EB) ไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane) คิวมีน (Cumene) ฟีนอล (Phenol) เป็นต้น อุตสาหกรรมสำคัญที่มีการนำเบนซีนมาใช้ เช่น อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมเส้นใยสังเคราะห์ อุตสาหกรรมผลิตเม็ดพลาสติก อุตสาหกรรมผลิตผงซักฟอกและผลิตภัณฑ์ซักล้าง อุตสาหกรรมผลิตตัวทำละลาย เป็นต้น ดังแสดงในรูปที่ 2-1



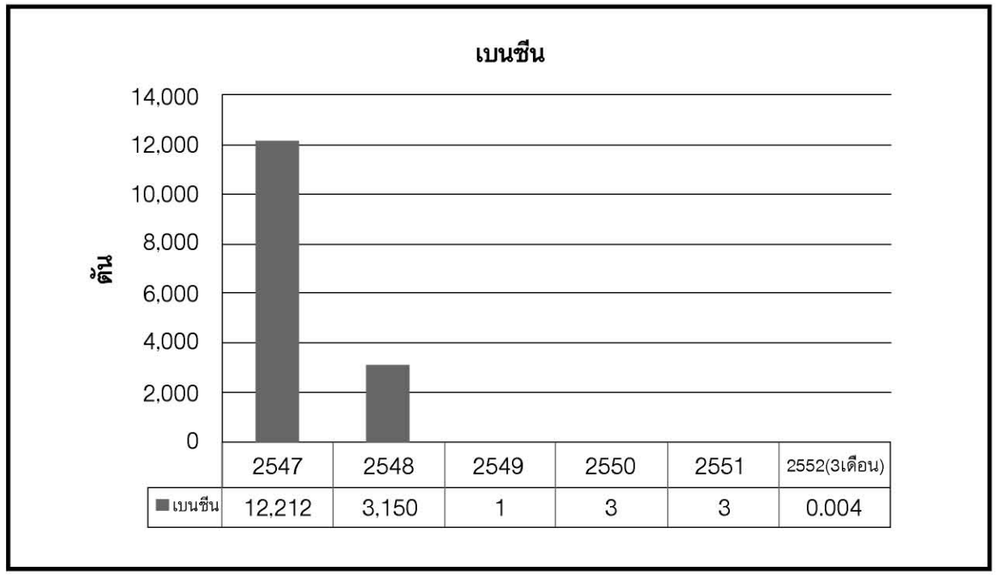
รูปที่ 2-1 การนำเบนซีนมาใช้ในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

ปริมาณการนำเข้าเบนซีน[1]

ประเทศไทยมีการนำเข้าเบนซีนเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ ระหว่าง พ.ศ. 2547-2552 ซึ่งมีแนวโน้มการนำเข้าลดลงและค่อนข้างคงที่ระหว่าง พ.ศ. 2550 - 2551 ดังแสดงในตารางที่ 2-1 และรูปที่ 2-2

ตารางที่ 2-1 ปริมาณการนำเข้าเบนซีนระหว่าง พ.ศ. 2547 - 2552

ปี (พ.ศ.)	ปริมาณเบนซีน (ตัน)
2547	12,212
2548	3,150
2549	1
2550	3
2551	3
(3 เดือน ระหว่างเดือนมกราคม - มีนาคม 2552)	0.004

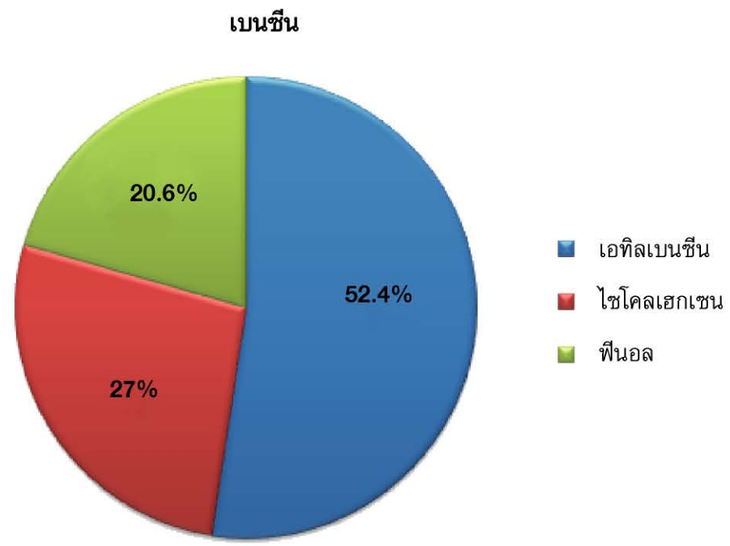


รูปที่ 2-2 ปริมาณการนำเข้าเบนซีนระหว่าง พ.ศ. 2547 - 2552

[1] *กรมศุลกากร, 2552*

ปริมาณการใช้เบนซีน[1]

ประเทศไทยมีโรงงานที่มีการผลิตเบนซีน 3 โรงงาน ซึ่งมีกำลังการผลิตสูงสุด 954,000 ตันต่อปี จากการสำรวจของคณะที่ปรึกษามีโรงงานที่มีการใช้เบนซีนจำนวน 4 โรงงาน โดยแบบสอบถามพบว่า มี**ปริมาณการใช้เบนซีนโดยเฉลี่ยปริมาณรวม 684,500 ตันต่อปี โดยส่วนใหญ่นำไปใช้ผลิตเอทิลเบนซีน**เพื่อนำไปผลิตสไตรีนโมโนเมอร์ปริมาณ 358,700 ตันต่อปี (52.4%) ส่วนที่เหลือนำไปผลิตไซโคลเฮกเซนปริมาณ 185,500 ตันต่อปี (27.0%) และนำไปผลิตฟีนอลปริมาณ 140,800 ตันต่อปี (20.6%) ดังแสดงในรูปที่ 2-3



รูปที่ 2-3 ปริมาณการใช้เบนซีนในอุตสาหกรรมประเภทต่างๆ

[1] *การสำรวจข้อมูลของคณะที่ปรึกษาในโรงงานที่มีการผลิตและการใช้เบนซีน เดือนเมษายน พ.ศ. 2552*

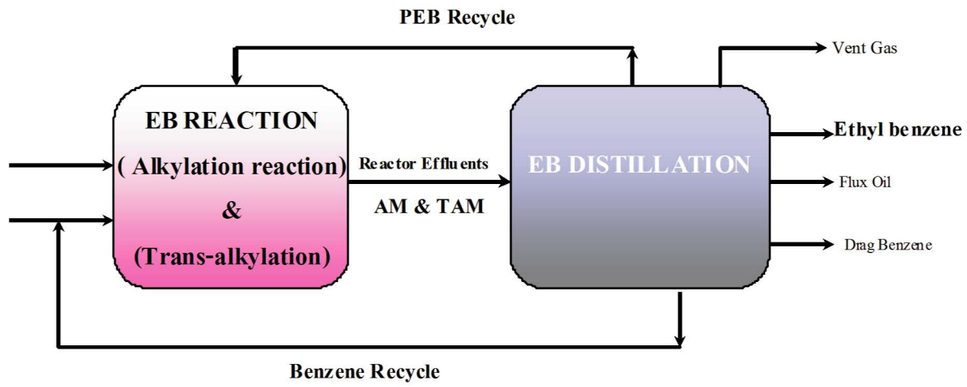
บทที่ 3
กระบวนการผลิตที่มีการใช้เบนซีน

เบนซีนสามารถนำมาใช้ประโยชน์หลักๆ คือนำไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ปิโตรเคมีขั้นต่างๆ ซึ่งจะเกี่ยวเนื่องกับอุตสาหกรรมอื่นๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์พลาสติก การผลิตสินค้ากึ่งสำเร็จรูป และสำเร็จรูป เช่น ผงซักฟอก ชิ้นส่วนรถยนต์ ชิ้นส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้า บรรจุภัณฑ์ สี และอุตสาหกรรมยาง เป็นต้น

กระบวนการผลิตที่มีการใช้เบนซีนที่สำคัญได้แก่ กระบวนการผลิตเอทิลเบนซีน และกระบวนการผลิตไซโคลเฮกเซน

3.1 กระบวนการใช้เบนซีนในการผลิตเอทิลเบนซีน

เบนซีนทำปฏิกิริยาอัลคิเลชัน (Alkylation) กับเอทิลีน (Ethylene) และทรานส์อัลคิเลชัน (Trans-alkylation) กับโพลีเอทิลีน (Polyethylene) ได้เอทิลเบนซีน ซึ่งเอทิลเบนซีนจะถูกนำไปกลั่นแยกออกจากน้ำมันฟลักซ์ (Flux Oil) และเบนซีนที่เหลือ (Drag Benzene) แสดงดังรูปที่ 3-1

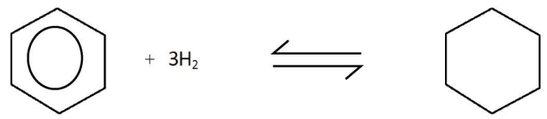


PEB : Polyethyl benzene , AM : Alkylation Mixture
EB : Ethyl benzene , TAM : Trans-alkylation Mixture

รูปที่ 3-1 กระบวนการใช้เบนซีนในการผลิตเอทิลเบนซีน

3.2 กระบวนการใช้เบนซีนในการผลิตไซโคลเฮกเซน[1]

เบนซีนทำปฏิกิริยากับไฮโดรเจนบริสุทธิ์โดยอาศัยสารเร่งปฏิกิริยาได้ไซโคลเฮกเซน (Cyclohexane)



กระบวนการผลิตไซโคลเฮกเซนจากเบนซีนเป็นกระบวนการผลิตในสถานะของเหลว (Liquid Phase) โดยเบนซีนทำปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชัน (Hydrogenation) กับไฮโดรเจนบริสุทธิ์ (ไฮโดรเจนที่ใช้ในการทำปฏิกิริยาจะต้องมีค่าความบริสุทธิ์ตั้งแต่ 95% ขึ้นไป) โดยอาศัยสารเร่งปฏิกิริยาประเภทโลหะกลุ่มที่แปด (Group VIII Metals) ตามตารางธาตุ และทำปฏิกิริยาที่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมประมาณ 75 - 230 °C ในถังปฏิกรณ์ภายใต้ความดัน 1500 -2500 psi ภายในถังปฏิกรณ์ ทั้งนี้ความเร็วของการเกิดปฏิกิริยาจะขึ้นอยู่กับการออกแบบของถังปฏิกรณ์และชนิดของสารเร่งปฏิกิริยา

สารเร่งปฏิกิริยาประเภทโลหะกลุ่มที่แปด ได้แก่ ทองแดง (Copper) รูทิเนียม (Ruthenium) ออสเมียม (Osmium) โคบอลต์ (Cobalt) โรเดียม (Rhodium) อิริเดียม (Iridium) นิเกิล (Nickel) ซึ่งสารเร่งปฏิกิริยาที่มีประสิทธิภาพดีคือ สารเร่งปฏิกิริยาที่เป็นสารประกอบของนิเกิลซึ่งสารเร่งปฏิกิริยาไฮโดรจีเนชันนี้นิยมใช้สารประกอบออกไซด์ที่มีส่วนผสมของนิเกิลประมาณ 75 %โมล ทองแดงประมาณ 23 %โมล และโครเมียมประมาณ 2 %โมล

[1] *United States Patent 5189233, Process for the production of Cyclohexane by liquid phase hydrogenation of benzene ,USA.*

บทที่ 4
ลักษณะสมบัติและความเป็นอันตรายของเบนซีน

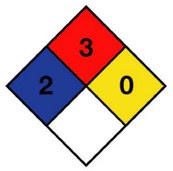
4.1 สมบัติทางกายภาพ

ค่าคงที่การแปลงหน่วย (พิจารณาที่ 25 °C ความดัน 1 บรรยากาศ)	1 ppm = 3.19mg/m^3 1 mg/m^3 = 0.31 ppm

สภาพปรากฏและกลิ่น	ของเหลวไวไฟ ไม่มีสี มีกลิ่นเฉพาะตัว
น้ำหนักโมเลกุล	78
จุดหลอมเหลว/จุดเยือกแข็ง	5.5 °C
จุดเดือด	80.1 °C
จุดวาบไฟ	-11 °C ในถ้วยปิด
อุณหภูมิที่ลุกติดไฟได้เอง	562 °C
ขีดจำกัดการระเบิด (% v/v)	ขีดจำกัดล่าง (Lower Explosive Limit; LEL) : 1.3 ขีดจำกัดบน (Upper Explosive Limit; UEL) : 7.1
ความถ่วงจำเพาะ (น้ำ=1)	0.89 ที่ 20 °C
ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (น้ำ=1)	0.879 ที่ 15- 20 °C
ความหนาแน่นไอสัมพัทธ์ (อากาศ=1)	2.7
ความสามารถในการละลายน้ำ	1.8 g/l ที่ 20 °C
ความดันไอ	90.76 mmHg ที่ 20 °C
แรงตึงผิว	-
อัตราการระเหย	5.1 (butyl acetate = 1)
ความหนืด	0.65 mPa.sec ที่ 20 °C หรือ 0.0289 N/m
สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในน้ำ	1.56-2.19
สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในอากาศ	-
ค่าคงที่ตามกฎของเฮนรี	2.67 x 10-3 atm m^3/mol ที่ 10°C 5.5 x 10-3 atm m^3/mol ที่ 25 °C
เวลาครึ่งชีวิต (Half-Life) ใน :	
อากาศ	-
น้ำ	10.9 ปี
ดิน	-

4.2 สมบัติในการติดไฟ

สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งสหรัฐอเมริกา (National Fire Protection Association ; NFPA) ได้ระบุดัชนีบ่งชี้อันตรายของสารเคมี โดยพิจารณาจากตัวแปร 4 ตัวคือ อันตรายต่อสุขภาพอนามัย ความไวไฟ ความไวต่อปฏิกิริยา ซึ่งได้กำหนดช่วงคะแนนระหว่าง 0-4 และข้อมูลพิเศษโดยเบนซีนมีดัชนีบ่งชี้อันตรายตามมาตรฐานของ NFPA ดังแสดงในรูปที่ 4-1



ความรุนแรงตามมาตรฐาน NFPA ของเบนซีนมีดังนี้
สีน้ำเงิน แสดงความเป็นอันตรายด้านสุขภาพระดับที่ 2 : อันตรายปานกลาง
สีแดง แสดงความไวไฟระดับ 3 : ไวไฟสูง
สีเหลือง แสดงความไวต่อปฏิกิริยาระดับ 0 : มีความเสถียรทางปฏิกิริยาเคมี
สีขาว แสดงข้อมูลพิเศษ : ไม่มี

รูปที่ 4-1 ฉลาก NFPA ของเบนซีน

ขีดจำกัดการระเบิด (% โดยปริมาตร) สามารถเกิดการระเบิดได้ในช่วง ค่าความเข้มข้นของไอระเหยเบนซีนในบรรยากาศที่ 1.3 % (LEL) ถึง 7.1 % (UEL) เมื่อสัมผัสกับแหล่งจุดติดไฟ
จุดวาบไฟ : -11 °C ในถ้วยปิด สามารถกลายเป็นไอระเหยและลุกติดไฟได้เมื่อมีแหล่งจุดติดไฟ ที่อุณหภูมิ -11 °C ในถ้วยปิด จัดอยู่ในวัตถุอันตรายประเภทที่ 3 ของเหลวไวไฟ (Flammable Liquid) กลุ่มการบรรจุ II ตามประกาศมติคณะกรรมการวัตถุอันตราย เรื่อง การขนส่งวัตถุอันตรายทางบก พ.ศ. 2545 (ของเหลวที่มีจุดวาบไฟ < 23 °C และ จุดเดือด > 35 °C)
สามารถลุกติดไฟได้เองที่อุณหภูมิ : 562 °C
ผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ : กรณีเผาไหม้สมบูรณ์จะเกิดคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ กรณีที่มีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเกิดคาร์บอนมอนอกไซด์ อัลดีไฮด์ คีโตน และน้ำ

4.3 ข้อมูลด้านพิษวิทยา

ความเป็นพิษเฉียบพลัน

เมื่อถูกผิวหนัง ระคายเคืองต่อผิวหนังเนื่องจากเบนซีนละลายไขมันได้ดี จึงทำให้ผิวหนังแห้งอาจมีอาการปวดแสบ ปวดร้อน ผิวแห้ง/แตก ผิวบวมแดง และ/หรือ พุพอง ร่วมด้วย

เมื่อเข้าตา ระคายเคืองต่อดวงตา

เมื่อหายใจเข้าไป มีผลกดการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ง่วงซึม ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เกิดภาวะการทำงานไม่ประสานกัน มึนงงและทำให้หมดสติได้

เมื่อกลืนกิน อาจเป็นอันตรายเมื่อกลืนกินและผ่านเข้าไปทางช่องลมทำให้เกิดปอดอักเสบได้

ความเป็นพิษเรื้อรัง

- เป็นสารก่อกลายพันธุ์โดยการทดสอบทั้งในและนอกร่างกายสัตว์
- เป็นสารก่อมะเร็งในคนและสัตว์ จะก่อให้เกิดมะเร็งต่อมน้ำเหลือง ปอด กระเพาะปัสสาวะ สารนี้จัดเป็นสารก่อมะเร็งตามบัญชีรายชื่อของ IARC, NTP และ ACGIH
- การสัมผัสในระยะยาวจะก่อให้เกิดภาวะโลหิตจาง และเกิดมะเร็งเม็ดเลือดขาว (Leukemia) เนื่องจากเบนซีนจะไปทำลายไขกระดูกซึ่งมีหน้าที่ในการผลิตเม็ดเลือด จึงทำให้เกิดภาวะโลหิตจางและเกิดความผิดปกติของเม็ดเลือดขาวขึ้นมีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกัน
- การสัมผัสในระยะยาวทำให้เกิดภาวะโลหิตจางเนื่องจากการกดไขกระดูก (Aplastic Anemia) ทำลายเซลล์ในไขกระดูกในคน
- มีอาการทางระบบประสาท คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ เจ็บหน้าอก เดินเซ สั่น ยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อปลายประสาทและไขสันหลัง ทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ ปวดเมื่อย เมื่อยล้า นอนไม่หลับ และความจำเลอะเลือน เป็นอัมพาต
- สารนี้สามารถแพร่ผ่านรกสู่ทารกในครรภ์ได้

4.4 ปริมาณความเข้มข้นในพื้นที่ทำงาน[1]

IDLH	:	500	ppm
PEL-TWA	:	1	ppm
PEL-C	:	5	ppm
TLV-TWA	:	0.5	ppm
TLV-STEL	:	2.5	ppm

[1] *http://www.cdc.gov/NIOSH/IDLH/71432.html*

4.5 ระดับความเป็นพิษในสิ่งมีชีวิต

LD_{50} (Oral, Rat)	:	3,306	mg/kg
LD_{50} (Oral, Mouse)	:	4,700	mg/kg
LC_{50} (Inhalation, Rat)	:	17,500	ppm/4hr
LC_{50} (Inhalation, Mouse)	:	9,980	ppm/4hr

ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในบทที่ 13

4.6 ระดับความเป็นพิษในน้ำ

ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ : ความเป็นพิษต่อปลา : Bluegill LC_{50} 22 mg/l/24-96 ชั่วโมง (น้ำอ่อน)
ความสามารถในการสะสมทางชีวภาพ : สารนี้อาจเกิดผลเสียระยะยาวต่อระบบนิเวศในน้ำ
ความคงอยู่นาน และความสามารถในการถูกย่อยสลายทางชีวภาพ : สามารถถูกย่อยสลายทางชีวภาพได้โดยขึ้นกับปริมาณเบนซีน

4.7 การแพร่กระจายและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมโดยรวม

เบนซีนมีคุณสมบัติเป็นของเหลวไม่มีสี ระเหยได้เร็ว ละลายน้ำได้เล็กน้อย และไวไฟสูง เป็นสารอันตรายก่อให้เกิดมะเร็งได้ ส่วนใหญ่เกิดจากกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรม โดยเบนซีนถูกใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตพลาสติก เรซินไนลอน และใยสังเคราะห์ และผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น ยาง สารหล่อลื่น สีดีเทอร์เจนท์ ยาฆ่าแมลง เป็นต้น นอกจากนี้เบนซีนยังเป็นส่วนหนึ่งของน้ำมันดิบ (Crude Oil) น้ำมันเบนซีนที่ใช้เติมในรถยนต์ (Gasoline) และในควันบุหรี่

ทางน้ำและทางดิน[1]

เมื่อเบนซีนเกิดการรั่วไหลจากแหล่งต่างๆ เช่น จากถังเก็บ จากคลังวัตถุมีพิษหรือโรงกำจัดของเสียที่มีเบนซีนปนเปื้อน เป็นต้น ถ้าเกิดรั่วไหลบริเวณผิวดิน ก็จะมีการปนเปื้อนเบนซีนในน้ำบาดาล บางส่วนจะระเหย บางส่วนจะไหลลงไปในดิน และแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว บางส่วนลงสู่น้ำใต้ดิน เบนซีนที่ปนเปื้อนลงไปในแหล่งน้ำแม้จะมีความสามารถในการละลายน้ำได้เพียงเล็กน้อยแต่สามารถถูกดูดซึมโดยไขมันในสัตว์หรือพืชทางทะเลได้ ซึ่งจะเกิดอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต หากมีการรั่วไหลปริมาณมากลงสู่แหล่งน้ำจะเป็นพิษต่อปลาและแพลงค์ตอน โดยจะมีผลกระทบระยะยาวต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล มหาสมุทร ทำให้แหล่งน้ำเป็นพิษ ทำให้สิ่งมีชีวิตมีช่วงชีวิตที่สั้นลง เกิดปัญหาต่อการสืบพันธุ์ ความอุดมสมบูรณ์ของธรรมชาติลดน้อยลง ซึ่งเป็นสาเหตุแห่งความเสียหายต่อพืชพันธุ์และทำลายพืชผลทางการเกษตรเป็นอย่างมาก

[1] *International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS), ILO*

ทางอากาศ

เบนซีนสามารถแพร่กระจายไปในอากาศได้ เมื่อเบนซีนเกิดการผสมกับสารอื่นทำให้เกิดสารประกอบที่เป็นพิษรุนแรงและอาจระเบิดได้ โดยเบนซีนสามารถสลายตัวไปภายใน 2-3 วัน เบนซีนสามารถรวมเข้ากับฝนและตกกลับลงมาที่พื้นดินได้อีก เนื่องจากเบนซีนเป็นสารก่อมะเร็งที่อันตรายจึงเป็นปัญหามลพิษทางอากาศที่สำคัญ

4.8 ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา

เบนซีนละลายได้ในเอทานอล คลอโรฟอร์ม ไดเอทิลอีเธอร์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตนและคาร์บอนเตตระคลอไรด์ เบนซีนสามารถทำลายโครงสร้างของยางและพลาสติก เมื่อมีเบนซีน สภาวะที่มีความเสี่ยงต่อการติดไฟและระเบิดที่ต้องหลีกเลี่ยงคือ ประจุไฟฟ้าสถิต ประกายไฟ เปลวไฟ ความร้อน และแหล่งจุดติดไฟ เบนซีนเป็นสารติดไฟและสันดาปได้ เบนซีนเบากว่าน้ำ มีความร้อนของการสันดาป (Heat of Combustion) เท่ากับ - 17,460 Btu/lb (-9,698 Cal/g) มีความต้านทานต่อการเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสในน้ำและไม่ถูกดูดซับกับตะกอนดิน

เบนซีนถูกย่อยสลายด้วยจุลินทรีย์ได้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ โดยที่ระดับความเข้มข้น 7.5 % จะถูกย่อยสลายภายใน 3 วัน ที่ระดับความเข้มข้น 24 % ถูกย่อยสลายภายใน 1 สัปดาห์ ที่ระดับความเข้มข้น 37 % ถูกย่อยสลายภายใน 2 สัปดาห์ ที่ระดับความเข้มข้น 44 % ถูกย่อยสลายภายใน 5 สัปดาห์ และที่ระดับความเข้มข้น 47 % ถูกย่อยสลายภายใน 10 สัปดาห์ ซึ่งสรุปได้ว่าถ้ามีความเข้มข้นของเบนซีนมากเท่าใดยิ่งต้องใช้เวลาในการย่อยสลายนานมากขึ้นตามลำดับ

จุลินทรีย์ต้องการเวลา 30 ชั่วโมงในการย่อยสลายเบนซีนและใช้เวลา 100 ชั่วโมงในการกำจัดเบนซีน หากรั่วไหลลงไปในดิน

ตัวอย่างสารเคมีที่ไม่สามารถเก็บร่วมกับเบนซีนได้
- สารออกซิไดซ์ที่รุนแรง (Strong Oxidants)
- โซเดียมเปอร์ออกไซด์ (Sodium Peroxide)
- โพแทสเซียมเปอร์คลอเรต (Potassium Perchlorate)
- โครมิกแอนไฮไดร์ด (Chromic Anhydride)
- กรดกำมะถัน (Sulfuric Acid)
- กรดไนตริก (Nitric Acid)
- กรดอะซีติก (Acetic Acid)
- โอโซน (Ozone)
- ฮาโลเจน (Halogen)
- เตตระฟลูออโรบอเรต (Tetrafluoroborate)

บทที่ 5
ลักษณะภาชนะบรรจุ การตรวจสอบภาชนะบรรจุ และการทดสอบซ้ำ

5.1 ลักษณะภาชนะบรรจุ

ลักษณะภาชนะบรรจุจำแนกตามขนาดของภาชนะ แบ่งเป็น 2 ขนาด คือ ถังเก็บขนาดใหญ่และภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร ซึ่งควรมีลักษณะของภาชนะบรรจุ ดังนี้

5.1.1 ถังเก็บขนาดใหญ่

ถังเก็บ (Storage Tank) ควรได้รับการออกแบบที่คำนึงถึงความปลอดภัยตามมาตรฐานของสถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา (American Petroleum Institute : API) หรือสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา (American Society of Mechanical Engineers; ASME) หรือมาตรฐานสากลอื่นที่เทียบเท่า

สำหรับการออกแบบและก่อสร้างฐานรากของถังเก็บควรเป็นไปตามมาตรฐานสากล เช่น CSI (The Construction Specification Institute) เป็นต้น

โดยถังเก็บและอุปกรณ์ต่างๆ ควรมีคุณลักษณะดังนี้

- ลักษณะถังเก็บเป็นแบบทรงกระบอกวางตั้ง ดังรูปที่ 5-1
- วัสดุที่ใช้ทำถังเก็บต้องสร้างจากเหล็กกล้า (Carbon steel) หรือเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) ห้ามใช้อะลูมิเนียม วัสดุทองสัมฤทธิ์ ในทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับสาร สำหรับประเภทสีที่ใช้ทาภายนอกให้ใช้สีอีพ็อกซี สีซิงค์ซิลิเกต

รูปที่ 5-1 ถังเก็บเบนซีน

- ผนังภายนอกถังเก็บควรทาสีขาว เพื่อลดการสะสมของความร้อน
- ต้องทดสอบสภาพของถังที่ความดันอย่างน้อย 1.5 เท่าของความดันที่ใช้งานจริง สำหรับการติดตั้งครั้งแรก
- ถังเก็บต้องมีท่อปล่อยทิ้ง (Drain Line) ที่ระดับพื้นถังเพื่อให้การปล่อยสารทิ้งหรือถ่ายเทสารออกได้สมบูรณ์จนหมด (ไม่มีบัฟเฟอร์และสิ่งกีดขวาง) ซึ่งวาล์วจะต้องถูกปิดตลอดเวลา
- ถังเก็บต้องมีระบบควบคุมความดัน (Pressure Vacuum Relief)
- ด้านบนของถังเก็บต้องติดตั้งระบบควบคุมการระบายไอ (Emission Control Device) ซึ่งต่อเข้าระบบเผาไอ (Flare) หรือระบบกำจัดไอ (Vapor Recovery Unit) หรือใช้ระบบอื่นๆ ที่มีประสิทธิภาพและเหมาะสมโดยไม่ระบายออกสู่บรรยากาศโดยตรง
- ถังเก็บต้องมีระบบระบายอากาศฉุกเฉิน (Emergency Vent) ดังรูปที่ 5-2 หรือวาล์วควบคุมความดันภายใน (Breathable Valve) ดังรูปที่ 5-3

รูปที่ 5-2 ระบบระบายอากาศฉุกเฉิน

รูปที่ 5-3 วาล์วควบคุมความดันภายใน

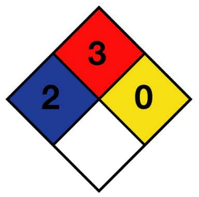
- ต้องมีอุปกรณ์ตรวจวัดอุณหภูมิภายในถังเก็บเพื่อควบคุมอุณหภูมิ
- ถังเก็บต้องมีระบบไหลวนสารภายในถังแทนการใช้ใบกวน เพื่อป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิต
- ควรมีการควบคุมระดับของเหลวภายในถังเก็บโดยต้องให้มีช่องว่างในถังอย่างน้อย 10%
- ต้องมีการติดตั้งระบบเตือนระดับความสูงของเบนซีนในถัง (Level Alarm) โดยควรตั้งค่าสัญญาณเตือนไว้ที่ระดับความสูง 85% และตั้งค่าคำสั่งปิดวาล์วเติมสารลงถังเก็บเมื่อมีระดับความสูง 90%

- ถังเก็บต้องเป็นระบบปิดและต้องมีระบบการไหลกลับของไอ (Vapor Return Line) ในการถ่ายเข้า (Loading) และถ่ายออก (Unloading)
- ต้องมีท่อระบายไอที่ถูกออกแบบให้สารสามารถไหลย้อนกลับลงไปในถังเก็บได้ในกรณีที่เกิดการควบแน่น
- ในกรณีที่มีการส่งเบนซีนกลับเข้ามาในถัง ต้องมีการป้องกันการตกกระทบลงบนผิวหน้าของเบนซีนโดยตรงเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต
- บริเวณที่เบนซีนมีโอกาสรั่วไหลสูงควรมีการติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดไอสารในอากาศ (Detector)
- ภายในถังเก็บต้องปราศจากออกซิเจน ดังนั้นต้องมีระบบปิดคลุมสารด้วยไนโตรเจน หรือถังควรเป็นแบบ Internal Floating Roof with Nitrogen; IFRN พร้อมวาล์วควบคุม
- ถังเก็บต้องผ่านการทำความสะอาดและผ่านการทดสอบการรั่วไหลและการรับน้ำหนักก่อนทำการบรรจุ
- ถังเก็บต้องมีช่องคนลอด (Manhole) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 500 มิลลิเมตร เพื่อเข้าไปทำการตรวจสอบและทำความสะอาด
- ถังเก็บต้องมีระบบป้องกันการสะสมของไฟฟ้าสถิตและต้องทำการต่อสายดินกับถังเก็บและต่อลงดินให้เรียบร้อย โดยมีความต้านทานกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 5 โอห์ม ดังรูปที่ 5-4 เมื่อเทียบกับความต้านทานพื้นดินข้างเคียง
- ท่อส่งและท่อลำเลียงควรมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว และ 8 นิ้ว ตามลำดับ ห้ามต่อท่อแบบเกลียว ต้องต่อโดยวิธีเชื่อมหรือต่อหน้าแปลนที่ไม่ใช้ทองเหลือง และควรทาสีขาวเพื่อลดการสะสมความร้อน
- บริเวณถังเก็บควรมีการติดตั้งระบบป้องกันฟ้าผ่า (Lightning Protection) ที่เป็นไปตามมาตรฐานการป้องกันฟ้าผ่าสำหรับสิ่งปลูกสร้างของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
- อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้ง เช่น โคมไฟส่องสว่างต้องเป็นชนิดทนการระเบิด (Explosion Proof) ดังรูปที่ 5-5

รูปที่ 5-4 การต่อสายดินจากถังเก็บ

รูปที่ 5-5 โคมไฟส่องสว่างชนิดทนการระเบิดที่ติดตั้งข้างถัง

- อุปกรณ์ต่อควบ เช่น ท่อ วาล์ว ก้านวาล์ว ข้อต่อต่างๆ เป็นต้น ต้องทำจากเหล็กกล้าไร้สนิม ต้องไม่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียมและทองเหลือง
- วาล์วที่ใช้ควรเป็นแบบบอลวาล์ว หรือเกทวาล์ว (Ball Valve หรือ Gate Valve) ในกรณีถ้าเป็นบอลวาล์ว ควรมีกันซึมด้วยเทฟรอน (Polytetrafluoroethylene; PTFE) ไม่ควรใช้ไดอะแฟรมวาล์ว (Diaphragm Valve) เพราะการไหลของสารไม่สะดวก มีโอกาสแตก และควรมีการตรวจสอบทุก 3 เดือน
- ท่อและปั๊มที่ใช้ลำเลียงเบนซีนต้องมีการต่อสายดินให้เรียบร้อย
- ปั๊มที่ใช้ควรเป็นชนิดปั๊มหอยโข่ง (Centrifugal Pump) และควรมีการควบคุมแรงดันและวัดความเร็วของเบนซีนภายในท่อให้เหมาะสมโดยพิจารณาชนิดของปั๊ม ขนาดของท่อและอื่นๆ ตามตารางการเลือกใช้ปั๊มชนิดนั้นๆ
- ปั๊มและระบบควบคุมต้องอยู่ในที่โล่งและยกระดับจากพื้นภายนอกเขื่อนกั้น และต้องติดตั้งห่างจากอาคารหน่วยผลิต จุดจ่ายสาร หรือแหล่งประกายไฟอย่างน้อย 4 เมตร
- มอเตอร์ของปั๊มและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับควบคุมต้องเป็นชนิดทนการระเบิด และไม่ควรติดตั้งถังเก็บใกล้อุปกรณ์ที่มีการระบายความร้อนตลอดเวลา เช่น เตาเผา หม้อต้มนึ่ง เป็นต้น
- ควรมีการติดชื่อสารเคมีที่เป็นภาษาไทยและ/หรือภาษาอังกฤษ และสัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตรายตามข้อกำหนด NFPA ติดไว้ที่ถังเก็บเบนซีน ดังรูปที่ 5-6



เบนซีน

รูปที่ 5-6 สัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตรายที่ถังเก็บขนาดใหญ่

5.1.2 ภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร

- วัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุ คือ เหล็กกล้าไร้สนิมหรือเหล็กกล้า ห้ามใช้วัสดุที่มีส่วนผสมของทองแดง อัลลอย อะลูมิเนียม ทองเหลือง หรือเงิน
- ภาชนะบรรจุต้องปิดมิดชิดมีระบบป้องกันการรั่วไหลมีที่กั้น เก็บห่างจากแสง
- ภาชนะบรรจุต้องผ่านการถูกตรวจ และได้รับการรับรองตามมาตรฐานข้อตกลงการขนส่งสินค้าอันตราย (UN Packaging)
- การบรรจุเบนซีนในภาชนะบรรจุต้องมีช่องว่างอย่างน้อย 20%
- ต้องติดฉลากแสดงความเป็นอันตรายที่ภาชนะบรรจุตามข้อกำหนด UNTDG และGHS โดยมีสัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตราย ดังรูปที่ 5-7

ตามข้อกำหนด UNTDG **ตามข้อกำหนด GHS**

อันตราย

รูปที่ 5-7 สัญลักษณ์เตือนความเป็นอันตรายบนฉลากที่ติดบนภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร

5.2 การตรวจสอบและทดสอบซ้ำ

5.2.1 ถังเก็บขนาดใหญ่

ถังเก็บขนาดใหญ่ต้องมีการตรวจสอบ และทดสอบซ้ำตามมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ ตัวอย่าง เช่น ถังเก็บที่ออกแบบตามมาตรฐาน API 650 จะมีการตรวจสอบและทดสอบซ้ำตามมาตรฐาน API 653 เช่น การตรวจสอบสภาพถังภายนอก (External Inspection) ทุก 5 ปี การตรวจสอบสภาพถังภายใน (Internal Inspection) ทุก 10 ปี เป็นต้น

5.2.2 ภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร

มีการตรวจสอบสภาพก่อนการใช้งาน แต่ไม่มีการตรวจสอบและทดสอบซ้ำ เนื่องจากไม่ควรนำมาใช้ซ้ำ

บทที่ 6
การลำเลียง และการขนส่ง

6.1 การลำเลียงทางท่อ

ตามปกติในการขนส่งโดยการลำเลียงทางท่อไปยังถังเก็บขนาดใหญ่ในโรงงานหรือระหว่างโรงงาน ท่อลำเลียงจะอยู่บนดินและ/หรือใต้ดิน ระบบท่อจะต้องได้รับการออกแบบตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา ASME B 31.4 (American Society Mechanical Engineers; ASME) และผ่านการตรวจสอบจากหน่วยงานราชการ เช่น กรมโยธาธิการและผังเมือง เป็นต้น หรือหน่วยงานเอกชนที่ได้รับการรับรองจากหน่วยงานราชการ ตั้งแต่ต้นทางจนถึงปลายทางของการลำเลียง เช่น ต้องมีการตรวจสอบตามหลักวิศวกรรมโยธาในด้านการซ่อมบำรุง เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินของท่อลำเลียงสินค้า (Emergency Maintenance on-base Commercial Pipelines) เป็นต้น เพื่อป้องกันการเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและต่อสาธารณะ[1]

6.2 การขนส่งทางถนน

เบนซีนมีข้อจำกัดการขนส่งตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (Thai Provisions Volume II (TP-II) concerning the Transport of Dangerous Goods by Road) ดังตารางที่ 6-1

[1] *Unified Facilities Criteria (UFC; UFC 3-460-0321 January 2003) Operation and Maintenance : Maintenance of Petroleum Systems*

ตารางที่ 6-1 ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทยสำหรับเบนซีน

ชื่อทางการขนส่ง	BENZENE เบนซีน
การจำแนกประเภทของสินค้าอันตรายตาม ADR	Class 3, UN 1114, Packing Group II
รหัสการจำแนกประเภทของสินค้าอันตรายตาม ADR	F1 ของเหลวไวไฟ
ฉลาก	ของเหลวไวไฟ
ป้ายแสดงความเป็นอันตราย	
ข้อกำหนดพิเศษซึ่งต้องปฏิบัติตาม	ไม่มี
สินค้าอันตรายที่บรรจุหีบห่อในปริมาณจำกัด	LQ4
ข้อกำหนดในการบรรจุสำหรับบรรจุภัณฑ์และภาชนะปิด	
● ข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้บรรจุภัณฑ์	P001
● ข้อกำหนดการบรรจุเกี่ยวกับ IBCs	IBC02
● ข้อกำหนดการบรรจุเกี่ยวกับการใช้บรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่	ไม่มี
● ข้อกำหนดในการบรรจุสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่ทำจากโลหะบาง	R001
ข้อกำหนดการบรรจุพิเศษสำหรับบรรจุภัณฑ์และภาชนะปิด	ไม่มี
ข้อกำหนดการบรรจุแบบรวมกัน	MP19
ข้อกำหนดสำหรับแท็งก์ที่ยกและเคลื่อนย้ายได้	T4
ข้อกำหนดพิเศษสำหรับแท็งก์ที่ยกและเคลื่อนย้ายได้	TP1
รหัสของแท็งก์	LGBF
ข้อกำหนดพิเศษสำหรับแท็งก์	ไม่มี
รหัสที่กำหนดประเภทของรถที่จะใช้สำหรับการขนส่งสารในแท็งก์	FL
ประเภทของการขนส่งสารหรือสิ่งของ	2 D/E
ข้อกำหนดพิเศษ (ถ้ามี) สำหรับการขนส่งหีบห่อสินค้า	ไม่มี
ข้อกำหนดพิเศษ สำหรับการขนส่งแบบเทกอง	ไม่มี
ข้อกำหนดพิเศษ สำหรับการขนสินค้าขึ้น-ลง และการขนถ่ายและเคลื่อนย้ายสินค้า	ไม่มี
ข้อกำหนดพิเศษ สำหรับการดำเนินการขนส่งสินค้า	S2 S20
หมายเลขแสดงความเป็นอันตราย	33

รายละเอียดเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดต่างๆ สามารถดูเพิ่มเติมได้จากข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย

การบรรทุกแบบคละกันของบรรจุภัณฑ์เบนซีนในรถบรรทุกร่วมกับสินค้าอันตรายประเภทอื่นๆ (Storage and Segregation Guidelines)

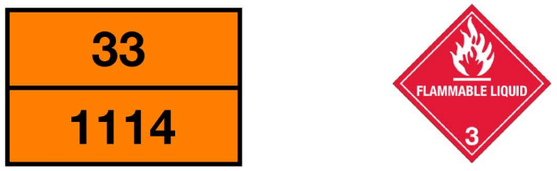
ตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (TP-II) กำหนดให้เบนซีนสามารถจัดเก็บได้กับ Class หรือ Division ในรถบรรทุกคันเดียวกัน ดังต่อไปนี้

Division 2.1	ก๊าซไวไฟ
Division 2.2	ก๊าซไม่ไวไฟและไม่มีพิษ
Division 2.3	ก๊าซพิษ
Class 3	ของเหลวไวไฟ
Division 4.1	ของแข็งไวไฟ
Division 4.2	สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง
Division 4.3	สารที่สัมผัสกับน้ำแล้วปล่อยก๊าซไวไฟ
Division 6.1	สารพิษ
Division 6.2	สารติดเชื้อ
Class 7	วัสดุกัมมันตรังสี
Class 8	สารกัดกร่อน
Class 9	สารและสิ่งของอันตรายเบ็ดเตล็ด
Non Classified	สารที่ไม่จำแนกว่าเป็นสินค้าอันตราย

ทั้งนี้หากสารที่นำมาเก็บด้วยกันมีความเสี่ยงรองจะต้องนำความเสี่ยงรองนั้นๆ มาพิจารณาด้วย และควรดูรายละเอียดที่ระบุไว้ในข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (TP-II) เพิ่มเติมด้วย

การสื่อสารความเป็นอันตราย

ภายใต้ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (TP-II) กำหนดให้มีการสื่อสารความเป็นอันตรายโดยจะต้องติดป้ายข้างรถขนส่งทั้ง 3 ด้าน (ด้านข้าง 2 ด้านและด้านหลัง) ดังรูปที่ 6-1 และ 6-2



รูปที่ 6-1 ป้ายติดข้างรถขนส่งสำหรับเบนซีน

การลำเลียงและการขนส่งทางถนนอย่างปลอดภัย

รูปที่ 6-2 รถขนส่งเบนซีน

ผู้ขนส่งต้องได้รับอนุญาต และถังบรรทุกบนรถขนส่งต้องถูกตรวจสอบรายละเอียดเกี่ยวกับมาตรฐานและข้อกำหนดของแรงดัน วาล์วนิรภัย อุปกรณ์ส่วนควบ ความหนาของถัง ระบบระบายความดัน การทำความสะอาด ดังนี้

- วัสดุที่ใช้ทำถังบรรทุกคือ เหล็กกล้าไร้สนิม ไม่มีส่วนผสมของอะลูมิเนียม และต้องผ่านการทดสอบมาตรฐานภาชนะบรรจุสำหรับสารอันตรายประเภทที่ 3 (ของเหลวไวไฟ) ตามมาตรฐานข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย
- ถังที่ใช้เป็นชนิดทนไฟ (Fireproof)
- ถังบรรทุกต้องผ่านการทดสอบรอยเชื่อมด้วยวิธีรังสีเทคนิค
- แบบตัวถังและอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์ ต้องผ่านการตรวจสอบและทดสอบตามข้อกำหนดของกรมการขนส่งทางบก

- ถังบรรทุกที่ยึดติดถาวรกับตัวรถหรือแท้งก์ติดตรึงต้องได้รับการขึ้นทะเบียนจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม
- ต้องมีถังดับเพลิงขนาดไม่น้อยกว่า 2 กิโลกรัม ติดตั้งในห้องผู้ขับรถ และขนาดไม่น้อยกว่า 6 กิโลกรัม ติดตั้งบริเวณด้านหลังห้องผู้ขับรถ
- ต้องมีการประกันภัยความเสียหายจากการขนส่งวัตถุอันตรายนอกเหนือจากการทำประกันภัย ตามพระราชบัญญัติคุ้มครองผู้ประสบภัยจากรถ พ.ศ. 2535
- ถังบรรทุกเปล่าที่ยังไม่ได้ทำความสะอาดต้องติดป้าย และฉลากเหมือนกับถังที่มีการบรรจุสารเต็ม

รถขนส่ง

- การขนส่งโดยรถบรรทุกให้ดำเนินการตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง การขนส่งวัตถุอันตรายทางบก พ.ศ. 2546 และประกาศของกรมการขนส่งทางบกที่เกี่ยวข้องตามเอกสารอ้างอิง
- รถบรรทุกที่มีปริมาตรถังเก็บรวมกันตั้งแต่ 1,000 ลิตร หรือมีปริมาณการบรรทุกสารตั้งแต่ 1,000 กิโลกรัมต้องติดป้ายแสดงสัญลักษณ์ความเป็นอันตราย และหมายเลขสหประชาชาติที่ด้านข้างรถทั้ง 2 ด้าน และด้านหลังรถ บริเวณเดียวกับที่ติดตั้งตัวถังบรรทุก และสามารถมองเห็นได้อย่างชัดเจนตามมาตรฐานข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย เหมือนถังบรรทุกบนรถขนส่ง
- ผู้ขับรถต้องผ่านการฝึกอบรมด้านสินค้าอันตรายและผ่านการทดสอบจนได้รับใบอนุญาตขับขี่ประเภทที่ 4 ตามประกาศของกรมการขนส่งทางบก กระทรวงคมนาคม
- มีเอกสารข้อแนะนำในการปฏิบัติ หากเกิดเหตุฉุกเฉิน (Transport Emergency Card หรือ TREM CARD) ให้กับผู้ขับรถ

TREM CARD : Benzene

การจำแนกประเภทสินค้าอันตราย : Class 3, UN 1114, Packing Group II	
สินค้าที่บรรจุ : BENZENE	**ชื่อของสาร : BENZENE**
สมบัติต่างๆ :	- เป็นอันตรายต่อผิวหนัง ดวงตา และทางเดินหายใจ - เกิดไอระเหยที่เป็นอันตราย - ไม่รวมเป็นเนื้อเดียวกันกับน้ำ
อันตรายต่างๆ :	- การทำให้บรรจุภัณฑ์เกิดความร้อน อาจทำให้แรงดันเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้เกิดความเสี่ยงจากการระเบิด - อาจก่อให้เกิดส่วนผสมของอากาศที่อาจเกิดระเบิดได้ - ไอระเหยเป็นพิษทำให้เกิดการระคายเคือง เมื่อถูกความร้อน หรือการเผาไหม้ - ไอระเหยมีน้ำหนักมากกว่าอากาศ และสามารถกระจายตัวบนพื้นดิน หรืออาจเข้าสู่ท่อน้ำเสีย และห้องใต้ดินได้
การป้องกันส่วนบุคคล :	- แว่นครอบตากันสารเคมี - ถุงมือป้องกันสารเคมี - รองเท้านิรภัย - อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด
อุปกรณ์ระงับเหตุฉุกเฉิน :	- ถังดับเพลิง - ทรายหรือสารดูดซับอื่นๆ - ชุดเก็บกู้สารเมื่อมีการหกรั่วไหล เช่น สารดูดซับ ถังพลาสติกเก็บกู้สารเคมีที่ดูดซับแล้ว เป็นต้น
หลักปฏิบัติทั่วไปของผู้ขับรถ :	- ดับเครื่องยนต์ - ห้ามสูบบุหรี่ และกำจัดแหล่งประกายไฟ - เมื่อเกิดการรั่วไหลให้กันคนทั่วไปออกห่างจากพื้นที่อันตราย และอยู่เหนือลม - เตือนประชาชนที่อยู่ใกล้เคียงให้อยู่ภายในบ้าน ปิดประตูและหน้าต่าง รวมทั้งปิดระบบระบายอากาศ และพิจารณาอพยพประชาชนที่อยู่ในเขตอันตรายทันที
หลักปฏิบัติอื่นๆ เพิ่มเติมของผู้ขับรถ :	- หากเป็นไปได้ให้ทำการหยุดการรั่วไหล - ยับยั้งการรั่วไหลด้วยวิธีการต่างๆ เท่าที่มีอยู่ - ตรวจสอบขีดจำกัดของการระเบิด - ใช้เครื่องมือที่ทำให้เกิดประกายไฟต่ำ และมีความปลอดภัยสูง - ใช้ทรายหรือดิน หรือวัสดุอื่นๆ ที่เหมาะสม ดูดซับสารดังกล่าว หรือปิดคลุมด้วยโฟม - หากสารไหลสู่แหล่งน้ำ หรือท่อระบายน้ำ ให้แจ้งเจ้าหน้าที่ที่รับผิดชอบ
เพลิงไหม้ (ข้อมูลสำหรับผู้ขับขี่หากเกิดเพลิงไหม้) :	- รักษาความเย็นของบรรจุภัณฑ์ด้วยน้ำ - ดับไฟด้วยโฟม ผงเคมีแห้ง และปิดคลุมด้วยโฟม - ไม่ควรใช้น้ำฉีดแบบเป็นลำโดยตรง ให้ฉีดแบบละอองน้ำเข้าดับไฟ - ใช้สเปรย์น้ำเพื่อควบคุมควันไฟ หากจำเป็น

TREM CARD : Benzene (ต่อ)

การปฐมพยาบาล :	- หากสารสัมผัสดวงตาให้ล้างออกด้วยน้ำเปล่าอย่างน้อย 15 นาที และควรพบแพทย์ทันที - เมื่อสัมผัสกับสาร หรือสูดไอเข้าไป ควรไปพบแพทย์ทันที และแจ้งรายละเอียดของสารต่อแพทย์ - ในกรณีที่ถูกไฟลวก ควรใช้น้ำเย็นราดบริเวณที่ถูกลวกให้นานที่สุด และไม่ควรถอดเสื้อผ้าที่ติดกับผิวหนัง - เมื่อสารหกรดเสื้อผ้าให้ถอดเสื้อผ้าที่ปนเปื้อนออกทันที และควรชะล้างผิวหนังด้วยสบู่และน้ำจำนวนมาก
ข้อมูลเพิ่มเติมอื่นๆ	โทรศัพท์ติดต่อฉุกเฉิน .....

6.3 การขนส่งทางทะเล

เบนซีนมีข้อจำกัดการขนส่งตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศ (The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code) ดังตารางที่ 6-2

ตารางที่ 6-2 ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศสำหรับเบนซีน

ชื่อทางการขนส่ง	BENZENE เบนซีน
การจำแนกประเภทของสินค้าอันตรายตาม IMDG Code	Class 3, UN 1114, Packing Group II
ฉลาก	ของเหลวไวไฟ
ป้ายแสดงความเป็นอันตราย	
ปริมาณจำกัด	1 ลิตร
ข้อกำหนดในการบรรจุสำหรับบรรจุภัณฑ์ และภาชนะปิด ● ข้อกำหนดเกี่ยวกับการใช้บรรจุภัณฑ์ ● ข้อกำหนดการบรรจุเกี่ยวกับ IBCs	 P001 IBC02
ข้อกำหนดสำหรับบรรจุภัณฑ์ที่เป็นแท็งก์ที่ยกและเคลื่อนย้ายได้ ● ข้อกำหนดสำหรับแท็งก์ UN ● ข้อกำหนดสำหรับแท็งก์ IMO ● ข้อกำหนดพิเศษสำหรับแท็งก์	 T4 ไม่มี TP1
ข้อกำหนดพิเศษ	ไม่มี
รหัสการระงับเหตุฉุกเฉิน (EMS)	F-E, S-D

รายละเอียดเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดต่างๆ สามารถดูเพิ่มเติมได้จาก The International Maritime Dangerous Goods (IMDG) Code

การจัดเก็บเบนซีนในตู้คอนเทนเนอร์ร่วมกับสินค้าอันตรายประเภทอื่นๆ (Storage and Segregation Guidelines)

ตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศของ The International Maritime Dangerous Goods Code (IMDG Code) กำหนดให้เบนซีนสามารถจัดเก็บได้กับ Class หรือ Division ในตู้คอนเทนเนอร์เดียวกัน ดังต่อไปนี้

Class 3	ของเหลวไวไฟ
Division 4.1	ของแข็งไวไฟ
Division 6.1	สารพิษ
Class 8	สารกัดกร่อน
Class 9	สารและสิ่งของอันตรายเบ็ดเตล็ด
Non Classified	สารที่ไม่จำแนกว่าเป็นสินค้าอันตราย

ทั้งนี้หากสารที่นำมาเก็บด้วยกันมีความเสี่ยงรอง จะต้องนำความเสี่ยงรองนั้นๆ มาพิจารณาด้วย และแนะนำให้ตรวจสอบสมบัติของสารที่มาเก็บร่วมกันโดยละเอียดด้วยอีกครั้ง เนื่องจากอาจจะมีสารบางประเภทที่มีการจำแนกเป็นประเภทข้างบนดังกล่าวแต่ไม่อนุญาตให้จัดเก็บร่วมกันได้

6.4 การขนส่งทางอากาศ

เบนซีนมีข้อจำกัดการขนส่งตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางอากาศ ของสมาคมขนส่งทางอากาศระหว่างประเทศ (The International Air Transport Association; IATA) ข้อกำหนดสำหรับสินค้าอันตราย (Dangerous Goods Regulations; IATA DGR) ดังตารางที่ 6-3

ตารางที่ 6-3 ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางอากาศของ IATA DGR สำหรับเบนซีน

ชื่อทางการขนส่ง	BENZENE เบนซีน
การจำแนกประเภทของสินค้าอันตรายตาม IATA DGR	Class 3, UN 1114, Packing Group II
ฉลาก	ของเหลวไวไฟ
ป้ายแสดงความเป็นอันตราย	
ปริมาณจำกัด	1 ลิตร
ข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ใช่มาตรฐาน UN ● ปริมาณสูงสุดต่อหนึ่งบรรจุภัณฑ์ที่ไม่ใช่มาตรฐาน UN ที่สามารถขนส่งขึ้นเครื่องบินโดยสารและขนส่งสินค้าได้	Y305 1 ลิตร
ข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน UN ขนส่งขึ้นเครื่องบินโดยสารและขนส่งสินค้า ● ปริมาณสูงสุดต่อหนึ่งบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน UN ที่สามารถขนส่งขึ้นเครื่องบินโดยสารและขนส่งสินค้าได้	305 5 ลิตร
ข้อกำหนดของบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน UN ขนส่งขึ้นเครื่องบินขนส่งสินค้าเท่านั้น ● ปริมาณสูงสุดต่อหนึ่งบรรจุภัณฑ์มาตรฐาน UN ที่สามารถขนส่งขึ้นเครื่องบินขนส่งสินค้าได้	307 60 ลิตร
รหัสการระงับเหตุฉุกเฉิน (ERG Code)	3H
ข้อกำหนดเพิ่มเติม	ไม่มี

รายละเอียดเพิ่มเติมที่เกี่ยวข้องกับข้อกำหนดต่างๆ สามารถดูเพิ่มเติมได้จาก ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางอากาศของ IATA DGR

บทที่ 7
การใช้ การขนถ่ายและการจัดเก็บ

การปฏิบัติงานกับเบนซีนเกี่ยวกับการใช้ การขนถ่าย และการจัดเก็บที่ถูกวิธีเพื่อให้เกิดความปลอดภัย มีแนวทางในการปฏิบัติ ดังนี้

7.1 ข้อปฏิบัติในการใช้งานอย่างปลอดภัย

- ต้องมีขั้นตอนปฏิบัติงานอย่างปลอดภัยติดไว้ที่บริเวณพื้นที่ทำงาน และผู้ปฏิบัติงานต้องปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด
- พื้นที่ทำงานที่มีการใช้เบนซีนควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ระบายอากาศเฉพาะที่ที่เหมาะสมหรือปฏิบัติงานในสถานที่เปิดโล่ง หรือมีการถ่ายเทอากาศที่ดี
- ขณะที่มีการใช้เบนซีนผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล เช่น อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทที่ทำให้อากาศสะอาด ถุงมือป้องกันสารเคมี และแว่นครอบตากันสารเคมี เป็นต้น และหลีกเลี่ยงการสัมผัสกับเบนซีนโดยตรง
- ห้ามสูบบุหรี่หรือทำให้เกิดประกายไฟในบริเวณพื้นที่ทำงาน
- ห้ามใช้โทรศัพท์มือถือในบริเวณที่มีการใช้เบนซีน
- ห้ามรับประทานอาหารและเครื่องดื่มในบริเวณที่ทำงานกับเบนซีน
- ในการปฏิบัติงานกับเบนซีนควรทำการปิดฝาภาชนะแบ่งบรรจุทุกครั้งที่เลิกใช้งาน
- ภายหลังจากการปฏิบัติงานกับเบนซีน ผู้ปฏิบัติงานต้องชำระล้างส่วนของร่างกายที่สัมผัสกับเบนซีนให้สะอาด
- ติดตั้งอ่างล้างตาฉุกเฉิน และฝักบัวฉุกเฉิน ในบริเวณพื้นที่ทำงาน ที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงได้สะดวก รวดเร็ว ในกรณีที่มีการสัมผัสเบนซีน
- ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์อื่นๆ ในบริเวณพื้นที่ทำงาน ต้องเป็นชนิดทนการระเบิด
- ติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงที่เหมาะสม และเพียงพออย่างน้อยตามที่กฎหมายกำหนด และมีการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ
- มีการฝึกอบรมให้ผู้ปฏิบัติงานมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับความเป็นอันตรายและการดำเนินการที่เกี่ยวข้องกับเบนซีนอย่างปลอดภัย
- ควรมีการตรวจสอบความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและพื้นที่ทำงานให้มีความพร้อมในการทำงานกับเบนซีน

7.2 ข้อปฏิบัติในการขนถ่ายอย่างปลอดภัย

7.2.1 การขนถ่ายเข้าและออกจากรถบรรทุกสู่ถังเก็บขนาดใหญ่

บริเวณที่ทำการขนถ่ายเบนซีน

- พื้นที่สำหรับทำการขนถ่ายเบนซีน ควรแยกสัดส่วนออกอย่างชัดเจนจากบริเวณสำหรับกิจกรรมอื่นๆ
- มีพื้นที่ที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายและเพียงพอ เพื่อการเดินรถอย่างคล่องตัว
- มีบริเวณสำหรับจอดรถชัดเจน พร้อมกับมีอุปกรณ์ห้ามล้อระหว่างทำการขนถ่าย
- มีการจัดทำระบบ และเส้นทางเดินรถเข้า-ออก พร้อมทั้งกำหนดความเร็วของรถที่จะเข้าทำการขนถ่ายอย่างชัดเจน
- ระบบขนถ่ายเบนซีนที่เป็นระบบท่อ ควรง่ายต่อการตัดแยกระบบในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- ควรมีระบบฉีดน้ำเป็นฝอย หรือเป็นม่านน้ำ โดยรอบบริเวณที่ทำการขนถ่ายเบนซีน เพื่อลดปริมาณของไอระเหยออกสู่บรรยากาศในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน
- ควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศ (Detector) ในจำนวนที่เพียงพอ และให้สัญญาณเตือนเมื่อความเข้มข้นของเบนซีนที่รั่วไหลออกสู่บรรยากาศเกินจากเกณฑ์ที่กำหนด และต้องมีการสอบเทียบ (Calibration) อุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด
- ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ หรือควรอยู่ห่างจากจุดที่ทำการขนถ่ายเบนซีนในระยะปลอดภัยคือไม่น้อยกว่า 15 เมตร
- ให้มีการต่อสายดิน (Grounding) เครื่องจักรอุปกรณ์และต่อฝาก (Bonding) ขณะทำการขนถ่ายเบนซีน
- ควรจัดเตรียมวัสดุดูดซับเพื่อใช้ในกรณีเบนซีนหกรั่วไหล
- ควรมีการจัดทำเขื่อนกั้นเพื่อป้องกันเบนซีนปนเปื้อนลงสู่สิ่งแวดล้อม
- ควรมีแบบตรวจสอบก่อนและหลังการขนถ่ายเบนซีนเพื่อความปลอดภัย
- ควรติดตั้งอ่างล้างตาฉุกเฉิน และฝักบัวฉุกเฉินในบริเวณพื้นที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานเข้าถึงได้สะดวก รวดเร็วในกรณีที่สัมผัสสาร
- ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ระบายอากาศเฉพาะที่ที่เหมาะสมในบริเวณพื้นที่ทำงาน หรือปฏิบัติงานในสภาพที่เปิดโล่ง หรือมีการถ่ายเทอากาศที่ดี
- ควรติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงที่เหมาะสมและเพียงพออย่างน้อยตามที่กฎหมายกำหนด และมีการตรวจสอบให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานอยู่เสมอ
- ควรมีการเก็บตัวอย่างในระบบปิดเพื่อป้องกันไอระเหยเบนซีนรั่วไหลออกสู่บรรยากาศ ดังรูปที่ 7-1

รูปที่ 7-1 การเก็บตัวอย่างเบนซีนในระบบปิด

- ขณะขนถ่ายต้องมีผู้ปฏิบัติงานประจำ ณ จุดที่ทำการขนถ่ายเบนซีนอย่างน้อย 2 คน เพื่อปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัย รวมทั้งเพื่อเฝ้าระวัง และควบคุมสถานการณ์เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

รูปที่ 7-2 ระบบการขนถ่ายใต้ท้องรถในระบบปิด

อุปกรณ์และผู้มีหน้าที่ในการขนถ่าย

- รถขนส่งและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายเบนซีน ต้องมีการต่อสายดิน (Grounding) และต่อฝาก (Bonding)และมีการตรวจสอบระบบอยู่เสมอ
- ลักษณะปั๊มที่ใช้ควรเป็นระบบปิด เช่น ปั๊มในระบบปิด (Canned Motor Pump) ใช้เทคนิคการห่อหุ้มสองชั้น เป็นปั๊มแบบกระบอกหุ้มมิดชิด สำหรับงานที่ไม่มีซีล และป้องกันการรั่วไหล และการควบคุมของเหลวไม่ให้เบนซีนรั่วไหลออกมา ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม ดังรูปที่ 7-3

รูปที่ 7-3 ตัวอย่างปั๊มในระบบปิด

- ระบบไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่ทำงานต้องเป็นชนิดทนระเบิด มอเตอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับการควบคุม จะต้องหยุดอัตโนมัติเมื่อเกิดการรั่วไหล หรือเมื่อไม่มีเบนซีนไหลผ่าน
- มีการตรวจสอบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายเบนซีน เช่น ปั๊ม ระบบท่อลำเลียง เครื่องมือเพื่อความปลอดภัย เป็นต้น โดยให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ
- บริเวณที่มีการขนถ่ายเบนซีนควรมีอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยที่จำเป็น และให้อยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา เช่น ฝักบัวฉุกเฉิน อ่างล้างตาฉุกเฉิน เป็นต้น
- ผู้ปฏิบัติงานที่ทำการขนถ่ายเบนซีน ต้องได้รับการอบรมความรู้ในการขนถ่ายและมีประสบการณ์ในการทำงาน
- ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลขณะที่ทำการขนถ่ายเบนซีน เช่น อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทที่ทำให้อากาศสะอาด แว่นครอบตากันสารเคมี เป็นต้น
- ขณะขนถ่ายเบนซีนต้องมีผู้ปฏิบัติงานประจำ ณ จุดที่ทำการขนถ่ายสารเพื่อเฝ้าระวังและควบคุมสถานการณ์เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน

ระบบการจ่ายก๊าซไนโตรเจน

- มีก๊าซไนโตรเจนที่มีความบริสุทธิ์ไม่ต่ำกว่า 95% ประจำไว้ที่จุดขนถ่ายเบนซีน เพื่อใช้แทนที่อากาศภายในถังเก็บเบนซีน เมื่อทำการขนถ่ายเบนซีนออกจากถัง หรือมีการนำเบนซีนไปใช้งาน
- ท่อและระบบการส่งก๊าซไนโตรเจน จะต้องมีระบบป้องกันการไหลย้อนกลับของก๊าซ

ขั้นตอนการขนถ่ายเข้าและออกจากรถบรรทุกสู่ถังเก็บขนาดใหญ่

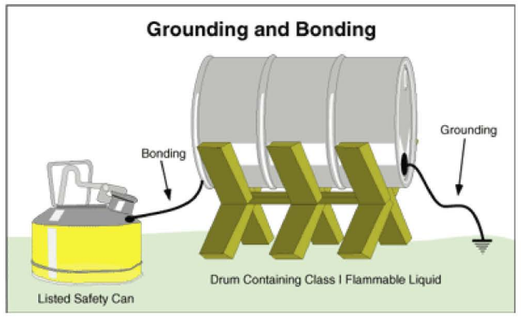
- ระบบการขนถ่ายเบนซีนจากรถบรรทุกควรเป็นการขนถ่ายจากใต้ท้องรถ (Bottom Loading) ในระบบปิดดังรูปที่ 7-2
- ครอบท่อไอเสีย (Flame Arrestor) แล้วนำรถบรรทุกเข้าจอดภายในพื้นที่ที่กำหนด ดับเครื่อง ดึงเบรกมือและมีการหนุนล้อเพื่อป้องกันรถเลื่อนไหล
- คีบสายดิน (Grounding) เข้ากับตัวถังรถเพื่อป้องกันไฟฟ้าสถิต
- ในการขนถ่ายทุกครั้งต้องต่อสายท่ออ่อน (Flexible Hose) เข้ากับจุดต่อรับสารของรถ เมื่อต่อสายท่ออ่อนเรียบร้อยแล้ว ให้นำภาชนะมารองไว้ใต้จุดต่อเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้เบนซีนรั่วหกลงพื้นที่จุดต่อรับสาร
- ทำการทดสอบการรั่วไหล (Leak Test) ที่จุดต่อสาย เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้มีเบนซีนหกรั่วไหล
- ต่อสายไอย้อนกลับ (Vapor Return Line) ของถังเก็บเข้ากับจุดต่อไอย้อนกลับ (Vapor Return) ของรถเพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้ไอระเหยของเบนซีนรั่วไหลออกสู่บรรยากาศ
- เปิดวาล์วเพื่อทำการขนถ่ายเบนซีน
- สังเกตที่สายท่ออ่อนว่ามีการรั่วไหลของเบนซีนหรือไม่ ถ้ามี ให้หยุดขนถ่าย เพื่อทำการแก้ไขจุดรั่ว จากนั้นจึงเริ่มขนถ่ายต่อให้ครบตามปริมาณ
- เมื่อการขนถ่ายเสร็จสิ้น ถอดสายท่ออ่อนที่ขนถ่ายสารและที่สายไอย้อนกลับโดยขณะที่ถอดควรนำภาชนะมารองรับเบนซีนที่อาจหกรั่วไหล
- เก็บอุปกรณ์ต่างๆ เข้าที่เดิม ส่วนเบนซีนในภาชนะที่รองรับให้นำไปดำเนินการตามวิธีการจัดการของเสียปนเปื้อนเบนซีนต่อไป

7.2.2 การขนถ่ายจากถังเก็บขนาดใหญ่สู่ภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร

- ควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศจำนวนที่เพียงพอ เพื่อส่งสัญญาณเตือนเมื่อความเข้มข้นของเบนซีนที่รั่วไหลออกสู่บรรยากาศเกินจากเกณฑ์ที่กำหนด และต้องมีการสอบเทียบ (Calibration) อุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศตามระยะเวลาที่กำหนด
- ปั๊มและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขนถ่ายเบนซีน ต้องมีการต่อสายดินและเป็นชนิดทนการระเบิด
- ตรวจสอบสภาพภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร ทั้งภายในและภายนอกให้พร้อมทำการบรรจุเบนซีน
- ควรเปิดเครื่องดูดอากาศ (Fan) เพื่อดูดไอเบนซีนเข้าสู่ระบบบำบัดอากาศ และให้แขวนป้ายเตือน "กำลังขนถ่ายสารเคมี ห้ามเข้ามาในบริเวณนี้" ก่อนทำการขนถ่ายเบนซีน
- เตรียมวัสดุดูดซับไว้เพื่อดูดซับเบนซีน เมื่อเกิดการหกรั่วไหลขณะทำการขนถ่ายเบนซีน
- ติดตั้งถังดับเพลิงที่เหมาะสมในจำนวนที่เพียงพอ ไว้ในพื้นที่ที่ทำการขนถ่ายเบนซีน
- ให้มีการต่อสายดิน เครื่องจักรอุปกรณ์และต่อฝาก ขณะทำการขนถ่ายเบนซีนจากภาชนะบรรจุ
- ขณะขนถ่ายและต้องเคลื่อนย้ายภาชนะ ให้ใช้ถาดรองที่ท่อขนถ่าย เพื่อรองรับส่วนรั่วหกของเบนซีน
- เมื่อขนถ่ายเสร็จ ต้องปิดฝาภาชนะบรรจุให้แน่น
- ติดฉลาก หรือข้อมูลความปลอดภัยฉบับย่อของเบนซีนที่ภาชนะบรรจุ หากมีถังเปล่าให้นำไปจัดเก็บในพื้นที่ที่กำหนด
- ผู้ปฏิบัติงานที่ทำการขนถ่ายเบนซีนต้องได้รับการอบรมความรู้ในการขนถ่ายอย่างปลอดภัยและมีประสบการณ์ในการทำงาน
- ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลขณะที่ทำการขนถ่าย เช่น อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทที่ทำให้อากาศสะอาด แว่นครอบตากันสารเคมี เป็นต้น
- ควรติดตั้งอ่างล้างตาฉุกเฉินและฝักบัวฉุกเฉินในบริเวณพื้นที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถเข้าถึงได้สะดวก รวดเร็ว ในกรณีที่มีการสัมผัสเบนซีน

7.2.3 การขนถ่ายจากภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตรนำไปใช้งาน

- ปั๊มและอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ ต้องมีการต่อสายดินและเป็นชนิดทนการระเบิด
- ปั๊มสำหรับดูดเบนซีนควรปรับให้ความเร็วของการไหลไม่เกิน 2 เมตร/วินาที
- ต่อสายดินเครื่องจักรและอุปกรณ์และต่อฝาก ขณะทำการขนถ่ายเบนซีนจากภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตรเพื่อนำไปใช้งาน เพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตสะสม ดังรูปที่ 7-4
- เมื่อทำการต่อสายดินและทำการต่อฝากเรียบร้อยแล้ว จึงทำการเปิดวาล์ว หรือปั๊มเพื่อทำการขนถ่ายเบนซีนลงสู่ภาชนะ
- เตรียมวัสดุดูดซับไว้เพื่อดูดซับเบนซีน เมื่อเกิดการหกรั่วไหลขณะทำการขนถ่ายเบนซีน
- ติดตั้งถังดับเพลิงที่เหมาะสมในจำนวนที่เพียงพอ ไว้ในพื้นที่ที่ทำการขนถ่ายเบนซีน
- ผู้ปฏิบัติงานที่ทำการขนถ่ายเบนซีนต้องได้รับการอบรมความรู้ในการขนถ่ายอย่างปลอดภัย และมีประสบการณ์ในการทำงาน
- ผู้ปฏิบัติงานต้องสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลขณะที่ทำการขนถ่าย เช่น อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทที่ทำให้อากาศสะอาด แว่นครอบตากันสารเคมี เป็นต้น



รูปที่ 7-4 การต่อสายดินและการต่อฝากของภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตรและถังแบ่งบรรจุ

การแบ่งบรรจุใส่ภาชนะบรรจุขนาดเล็กเพื่อนำไปใช้งาน

ในกรณีต้องการแบ่งบรรจุเบนซีนใส่ภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (น้อยกว่า 200 ลิตร) เพื่อการใช้งาน ให้ใช้ภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกที่ได้มาตรฐาน[1] เช่น โพลีเอทิลีน(Polyethylene; PE) เป็นต้น ปริมาตรสูงสุดไม่เกิน 3.78 ลิตร (1 แกลลอน) หรือใส่ถังโลหะขนาดเล็กหรือกระป๋องบรรจุมาตรฐานปริมาตรสูงสุดไม่เกิน 18.9 ลิตร (5 แกลลอน) โดยผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการอบรมการปฏิบัติงานกับเบนซีนอย่างปลอดภัยและสวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตลอดเวลาที่มีการใช้เบนซีน

7.3 ข้อปฏิบัติการจัดเก็บอย่างปลอดภัย

7.3.1 การจัดเก็บในถังเก็บขนาดใหญ่

- ต้องสร้างเขื่อนกั้นที่สามารถกักเก็บเบนซีนได้ทั้งหมด เว้นแต่ที่มีถังเก็บมากกว่าหนึ่งถังให้สร้างเขื่อนกั้นที่สามารถจัดเก็บได้เท่ากับปริมาตรถังเก็บขนาดใหญ่ที่สุด หรือให้สามารถรับสารเท่ากับปริมาตรความจุของถังเก็บขนาดใหญ่ที่สุด และเพิ่มอีก 10% ของปริมาตรถังอื่นที่อยู่ในขอบเขื่อนเดียวกันดังรูปที่ 7-5
- เขื่อนสร้างจากคอนกรีตที่มีตัวอุดกันรั่วที่ประกอบด้วยสารอีพอกซีฟีโนลิก ซึ่งสามารถป้องกันการรั่วไหลได้

รูปที่ 7-5 ถังเก็บเบนซีนขนาดใหญ่

[1] *Chemical Storage Guidelines: In Relation to New York State Fire Code Requirements, USA.*

- สิ่งสกปรกที่อยู่ในเขื่อนต้องถูกสูบ หรือจัดเก็บไปยังระบบบำบัดและฟื้นฟูที่เหมาะสม
- ต้องไม่มีวัสดุที่ติดไฟได้วางอยู่ภายในเขื่อนหรือวางติดผนังเขื่อน
- จัดเก็บเบนซีน ณ อุณหภูมิบรรยากาศ (Ambient Temperature) โดยต้องควบคุมความดันภายในถังมากกว่าความดันบรรยากาศ 10 มิลลิเมตรปรอท
- พื้นที่ตั้งถังเก็บต้องสะดวกต่อการทำงานภาวะปกติ และเหตุฉุกเฉิน
- ถังเก็บจะต้องวางไว้ในที่ห่างจากแหล่งที่เกิดประกายไฟ หรือที่มีความร้อน
- ระบบการระบายน้ำออกจากเขื่อนต้องมีวาล์วภายนอกผนังเขื่อน และวาล์วเหล่านี้ต้องถูกปิดอยู่ตลอดเวลา ยกเว้นในกรณีที่ทำการกำจัดหรือการระบายเบนซีนที่หกรั่วไหลออก
- มีระบบฉีดน้ำอัตโนมัติรอบถังเก็บ และมีขีดความสามารถในการฉีดพ่นน้ำที่เพียงพอเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้เพื่อลดอุณหภูมิของถัง
- มีระบบฉีดโฟมอัตโนมัติภายในถังเมื่อเกิดเหตุเพลิงไหม้
- ในการออกแบบถังเก็บเบนซีนควรมีระบบป้องกันฟ้าผ่า
- ลานถังเก็บควรเป็นพื้นที่โล่งแจ้ง เมื่อมีการรั่วเกิดขึ้นจะสามารถตรวจสอบได้ง่ายและไอระเหยของเบนซีนจะเจือจางได้เร็ว
- ต้องมีการติดตั้งหัวจ่ายน้ำดับเพลิง (Fire Hydrant) โดยรอบถังเก็บและมีขีดความสามารถในการฉีดพ่นน้ำเพียงพอ เพื่อหล่อเย็นถังในกรณีฉุกเฉิน
- พื้นที่ตั้งถังเก็บควรยกพื้นและ/หรือมีร่องระบายเบนซีนออกไปยังบ่อกักเก็บ (Sump Tank)
- ควรติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศบริเวณถังเก็บในจำนวนที่เพียงพอ เพื่อส่งสัญญาณเตือนเมื่อความเข้มข้นของเบนซีนที่รั่วไหลออกสู่บรรยากาศเกินจากเกณฑ์ที่กำหนด และต้องมีการสอบเทียบ (Calibration) อุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศ ตามระยะเวลาที่กำหนด

7.3.2 การจัดเก็บภาชนะบรรจุขนาด 200 ลิตร

ต้องจัดสถานที่จัดเก็บและวิธีการจัดเก็บตามคู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตรายของกรมโรงงานอุตสาหกรรม ดังนี้

- จัดเก็บในที่ในร่ม แห้ง และมีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เพื่อป้องกันการสะสมของไอระเหยของเบนซีน
- บริเวณที่เก็บต้องเป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีหลังคาและมีวัสดุดูดซับ เช่น โพลีโพรไพลีนไฟเบอร์ เป็นต้น เตรียมพร้อมเมื่อเกิดการรั่วไหลของเบนซีน
- ต้องจัดวางอยู่ไกลจากแหล่งเกิดประกายไฟและความร้อน
- ต้องมีถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง โฟม หรือคาร์บอนไดออกไซด์ให้เพียงพอตามที่กฎหมายกำหนด
- ไม่อนุญาตให้ผู้ที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าสถานที่จัดเก็บ

7.3.3 การจัดเก็บในคลังสินค้า

ให้ปฏิบัติตามประกาศกรมโรงงานอุตสาหกรรม เรื่อง คู่มือการเก็บรักษาสารเคมีและวัตถุอันตราย พ.ศ. 2550 ซึ่งการจัดเก็บเบนซีนกำหนดเป็นการจัดเก็บประเภท 3A ให้มีข้อกำหนดพิเศษ ตามภาคผนวก ก และ เงื่อนไขการจัดเก็บตามภาคผนวก ข สรุปได้ดังนี้

1. ห้ามจัดเก็บร่วมกับสารเคมีประเภทวัตถุระเบิด (1) ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลายภายใต้ความดัน (2A) ของแข็งไวไฟ (4.1 A,B) สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง (4.2) สารที่ให้ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ (4.3) สารออกซิไดซ์ (5.1 A,B,C) สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (5.2) สารไม่ติดไฟที่มีสมบัติความเป็นพิษ (6.1B) สารติดเชื้อ (6.2)
2. จัดเก็บร่วมกับสารเคมีต่อไปนี้แบบคละได้แต่มีเงื่อนไข (รายละเอียดดูในภาคผนวก ข) ได้แก่ ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) (2B) ของเหลวไวไฟ (3A) วัสดุกัมมันตรังสี (7) สารติดไฟที่มีสมบัติกัดกร่อน (8A) สารไม่ติดไฟที่มีสมบัติกัดกร่อน (8B) ของแข็งติดไฟ (11)
3. จัดเก็บร่วมกับสารเคมีต่อไปนี้แบบคละได้ ได้แก่ ของเหลวไวไฟ (3B) สารติดไฟที่มีสมบัติความเป็นพิษ (6.1A) ของเหลวติดไฟ (10) ของเหลวไม่ติดไฟ (12) ของแข็งไม่ติดไฟ (13)

บทที่ 8
การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล

8.1 การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในกรณีปกติ

รายการ	อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานตามปกติ	
1. การป้องกันศีรษะ	หมวกนิรภัย (Safety Helmet) เพื่อป้องกันวัสดุหล่นใส่ศีรษะ และป้องกันศีรษะกระแทกกับอุปกรณ์ในโรงงาน	
2. การป้องกันทางเดินหายใจ	อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด (Air-Purifying Respirator) ชนิดครอบหน้าแบบครอบครึ่งใบหน้า พร้อมตัวกรองแบบตลับบรรจุคาร์บอนที่ใช้ดูดซับไอระเหยของสารอินทรีย์ ควรเปลี่ยนตัวกรองใหม่ตามระยะเวลาที่กำหนด หรือพิจารณาตามความถี่ของการใช้งาน	 
3. การป้องกันดวงตา	แว่นครอบตากันสารเคมี (Goggles) เพื่อป้องกันไอระเหยของสารเคมีเข้าตา หรืออาจใช้กระบังหน้า (Face Shield) ตามความเหมาะสม	 
4. การป้องกันมือ	ถุงมือทำจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl alcohol) เทฟลอน (Teflon) ยางบิลทิล (Butyl Rubber) เอทิลไวนิลแอลกอฮอล์ (Ethyl vinyl alcohol; EVA) ห้ามใช้ถุงมือที่ทำด้วยนีโอพรีน (Neoprene) ยางเทียมไนไตรล์ (Nitrile)	

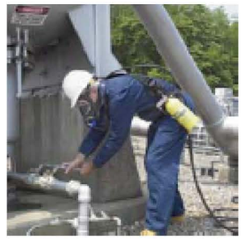
รายการ	อุปกรณ์ในการปฏิบัติงานตามปกติ	
5. การป้องกันเท้า	รองเท้านิรภัยป้องกันสารเคมี และไฟฟ้าสถิต (วัสดุทำจากพีวีซี)	
6. การป้องกันร่างกาย	ชุดป้องกันสารเคมี (สารอินทรีย์และอนินทรีย์) ป้องกันการกระเซ็น หกรดของของเหลว วัสดุผลิตจากยาง ยางสังเคราะห์หรือไวนิล ตามมาตรฐาน Level D (รายละเอียดดูในภาคผนวก ค) ในสภาพการทำงานปกติ	

8.2 การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในกรณีฉุกเฉิน[1]

ในกรณีฉุกเฉินอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลประเภทอื่นๆ ให้ใช้เหมือนกรณีปกติ แต่มีอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจพิเศษตามปริมาณความเข้มข้นของเบนซีนให้ใช้ตามตารางดังนี้

ความเข้มข้นของสารในอากาศ	ประเภทอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ	ตัวอย่างอุปกรณ์
สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 10 ppm	1. (APF = 10) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด (Air-Purifying Respirator) มีที่ครอบหน้าแบบครอบครึ่งใบหน้าและใช้ตัวกรองแบบตลับ (Cartridge) ประเภทที่เหมาะสมกับไอระเหยสารอินทรีย์	

[1] *OSHA, OSHA Respirator Requirements for Selected Chemicals, Available from: http://www.cdc.gov/niosh/npg/ nengapdx.html#e*

ความเข้มข้นของสารในอากาศ	ประเภทอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ	ตัวอย่างอุปกรณ์
สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 50 ppm	1. (APF = 50) อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจซึ่งใช้ตัวกรองแบบตลับ (Cartridge) ที่มีที่ครอบหน้ากากแบบครอบเต็มใบหน้าและใช้ตัวกรองแบบตลับ (Cartridge) ประเภทที่เหมาะสมกับไอระเหยสารอินทรีย์	
	2. (APF = 50) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทจัดส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Air Supplying Respirator) พร้อมที่ครอบหน้าแบบครอบเต็มใบหน้าแบบรัดแน่น และมีการทำงานของอัตราการไหลของอากาศแบบต่อเนื่อง	
สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 100 ppm	(APF = 25) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด (Air - Purifying Respirator) และใช้ตัวกรองแบบตลับ (Cartridge) ประเภทที่เหมาะสมกับไอระเหยสารอินทรีย์	
สารที่ช่วงความเข้มข้นไม่เกิน 1,000 ppm	(APF = 10,000) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทจัดส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Air Supplying Respirator) พร้อมที่ครอบหน้าแบบครอบเต็มใบหน้าที่มีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (Pressure-Demand / Positive Pressure Mode)	

ความเข้มข้นของสารในอากาศ	ประเภทอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ	ตัวอย่างอุปกรณ์
สารที่ช่วงความเข้มข้นเกิน 1,000 ppm หรือไม่ทราบค่า	**เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง** 1. (APF. = 10,000) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (Self-Contained Breathing Apparatus; SCBA) พร้อมที่ครอบหน้าแบบครอบเต็มใบหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก	
	2. (APF. = 10,000) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภทจัดส่งอากาศสำหรับการหายใจ (Air Supplying Respirator) มีที่ครอบหน้าแบบครอบเต็มใบหน้า ซึ่งมีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก หรือแบบที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดมีถังอากาศในตัว และแบบความดันภายในเป็นบวก (Combination with an Auxiliary Self-Contained Positive-Pressure Breathing Apparatus)	
ในกรณีการหลบหนีออกจากสถานการณ์ฉุกเฉิน	**เลือกใช้อย่างใดอย่างหนึ่ง** 1. (APF = 25) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด (Air - Purifying Respirator) และใช้ตัวกรองแบบตลับ (Cartridge) ประเภทที่เหมาะสมกับไอระเหยสารอินทรีย์	
	2. (APF. = 50) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด (Air - Purifying Respirator) พร้อมที่ครอบหน้าแบบครอบเต็มใบหน้า	

ความเข้มข้นของสารในอากาศ	ประเภทอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ	ตัวอย่างอุปกรณ์
ในกรณีผจญเพลิง	1. (APF. = 10,000) ให้ใช้อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (Self-Contained Breathing Apparatus; SCBA) พร้อมที่ครอบหน้าแบบครอบเต็มใบหน้ามีการทำงานแบบความดันภายในเป็นบวก (Pressure-Demand / Positive Pressure Mode)	

บทที่ 9
การระงับเหตุฉุกเฉิน

เบนซีนจัดเป็นของเหลวไวไฟสูง มีพิษ ลุกติดไฟได้ง่ายเมื่อได้รับความร้อน ประกายไฟ หรือเปลวไฟ ไอระเหยจะหนักกว่าอากาศ ถ้ามีการหกรั่วไหลจะกระจายไปตามพื้น และสะสมอยู่ในที่ต่ำๆ หรือบริเวณที่อับอากาศ เช่น ท่อระบายน้ำ ชั้นใต้ดินหรือถังเก็บ รวมทั้งไอระเหยอาจเคลื่อนที่ไปยังแหล่งกำเนิดหากติดไฟจะลุกติดไฟย้อนกลับไปยังต้นกำเนิดได้ ภาชนะบรรจุอาจระเบิดเมื่อได้รับความร้อน

อันตรายของเบนซีนเมื่อสูดดมเข้าไปจะมีผลกดการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ง่วงซึม ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เกิดภาวะการทำงานไม่ประสานกัน มึนงง และทำให้หมดสติได้ ดังนั้นการระงับเหตุฉุกเฉินต้องดำเนินการอย่างระมัดระวัง ซึ่งวิธีการระงับเหตุฉุกเฉินนี้อ้างอิงจากมาตรฐาน North American Emergency Response Guidebook[1] ตามข้อกำหนดย่อย 130 ได้กำหนดวิธีการระงับเหตุฉุกเฉินไว้ดังนี้

อุปกรณ์สำหรับระงับเหตุฉุกเฉินเพลิงไหม้

ชุดฉีดโฟมดับเพลิง (Foam Monitor)

ถังดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง (ซ้าย) และ ชนิดคาร์บอนไดออกไซด์ (ขวา)

[1] *North American Emergency Response Guidebook http://www.apps.tc.gc.ca/saf-sec-sur/3/erg-gmu/erg/guidepage.aspx?guide=130 , Canada.*

	
ผ้าห่มคลุมไฟ (Fire Blanket) ทำจากวัสดุทนไฟ ได้มาตรฐาน BS 7944 : 1999 ใช้สำหรับปิดคลุมร่างกายผู้ที่ถูกไฟไหม้	อุปกรณ์ชุดน้ำดับเพลิง ประกอบด้วย หัวฉีดน้ำดับเพลิงและสายดับเพลิง

9.1 กรณีเกิดเพลิงไหม้

เมื่อเกิดเพลิงไหม้ถังเก็บ ให้ปิดกั้นบริเวณที่เกิดเหตุและอพยพผู้คนห่างออกไปในระยะ 800 เมตร โดยรอบ เมื่อเบนซีนไหม้ไฟจะทำให้เกิดก๊าซระคายเคือง กัดกร่อนและเป็นพิษ

9.1.1 กรณีเพลิงไหม้เล็กน้อย

- ใช้ผงเคมีแห้ง คาร์บอนไดออกไซด์ โฟม (Regular Foam) หรือฉีดน้ำเป็นฝอย

9.1.2 กรณีเพลิงไหม้รุนแรง

- ใช้โฟมดับ หรือฉีดน้ำเป็นฝอย
- ห้ามใช้น้ำฉีดโดยตรง เนื่องจากจะทำให้เกิดการกระจายตัวของเพลิงมากขึ้น
- หากกระทำได้ให้เคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุที่ยังไม่เสียหายออกจากบริเวณที่เกิดเพลิงไหม้
- ให้รายงานและแจ้งเหตุต่อผู้บังคับบัญชาและเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยประจำโรงงานและปฏิบัติตามแผนตอบโต้สถานการณ์ฉุกเฉินตามลำดับขั้น
- แจ้งเหตุการณ์เกิดเพลิงไหม้ไปยังโรงงานข้างเคียง เพื่อป้องกันเหตุหรือผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นจากเพลิงไหม้
- ในกรณีที่ยังไม่สามารถควบคุมเพลิงได้ ให้ติดต่อประสานงานกับหน่วยงานภายนอก เช่น สำนักงานป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยจังหวัด เป็นต้น เพื่อขอความช่วยเหลือในการควบคุมสถานการณ์

9.1.3 กรณีเพลิงไหม้ถังเก็บหรือรถขนส่ง

- ให้ดับเพลิงในระยะไกลที่สุด หรือใช้สายฉีดน้ำชนิดที่ไม่ต้องใช้คนถือหรือหัวฉีดที่มีระบบควบคุม ถ้าดับไม่ได้ให้ออกไปจากพื้นที่ในระยะปลอดภัย
- ฉีดน้ำปริมาณมากๆ เพื่อหล่อเย็นถังเก็บและภาชนะบรรจุจนกว่าเพลิงจะสงบ
- ถ้าได้ยินเสียงจากอุปกรณ์นิรภัยระบายไอ หรือเมื่อถังเก็บและภาชนะบรรจุเปลี่ยนสีให้ออกไปจากบริเวณนั้นทันที

- ห้ามยืนอยู่บริเวณหัวหรือท้ายถังเก็บและภาชนะบรรจุ
- ให้อยู่ห่างจากถังเก็บขณะเกิดเพลิงไหม้เสมอ
- ให้มีการวางถุงทรายหรือวัสดุปิดกั้น ป้องกันไม่ให้สารเคมีรั่วไหลลงสู่สิ่งแวดล้อม
- เมื่อระงับเหตุได้แล้ว ควรมีการตรวจวัดไอระเหยของเบนซีน

9.2 กรณีสารเคมีหกรั่วไหล

- กั้นเขตบริเวณที่มีการหกรั่วไหลโดยรอบไม่น้อยกว่า 50 เมตรทันที เพื่อความปลอดภัยต่อสาธารณะและชุมชน
- ให้กำจัดแหล่งที่ก่อให้เกิดการลุกไหม้ เช่น ประกายไฟ เปลวไฟ เป็นต้น
- ผู้ที่เข้าระงับเหตุฉุกเฉินให้สวมอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล ตามรายละเอียดในบทที่ 8
- ให้อยู่เหนือลมอย่าอยู่ในที่ต่ำ และให้บุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากบริเวณที่มีการหกรั่วไหล
- หากบริเวณที่เบนซีนหกรั่วไหลเป็นที่อับอากาศ ให้ระบายอากาศออกก่อนเข้าไปในบริเวณดังกล่าว
- ให้หยุดการรั่วไหลของเบนซีน ถ้าสามารถทำได้อย่างปลอดภัยโดยไม่เสี่ยงอันตราย
- ใช้วัสดุดูดซับ ทุ่นหรือบูม ล้อมรอบบริเวณที่หกรั่วไหลเพื่อป้องกันการแพร่กระจายของเบนซีน
- ใช้น้ำฉีดเป็นฝอย เพื่อลดการเกิดไอระเหย หรือทำให้ไอไม่กระจายตัว
- ห้ามแตะต้องหรือเดินย่ำไปบนบริเวณที่มีการหกรั่วไหล
- ให้ดูดซับส่วนที่หกรั่วไหลด้วยดิน ทราย หรือวัสดุดูดซับอื่นที่ไม่สามารถลุกติดไฟได้ เช่น โพลีโพรไพลีนไฟเบอร์ เป็นต้น และเก็บใส่ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมเพื่อนำไปกำจัด
- เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมดต้องมีการต่อสายดินและต้องไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ
- การทำความสะอาดอย่าสัมผัสกับเบนซีนที่หกรั่วไหลโดยตรง
- ป้องกันไม่ให้เบนซีนที่หกรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำ ท่อระบายน้ำ ชั้นใต้ดิน หรือบริเวณที่อับอากาศ
- ไอระเหยจากน้ำชะล้างอาจทำให้เกิดการระเบิดได้ทั้งภายในอาคาร ภายนอกอาคารและในท่อระบายน้ำ จึงต้องกักเก็บน้ำชะล้างไว้และนำไปบำบัดด้วยวิธีที่ถูกต้อง
- วัสดุดูดซับเบนซีนที่เปรอะเปื้อนจะต้องได้รับการกำจัดเช่นเดียวกับของเสีย และการกำจัดให้ปฏิบัติตามที่กฎหมายกำหนด
- กรณีที่รั่วไหลรุนแรงมากจนไม่สามารถระงับเหตุฉุกเฉินได้ภายในองค์กร ให้ทำการติดต่อหน่วยฉุกเฉิน และหน่วยบริการดับเพลิง
- ล้างทำความสะอาดบริเวณที่ปนเปื้อนเบนซีนหกรั่วไหล หลังจากที่เก็บกวาดเรียบร้อยแล้ว
- การกำจัดให้ปฏิบัติตามกฎหมายกำหนด รายละเอียดในบทที่ 10

อุปกรณ์สำหรับการระงับและจัดการกรณีสารเคมีหกรั่วไหล

 เขื่อนคอนกรีตล้อมรอบถังเก็บขนาดใหญ่เพื่อป้องกันการกระจายของสารเคมีที่หกรั่วไหล	  ชุดรถเข็นอุปกรณ์ระงับเหตุสารเคมีหกรั่วไหลสำหรับในพื้นที่ เพื่อโต้ตอบเหตุฉุกเฉินได้อย่างรวดเร็ว	  ทุ่นหรือบูมป้องกันการกระจายของสารเคมีที่หกรั่วไหล
 วัสดุดูดซับ เช่น โพลีโพรไพลีนไฟเบอร์ เป็นต้น ใช้สำหรับกรณีเกิดการหกรั่วไหลของสารเคมี	 ชุดป้องกันไอระเหยของสารเคมี (Vapour-tight Chemical Protective Clothing) ใช้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีสารเคมีรั่วไหลจำนวนมาก ตามมาตรฐาน Level A (รายละเอียดดูในภาคผนวก ค)	 อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (Self-Contained Breathing Apparatus, SCBA) ใช้ในกรณีเกิดการรั่วไหลจำนวนมาก แต่ไม่สัมผัสสารเคมี ตามมาตรฐาน Level C (รายละเอียดดูในภาคผนวก ค)

9.3 กรณีเกิดระเบิด

ในกรณีเกิดเหตุระเบิด หากเหตุการณ์ยังไม่สงบให้ปฏิบัติตามแผนฉุกเฉินขององค์กรที่กำหนดไว้ ภายหลังจากเกิดเหตุการณ์ระเบิดต้องมีการดำเนินการ เพื่อลดความสูญเสีย และป้องกันการเกิดเหตุซ้ำ[1,2,3] ดังนี้

- ประสานงานกับหน่วยงานของรัฐ เช่น หน่วยงานวิศวกรรมโยธา ผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น เพื่อทำการสำรวจความเสียหาย เช่น โครงสร้างอาคาร เครื่องจักร เป็นต้น
- ให้เจ้าหน้าที่ทุกฝ่ายรายงานผลและความเสียหายที่เกิดขึ้น และกำหนดจุดนัดพบของบุคลากรเพื่อรอรับคำสั่ง เพื่อประเมินความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมด
- ทีมช่วยเหลือเข้าให้การช่วยชีวิต ค้นหาผู้ที่สูญหายและผู้เสียชีวิต
- เคลื่อนย้ายผู้ประสบภัยออกจากบริเวณที่เกิดเหตุ กรณีที่มีผู้บาดเจ็บให้ทำการปฐมพยาบาลและนำส่งแพทย์
- สรุปผลประเมินความเสียหายและผลการปฏิบัติงาน
- ดำเนินการจัดการของเสียที่ปนเปื้อนเบนซีน ที่เกิดจากการรั่วไหลหรือการระงับเหตุฉุกเฉินอย่างถูกต้องตามหลักวิชาการ
- ปรับปรุงแก้ไขโรงงานตามสภาพความเสียหายที่เกิดขึ้นจากอุบัติเหตุให้กลับคืนสู่สภาพเดิมโดยเร็ว

9.4 การปฐมพยาบาลเบื้องต้น

- นำผู้ประสบอันตรายไปยังที่มีอากาศบริสุทธิ์
- ให้ใช้เครื่องช่วยหายใจถ้าผู้ประสบอันตรายหยุดหายใจ
- ห้ามใช้วิธีผายปอดโดยวิธีเป่าปาก ถ้าผู้ประสบอันตรายกลืนกินหรือหายใจเอาเบนซีนเข้าไป ให้ใช้วิธีผายปอดแบบอื่น หรืออุปกรณ์ช่วยหายใจทางการแพทย์ที่เหมาะสม ถ้าหายใจลำบากให้ใช้เครื่องให้ออกซิเจนช่วย
- ถอดเสื้อผ้าและรองเท้าที่เปื้อนเบนซีนออกทันที ในกรณีที่สัมผัสกับเบนซีนให้ล้างออกด้วยน้ำหรือเมื่อเข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำที่ไหลผ่านอย่างน้อย 15-20 นาที
- รักษาร่างกายของผู้ประสบอันตรายให้อบอุ่น และนำส่งแพทย์
- ผู้ปฐมพยาบาลต้องมีความรู้และเข้าใจเกี่ยวกับเบนซีน
- ผลของการได้รับเบนซีน (ทางการหายใจ ทางกลืนกินหรือสัมผัสทางผิวหนัง) บางครั้งจะปรากฏอาการเมื่อทิ้งระยะเวลานานพอสมควร

---

[1] *OSHA :Regulations (Standards - 29 CFR) Emergency action plans. - 1910.38*

[2] *http://www.doh.wa.gov/ehp/rp/air/prf-rpt.pdf*

[3] *Jeanne Mager Stellman, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, International Labour Office*

อุปกรณ์เพื่อช่วยเหลือหรือสนับสนุนสำหรับการปฐมพยาบาล

		
เครื่องช่วยหายใจใช้ในกรณีผู้ป่วยหยุดหายใจ	กระดานรองหลัง(Spine Board) ใช้ในกรณีขนย้ายผู้ป่วยออกจากจุดเกิดเหตุสำหรับผู้ป่วยที่ไม่รู้สึกตัว ควรทำด้วยวัสดุที่ไม่สามารถดูดซับสารเคมี	อุปกรณ์สำหรับชำระล้างร่างกายและดวงตาเมื่อสัมผัสสารเคมี

9.5 การดำเนินการภายหลังเกิดอุบัติเหตุ

- ทำการสอบสวนหาสาเหตุ ข้อผิดพลาดที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ
- ทบทวนมาตรการด้านความปลอดภัย และแผนการป้องกันเหตุฉุกเฉิน รวมทั้งประเมินการปฏิบัติงานของบุคลากรในการปฏิบัติตามแผนฉุกเฉิน
- จัดสรรงบประมาณและดำเนินการปรับปรุงซ่อมแซมอาคาร เครื่องจักร รวมทั้งบุคลากรเพื่อให้สามารถดำเนินงานได้ตามปกติ
- มีการติดตามและให้ความช่วยเหลือแก่ผู้ที่ได้รับบาดเจ็บ ให้มีสุขภาพแข็งแรงสามารถกลับมาปฏิบัติงานได้ตามปกติ

บทที่ 10
การจัดการกากของเสียปนเปื้อนเบนซีน

การจัดการกากของเสียที่ปนเปื้อนเบนซีน ต้องปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เนื่องจากกากของเสียเบนซีนมีสมบัติไวไฟ และเป็นพิษ ดังนั้นการจัดการกากของเสียจึงต้องเป็นไปตามหลักเกณฑ์และวิธีการที่กำหนดคือ การทำลายฤทธิ์ กำจัด ทิ้ง หรือฝังกากของเสีย ต้องได้รับความเห็นชอบจากอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือผู้ซึ่งอธิบดีกรมโรงงานอุตสาหกรรมมอบหมาย

10.1 การกำจัดเบนซีนจากกระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตที่มีการใช้เบนซีน จะทำให้เกิดมลพิษได้ทั้งสถานะไอ สถานะของเหลว ซึ่งสามารถจัดการตามสถานะของเสียได้ดังนี้

สถานะไอ :

ไอเสียของเบนซีนจะถูกกำจัดก่อนระบายออกสู่บรรยากาศ โดยผ่านระบบจัดการ คือ ระบบหล่อเย็น ซึ่งเป็นวิธีการทำให้ไอเบนซีนถูกควบแน่น ให้อยู่ในสถานะของเหลว แล้วจึงนำของเหลวนั้นมากำจัดตามวิธีที่เหมาะสม เช่น การบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge) เป็นต้น

ส่วนไอเสียที่เหลือจะถูกส่งเข้าหอเผา (Flare)

สถานะของเหลว :

ก. การกำจัดด้วยวิธีการ Stripping Treatment

ของเสียปนเปื้อนเบนซีนในสถานะของเหลวสามารถกำจัดด้วยวิธีการ Stripping Treatment ซึ่งเป็นเทคโนโลยีในการกำจัดสารที่เป็นสารอินทรีย์ระเหย (Volatile Organic Compounds) ในสภาพที่เป็นของเหลวที่เปลี่ยนเป็นสภาพของก๊าซหรือไอของสารเคมี แล้วจึงทำการควบแน่นให้เป็นของเหลวและแยกสารเคมีออกในถังบำบัด (Accumulator Tank)

ข. การกำจัดด้วยระบบบำบัดน้ำเสียแบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activated Sludge)

วิธีนี้เป็นวิธีบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีการทางชีววิทยา โดยใช้แบคทีเรียพวกที่ใช้ออกซิเจน (Aerobic Bacteria) เป็นตัวหลักในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ระบบแอกทิเวเต็ดสลัดจ์มีการพัฒนาใช้งานหลายรูปแบบ เช่น ระบบแบบกวนสมบูรณ์ (Completely Mix) กระบวนการปรับเสถียรสัมผัส (Contact Stabilization Process) ระบบคลองวนเวียน (Oxidation Ditch) หรือ ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเอสบีอาร์ (Sequencing Batch Reactor) เป็นต้น

ของเหลือ (Residue) ที่เกิดจากการบำบัดไอเสียหรือของเหลว ควรส่งกำจัดโดยการเตาในเตาเผาเฉพาะสำหรับของเสียอันตรายที่ได้รับอนุญาตจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม

10.2 การจัดการกากของเสียที่ปนเปื้อนเบนซีน[1]

10.2.1 ของเสียและขยะปนเปื้อนเบนซีน

วิธีการเผา (Incineration)[1] เป็นการรวบรวมของเสียและขยะปนเปื้อนเบนซีน แล้วนำมากำจัดด้วยวิธีการเผาในเตาเผาที่มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ เตาเผาต้องได้รับการออกแบบให้สามารถเผาขยะได้ทั้งของเหลว ของเหลวกึ่งของแข็ง และของแข็งในเตาเดียวกัน สามารถใช้กับสารไวไฟ และสารเคมีจากอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่นเตาเผาเฉพาะของเสียอันตรายที่เป็นเตาเผาแบบหมุนแนวนอน (Rotary Kiln) ขนาด 48 ตันต่อวัน เป็นเตาเผาอุณหภูมิสูงไม่น้อยกว่า 1,100 °C พร้อมระบบฟอกอากาศเสียที่ทันสมัยมีสมรรถนะสูง ควบคุมการทำงานทั้งหมดโดยระบบ PLC (Programmable Logic Controller)

ระบบหลักประกอบด้วย

- ระบบเตาเผาส่วนที่ 1 (Rotary Kiln) มีอุณหภูมิส่วนเผาประมาณ 900 °C เพื่อแยกของแข็งจากก๊าซที่มีมลสาร
- ระบบเตาเผาส่วนที่ 2 (Secondary Combustion System) มีอุณหภูมิสูงกว่า 1,100 °C ระยะเวลาการเผามากกว่า 2 วินาที และออกซิเจนส่วนเกินมากกว่า 3% เพื่อทำลายสารประกอบอินทรีย์อันตรายมากกว่า 99.99%
- หอลดอุณหภูมิอากาศ (Partial Quench Tower) ลดอุณหภูมิก๊าซจากระบบเตาเผาส่วนที่ 2 จากประมาณ 1,100 °C เหลือ 200 °C ภายใน 7 วินาที เพื่อป้องกันการเกิดไดออกซิน/ฟิวแรนส์ (Dioxins/Furans)
- ระบบฟอกอากาศเสียโดยสารเคมีและวัสดุเส้นใยกรองฝุ่น (Bag Filter and Dry Scrubber) ซึ่งมีระบบพ่นแคลเซียมไฮดรอกไซด์ (Calcium hydroxide) และถ่านกัมมันต์ (Activated Carbon) เข้าไปเคลือบบนถุงกรองเพื่อทำเสถียรกรดและจับโลหะหนัก
- ระบบฟอกอากาศเสียโดยโลหะเร่งปฏิกิริยา (Selective Catalytic Reduction; SCR) เป็นระบบทำเสถียรออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) โดยแอมโมเนียและโลหะเร่งปฏิกิริยาไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide)
- ระบบฟอกอากาศเสียโดยละอองน้ำ (Wet Scrubber) เพื่อจับมลสารที่อาจเหลือจากระบบอื่น
- ระบบตรวจวัดอากาศเสียแบบต่อเนื่อง (Continuous Emission Monitoring)
- ระบบควบคุม PLC พร้อม Computer

10.2.2 กากของเสียเบนซีนที่หมดอายุ

การจัดเก็บเบนซีนที่หมดอายุ หากมีการเก็บในภาชนะบรรจุของเสียไม่ควรมีการสะสมของเสียเกิน 90 วัน หากเกิน 90 วัน ต้องขออนุญาตขยายระยะเวลาในการจัดเก็บตามกฎหมาย

[1] *ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตรายจากอุตสาหกรรม พ.ศ. 2545*

10.2.3 การกำจัดภาชนะบรรจุเบนซีน[1]

ขั้นตอนการดำเนินการมีดังนี้ ถ่ายเบนซีนออกให้หมดจากภาชนะบรรจุ เมื่อถ่ายเบนซีนออกแล้วให้ระบายอากาศในที่ที่ปลอดภัยห่างไกลจากประกายไฟ ห้ามทำการเจาะ ตัด หรือเชื่อมถังที่ยังไม่ได้ทำความสะอาด เพราะหากมีสารตกค้างอาจก่อให้เกิดการระเบิดได้ หลังจากนั้นให้นำถังเปล่ามาบีบอัดด้วยเครื่องแล้วจึงนำไปฝังกลบ

[1] *U.S.EPA, Proposed Treatment Standards for Hazardous Wastes K179 and K180 , 2000,USA.*

บทที่ 11
มาตรการป้องกันอันตราย

11.1 มาตรการป้องกันอันตรายในการใช้งาน

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
อันตรายจากการสะสมของไอระเหย	- ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไอระเหยสารในอากาศเพื่อตรวจสอบการรั่วไหลของเบนซีนในพื้นที่ทำงาน - ปิดฝาภาชนะบรรจุเมื่อใช้งานเสร็จ
อันตรายจากการระเบิดลุกติดไฟ	- ห้ามทำให้เกิดประกายไฟ หรือเปลวไฟในบริเวณพื้นที่ทำงาน รวมทั้งกำจัดแหล่งกำเนิดความร้อนอื่นๆ ที่อยู่ในกระบวนการผลิต - เครื่องจักร อุปกรณ์ต้องมีการต่อสายดินและต่อฝาก - อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ต้องเป็นชนิดทนการระเบิด - ขณะใช้งานต้องเปิดระบบระบายอากาศเฉพาะที่เพื่อระบายไอ - หลีกเลี่ยงจากวัสดุที่เข้ากันไม่ได้และสภาวะที่ไม่เหมาะสม - จัดให้มีระบบป้องกันและควบคุมอัคคีภัย ได้แก่ ระบบน้ำดับเพลิง หัวฉีดน้ำดับเพลิง ระบบสเปรย์น้ำดับเพลิง ระบบสเปรย์โฟม อุปกรณ์ดับเพลิงชนิดมือถือ ระบบเตือนภัยฉุกเฉินในแต่ละจุดตามระยะที่กฎหมายกำหนด พร้อมติดป้ายเตือนอันตรายทุกจุด และมีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลในการระงับเหตุฉุกเฉิน
อันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน	- กำหนดมาตรฐาน ขั้นตอนการปฏิบัติงานกับเบนซีนอย่างปลอดภัย และมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอ - กำหนดให้มีการติดป้ายแสดงชนิด สมบัติ และวิธีการจัดการอย่างปลอดภัย - ผู้ปฏิบัติงานผ่านการอบรมความรู้เกี่ยวกับความเป็นพิษของเบนซีนทั้งด้านการสูดดม การกลืนกิน และการสัมผัส รวมถึงไอพิษจากการเผาไหม้ และการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงานและกรณีฉุกเฉิน - จัดหาและควบคุมให้มีการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตลอดเวลาปฏิบัติงาน

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
อันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน (ต่อ)	- ติดตั้งฝักบัวฉุกเฉินและอ่างล้างตาฉุกเฉินใกล้บริเวณปฏิบัติงาน - มีการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของเบนซีนในบรรยากาศสภาพแวดล้อมการทำงาน และควบคุมให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย - จัดเตรียมข้อมูลความปลอดภัย (SDS) ของเบนซีนไว้ในบริเวณที่ปฏิบัติงาน - จัดให้มีการระบายอากาศที่ดีในบริเวณที่มีการใช้งาน - มีการตรวจสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

11.2 มาตรการป้องกันอันตรายในการขนถ่าย

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
อันตรายจากการระเบิดลุกติดไฟ	- เครื่องจักร อุปกรณ์ต้องมีการต่อสายดินและต่อฝาก ขณะขนถ่าย - ปั๊มและอุปกรณ์ต่างๆ ต้องเป็นชนิดทนการระเบิด - หลีกเลี่ยงจากวัสดุที่เข้ากันไม่ได้และสภาวะที่ไม่เหมาะสม - ควรมีการติดตั้งอุปกรณ์ดับเพลิงในแต่ละจุดตามระยะที่กฎหมายกำหนด พร้อมติดป้ายเตือนอันตรายทุกจุด หรือมีหัวรับน้ำดับเพลิงพร้อมสัญญาณเตือนภัย
อันตรายต่อสุขภาพผู้ปฏิบัติงาน	- กำหนดมาตรฐาน ขั้นตอนการขนถ่ายอย่างปลอดภัย และมีการควบคุมให้ปฏิบัติอย่างต่อเนื่อง - ผู้ปฏิบัติงานผ่านการอบรมความรู้เกี่ยวกับความเป็นพิษของเบนซีนทั้งด้านการสูดดม การกลืนกิน และการสัมผัส รวมถึงไอพิษจากการเผาไหม้ และการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลขณะปฏิบัติงานและกรณีฉุกเฉิน - จัดหาและควบคุมให้มีการใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตลอดเวลาปฏิบัติงาน

11.3 มาตรการป้องกันอันตรายในการจัดเก็บ

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
อันตรายจากการระเบิด	- ตรวจสอบระบบต่อสายดินของถังเก็บอย่างสม่ำเสมอ - มีระบบระบายความดันออกจากถังเก็บ - มีระบบระบายเบนซีนออกจากถังเก็บ และขอบเขื่อนกั้น - ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศ เพื่อส่งสัญญาณเตือนเมื่อมีความเข้มข้นของเบนซีนที่รั่วไหลออกสู่บรรยากาศเกินจากเกณฑ์ที่กำหนด และต้องมีการสอบเทียบตามระยะเวลาที่กำหนด - ตรวจสอบถังดับเพลิงและอุปกรณ์เป็นระยะอย่างสม่ำเสมอเพื่อให้สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลา
อันตรายจากการเสื่อมสภาพของถัง	- ตรวจสอบสภาพถังและอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

11.4 มาตรการป้องกันอันตรายในการลำเลียงและการขนส่ง

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
อันตรายจากการลำเลียงทางท่อ	- อุปกรณ์และโครงสร้างต่างๆ ที่ใช้ในการลำเลียงต้องมีการตรวจสอบตามมาตรฐานของวิศวกรรมโยธา (Base Civil Engineer; BCE) มีการซ่อมบำรุงอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันการเกิดเหตุฉุกเฉิน
อันตรายจากการขนส่งทางถนน	- ปฏิบัติตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (Thai Provisions Volume II (TP-II) Concerning the Transport of Dangerous Goods by Road) และตาม TREM CARD
อันตรายจากการขนส่งทางทะเล	- ปฏิบัติตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศ The International Maritime Dangerous Goods(IMDG) Code
อันตรายจากการขนส่งทางอากาศ	- ปฏิบัติตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางอากาศของ IATA Dangerous Goods Regulations (IATA DGR)

11.5 มาตรการป้องกันอันตรายจากการจัดการกากของเสีย

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
อันตรายจากการทำปฏิกิริยารุนแรง	- ตรวจสอบการเก็บ คัดแยก ระหว่างเบนซีนกับกลุ่มสารที่เข้ากันไม่ได้
อันตรายจากการรั่วไหลของกากของเสีย	- ตรวจสอบการจัดเก็บกากให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ - แยกของเสียที่ปนเปื้อนเบนซีนเพื่อส่งไปกำจัด - มีการจัดทำแผนฉุกเฉิน

11.6 มาตรการป้องกันอันตรายทั่วไป

ความเป็นอันตราย	วิธีการป้องกันอันตราย
มาตรการอื่นๆ	- จัดให้มีอุปกรณ์สำหรับปฐมพยาบาลในบริเวณพื้นที่ทำงานและรถยนต์เพื่อใช้งานในกรณีฉุกเฉินตลอดเวลา - จัดให้มีการฝึกอบรมอาชีวอนามัยและความปลอดภัยแก่ผู้ปฏิบัติงาน - จัดให้มีการฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินไฟไหม้ ระเบิด สารเคมีหกรั่วไหล การอพยพ และอุบัติเหตุทางถนนอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง

บทที่ 12
การดำเนินการเกี่ยวกับวัตถุอันตราย

พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 แบ่งวัตถุอันตรายออกเป็น 4 ชนิด ตามความจำเป็นในการควบคุม เบนซีนเป็น**วัตถุอันตรายชนิดที่ 3** หน่วยงานที่รับผิดชอบคือ กรมโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งกำหนดให้การผลิต การนำเข้า การส่งออก การมีไว้ในครอบครอง[1] ต้องดำเนินการดังนี้

กิจกรรม	การปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการ		
นำเข้า	ขึ้นทะเบียน	ขออนุญาตนำเข้า	แจ้งข้อเท็จจริงตามแบบ วอ./อก.6
ผลิต	ขึ้นทะเบียน	ขออนุญาตผลิต	ไม่ต้องแจ้งข้อเท็จจริง
ครอบครอง	ไม่ต้องขึ้นทะเบียน	ขออนุญาตครอบครอง	ไม่ต้องแจ้งข้อเท็จจริง
ส่งออก	ไม่ต้องขึ้นทะเบียน	ขออนุญาตส่งออก	แจ้งข้อเท็จจริงตามแบบ วอ./อก.6

สิ่งที่ต้องดำเนินการตามกฎหมาย

การขึ้นทะเบียน

ขอขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายเมื่อผลิตหรือนำเข้าเบนซีน ตามแบบคำขอขึ้นทะเบียน วอ./อก. 1 ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญ และการต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ. 2552

การขออนุญาต

ต้องมีใบอนุญาตและได้รับการอนุญาตจากพนักงานเจ้าหน้าที่ก่อนจึงจะนำเข้าได้ ต้องดำเนินการในการขออนุญาตผลิต นำเข้า ส่งออก มีไว้ในครอบครอง โดยมีเอกสารคือ

- คำขออนุญาตนำเข้า ตามแบบ วอ./อก.3
- คำขออนุญาตผลิต ตามแบบ วอ./อก.1
- คำขออนุญาตมีไว้ในครอบครอง ตามแบบ วอ./อก.7
- คำขออนุญาตส่งออก ตามแบบ วอ./อก.5

[1] *การดำเนินการกับวัตถุอันตราย สำนักควบคุมวัตถุอันตราย กรมโรงงานอุตสาหกรรม http://www2.diw.go.th/ haz/ hazard/ Libary/ hazcert.htm*

การแจ้งข้อเท็จจริงตามแบบ วอ./อก.6

เมื่อนำเข้า ส่งออก ให้แจ้งข้อเท็จจริงเกี่ยวกับชื่อวัตถุอันตราย สูตรและอัตราส่วน ชื่อทางการค้า ชื่อสามัญหรือชื่อย่อ (ถ้ามี) ปริมาณ ภาชนะบรรจุ ชื่อผู้ผลิต ประเทศผู้ผลิต สถานที่เก็บรักษา ชื่อพาหนะ ด่านศุลกากรที่นำเข้าหรือส่งออก และกำหนดวันที่พาหนะจะมาถึง หรือออกจากด่านศุลกากรให้พนักงานเจ้าหน้าที่ทราบตามแบบ วอ./อก.6 ก่อนนำหรือส่งวัตถุอันตรายออกจากด่านศุลกากร ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การให้แจ้งข้อเท็จจริงของผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครอง ซึ่งวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ. 2547 โดยให้แจ้งที่กรมโรงงานอุตสาหกรรม หรือแจ้ง ณ สถานที่ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด หรือแจ้งผ่านระบบสัญญาณคอมพิวเตอร์เข้ากับระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ของกรมโรงงานอุตสาหกรรม

บทที่ 13
ข้อมูลความปลอดภัยและฉลากตามระบบ GHS

การจัดการสารเคมีตามระบบ GHS (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemical) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ข้อมูลความปลอดภัย (Safety Data Sheet : SDS) และฉลาก (Label)

13.1 ข้อมูลความปลอดภัย

ข้อมูลความปลอดภัยเป็นข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นอันตรายของเบนซีน ที่อาจส่งผลต่อความปลอดภัย สุขภาพอนามัยของบุคคลและสิ่งแวดล้อมที่ครอบคลุมถึงมาตรการด้านความปลอดภัยในการเก็บรักษา การใช้งานอย่างปลอดภัย การกำจัด และการขนส่งสารเคมี การปฏิบัติเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน และอุบัติเหตุ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้เบนซีน มีรายละเอียด ดังนี้

1. การบ่งชี้สารเดี่ยวหรือสารผสม และผู้ผลิต (Identification of the Substance or Mixture and of the Supplier)

ตัวบ่งชี้ผลิตภัณฑ์ :
หมายเลขผลิตภัณฑ์ : 417008051 (ข้อมูลสมมติ)
ชื่อผลิตภัณฑ์ : เบนซีน
การบ่งชี้ด้วยวิธีอื่น : CAS Number : 71-43-2
UN/ID NO : 1114
ข้อแนะนำในการใช้สารเคมีและข้อห้ามต่างๆ ในการใช้ : ขึ้นอยู่กับประเภทอุตสาหกรรมที่นำไปใช้งาน
รายละเอียดผู้จัดจำหน่าย :
บริษัท สารเคมี จำกัด (ข้อมูลสมมติ)
ที่อยู่ 123/123 ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 (ข้อมูลสมมติ)
โทรศัพท์ 02 222 2222 โทรสาร 02 333 3333 (ข้อมูลสมมติ)
หมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน : 02 444 4444 (ข้อมูลสมมติ)

2. การบ่งชี้ความเป็นอันตราย (Hazards Identification)

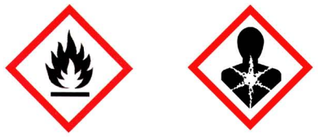
การจำแนกประเภทตามระบบ GHS

ของเหลวไวไฟ	กลุ่มที่ 2
ความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางปาก)	กลุ่มที่ 5
ความเป็นพิษเฉียบพลัน (ทางการหายใจ)	กลุ่มที่ 4

2. การบ่งชี้ความเป็นอันตราย (Hazards Identification) (ต่อ)

การระคายเคือง/กัดกร่อนผิวหนัง	กลุ่มที่ 2
การระคายเคืองดวงตา/ความเสียหายต่อดวงตา	กลุ่มที่ 2A
ความไวต่อผิวหนังและระบบทางเดินหายใจ (ผิวหนัง)	กลุ่มที่ 1
การก่อกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์	กลุ่มที่ 2
การก่อมะเร็ง	กลุ่มที่ 1
ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสครั้งเดียว (ระบบประสาท)	กลุ่มที่ 1
ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายอย่างเฉพาะเจาะจง - เมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ (ระบบประสาทและระบบหมุนเวียนโลหิต)	กลุ่มที่ 1
ความเป็นอันตรายจากการสำลัก	กลุ่มที่ 1
ความเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเฉียบพลัน	กลุ่มที่ 3
ความเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเรื้อรัง	กลุ่มที่ 3

องค์ประกอบของฉลาก



คำสัญญาณ อันตราย

ข้อความแสดงความเป็นอันตราย

ของเหลวและไอระเหยไวไฟสูง
อาจเป็นอันตรายเมื่อกลืนกินและผ่านเข้าไปทางช่องลม
เป็นอันตรายเมื่อหายใจเข้าไป
ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก อาจทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง
ระคายเคืองต่อดวงตาอย่างรุนแรง
มีข้อสงสัยว่าอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม
อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
ทำอันตรายต่อระบบประสาท และระบบหมุนเวียนโลหิตเมื่อรับสัมผัสเป็นเวลานาน หรือรับสัมผัสซ้ำ
เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและมีผลกระทบระยะยาว

3. องค์ประกอบและข้อมูลเกี่ยวกับส่วนผสม (Composition/ Information on Ingredients)

เอกลักษณ์ของสารเคมี :

ชื่อทางเคมี : เบนซีน
สูตรโมเลกุล : C_6H_6
น้ำหนักโมเลกุล : 78

ชื่อทั่วไป : Benzene

ชื่อเรียกอื่น : Phenyl hydride, Coal naphtha, Benzol, Benzolene, Bicarburet of hydrogen, Carbon oil, Mineral naphtha, Motor benzol, Nitration benzene, Pyrobenzol, Cyclohexatriene

หมายเลข CAS : 71-43-2 **หมายเลข EC :** 200-753-7

สารยับยั้งปฏิกิริยา : -

4. มาตรการปฐมพยาบาล (First-Aid Measures)

มาตรการที่จำเป็นตามลักษณะของการได้รับสาร

เมื่อสูดดม :	ให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจให้ผายปอด ถ้าหายใจติดขัดให้ออกซิเจนช่วย หากหัวใจของผู้ป่วยหยุดเต้นให้ทำการกระตุ้นหัวใจทันที (CPR) นำส่งไปพบแพทย์ทันที
เมื่อสัมผัสทางผิวหนัง :	ถ้าสัมผัสถูกผิวหนังให้ฉีดล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำสะอาดไหลผ่านเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือจนกว่าสารจะหมดไป พร้อมถอดเสื้อผ้าและรองเท้าที่ปนเปื้อนสารเคมีออก นำส่งไปพบแพทย์ทันที และให้ทิ้งเสื้อผ้า รองเท้า และเครื่องหนังที่เปรอะเปื้อน
เมื่อเข้าตา :	ให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดไหลผ่านเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือจนกว่าสารจะหมดไป โดยใช้นิ้วถ่างแยกเปลือกตาออก และให้น้ำไหลผ่าน ขณะทำการล้างให้ระวังอย่าให้น้ำจากการล้างตาไหลเข้าสู่ตาอีกข้าง นำส่งไปพบแพทย์ทันที
เมื่อกลืนกิน :	กรณีที่ผู้ป่วยหมดสติ ห้ามไม่ให้สิ่งใดเข้าปาก หากผู้ป่วยยังมีสติอยู่ให้ผู้ป่วยบ้วนล้างปากด้วยน้ำ อย่ากระตุ้นให้เกิดการอาเจียน ให้ผู้ป่วยดื่มน้ำ 240-300 มิลลิลิตร (8-10 ออนซ์) เพื่อเจือจางสารในกระเพาะอาหาร หากผู้ป่วยเกิดการอาเจียนขึ้นเองให้เอียงศีรษะต่ำ และอย่าหายใจเอาไอของสารที่เกิดจากการอาเจียนเข้าไป และให้ผู้ป่วยดื่มน้ำตามมากๆ นำส่งไปพบแพทย์ทันที

4. มาตรการปฐมพยาบาล (First-Aid Measures) (ต่อ)

อาการ/ ผลกระทบที่สำคัญ :

ระบบหายใจ : สารนี้จะไปกดระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ง่วงซึม ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เกิดภาวะการทำงานไม่ประสานกัน มึนงง และทำให้หมดสติได้

- การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 25 ppm : คาดว่าจะไม่ก่อให้เกิดอันตราย
- การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 50-150 ppm :จะก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ และอ่อนเพลีย ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูก และลำคอ อาจจะมีอาการเวียนศีรษะ เป็นอาการนำก่อนจะเกิดอาการอื่นๆ ตามมา
- การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 20,000 ppm : จะทำให้เสียชีวิตได้ สารนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือดและระบบภูมิคุ้มกันจากการทดลองในสัตว์ทดลอง แต่ยังไม่ยืนยันว่า สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อมนุษย์ในการสัมผัสสารในระยะสั้น

ผิวหนัง : จากการทดลองในสัตว์พบว่า การสัมผัสสารนี้จะก่อให้เกิดการระคายเคือง จากการศึกษาในมนุษย์พบว่าสารนี้สามารถดูดซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายได้ทำให้ผิวหนังแห้ง

ตา : ไอระเหยของสารก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อตา

การกลืนกิน : มีอาการทางระบบประสาท คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ เจ็บหน้าอก เดินเซ สั่น เป็นอัมพาตในคน เมื่อได้รับซ้ำจะมีอาการทางระบบประสาท คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ เจ็บหน้าอก เดินเซ สั่น เป็นอัมพาต เป็นโลหิตจาง เนื่องจากการกดไขกระดูก (Aplastic Anemia) ทำลายเซลล์ในไขกระดูกในคน

ข้อควรพิจารณาทางการแพทย์ : เบนซีนจัดเป็นสารก่อมะเร็งตามบัญชีรายชื่อ IARC, NTP และ ACGIH จะก่อให้เกิดมะเร็งต่อระบบน้ำเหลือง ปอด กระเพาะปัสสาวะ ก่อให้เกิดความผิดปกติของโครโมโซมในเม็ดเลือดขาว และก่อให้เกิดการทำลาย DNA ในเซลล์เม็ดเลือดได้

5. มาตรการผจญเพลิง (Fire-Fighting Measures)

สารดับเพลิงที่เหมาะสม : โฟม ผงเคมีแห้ง หรือ คาร์บอนไดออกไซด์ อาจสเปรย์น้ำในการหล่อเย็นภาชนะบรรจุขณะเกิดเพลิงไหม้

สารดับเพลิงที่ไม่เหมาะสม : อย่าใช้น้ำฉีดเป็นลำโดยตรง แต่อาจใช้น้ำในการหล่อเย็นภาชนะเพื่อระบายความร้อนได้

ความเป็นอันตรายเฉพาะที่เกิดขึ้นจากสารเคมี :

- หลีกเลี่ยงจากวัสดุที่ทำปฏิกิริยาต่อกัน ซึ่งอาจทำให้เกิดไฟไหม้
- ลุกไหม้ติดไฟได้ ไอระเหยเมื่อทำปฏิกิริยากับอากาศก่อให้เกิดของผสมที่ระเบิดได้ เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ ป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต
- เมื่อเผาไหม้จะให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณมาก
- ห้ามปล่อยน้ำดับเพลิงลงไปในทะเลหรือแม่น้ำลำคลองต่างๆ

อุปกรณ์ป้องกันพิเศษและการเตือนภัยสำหรับนักผจญเพลิง :

กรณีเกิดเพลิงไหม้ให้สวมใส่อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (SCBA)

6. มาตรการเมื่อมีการหกและรั่วไหลของสาร (Accidental Release Measures)

มาตรการความปลอดภัยส่วนบุคคล : ห้ามสัมผัสสารเคมีโดยตรง ห้ามสูดดมไอระเหยหรือละอองลอย และห้ามกระทำการใดๆ ที่ทำให้เกิดความร้อนหรือประกายไฟ

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล : กรณีเกิดเพลิงไหม้ให้สวมใส่อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (SCBA)

มาตรการป้องกันสิ่งแวดล้อม : จัดเก็บในภาชนะปิด ป้องกันไม่ให้เกิดการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม

วิธีการและวัสดุสำหรับกักเก็บและกอบกู้ : ดูดซับด้วย ทราย โพลีโพรไพลีนไฟเบอร์หรือวัสดุดูดซับ แล้วเก็บในภาชนะที่ปิดโดยเครื่องมือที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ความร้อน และเคลื่อนย้ายออกสู่ที่โล่ง ทำการระบายอากาศในพื้นที่ และล้างทำความสะอาดพื้นที่ที่สารหกรั่วไหลภายหลังจากเก็บสารออกหมดแล้ว

7. การขนถ่าย เคลื่อนย้าย ใช้งานและเก็บรักษา (Handling and Storage)

มาตรการป้องกันสำหรับการขนถ่ายเคลื่อนย้ายอย่างปลอดภัย :

- พื้นที่ขนถ่ายต้องห่างจากความร้อน จุดที่ก่อให้เกิดประกายไฟ และบริเวณอื่นๆ ต้องมีระบบกำจัดประจุไฟฟ้าสถิต
- ติดตั้งระบบตรวจวัดอัตโนมัติ มีสัญญาณเตือนความเข้มข้นของสารในกรณีที่รั่วไหลออกสู่บรรยากาศเกินเกณฑ์ที่กำหนด
- มีระบบพ่นน้ำสำหรับเกิดกรณีฉุกเฉิน
- ผู้ปฏิบัติงานขนถ่ายต้องได้รับการอบรมและมีประสบการณ์
- พื้นที่ขนถ่ายสารเคมีควรมีอุปกรณ์ป้องกันภัยและอุปกรณ์ดับเพลิงที่จำเป็น

เงื่อนไขการจัดเก็บอย่างปลอดภัย :

- ถังเก็บต้องมีระบบป้องกันการหกรั่วไหล เก็บให้ห่างจากแสง เก็บในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก เก็บห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ ความร้อน
- มีระบบกำจัดไฟฟ้าสถิต ต่อฝากและสายดินที่ภาชนะบรรจุในขณะที่ทำการขนถ่ายสารนี้ สีของภาชนะบรรจุ ให้ใช้สีอีพ็อกซี สีซิงค์ซิลิเกต
- ห้ามเก็บรวมกับวัสดุที่เข้ากันไม่ได้ตามรายการในหัวข้อ 10
- ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดไอสารในอากาศ ระบบสัญญาณเตือนความเข้มข้นเกินเกณฑ์ที่กำหนด
- เก็บสาร ณ อุณหภูมิบรรยากาศโดยตรง ควบคุมความดันภายในถังเก็บให้มากกว่าความดันบรรยากาศ 10 มิลลิเมตรปรอท

8. การควบคุมการรับสัมผัสและการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Exposure Control/ Personal Protection)

การควบคุมปริมาณความเข้มข้นในพื้นที่

IDLH	:	500	ppm
PEL-TWA	:	1	ppm
PEL-C	:	5	ppm
TLV-TWA	:	0.5	ppm
TLV-STEL	:	2.5	ppm

ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม (สารเคมี) , 2520 ตารางที่ 3 ลำดับที่ 1

ความเข้มข้นเฉลี่ยตลอดระยะเวลาการทำงานปกติ	10 ppm
ความเข้มข้นที่อาจยอมให้มีได้	25 ppm
ความเข้มข้นสูงสุดในช่วงเวลาที่จำกัด (10 นาที)	50 ppm

8. การควบคุมการรับสัมผัสและการป้องกันอันตรายส่วนบุคคล (Exposure Control/ Personal Protection) (ต่อ)

การควบคุมทางวิศวกรรมที่เหมาะสม : ใช้อุปกรณ์ดูดอากาศเฉพาะที่

อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคล :

การป้องกันระบบหายใจ :	อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดมีไส้กรองที่ได้รับการรับรองตามมาตรฐานของ OSHA หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานสากลอื่นๆ หรืออุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจที่มีถังอากาศสำรองในบริเวณที่ไม่มีการระบายอากาศ และ/หรือการได้รับสารในปริมาณมากกว่าค่า TLV หรือ PEL
การป้องกันตา :	แว่นครอบตากันสารเคมี
การป้องกันมือ :	ถุงมือทำจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ เทฟลอน ยางบิลทิล หรือเอทิลไวนิลแอลกอฮอล์
ข้อควรปฏิบัติ :	เปลี่ยนเสื้อผ้าที่เปื้อนสารเคมีออกทันที ล้างทำความสะอาดร่างกายหลังจากการทำงานกับเบนซีน

9. สมบัติทางกายภาพและทางเคมี (Physical and Chemical Properties)

1. **สภาพปรากฏ (Physical Form) :** ของเหลวใส ไม่มีสี
2. **กลิ่น (Odour) :** มีเฉพาะตัว
3. **ระดับค่าขีดจำกัดของกลิ่น (Odor Threshold) :** 4.68 ppm
4. **ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) :** -
5. **จุดหลอมเหลว/ จุดเยือกแข็ง (Melting Point/Freezing Point) :** 5.5 $^{\circ}$C
6. **จุดเดือด (Boiling Point) :** 80 $^{\circ}$C
7. **จุดวาบไฟ (Flash Point) :** -11 $^{\circ}$C ในถ้วยปิด
8. **อัตราการระเหย (Evaporation Rate) :** 5.1 (Butyl acetate = 1)
9. **อุณหภูมิที่ลุกติดไฟได้เอง (Autoignition Temperature) :** 562 $^{\circ}$C
10. **ขีดจำกัดการระเบิด (Explosion Limit) (% v/v) :** ขีดจำกัดล่าง :1.3 ขีดจำกัดบน : 7.1
11. **ความดันไอ (Vapour Pressure) :** 90.76 mmHg ที่ 20 $^{\circ}$C
12. **ความหนาแน่นไอสัมพัทธ์ (Relative Vapour Density) (อากาศ = 1) :** 2.7
13. **ความหนาแน่นสัมพัทธ์ (Relative Density) (น้ำ = 1) :** 0.879 ที่อุณหภูมิ 15-20 $^{\circ}$C
14. **ความสามารถในการละลายน้ำ (Solubility) :** 1.8 g/l ที่ 20 $^{\circ}$C
15. **สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในน้ำ (n-octanol-water Partition Coefficient; log K_{ow}) :** 1.56-2.19

10. ความเสถียรและการเกิดปฏิกิริยา (Stability and Reactivity)

ความเสถียรทางเคมี : สารนี้มีความเสถียร
สามารถละลายได้ในเอทานอล คลอโรฟอร์ม ไดเอทิลอีเธอร์ คาร์บอนไดซัลไฟด์ อะซีโตน คาร์บอนเตตระคลอไรด์
สามารถทำลายโครงสร้างของยางและพลาสติก

ความเป็นไปได้ในการเกิดปฏิกิริยาอันตราย : -

สภาวะที่ต้องหลีกเลี่ยง : ประจุไฟฟ้าสถิต ประกายไฟ เปลวไฟ ความร้อน และแหล่งจุดติดไฟ

สารเคมีและวัสดุที่เข้ากันไม่ได้ : โซเดียมเปอร์ออกไซด์ ไพแทสเซียมเปอร์คลอเรต โครมิกแอนไฮไดร์ด เปอร์เมงกานิกแอซิด กรดไนตริก กรดกำมะถัน โอโซน ฮาโลเจน เตตระฟลูออโรบอเรต และแหล่งจุดติดไฟ น้ำมันและกรดอะซีติก

ผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ : คาร์บอนไดออกไซด์ คาร์บอนมอนอกไซด์ อัลดีไฮด์ และคีโตน

11. ข้อมูลด้านพิษวิทยา (Toxicological Information)

วิถีทางที่ได้รับสาร :

การสัมผัสทางผิวหนัง: ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนังในคน

การดูดซึมทางผิวหนัง: สารนี้สามารถดูดซึมผ่านเข้าสู่ร่างกายมนุษย์ได้

การสัมผัสทางตา : ทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงที่ดวงตาในคน

การสูดดม : มีผลกดการทำงานของระบบประสาทส่วนกลางก่อให้เกิดอาการเวียนศีรษะ ง่วงซึม ปวดศีรษะ คลื่นไส้ เกิดภาวะการทำงานไม่ประสานกัน มึนงง และทำให้หมดสติได้ การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้น 50-150 ppm : ก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ และอ่อนเพลีย ก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อจมูก และลำคอ การสัมผัสสารนี้ที่ความเข้มข้นประมาณ 20,000 ppm : ทำให้เสียชีวิตได้ สารนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือดและระบบภูมิคุ้มกันจากการทดลองในสัตว์ทดลอง

การกลืนกิน : จะเกิดการดูดซึมอย่างรวดเร็วและไปมีฤทธิ์กดระบบประสาทส่วนกลาง ก่อให้เกิดอาการปวดศีรษะ สามารถก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบเลือด และระบบภูมิคุ้มกันได้

11. ข้อมูลด้านพิษวิทยา (Toxicological Information) (ต่อ)

ข้อบ่งชี้ของการได้รับสาร :

พิษเฉียบพลัน :

- ความเป็นพิษเฉียบพลันทางปากของหนูพุก : LD_{50} (Oral, Rat) : 3,306 mg/kg
- ความเป็นพิษเฉียบพลันต่อการหายใจของหนูถีบจักร : LC_{50} (Inhalation, Mouse) : 9,980 ppm (ปริมาตร) ในเวลา 4 ชั่วโมง

พิษเรื้อรัง :

- สารนี้เป็นสารก่อกลายพันธุ์โดยการทดสอบทั้งในและนอกร่างกายสัตว์ และเป็นสารก่อมะเร็งในคนและสัตว์

12. ข้อมูลด้านนิเวศวิทยา (Ecological Information)

ความเป็นพิษต่อระบบนิเวศ :

ความเป็นพิษต่อปลา : Bluegill LC_{50} 22 mg/l/24-96 ชั่วโมง (น้ำอ่อน)

ความคงอยู่นาน และความสามารถในการย่อยสลายทางชีวภาพ : สามารถถูกย่อยสลายทางชีวภาพได้โดยขึ้นกับปริมาณเบนซีน

ความสามารถในการสะสมทางชีวภาพ : สารนี้อาจเกิดผลเสียระยะยาวต่อระบบนิเวศในน้ำ

สภาพที่เคลื่อนที่ได้ในดิน : ไม่มี

ผลกระทบร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้น : ทำให้แหล่งน้ำดื่มเป็นพิษ และอาจเกิดการผสมกับอากาศเหนือผิวน้ำ ให้ของผสมที่เป็นพิษ และสามารถระเบิดได้ ดังนั้น จึงห้ามทิ้งลงสู่ระบบน้ำ น้ำเสีย หรือดิน

13. ข้อพิจารณาในการกำจัด (Disposal Considerations)

การกำจัดสาร : ในการกำจัดสาร ต้องติดต่อกับบริษัทที่ให้บริการกำจัดขยะที่ได้รับใบอนุญาต หรือทำการกำจัดโดยการเผาในเตาเผาสารเคมีที่มีการติดตั้งเครื่องเผาทำลายไอสารอุณหภูมิสูง (Afterburner) และเครื่องดักจับ (Scrubber) แต่ต้องระวังเรื่องการจุดติดไฟเป็นพิเศษ เนื่องจากสารนี้ไวไฟสูง และตรวจสอบตามกฎหมาย ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่องการกำจัดสิ่งปฏิกูลและวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548

14. ข้อมูลการขนส่ง (Transport Information)

หมายเลข UN : 1114
ชื่อที่ถูกต้องในการขนส่งตาม UN : Benzene
ประเภทความเป็นอันตรายสำหรับการขนส่ง : 3
กลุ่มของการบรรจุ(ถ้ามี) : กลุ่ม II
การเกิดมลภาวะทางทะเล : เบนซีนมีผลกระทบต่อแหล่งน้ำอย่างรุนแรง โดยผลกระทบระยะยาวต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเล มหาสมุทร เป็นพิษต่อปลา และแพลงค์ตอน
ข้อควรระวังพิเศษ : เบนซีนสามารถกระจายไปในอากาศได้ แต่เมื่อเบนซีนเกิดการผสมกับอากาศเหนือผิวน้ำ จะทำให้เกิดสารประกอบที่เป็นพิษ และอาจระเบิดได้

15. ข้อมูลด้านกฎข้อบังคับ (Regulatory Information)

กฎข้อบังคับของประเทศไทย :
- พระราชบัญญัติวัตถุอันตราย พ.ศ. 2535 (ชนิดที่ 3)
- ประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่องความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับสารเคมีอันตราย พ.ศ. 2534 ลำดับที่ 298
- ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 30 (พ.ศ. 2550) เรื่องกำหนดมาตรฐานค่าสารอินทรีย์ระเหยง่ายในบรรยากาศโดยทั่วไปในเวลา 1 ปี

การติดฉลากตามระเบียบ EC Number (EINECS) : 200-753-7

สัญลักษณ์ : F ไวไฟสูง
T เป็นพิษ สัญลักษณ์ด้านหน้าไม่มี เป็นพิษ

ข้อความบอกความเสี่ยง : R 45 อาจเป็นสาเหตุให้เกิดมะเร็ง
R 46 อาจเป็นสาเหตุทำลายยีนที่ใช้ในการถ่ายทอดทางกรรมพันธุ์
R 11 ไวไฟสูง
R 36/38 ระคายเคืองต่อตา/ระคายเคืองต่อผิวหนัง
R 48/23/24/25 เป็นพิษ เป็นอันตรายต่อสุขภาพอย่างรุนแรงเมื่อได้รับสัมผัสเป็นเวลานานทางการหายใจ เมื่อสัมผัสกับผิวหนังและกลืนกิน
R 65 อาจเป็นสาเหตุของการทำลายปอดถ้ากลืนกิน

ข้อความบอกมาตรการความปลอดภัย : S 53 หลีกเลี่ยงการได้รับสัมผัส
S 45 ในกรณีเกิดอุบัติเหตุ หรือไม่สบายให้พบแพทย์ทันที (พร้อมแสดงฉลาก)

16. ข้อมูลอื่นๆ (Other Information)

วันที่จัดเตรียมเอกสารความปลอดภัย : มีนาคม 2552
คำอธิบายของอักษรย่อและชื่อย่อที่ใช้ในข้อมูลความปลอดภัย :

UN : United Nations องค์การสหประชาชาติ
TLV-TWA : Threshold Limit Value-Time Weighted Average เป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของสารเคมีในบรรยากาศตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงการทำงานต่อวัน ที่ผู้ปฏิบัติงานมีการสัมผัสโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ(เสนอแนะโดย ACGIH)
PELs : Permissible Exposure Limits เป็นค่าความเข้มข้นของสารเคมีในบรรยากาศตลอดระยะเวลาการทำงาน 8 ชั่วโมงการทำงานต่อวันที่ผู้ปฏิบัติงานต้องมีการสัมผัสโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ (ตามมาตรฐานของ OSHA)
BCF : Bioconcentration Factor เป็นสัดส่วนความเข้มข้นของสารเคมีในเนื้อเยื่อจุลชีพในน้ำต่อความเข้มข้นของสารเคมีนั้นในน้ำ
EC : European Commission คณะกรรมาธิการยุโรป

เอกสารและแหล่งข้อมูลที่ใช้ทำข้อมูลความปลอดภัย :
เอกสารความปลอดภัยของ Merck
เอกสารข้อมูลความปลอดภัยและเคมีภัณฑ์ ของศูนย์ข้อมูลวัตถุอันตรายและเคมีภัณฑ์ กรมควบคุมมลพิษ
เอกสารความปลอดภัยของศูนย์ข้อมูลพิษวิทยา กระทรวงสาธารณสุข
NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazard
MSDS: Benzene ของบริษัท COOGEE CHEMICALS

13.2 ฉลากตามระบบ GHS

การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก (Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemical; GHS) เป็นระบบการจัดการสารเคมีที่ใช้ในการจำแนกและติดฉลากสารเคมีเพื่อสื่อสารความเป็นอันตรายให้เป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก

ฉลากตามระบบ GHS ประกอบด้วย การใช้รูปสัญลักษณ์ คำสัญญาณ ข้อความแสดงความเป็นอันตรายและข้อควรระวัง รวมทั้งระบุบริษัทที่จัดจำหน่าย

ตัวอย่างฉลากเบนซีน (Benzene) ตามระบบ GHS

เบนซีน (Benzene)

CAS Number: 71-43-2 UN No. 1114

อันตราย

- ของเหลวและไอระเหยไวไฟสูง
- อาจเป็นอันตรายเมื่อกลืนกินและผ่านเข้าไปทางช่องลม
- เป็นอันตราย เมื่อหายใจเข้าไป
- ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก อาจทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง
- ระคายเคืองต่อดวงตาอย่างรุนแรง
- มีข้อสงสัยว่าอาจเป็นสาเหตุให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม
- อาจก่อให้เกิดมะเร็ง
- ทำอันตรายต่อระบบประสาท และระบบหมุนเวียนโลหิตเมื่อรับสัมผัสเป็นเวลานาน หรือรับสัมผัสซ้ำ
- เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำและมีผลกระทบระยะยาว

ข้อควรระวัง

- จัดเก็บในพื้นที่ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวกห่างจากแหล่งกำเนิดประกายไฟ เช่น ความร้อน/ประกายไฟ/เปลวไฟ เป็นต้น ห้ามสูบบุหรี่
- ให้ต่อสายดินเชื่อมต่อกับภาชนะบรรจุและอุปกรณ์เติม
- สวมใส่อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสม เช่น แว่นครอบตากันสารเคมี ถุงมือทำจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์หรือเทฟลอน รองเท้านิรภัยป้องกันสารเคมี ชุดป้องกันสารเคมี อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจ เป็นต้น

การรักษาเฉพาะ

- เมื่อสูดดมให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจให้ช่วยผายปอด ถ้าหายใจติดขัดให้ออกซิเจนช่วย หากหัวใจของผู้ป่วยหยุดเต้นให้ทำการกระตุ้นหัวใจทันที แล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที
- ถ้าสัมผัสถูกผิวหนังให้ฉีดล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือจนกว่าสารจะหมดไปพร้อมถอดเสื้อผ้า และรองเท้าที่ปนเปื้อนสารเคมีออกแล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที
- เมื่อเข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือจนกว่าสารจะหมดไป โดยใช้นิ้วถ่างแยกเปลือกตาออก และให้น้ำไหลผ่าน ขณะทำการล้างให้ระวังอย่าให้น้ำจากการล้างตาไหลเข้าสู่ตาอีกข้างแล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที

ตัวอย่างฉลากเบนซีน (Benzene) ตามระบบ GHS (ต่อ)

- เมื่อกลืนกินและกรณีที่ผู้ป่วยหมดสติ ห้ามไม่ให้สิ่งใดเข้าปาก หากผู้ป่วยยังมีสติอยู่ให้ผู้ป่วยบ้วนล้างปากด้วยน้ำ อย่ากระตุ้นให้เกิดการอาเจียน และให้ผู้ป่วยดื่มน้ำตามมากๆ เพื่อเจือจางสารในกระเพาะอาหาร หากผู้ป่วยเกิดการอาเจียนขึ้นเองให้เอียงศีรษะต่ำ และอย่าหายใจเอาไอของสารที่เกิดจากการอาเจียนเข้าไป แล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที

รายละเอียดผู้จัดจำหน่าย :

บริษัท สารเคมี จำกัด (ข้อมูลสมมติ)

ที่อยู่ 123/123 ถนนพระราม 6 แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400 (ข้อมูลสมมติ)

โทรศัพท์ 02 222 2222 โทรสาร 02 333 3333 (ข้อมูลสมมติ)

หมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉิน : 02 444 4444 (ข้อมูลสมมติ)

13.3 การจำแนกประเภทความเป็นอันตรายทางกายภาพ สุขภาพ และสิ่งแวดล้อมของเบนซีน

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
ความเป็นอันตรายทางกายภาพ						
1. วัตถุระเบิด	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
2. ก๊าซไวไฟ	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
3. สารละอองลอยไวไฟ	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
4. ก๊าซออกซิไดซ์	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
5. ก๊าซภายใต้ความดัน	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
6. ของเหลวไวไฟ	2		อันตราย	ของเหลวและไอระเหย ไวไฟสูง	จุดเดือด = 80 °C จุดวาบไฟ = -11 °C ในถ้วยปิด	NIOSH, SCi Lab, Sigma-Aldrich
7. ของแข็งไวไฟ	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
8. สารเคมีที่เกิดปฏิกิริยาได้เอง	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-
9. ของเหลวที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ	-	-	-	-	ไม่จำแนก	-

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
ความเป็นอันตรายทางกายภาพ						
10. ของแข็งที่ลุกติดไฟได้เองในอากาศ	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–
11. สารเคมีที่เกิดความร้อนได้เอง	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–
12. สารเคมีที่สัมผัสน้ำแล้วให้ก๊าซไวไฟ	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–
13. ของเหลวออกซิไดซ์	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–
14. ของแข็งออกซิไดซ์	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–
15. สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–
16. สารกัดกร่อนโลหะ	–	–	–	–	ไม่จำแนก	–

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
ความเป็นอันตรายต่อสุขภาพ						
1. ความเป็นพิษเฉียบพลัน						
ทางปาก	5	-	ระวัง	อาจเป็นอันตรายเมื่อกลืนกิน	LD_{50} (Rat) = 3,306 mg/kg	Lewis, R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996., p. 334
ทางผิวหนัง	ไม่สามารถจำแนก	-	-		-	
ทางหายใจ	4		ระวัง	เป็นอันตรายเมื่อหายใจเข้าไป	LC_{50} (Mouse) = 9,980 ppm	Lewis, R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold, 1996., p. 334

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
2. การกัดกร่อนและระคายเคืองต่อผิวหนัง	2		ระวัง	ระคายเคืองต่อผิวหนังมาก	ทำให้เกิดการระคายเคืองที่ผิวหนังในคน	Clayton, G.D., F.E. Clayton (eds.) Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Volumes 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F: Toxicology. 4th ed. New York, NY: John Wiley & Sons Inc., 1993-1994., p.1308
3. การทำลายดวงตาอย่างรุนแรงและระคายเคืองต่อดวงตา	2A		ระวัง	ระคายเคืองต่อดวงตาอย่างรุนแรง	ทำให้เกิดการระคายเคืองอย่างรุนแรงที่ดวงตาในคน	Lewis, R.J. Sax's Dangerous Properties of Industrial Materials. 9th ed. Volumes 1-3. New York, NY: Van Nostrand Reinhold,1996., p.334
4. การทำให้ไวต่ออาการแพ้ของระบบทางเดินหายใจหรือผิวหนัง	1 ผิวหนัง		ระวัง	อาจทำให้เกิดการแพ้ที่ผิวหนัง	ทำให้เกิดผิวหนังอักเสบ (Scaly Dermatits)	Clayton, G.D., F.E. Clayton (eds.) Patty's Industrial Hygiene and Toxicology. Volumes 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F: Toxicology. 4th ed. New York,NY: John Wiley & Sons Inc.,1993-1994., p. 1308

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
5. การกลายพันธุ์ของเซลล์สืบพันธุ์	2		ระวัง	มีข้อสงสัยว่า อาจเกิดความผิดปกติต่อพันธุกรรม	เป็นสารก่อกลายพันธุ์โดยการทดสอบทั้งในและนอกร่างกายสัตว์	http://toxnet.nlm.nih.gov/
6. การก่อมะเร็ง	1		อันตราย	อาจก่อให้เกิดมะเร็ง	เป็นสารก่อมะเร็งในคนและสัตว์	IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Man. Geneva: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer, 1972-PRESENT. (Multivolume work)., p. S7 120 (1987)
7. ความเป็นพิษต่อระบบสืบพันธุ์	ไม่สามารถจำแนก	–	–	–	–	–

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
8. ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจงเมื่อได้รับสัมผัสเพียงครั้งเดียว	1 ระบบประสาท		อันตราย	ทำอันตรายต่อระบบประสาท	มีอาการทางระบบประสาท คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ เจ็บหน้าอก เดินเซ สั่น เป็นอัมพาตในคน	Hardman, J.G., L.E. Limbird, P.B. Molinoff, R.W. Ruddon, A.G. Goodman (eds.).
9. ความเป็นพิษต่ออวัยวะเป้าหมายเฉพาะเจาะจงเมื่อได้รับสัมผัสซ้ำ	1 ระบบประสาท ระบบหมุนเวียนโลหิต		อันตราย	ทำอันตรายต่อระบบประสาท และระบบหมุนเวียนโลหิตเมื่อรับสัมผัสเป็นเวลานานหรือรับสัมผัสซ้ำ	มีอาการทางระบบประสาท คลื่นไส้ อาเจียน เวียนศีรษะ เจ็บหน้าอก เดินเซ สั่น เป็นอัมพาต เป็นโลหิตจางเนื่องจากการกดไขกระดูก (Aplastic Anemia) ทำลายเซลล์ในไขกระดูกในคน	Goodman and Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics. 9th ed. New York, NY: McGraw-Hill, 1996., p. 1683 Grant, W.M. Toxicology of the Eye. 3rd ed.
10. ความเป็นอันตรายต่อการสำลัก	1		อันตราย	อาจเป็นอันตรายถึงตายได้ เมื่อกลืนกินและผ่านเข้าไปทางช่องลม	ทำให้เกิดปอดอักเสบ	Gosselin, R.E., R.P. Smith, H.C. Hodge. Clinical Toxicology of Commercial Products. 5th ed. Baltimore: Williams and Wilkins, 1984., p. III-398

การจำแนกประเภท	กลุ่มที่	สัญลักษณ์	คำสัญญาณ	ข้อความแสดงความเป็นอันตราย	หมายเหตุ	แหล่งอ้างอิง
ความเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ						
1. ความเป็นอันตรายเฉียบพลันต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	3	-	-	เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ	LC_{50} (Bluegill) = 22 mg/l/24-96 ชั่วโมง (น้ำอ่อน)	Verschueren, K. Handbook of Environmental Data on Organic Chemicals. 3rd ed. New York, NY: Van Nostrand Reinhold Co., 996., p. 258
2. ความเป็นอันตรายเรื้อรังต่อสิ่งแวดล้อมทางน้ำ	3	-	-	เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ และมีผลกระทบระยะยาว	ไม่มีการย่อยสลายหรือย่อยสลายได้น้อย	Vaishnav DD, Babeu L; J Great Lakes Res 12: 184-91 (1986) (2) Vaishnav DD, Babeu L; Bull Environ Contam Toxicol 39: 237-44 (1987) (3) Lee RF, Ryan C; Microbial Degradation of Pollutants in Marine Environments. pp. 443-50 USEPA-600/9-72-012 (1979) (4) Haider K et al; Arch

ข้อมูลเพื่อการจัดการสารเคมีอันตรายตามระบบ GHS

เบนซีน (Benzene)	
CAS Number: 71-43-2 UN 1114	
ภาพสัญลักษณ์	
คำสัญญาณ	**อันตราย**
ข้อความแสดงอาการเตือนอันตราย	(H225) ของเหลวและไอระเหยไวไฟสูง (H303) อาจเป็นอันตรายเมื่อกลืนกิน (H332) เป็นอันตรายเมื่อสูดดมไอน้ำไป (H315) ระคายเคืองต่อผิวหนัง (H320) ระคายเคืองต่อดวงตา อย่างรุนแรง (H317) อาจก่อให้เกิดการแพ้ผิวหนังได้ (H341) สงสัยว่าจะก่อให้เกิดความผิดปกติทางพันธุกรรม (H350) อาจก่อให้เกิดมะเร็ง (H370) ทำอันตรายต่อระบบประสาท และอวัยวะภายใน (H372) ทำอันตรายต่อระบบประสาท และระบบภูมิคุ้มกันผ่านการสัมผัสซ้ำ (H304) อาจเป็นอันตรายถึงชีวิตเมื่อเข้าไปในทางเดินหายใจ ถ้าเข้าไปในร่างกายอาจ (H402) เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ (H412) เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ส่งผลกระทบระยะยาว
ข้อควรระวัง	**การป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับร่างกาย** (P201) ต้องใช้คู่มือเฉพาะก่อนการใช้งาน (P202) ห้ามใช้งานก่อนที่จะทำความเข้าใจข้อควรระวังทั้งหมด ความปลอดภัยทั้งหมดก่อน (P210) เก็บให้ห่างจาก แหล่งกำเนิดประกายไฟ เช่น ความร้อน/ประกายไฟ/ ดู (P233) เก็บภาชนะบรรจุให้ปิดแน่น (P240) ให้ต่อสายดินที่ตัวภาชนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายเท ถ้าอุปกรณ์ เหมาะสมต้องใช้พื้นที่ที่มีการระบายอากาศดี (P241) ใช้ประกายไฟที่ไม่ก่อให้เกิดการระเบิดกับอุปกรณ์ไฟฟ้า/ระบบแสงสว่าง/ระบบการระบายอากาศ ที่ใช้งานร่วมกับสารเคมีอันตราย หลีกเลี่ยงการทำให้เกิดประกายไฟที่ผิวสัมผัสที่ทำด้วยโลหะ (P242) ใช้เครื่องมือที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ ห้ามใช้ค้อนเหล็ก ถ้าใช้ปูนก่อ ดูแลรักษาเครื่องมือให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอ

ข้อมูลรายละเอียดจากผลการจำแนกความเป็นอันตรายของเบนซีนตามระบบ GHS (ต่อ)

ข้อควรระวัง (ต่อ)	(P242) ใช้เฉพาะเครื่องมือที่ไม่ก่อให้เกิดประกายไฟ
	(P243) ดำเนินมาตรการป้องกันการเกิดการคายประจุไฟฟ้าสถิต
	(P260) หลีกเลี่ยงการหายใจเอาฝุ่น/ฟูม/ก๊าซ หมอก/ไอ/ละอองเข้าไป
	(P261) หลีกเลี่ยงการสูดดม ฝุ่น/ฟูม/ก๊าซ/ละออง/ไอระเหย/ละอองลอย
	(P264) ล้างทำความสะอาดให้หมดจดหลังการสัมผัส
	(P270) ห้ามกลืนกิน ดื่มหรือสูบบุหรี่ในขณะที่ใช้ผลิตภัณฑ์นี้
	(P271) ใช้เฉพาะภายนอกอาคารหรือในพื้นที่ที่มีการระบายอากาศที่ดี
	(P272) ไม่ควรนำเสื้อผ้าที่สัมผัสสารไว้ในที่ทำงาน
	(P273) หลีกเลี่ยงการปล่อยสารสู่สิ่งแวดล้อมหากไม่ได้เป็นการใช้โดยตั้งใจ
	(P280) สวมถุงมือป้องกันตามที่ระบุโดยบริษัทผู้ผลิต/ผู้จัดจำหน่าย หรือหน่วยงานที่รับผิดชอบ
	(P281) ใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลตามข้อกำหนด
	การตอบโต้
	(P302 + P352) หากสัมผัสผิวหนัง : ทำความสะอาดผิวหนังโดยใช้น้ำและสบู่ปริมาณมาก
	(P303 + P361 + P353) ถ้าสัมผัสผิวหนัง (หรือเส้นผม) : ให้กำจัด/ถอดเสื้อผ้าที่ได้รับการปนเปื้อนออกทันที ล้างผิวหนังด้วยน้ำ/ฝักบัวฉุกเฉิน
	(P304 + P340) ถ้าสูดดมเข้าไป : ให้ย้ายไปยังที่ที่มีอากาศบริสุทธิ์และพักผ่อนในลักษณะที่สามารถหายใจได้สะดวก
	(P305 + P351 + P338) หากเข้าตา : ล้างออกด้วยน้ำสะอาดหลายๆครั้งอย่างระมัดระวัง หากใส่คอนแทกเลนส์อยู่ให้ถอดออกหากทำได้ไม่ยาก และล้างทำความสะอาดต่อไป
	(P307 + P311) หากได้รับสัมผัส ให้โทรศัพท์ปรึกษาศูนย์พิษวิทยา หรือปรึกษาแพทย์
	(P308 + P313) หากได้รับสัมผัส หรือมีส่วนเข้าไปเกี่ยวข้อง ให้ปรึกษาแพทย์
	(P301 + P310) ถ้ากลืนกินเข้าไป : ให้โทรศัพท์ปรึกษาศูนย์พิษวิทยา หรือปรึกษาแพทย์โดยทันที
	(P312) ถ้ารู้สึกผิดปกติให้โทรศัพท์ปรึกษาศูนย์พิษวิทยา หรือปรึกษาแพทย์
	(P314) หากรู้สึกผิดปกติ ให้ปรึกษาแพทย์
	(P321) การรักษาเฉพาะ เมื่อสูดดมให้เคลื่อนย้ายผู้ป่วยออกสู่บริเวณที่มีอากาศบริสุทธิ์ ถ้าผู้ป่วยหยุดหายใจให้ช่วยผายปอด ถ้าหายใจติดขัดให้ออกซิเจนช่วย หากหัวใจของผู้ป่วยหยุดเต้นให้ทำการกระตุ้นหัวใจทันที (CPR) แล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที ถ้าสัมผัสถูกผิวหนังให้ฉีดล้างผิวหนังทันทีด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที

ข้อมูลรายละเอียดจากผลการจำแนกความเป็นอันตรายของเบนซีนตามระบบ GHS (ต่อ)

ข้อควรระวัง (ต่อ)	หรือจนกว่าสารจะหมดไปพร้อมถอดเสื้อผ้าและรองเท้าที่ปนเปื้อนสารเคมีออกแล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที และให้ทิ้งเสื้อผ้า รองเท้าและเครื่องหนังที่เปรอะเปื้อน เมื่อเข้าตาให้ล้างตาด้วยน้ำสะอาดเป็นเวลาอย่างน้อย 15 นาที หรือจนกว่าสารจะหมดไป โดยใช้นิ้วถ่างแยกเปลือกตาออก และให้น้ำไหลผ่าน ขณะทำการล้างให้ระวังอย่าให้น้ำจากการล้างตาไหลเข้าสู่ตาอีกข้างแล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที เมื่อกลืนกินและกรณีที่ผู้ป่วยหมดสติ ห้ามไม่ให้สิ่งใดเข้าปาก หากผู้ป่วยยังมีสติอยู่ให้ผู้ป่วยบ้วนล้างปากด้วยน้ำ อย่ากระตุ้นให้เกิดการอาเจียนให้ผู้ป่วยดื่มน้ำ 240-300 มิลลิลิตร (8-10 ออนซ์) เพื่อเจือจางสารในกระเพาะอาหาร หากผู้ป่วยเกิดการอาเจียนขึ้นเองให้เอียงศีรษะต่ำ และอย่าหายใจเอาไอของสารที่เกิดจากการอาเจียนเข้าไป และให้ผู้ป่วยดื่มน้ำตามมากๆ แล้วนำส่งไปพบแพทย์ทันที
	(P331) อย่าทำให้อาเจียน
	(P332 + P313) หากเกิดระคายเคืองผิวหนัง ให้ปรึกษาแพทย์
	(P333 + P313) หากเกิดระคายเคืองผิวหนังหรือเกิดผื่นขึ้นที่ผิวหนังให้ปรึกษาแพทย์
	(P337 + P313) หากการระคายเคืองดวงตายังคงเป็นอยู่อย่างต่อเนื่องให้ปรึกษาแพทย์
	(P362) ถอดเสื้อผ้าที่มีสารปนเปื้อนออกและซักให้สะอาดก่อนนำมาใส่ใหม่
	(P363) ซักเสื้อผ้าที่มีสารปนเปื้อนให้สะอาดก่อนนำมาใส่ใหม่
	(P370 + P378) ในกรณีเกิดเพลิงไหม้ใช้ โฟม ผงเคมีแห้ง หรือคาร์บอนไดออกไซด์ อาจสเปรย์น้ำใช้ในการหล่อเย็นภาชนะบรรจุขณะดับเพลิงเพื่อการดับเพลิง ถ้าใช้น้ำดับไฟ จะทำให้เกิดความเสี่ยงมากยิ่งขึ้น
	การจัดเก็บ
	(P321 + P501) กำจัดสาร/ภาชนะบรรจุตามข้อบังคับของท้องถิ่น/ภูมิภาค/ประเทศ/สากล)
	(P403 + P235) จัดเก็บในพื้นที่ที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก
	(P405) จัดเก็บในสถานที่ที่ปิดล็อกได้
	การกำจัด
	(P501) กำจัดสาร/ภาชนะบรรจุตามข้อบังคับของท้องถิ่น/ภูมิภาค/ประเทศ/สากล)

บทที่ 14
แบบตรวจสอบโรงงานด้านความปลอดภัย ของการใช้เบนซีน

1. ข้อมูลสถานประกอบการ

เลขทะเบียนโรงงาน	มาตรฐานที่ได้รับ ( ) ISO 9000 ( ) ISO 14001 ( ) TIS/OHSAS 18001	
	( ) อื่น ๆ (ระบุ)	
ชื่อโรงงาน	ประเภทกิจการ	
เลขที่ หมู่ที่	ตรอก/ซอย	ถนน
ตำบล/แขวง	อำเภอ/เขต	จังหวัด
รหัสไปรษณีย์	โทรศัพท์	โทรสาร
ประเภทของผลิตภัณฑ์ที่ใช้เบนซีน		
จำนวนคนงานในสถานประกอบการ	คน ชาย คน หญิง คน	
สถานที่/แหล่งชุมชนใกล้เคียงสถานประกอบการ		
1. ทิศเหนือ	ในระยะ ..... เมตร	
2. ทิศใต้	ในระยะ ..... เมตร	
3. ทิศตะวันออก	ในระยะ ..... เมตร	
4. ทิศตะวันตก	ในระยะ ..... เมตร	

2. ข้อมูลเกี่ยวกับเบนซีน

2.1 ข้อมูลความปลอดภัย (SDS)

2.1.1 มีข้อมูลความปลอดภัย (SDS) ที่ได้รับโดยตรงจากผู้ผลิต ( ) มี ( ) ไม่มี
กรณีที่ไม่มีข้อมูลความปลอดภัย (SDS) จากบริษัทผู้ผลิต ทางบริษัทเลือกใช้เอกสาร SDS จาก ..... *(ต้องมีเอกสารแนบประกอบ)*

2.2 ข้อมูลการใช้ทั่วไป

2.2.1 ปริมาณเบนซีนที่ครอบครอง	..... หน่วย .....
2.2.2 ปริมาณเบนซีนสูงสุดที่โรงงานสามารถเก็บได้	..... หน่วย .....
2.2.3 อัตราการใช้หรือผลิตเบนซีนต่อปี	..... หน่วย .....

2.3 แผนภาพ (Flow Chart) แสดงการใช้เบนซีนในการผลิต (แบบย่อ)

(ต้องมีเอกสารแนบประกอบ)

2.4 รายงานการเกิดอุบัติเหตุที่เกี่ยวข้องกับเบนซีน (ภายในปีที่ทำการตรวจสอบ)

(ต้องมีเอกสารแนบประกอบ)

<u>สำหรับข้อ 3 - 5 ให้กรอกข้อมูลเฉพาะหัวข้อที่เกี่ยวข้อง</u>

3. ข้อปฏิบัติในการจัดเก็บเบนซีน

3.1 ถังเก็บขนาดใหญ่และภาชนะบรรจุ (กรณีเป็นภาชนะบรรจุแบบเคลื่อนย้ายได้ ให้ข้ามไปตรวจสอบข้อ 3.1.2)

3.1.1 กรณีเป็นถังเก็บขนาดใหญ่ (Tank Farm) ..... (แนบเอกสาร Layout ของ Tank Farm)

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.1.1.1	( ) มีเอกสารการแสดงปริมาณคงคลัง (Inventory Sheet) การนำเข้าแต่ละครั้ง	เตรียมเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณา
3.1.1.2	( ) วัสดุที่ใช้ทำถังเก็บเป็นเหล็กกล้า (Carbon Steel) ห้ามมีส่วนผสมของอะลูมิเนียม วัสดุทองสัมฤทธิ์	แสดงเอกสารมาตรฐานการออกแบบ
3.1.1.3	( ) มีการจัดเก็บสารเคมีในสภาวะที่จำเพาะสำหรับสารเบนซีน	อุณหภูมิปกติ ความดันบรรยากาศ
3.1.1.4	( ) มีระบบคลุมด้วยไนโตรเจน (Nitrogen Blanket)	
3.1.1.5	ระบบความปลอดภัยบริเวณถังเก็บ ( ) ระบบ Explosion Proof เช่น เครื่องมือวัดและเครื่องควบคุมด้วยไฟฟ้า เป็นต้น ( ) ระบบป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต และระบบป้องกันฟ้าผ่า ( ) ระบบควบคุมระดับภายในถังเก็บ (Level Control) พร้อมระบบแจ้งเตือนภัย ( ) มีระบบระงับเหตุในกรณีฉุกเฉิน	เช่น ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ สาย/หัวรับน้ำดับเพลิง เป็นต้น
3.1.1.6	บริเวณรอบๆ ถังเก็บ ( ) มีอุปกรณ์เสริมด้านความปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ( ) ไม่ใกล้แหล่งที่สามารถก่อให้เกิดประกายไฟ หรือเหตุที่เสี่ยงต่อการระเบิด ( ) ไม่อยู่ใกล้กับสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับเบนซีน ( ) มีการกำหนดเขตหวงห้ามชัดเจน ( ) ระบบตรวจวัดความเข้มข้นของสารที่รั่วไหลรอบถังเก็บหรือที่ปั๊มขนถ่าย	เช่น อ่างล้างตาฉุกเฉิน ฝักบัวฉุกเฉิน เป็นต้น

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.1.1.7	( ) มีมาตรการด้านความปลอดภัยในกรณีที่ต้องเก็บเบนซีนใกล้สารเคมีชนิดอื่น (รายละเอียดดังตารางแนบท้าย)	
3.1.1.8	เอกสารตรวจเช็คสภาพถังเก็บและอุปกรณ์ต่อประกอบอื่นๆ อยู่เสมอ ( ) ความสมบูรณ์ของถังเก็บไม่มีรอยแตกหรือรอยรั่วบริเวณถัง ( ) สภาพของท่อรอบๆ ถังเก็บ ( ) ระบบเตือนภัยที่ติดตั้งบริเวณถังเก็บ ( ) ระบบป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิตและระบบป้องกันฟ้าผ่า	ต้องมีเอกสารการตรวจสอบย้อนหลัง
3.1.1.9	การออกแบบพื้นที่เก็บสารเคมีเหมาะสมและปลอดภัย ( ) พื้นที่ตั้งของถังเก็บมีลักษณะลาดเอียงป้องกันการตกค้างของเบนซีน ( ) มีเขื่อนกั้นสารเคมีเมื่อเกิดการรั่วไหล	รองรับปริมาณได้ 110%
3.1.1.10	( ) มีป้ายเตือนหรือสัญลักษณ์แสดงอันตรายของเบนซีนที่บรรจุอยู่ในถังเก็บ เช่น รหัส NFPA เป็นต้น	สภาพของป้ายและสัญลักษณ์ต้องสังเกตเห็นได้ชัดเจน
3.1.1.11	( ) มีระบบการขออนุญาตทำงานในที่อับอากาศในการทำงานในถังเก็บ	

3.1.2 กรณีเป็นภาชนะบรรจุแบบเคลื่อนย้ายได้

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.1.2.1	( ) มีเอกสารการแจ้งจำนวนเบนซีนที่ทำการส่งแต่ละครั้ง	
3.1.2.2	( ) สภาพภาชนะบรรจุจากผู้ขายอยู่ในสภาพที่สมบูรณ์	
3.1.2.3	( ) มีเอกสารการแสดงปริมาณคงคลัง (Inventory Sheet) การนำเข้าแต่ละครั้ง	เตรียมเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณา
3.1.2.4	( ) มีการจัดเก็บเบนซีนในสภาวะที่จำเพาะสำหรับเบนซีน	เก็บในที่ร่มเป็นพื้นที่เปิดโล่ง มีการระบายอากาศดี
3.1.2.5	บริเวณรอบๆ ถังเก็บ ( ) มีอุปกรณ์เสริมด้านความปลอดภัยเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ( ) ไม่ใกล้แหล่งที่สามารถก่อให้เกิดประกายไฟ หรือเหตุที่เสี่ยงต่อการระเบิด ( ) ไม่อยู่ใกล้กับสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับเบนซีน ( ) มีการกำหนดเขตหวงห้ามชัดเจน	เช่น อ่างล้างตาฉุกเฉิน ฝักบัวฉุกเฉิน
3.1.2.6	( ) มีมาตรการด้านความปลอดภัยในกรณีที่ต้องเก็บเบนซีนใกล้สารเคมีชนิดอื่น	

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.1.2.7	ระบบความปลอดภัยบริเวณสถานที่เก็บเบนซีน ( ) มีระบบ Fireproof เช่น พื้น ประตูของห้องเก็บสารเคมีอันตราย เป็นต้น ( ) มีระบบ Explosion Proof เช่น ปั๊ม เครื่องมือวัดควบคุมด้วยไฟฟ้า เป็นต้น ( ) ระบบป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต และระบบป้องกันฟ้าผ่า ( ) มีระบบระงับเหตุในกรณีฉุกเฉิน	ระบบระงับเหตุ เช่น ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ สาย/หัวรับน้ำดับเพลิง เป็นต้น
3.1.2.8	( ) มีป้ายเตือนหรือสัญลักษณ์แสดงอันตรายของเบนซีนที่บรรจุอยู่ในถัง เช่น รหัส GHS หรือ UNTDG	สภาพของป้ายและสัญลักษณ์ต้องสังเกตเห็นได้ชัดเจน

3.2 การนำไปใช้งาน

3.2.1 ระหว่างการขนถ่ายสารเคมีจากยานพาหนะผู้ขายสู่ภาชนะที่ใช้เก็บเบนซีน

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.2.1.1	( ) มีระบบอัตโนมัติหรือแผนฉุกเฉินรองรับเพื่อหยุดการทำงานในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน	
3.2.1.2	( ) มีคู่มือขั้นตอนการทำงานการขนถ่ายเบนซีนเก็บไว้ในบริเวณที่ปฏิบัติงาน	เตรียมเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณา
3.2.1.3	( ) มีการตรวจสอบสภาพท่อและข้อต่อที่ใช้ในการขนถ่าย (เช่น การตรวจวัดหน้าแปลน และ/หรือการทำ Pressure Test ในระบบท่อ เป็นต้น)	เตรียมเอกสารเพื่อประกอบการพิจารณา

3.2.2 การนำสารเคมีไปใช้งานผ่านระบบท่อ

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.2.2.1	( ) มีแผนงานการตรวจสอบรอยรั่วตามท่อและข้อต่อของท่อที่เบนซีนไหลผ่าน	
3.2.2.2	( ) มีแผนการซ่อมบำรุงและตรวจสอบสภาพท่อและข้อต่อ	แสดงเอกสารแผนการตรวจสอบ
3.2.2.3	( ) อุปกรณ์ไฟฟ้าในบริเวณพื้นที่เสี่ยงต้องเป็นชนิดทนการระเบิด (Explosion Proof)	เตรียมเอกสารยืนยันการกำหนดพื้นที่เสี่ยงประกอบ
3.2.2.4	( ) มีระบบ Fireproof เช่น รางสายไฟ เสาโครงสร้าง เป็นต้น	

3.2.3 การนำสารเคมีไปใช้งานโดยการเคลื่อนย้ายภาชนะบรรจุ

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
3.2.3.1	( ) มีการถ่ายเบนซีนลงภาชนะที่เหมาะสม	ภาชนะต้องไม่มีส่วนประกอบของทองแดง อัลลอย อะลูมิเนียม ทองเหลือง หรือเงิน
3.2.3.2	( ) มีเส้นทางการเดินจากจุดถ่ายเบนซีนไปยังสถานที่ใช้งานที่ปลอดภัย	
3.2.3.3	( ) ผู้ปฏิบัติงานที่ทำหน้าที่ในการนำเบนซีนไปใช้งาน มีชุดและอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลครบถ้วน	
3.2.3.4	( ) มีเอกสารการรับจ่ายเบนซีนทุกครั้งที่มีการนำเบนซีนไปใช้	

4. ข้อปฏิบัติและระเบียบของผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานกับเบนซีน

4.1 การฝึกอบรม

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
4.1.1	( ) ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเบนซีน	
4.1.2	( ) มีการฝึกอบรมแก่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเบนซีนและการฝึกอบรมเกี่ยวกับการปฐมพยาบาลเบื้องต้นในกรณีเกิดอุบัติเหตุจากเบนซีน	
4.1.3	( ) การใช้อุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับเบนซีน	
4.1.4	( ) การฝึกซ้อมแผนฉุกเฉินในกรณีหกรั่วไหล เพลิงไหม้ และการระเบิด รวมทั้งวิธีการดับเพลิง	

4.2 ความปลอดภัยด้านสุขภาพของผู้ปฏิบัติงาน

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
4.2.1	( ) จัดให้มีอุปกรณ์คุ้มครองความปลอดภัยส่วนบุคคลที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงานด้านสารเคมี เช่น หมวกนิรภัย รองเท้านิรภัย แว่นครอบตากันสารเคมี ชุดป้องกันสารเคมี อุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจประเภททำให้อากาศสะอาด ถุงมือป้องกันสารเคมีทำจากโพลีไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl Alcohol) เทฟลอน (Teflon) ยางบิลทิล (Butyl Rubber) เอทิลไวนิลแอลกอฮอล์ (Ethyl Vinyl Alcohol; EVA) ห้ามใช้ถุงมือที่ทำด้วยนีโอพรีน (Neoprene) ยางเทียมไนไตรล์ (Nitrile) เป็นต้น	
4.2.2	( ) จัดให้มีการตรวจสุขภาพทั่วไปประจำปีของผู้ปฏิบัติงานและมีการตรวจสุขภาพผู้ปฏิบัติงานหลังจากที่มีเหตุรั่วไหล	เอกสารเพื่อประกอบการพิจารณา
4.2.3	( ) ตรวจสุขภาพเฉพาะโรคตามคำแนะนำของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์	เอกสารยืนยันคำแนะนำของแพทย์ผู้เชี่ยวชาญด้านอาชีวเวชศาสตร์

5. มาตรการด้านสิ่งแวดล้อมและการจัดการกากของเสียที่เกิดจากเบนซีน

หัวข้อ	รายละเอียดการตรวจสอบ	ข้อเสนอแนะ
5.1	( ) มีการคัดแยกกาก/ของเสียที่เกิดจากเบนซีน และกำจัดโดยวิธี.....	
5.2	( ) มีการติดป้ายเพื่อบ่งบอกประเภท และข้อมูลของเสีย	
5.3	( ) มีการขออนุญาตดำเนินการเกี่ยวกับการจัดการกากของเสียที่เกิดจากเบนซีน ถูกต้องตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม	
5.4	( ) ภาชนะที่ใช้เก็บของเสียชนิดนี้มีความถูกต้องและเหมาะสมกับประเภทของเสีย	
5.5	( ) มีการกำหนดพื้นที่เก็บของเสียที่ชัดเจน และแยกต่างหากจากพื้นที่เก็บสารเคมีอื่นๆ	
5.6	( ) มีระบบบำบัดมลพิษทางอากาศหรือไม่ ถ้ามีเป็นชนิดใด.....	
5.7	( ) มีการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นและคุณภาพของก๊าซทิ้งก่อนปล่อยออกสู่บรรยากาศ	
5.8	( ) มีการทำแผนเพื่อการเฝ้าระวังผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม	แนบสำเนาเอกสาร
5.9	( ) จัดให้มีการประเมินความเสี่ยงต่อสิ่งแวดล้อมรวมถึงผู้ปฏิบัติงาน	เช่น การกำหนดเวลาในการทำงานของผู้ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีการใช้เบนซีน เป็นต้น
5.10	( ) มีการตรวจวัดปริมาณความเข้มข้นของเบนซีนในพื้นที่ทำงาน	

สรุปผลการตรวจสอบ

.....

.....

.....

.....

วันที่บันทึกข้อมูล (วว/ดด/ปป) ...../...../.....

ผู้บันทึกข้อมูล.....

ผู้ร่วมตรวจสอบ.....

ผู้ร่วมตรวจสอบ.....

ตารางสารเคมีที่ไม่สามารถเก็บร่วมกับเบนซีนได้

- สารออกซิไดซ์ที่รุนแรง (Strong Oxidants)
- โซเดียมเปอร์ออกไซด์ (Sodium Peroxide)
- โพแทสเซียมเปอร์คลอเรต (Potassium Perchlorate)
- โครมิกแอนไฮไดร์ด (Chromic Anhydride)
- กรดกำมะถัน (Sulfuric Acid)
- กรดไนตริก (Nitric Acid)
- กรดอะซีติก (Acetic Acid)
- โอโซน (Ozone)
- ฮาโลเจน (Halogen)
- เตตระฟลูออโรบอเรต (Tetrafluoroborate)

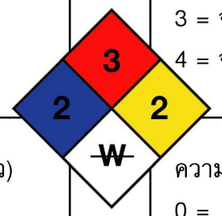
บทที่ 15
สารทดแทนเบนซีน

ไบโอเบนซีนเป็นเบนซีนสังเคราะห์ (Synthetic Benzene) ที่เกิดจากการใช้พืชผลทางการเกษตรและวัสดุการเกษตรต่างๆ มาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต โดยผ่านกระบวนการทางเคมี (Chemical Processes) หลังจากนำวัตถุดิบทางการเกษตรมาผ่านกระบวนการทางเคมีและชีวภาพแล้วจะได้สารต้นกำเนิดของไบโอเบนซีน ได้แก่ สารที่อยู่ในกลุ่มของ ซูโดเบนซีน (Pseudobenzene) เป็นสารเคมีที่ประกอบด้วยคาร์บอน 1 ตัวถึง 6 ตัว และนำซูโดเบนซีนมาปรับให้เหมาะสมกับการใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงทดแทนน้ำมัน ผลที่ได้คือ ไบโอเบนซีน (Biobenzene) โดยไม่ได้มีส่วนผสมของเบนซีนเลย แต่เป็นเบนซีนสังเคราะห์ที่ผลิตจากวัตถุดิบทางการเกษตร และสามารถทดแทนเบนซีนได้ 100 %

อักษรย่อและคำอธิบาย

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists หมายถึง สมาคมนักสุขศาสตร์อุตสาหกรรมภาครัฐของประเทศสหรัฐอเมริกา
ADR	The European Agreement concerning the international Carriage of Dangerous Goods by Road หมายถึง ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายระหว่างประเทศทางถนนของยุโรป
APF	Assigned Protection Factor Classifications of Respirators for Protection Against Gas/Vapor Exposures หมายถึง ค่าที่แสดงถึงระดับการป้องกันของอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจที่ทำงานปกติ ตัวอย่างค่า APF = 10 หมายความว่าผู้ที่ใช้อุปกรณ์อาจได้รับจากการสูดดมได้ไม่เกิน 1 ใน 10 ของปริมาณสารที่ปนเปื้อนอยู่ในบรรยากาศ
API	American Petroleum Institute หมายถึง สถาบันปิโตรเลียมแห่งสหรัฐอเมริกา
ASME	American Society of Mechanical Engineers หมายถึง สมาคมวิศวกรรมเครื่องกลแห่งสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่กำหนดรหัส มาตรฐานทางวิศวกรรม และเผยแพร่ความรู้และเทคโนโลยี
BCF	Bioconcentration Factor เป็นสัดส่วนความเข้มข้นของสารเคมีในเนื้อเยื่อจุลชีพในน้ำ ต่อความเข้มข้นของสารเคมีนั้นในน้ำ
CAS Number	Chemical Abstracts Service Registry Number หมายถึง หมายเลขขึ้นทะเบียนของสารเคมี
CARB	The California Air Resources Board หมายถึง คณะกรรมการที่เกี่ยวข้องกับการระบายไอของแคลิฟอร์เนีย
CSI	The Construction Specification Institute เป็นสถาบันที่มีหน้าที่กำหนดมาตรฐานคุณลักษณะด้านการก่อสร้างเพื่อให้เกิดความปลอดภัย
EC Number	European Commission Number หมายถึง หมายเลขสารเคมีของคณะกรรมาธิการยุโรป
EC_{50}	เป็นปริมาณความเข้มข้นของสารเคมีที่ทำให้สัตว์น้ำมีความผิดปกติ 50%
EINECS	European Inventory of Existing Chemical Substances หมายถึง หมายเลขสารเคมีที่มีอยู่ในยุโรป
EPA	Environmental Protection Agency หมายถึง องค์กรพิทักษ์สิ่งแวดล้อม
ERG	Emergency Response Guidebook เป็นคู่มือแนะนำการตอบโต้เหตุฉุกเฉินในการขนส่งวัตถุ/สินค้าอันตรายในขั้นแรก ของประเทศสหรัฐอเมริกา

ERPG	Emergency Response Planning Guideline เป็นข้อแนะนำแผนโต้ตอบเหตุฉุกเฉินที่ระดับความเข้มข้นของไอสารเคมีต่างๆ ERPG 1 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่ไม่มีผลต่อสุขภาพ (Without Health Effect) เมื่อมีระยะเวลาการสัมผัสซ้ำๆ ตลอด 1 ชั่วโมง และอาจสามารถได้รับกลิ่นได้ ERPG 2 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่มีผลเสียต่อสุขภาพ (Adverse Health Effect) หรือไม่กลับคืนสู่สภาพเดิม (Irreversible Health Effect) ทำให้ร่างกายอ่อนแอง่ายต่อการเจ็บป่วย เมื่อมีระยะเวลาการสัมผัสซ้ำๆ ตลอด 1 ชั่วโมง ERPG 3 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่มีผลต่อสุขภาพแบบร้ายแรงถึงขั้นเสียชีวิต เมื่อมีระยะเวลาการสัมผัสซ้ำๆ ตลอด 1 ชั่วโมง
GHS	Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก
IARC	International Agency for Research on Cancer หมายถึง องค์กรนานาชาติเพื่อการวิจัยมะเร็ง
IDLH	Immediately Dangerous to Life and Health เป็นความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่เป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพอย่างทันทีทันใด
IMDG	The International Maritime Dangerous Goods Code ข้อจำกัดการขนส่งตามข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางทะเลระหว่างประเทศ
ISO	International Organization for Standardization องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน
K_{ow}	Octanol-water Partition Coefficient เป็นสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารที่สามารถละลายในออคทานอลต่อการละลายในน้ำ ที่จุดสมดุล
LC_{50}	Lethal Concentration 50 เป็นความเข้มข้นของสารในอากาศหรือในน้ำที่ทำให้สัตว์ทดลองตายได้ 50%
LD_{50}	Lethal Dose 50 เป็นปริมาณของสารที่ให้กับสัตว์ทดลองในขณะที่ทดลองในห้องปฏิบัติการแล้วทำให้สัตว์ทดลองตาย 50% ในการให้ครั้งเดียว มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมหรือกรัมของสารที่ให้ต่อน้ำหนักของสัตว์ทดลองในหน่วยกิโลกรัม (mg/kg หรือ g/kg)
NFPA	National Fire Protection Association หมายถึง สมาคมป้องกันอัคคีภัยแห่งสหรัฐอเมริกาได้กำหนดรหัสและมาตรฐานครอบคลุมในทุกๆ ด้านที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยจากอัคคีภัย ระบบ NFPA ได้มีการกำหนดสัญลักษณ์แสดงอันตรายเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่วางตั้งตามแนวเส้นทแยงมุม(Diamond-shape) ภายในแบ่งออกเป็นสี่เหลี่ยมย่อยขนาดเท่ากัน 4 รูป 4 สี ได้แก่ สีแดงแสดงความไวไฟ (Flammability) สีน้ำเงินแสดงอันตรายต่อสุขภาพ (Health) สีเหลืองแสดงความไวต่อปฏิกิริยาของสาร (Reactivity) ใช้ตัวเลข 0 ถึง 4แสดงถึงระดับอันตรายจากน้อยไปมาก และสีขาวแสดงข้อมูลพิเศษของสาร

	สุขภาพ (พื้นสีน้ำเงิน) 0 = ปลอดภัย 1 = อันตรายน้อย 2 = อันตรายปานกลาง 3 = อันตรายสูง 4 = อันตรายถึงตาย ความไวไฟ (พื้นสีแดง) 0 = ไม่ติดไฟ 1 = จุดวาบไฟสูงกว่า 93 °C 2 = จุดวาบไฟต่ำกว่า 93 °C 3 = จุดวาบไฟต่ำกว่า 38 °C 4 = จุดวาบไฟต่ำกว่า 22 °C  ข้อมูลพิเศษ (พื้นสีขาว) OXY = ออกซิไดเซอร์ ACID = กรด COR = กัดกร่อน ALK = ด่าง ~~W~~ = ห้ามผสมน้ำ ความไวต่อปฏิกิริยา (พื้นสีเหลือง) 0 = เสถียร 1 = ไม่เสถียรถ้าโดนความร้อน 2 = ปฏิกิริยาเคมีรุนแรง 3 = ความร้อนและการกระแทก อาจเกิดการระเบิด 4 = ระเบิดได้
NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health เป็นหน่วยงานของรัฐที่มีบทบาทอย่างสูงในงานอาชีวอนามัยและ ความปลอดภัยของประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่หลักในการศึกษาวิจัยเพื่อกำหนดเกณฑ์มาตรฐานด้านความปลอดภัยและมาตรฐานสิ่งแวดล้อมดังกล่าวให้กับ OSHA ทำการพิจารณากำหนดเป็นมาตรฐานทางกฎหมายต่อไป รวมทั้งมีหน้าที่ให้การศึกษา ฝึกอบรม และบริการทางเทคนิคแก่นายจ้าง ลูกจ้างที่ร้องขอ
NTP	National Toxicology Program หมายถึง หน่วยงานที่จัดทำโปรแกรมเพื่อประเมินปัจจัยต่างๆ ทางด้านสาธารณสุขของประเทศสหรัฐอเมริกา โดยตระหนักถึงการพัฒนาและการประยุกต์ใช้เครื่องมือด้านพิษวิทยาสมัยใหม่และชีวโมเลกุล
OHSAS 18001	Occupational Health and Safety Assessment Series มาตรฐานระบบการจัดการอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
OSHA	Occupational Safety and Health Administration หมายถึง องค์กรอาชีวอนามัยและความปลอดภัย
PELs	Permissible Exposure Limits เป็นความเข้มข้นสูงสุดที่ยอมรับได้ของไอสารในบรรยากาศของอาคารที่ทำงาน พิจารณาแบ่งเป็น PEL-TWA เป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของไอสารในบรรยากาศของอาคารที่ทำงานตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งโดยทั่วไป คือ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ที่ผู้ปฏิบัติงานอาจสัมผัสซ้ำๆ โดยปราศจากผลกระทบต่อสุขภาพ PEL-STEL เป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของไอสารในบรรยากาศของอาคารที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานอาจสัมผัสซ้ำๆ ตลอดเวลา 15-30 นาที

	PEL-C เป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยสูงสุดของไอสารในบรรยากาศของอาคารที่ทำงานที่ผู้ปฏิบัติงานไม่ควรสัมผัส ไม่ว่าเวลาใดๆ (ยกเว้นจะมีการกำหนดเป็นอื่น เช่น 5 นาที)
SCBA	Self-Contained Breathing Apparatus เป็นอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา
SDS	Safety Data Sheet เป็นข้อมูลความปลอดภัย
TEEL	Temporary Emergency Exposure Limit ระดับความเข้มข้นของไอสารเคมีที่มีผลต่อสุขภาพ ค่านี้จะใช้กับกรณีที่สารเคมีนั้นๆ ยังไม่มีค่ามาตรฐานอื่น เช่น ERPG เป็นต้น TEEL 0 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่ไม่มีผลต่อสุขภาพ (Without Health Effect) TEEL 1 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่มีผลต่อสุขภาพปานกลาง (Mild) และสามารถผันกลับได้ (Transient Health Effect) TEEL 2 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่มีผลต่อสุขภาพร้ายแรง (Serious) และไม่สามารถผันกลับได้ (Irreversible Health Effect) TEEL 3 - ระดับความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศที่อาจมีผลถึงขั้นเสียชีวิต (Potentially Life-threatening)
TIS 18001	Thai Industrial Standard มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระบบการจัดการอาชีวะอนามัยและความปลอดภัย
TLV-C	Threshold Limit Value - Ceiling Exposure Limit เป็นค่าความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศสูงสุดไม่ว่าเวลาใดๆ ของการปฏิบัติงาน
TLV-STEL	Threshold Limit Value-Short Term Exposure Limit เป็นค่าความเข้มข้นของสารที่คนงานสัมผัสในช่วงเวลา 15 นาทีต่อเนื่องกันโดยไม่เกิดอันตรายจากการระคายเคือง อันตรายเรื้อรังต่อเนื้อเยื่อ หมดสติ ซึ่งถ้าความเข้มข้นของสารสูงขึ้นมาถึงระดับ STEL ไม่ควรเกิน 15 นาทีต่อเนื่องกัน และไม่ควรมากกว่า 4 ครั้งต่อวัน แต่ละครั้ง ควรห่างกันอย่างน้อย 60 นาที
TLV-TWA	Threshold Limit Value - Time Weighted Average เป็นค่าความเข้มข้นเฉลี่ยของไอสารในบรรยากาศตลอดเวลาการทำงาน ซึ่งโดยทั่วไปคือ 8 ชั่วโมงต่อวัน หรือ 40 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ที่ผู้ปฏิบัติงานอาจสัมผัสซ้ำๆ โดยปราศจากผลกระทบต่อสุขภาพ
TREM CARD	Transport Emergency Card หมายถึง เอกสารข้อแนะนำในการปฏิบัติหากเกิดเหตุฉุกเฉินในการขนส่ง

LEL	Lower Explosive Limit เป็นความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศต่ำสุด (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์) ที่สามารถเกิดการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source)
UEL	Upper Explosive Limit เป็นความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศสูงสุด (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์) ที่สามารถเกิดการระเบิดได้เมื่อสัมผัสกับแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source)
LFL	Lower Flammable Limit เป็นความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศต่ำสุด (คิดเป็นเปอร์เซ็นต์) ที่สามารถลุกติดไฟได้เมื่อสัมผัสกับแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source)
UFL	Upper Flammable Limit เป็นความเข้มข้นของไอสารในบรรยากาศสูงสุด (คิดเป็นเปอร์เซนต์ ที่สามารถลุกติดไฟได้เมื่อสัมผัสกับแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source)
UN Number	United Nations Number เป็นระบบเลขอ้างอิง 4 หลัก ของสารอันตรายตามข้อกำหนดขององค์การสหประชาชาติ (UN Recommendation on the Transport of Dangerous Goods, 10th edition) ใช้ประโยชน์ร่วมกับข้อแนะนำของสหประชาชาติเพื่อการตอบโต้เหตุฉุกเฉินในระหว่างการขนส่ง
UNTDG	United Nations Recommendations on the Transport of Dangerous Goods เป็นข้อแนะนำของสหประชาชาติที่เสนอแนะสำหรับการขนส่งสินค้าอันตราย
UL	Underwriter Laboratory หน่วยงานที่กำหนดมาตรฐานต่างๆ ด้านความปลอดภัย

หน่วย

atm m^3/mol	บรรยากาศ - ลูกบาศก์เมตรต่อโมล
Btu/lb	บีทียู ต่อ ปอนด์
^oC	องศาเซลเซียส
Cal/g	แคลอรี ต่อ กรัม
g/kg	กรัม ต่อ กิโลกรัม
g/l	กรัม ต่อ ลิตร
g/ m^3	กรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร
J/g	จูล ต่อ กรัม
kg/ cm^3	กิโลกรัม ต่อ ลูกบาศก์เซนติเมตร
kPa	กิโลปาสคาล
K_{ow}	สัมประสิทธิ์การแพร่กระจายในน้ำ
mg/kg	มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม
mg/kg-day	มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม-วัน
mg/l	มิลลิกรัม ต่อ ลิตร
mg/m^3	มิลลิกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร
mmHg	มิลลิเมตรปรอท
mPa.sec	มิลลิปาสคาล.วินาที
m/s	เมตร ต่อ วินาที
N/m	นิวตัน ต่อ เมตร
Pa.m^3/mol	ปาสคาล.ลูกบาศก์เมตร ต่อ โมล
ppm	ระดับความเข้มข้น "ส่วนในล้านส่วน" (Parts per million)
ppt	ส่วนในหมื่นล้านส่วน
psi	ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว
vol%	ร้อยละโดยปริมาตร
wt%	ร้อยละโดยน้ำหนัก
µg/m^3	ไมโครกรัม ต่อ ลูกบาศก์เมตร
โอห์ม	หน่วยของความต้านทานไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

กรมการขนส่งทางบก ข้อกำหนดการขนส่งสินค้าอันตรายทางถนนของประเทศไทย (Thai Provision Volume II: TP II แปลและเรียบเรียงจาก Restructured ADR 2003, European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road โครงการนำระบบความปลอดภัยด้านการขนส่งและจัดเก็บสินค้าอันตรายมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการปฏิบัติงาน 2544

กรมโรงงานอุตสาหกรรม การจำแนกประเภทและการติดฉลากสารเคมีที่เป็นระบบเดียวกันทั่วโลก รวบรวมจาก Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (UN-GHS Version 2007)

ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง แบบตัวถัง ลักษณะและมาตรฐานถังบรรทุกวัตถุอันตรายของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ ประกาศในราชกิจจานุเบกษา พ.ศ. 2549

ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง แบบตัวถัง ลักษณะและมาตรฐานถังบรรทุกวัตถุอันตรายของรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2550

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การขนส่งวัตถุอันตรายทางบก พ.ศ. 2546

ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง ขนาด จำนวน และคุณภาพเครื่องดับเพลิงสำหรับรถที่ใช้ในการขนส่งสัตว์หรือสิ่งของ ลักษณะ 4 (รถบรรทุกวัสดุอันตราย) พ.ศ. 2542

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง กำหนดปริมาณสารเจือปนในอากาศที่ระบายออกจากปล่องเตาเผาสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่เป็นอันตรายจากอุตสาหกรรม พ.ศ. 2545

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การขึ้นทะเบียน การออกใบสำคัญ และการต่ออายุใบสำคัญการขึ้นทะเบียนวัตถุอันตรายที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมรับผิดชอบ พ.ศ. 2552

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การให้แจ้งข้อเท็จจริงของผู้ผลิต ผู้นำเข้า ผู้ส่งออก หรือผู้มีไว้ในครอบครองซึ่งวัตถุอันตราย ที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมมีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ พ.ศ. 2547

เว็บไซต์

- JST, JST Failure Knowledge Database., Japan.
- United States Patent 5189233, Process for the production of Cyclohexane by liquid phase hydrogenation of benzene ,USA.
- http://www.nlm.nih.gov/pub/factshees/hsdbs.html
- ILO, International Occupational Safety and Health Information Centre (CIS).
- UL, Protected Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids, UL 2085, USA
- Unified Facilities Criteria (UFC; UFC 3-460-0321 January 2003) Operation and Maintenance : Maintenance of Petroleum Systems.
- Chemical Storage Guidelines: In Relation to New York State Fire Code Requirements, USA.
- OSHA, OSHA Respirator Requirments for Selected Chemicals, Available from: http://www.cdc.gov/niosh/npg/ nengapdx.html#e- North American Emergency Response Guidebook http://www.apps.tc.gc.ca/saf-sec-sur/3/erg-gmu/erg/guidepage.aspx?guide=130 , Canada.
- OSHA :Regulations (Standards - 29 CFR) Emergency action plans. - 1910.38
- http://www.doh.wa.gov/ehp/rp/air/prf-rpt.pdf
- Jeanne Mager Stellman, Encyclopaedia of Occupational Health and Safety, International Labour Office
- US.EPA and DEC guidelines, Hazardous waste disposal program, USA.
- U.S.EPA, Proposed Treatment Standards for Hazardous Wastes K179 and K180 , 2000,USA.

ภาคผนวก ก

ข้อกำหนดพิเศษสำหรับสารไวไฟ (3A และ 5.2)

1. อุปกรณ์ไฟฟ้าและยานพาหนะต้องเป็นชนิดทนการระเบิด
2. การจัดเก็บสารไวไฟควรมีระบบกระจายน้ำดับเพลิง และหัวรับน้ำดับเพลิงในที่เหมาะสมในจำนวนที่เพียงพอ
   - 2.1 กรณีมีระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง อาคารเก็บรักษาที่จัดเก็บสารไวไฟ ควรมีกำแพงทนไฟ 90 นาที
   - 2.2 กรณีไม่มีระบบหัวกระจายน้ำดับเพลิง ต้องมีกำแพงทนไฟที่ทนไฟ 180 นาที
   - 2.3 กำแพงทนไฟระหว่างห้องต้องสูงกว่าหลังคา และยื่นออกจากผนังด้านข้างอย่างน้อย 0.30 เมตร หรือวิธีการอื่นๆ ที่สามารถป้องกันการลุกลามของไฟได้
3. ผนังอาคารเก็บสารไวไฟ หากทนไฟได้น้อยกว่า 90 นาที อาคารนั้นต้องมีระยะห่างจากอาคารอื่นไม่น้อยกว่า 10 เมตร
4. ให้มีการระบายอากาศโดยวิธีธรรมชาติหรือวิธีกล โดยให้มีอัตราการแลกเปลี่ยนอากาศเป็น 5 เท่าของปริมาตรห้องต่อ 1 ชั่วโมง ทั้งนี้ตำแหน่งของช่องระบายอากาศให้มีความเหมาะสมตามหลักวิชาการ
5. การถ่ายบรรจุของเหลวไวไฟ
   - 5.1 ห้องที่ทำการถ่ายบรรจุต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดทนการระเบิด
   - 5.2 ต้องมีมาตรการป้องกันประจุไฟฟ้าสถิต เช่น เสื้อผ้า-ถุงเท้าที่ทำจากเส้นใยฝ้าย 100 % และรองเท้าที่มีคุณสมบัติป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต เป็นต้น
   - 5.3 ให้ต่อสายดินกับอุปกรณ์และถังที่เป็นโลหะ
   - 5.4 สายท่อที่ใช้ในการถ่ายสารเคมีควรเป็นชนิดที่ป้องกันการเกิดไฟฟ้าสถิต
   - 5.5 ห้องถ่ายบรรจุควรเป็นห้องที่เปิดโล่งให้มีการระบายอากาศที่ดี
   - 5.6 กรณีเป็นสารไวไฟที่ไม่ละลายน้ำ พื้นต้องมีความลาดเอียงไม่น้อยกว่า 1 % เพื่อให้ไหลลงรางระบายหรือลงบ่อกักเก็บที่สามารถควบคุมการระบายไม่ให้ไหลออกสู่ภายนอก

ภาคผนวก ข

ตารางการจัดเก็บสารเคมี

ประเภทการจัดเก็บ	1	2A	2B	3A	3B	4.1A	4.1B	4.2	4.3	5.1A	5.1B	5.1C	5.2	6.1A	6.1B	6.2	7	8A	8B	10	11	12	13
1 วัตถุระเบิด	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
2A ก๊าซอัด ก๊าซเหลว หรือก๊าซที่ละลายภายใต้ความดัน	.	17	4	.	.	.	.	.	.	.	.	10	.	.	.	.	18	.	.	.	5	.	.
2B ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์)	.	4	.	1	1	.	.	.	.	.	.	10	.	2	.	.	18	6	4	6	6	6	6
3A ของเหลวไวไฟ	.	.	1	17	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	3	.	.
3B ของแข็งไวไฟ	.	.	1	.	.	12	4	.	4	.	.	.	7	.	.	.	18	.	.	.	.	.	.
4.1A สารที่มีความเสี่ยงต่อการลุกไหม้ได้เอง	.	.	.	.	12	17	12	.	.	.	.	.	14	8	.	.	.	12	.	.	4	.	.
4.1B สารที่ก๊าซไวไฟเมื่อสัมผัสกับน้ำ	.	.	.	.	4	12	.	4	4	.	.	.	13	.	.	.	18	.	.	.	4	.	.
4.2 สารออกซิไดซ์	.	.	.	.	.	.	4	4	.	.	.	.	.	.	.	.	18	9	4	4	4	4	4
4.3 สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	9	9	9	9	9	9
5.1A สารติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5.1B สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	3	.	.
5.1C สารติดเชื้อ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	3	.	.
5.2 วัสดุกัมมันตรังสี	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6.1A สารติดไฟที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	18	.	.	.	.	.	.
6.1B สารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
6.2 ของเหลวไวไฟ	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
7 ของแข็งไวไฟ	.	18	18	18	18	18	18	18	18	.	.	18	18	18	18	.	.	18	18	18	18	18	18
8A ของเหลวไม่ติดไฟ	.	5	4	9	.	11	11	4	4	.	.	11	10	10	10	.	18	4	4	4	4	4	4
8B ของแข็งไม่ติดไฟ	.	.	4	9	.	.	10	4	4	.	.	10	10	10	10	.	18	4	4	4	4	4	4
10 ของเหลวติดไฟ ที่ไม่อยู่ในประเภท 3A หรือ 3B	.	.	6	12	12	11	11	4	4	.	.	11	10	10	10	.	18	4	4	4	4	4	4
11 ของแข็งติดไฟ	.	5	6	3	12	12	11	4	4	.	.	11	10	10	10	.	18	4	4	4	4	4	4
12 ของเหลวไม่ติดไฟ	.	.	6	12	12	12	12	4	4	.	.	11	10	10	10	.	18	4	4	4	4	4	4
13 ของแข็งไม่ติดไฟ	.	.	6	12	12	12	12	4	4	.	.	11	10	10	10	.	18	4	4	4	4	4	4

โดยหลักการการจัดเก็บแบบคละสามารถกระทำได้

ตัวเลข

จัดเก็บคละได้โดยมีเงื่อนไข

.

ให้จัดเก็บโดยวิธีแยกบริเวณ

เงื่อนไขการจัดเก็บสารเคมีและวัตถุอันตรายตามตารางการจัดเก็บ

1. การจัดเก็บของเหลวไวไฟ และก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) สามารถจัดเก็บได้โดยมีเงื่อนไขดังนี้ ต้องจัดให้มีการระบายอากาศ และปริมาณการจัดเก็บสารต้องไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการจัดเก็บทั้งหมด ทั้งนี้ปริมาณรวมของของเหลวไวไฟและก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) ต้องไม่เกิน 100,000 ลิตร
2. ก๊าซภายใต้ความดันในภาชนะบรรจุขนาดเล็ก (กระป๋องสเปรย์) เก็บคละกับสารพิษได้ โดยมีเงื่อนไขต่อไปนี้ ห้องที่มีผนังทนไฟขนาดพื้นที่ต้องไม่เกิน 60 ตารางเมตร และปริมาณการจัดเก็บสารไม่เกิน 60 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณการจัดเก็บทั้งหมด อุณหภูมิของห้องต้องไม่เกิน 50 องศาเซลเซียสต้องมีการระบายอากาศและต้องมีทางออกฉุกเฉิน 2 ทาง ทางออกฉุกเฉินทั้งสองทางต้องมีอุปกรณ์ดับเพลิงประเภทผงเคมีแห้ง ABC ขนาด 6 กิโลกรัม แห่งละ 1 เครื่อง ถ้าห้องเก็บมีขนาดใหญ่กว่า 60 ตารางเมตร การเก็บวัตถุอันตรายเหล่านี้ต้องจัดเก็บแบบแยกห่างด้วยวิธีการที่เหมาะสมหรือแยกบริเวณ
3. วัสดุที่เป็นสาเหตุให้เกิดการลุกติดไฟหรือลุกลามได้อย่างรวดเร็ว เช่น วัสดุที่ใช้ทำบรรจุภัณฑ์ ควรจัดเก็บแยกบริเวณออกจากสารพิษหรือของเหลวไวไฟ
4. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นในขณะเกิดอุบัติเหตุ สามารถเก็บคละกันได้โดยการจัดเก็บแบบแยกห่าง เช่น แยกออกจากกัน โดยมีกำแพงกั้น เว้นระยะปลอดภัยให้ห่าง เก็บในบ่อแยกจากกัน หรือในตู้เก็บที่ปลอดภัย
5. ห้องเก็บรักษาให้จัดเก็บก๊าซภายใต้ความดันได้ไม่เกิน 50 ท่อ ในจำนวนดังกล่าวอนุญาตให้เก็บเป็นก๊าซภายใต้ความดันที่มีคุณสมบัติไวไฟ ออกซิไดซ์ หรือก๊าซพิษ เก็บรวมกันได้ไม่เกิน 25 ท่อ สารติดไฟได้ (ประเภท 8A และ 11) (ยกเว้นของเหลวไวไฟ) อาจนำมาเก็บรวมได้ โดยจัดเก็บแบบแยกห่างจากก๊าซภายใต้ความดันด้วยผนังที่ทำจากวัสดุที่ไม่ติดไฟ ที่มีความสูงอย่างน้อย 2 เมตร และมีระยะห่างจากผนังอย่างน้อย 5 เมตร
6. อนุญาตให้เก็บคละได้ ถ้ามีข้อกำหนดความปลอดภัยสำหรับสินค้าคงคลังทั้งหมด โดยให้เป็นไปตามข้อกำหนดการจัดเก็บวัตถุอันตรายประเภท 2B
7. อนุญาตให้เก็บคละกับของเหลวไวไฟที่มีจุดวาบไฟสูงกว่า 60 องศาเซลเซียส ถ้าการเก็บคละกันนี้ไม่ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่เป็นอันตราย (การลุกติดไฟและ/ หรือให้ความร้อนออกมา หรือให้ก๊าซไวไฟ หรือให้ก๊าซที่ทำให้เกิดภาวะการขาดออกซิเจน หรือให้ก๊าซพิษ หรือทำให้เกิดบรรยากาศของการกัดกร่อน หรือทำให้เกิดสารที่ไม่เสถียร หรือเพิ่มความดันจนเป็นอันตราย) หากพบว่ามีโอกาสเกิดอันตรายตามที่กล่าวให้จัดเก็บโดยเว้นระยะห่างที่ปลอดภัย (5 เมตร)
8. สารติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ (ประเภท 6.1A) เก็บคละกับของแข็งไวไฟ (ประเภท 4.1B) ได้
9. ห้ามเก็บของเหลวไวไฟ (ประเภท 3A) คละกับสารกัดกร่อนที่บรรจุในภาชนะที่แตกง่าย ยกเว้นมีมาตรการป้องกันไม่ให้สารทำปฏิกิริยากันได้ ในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุขึ้น

10. อนุญาตให้เก็บคละกันได้ ยกเว้นก๊าซไวไฟ
11. ต้องจัดทำมาตรการป้องกันเพิ่มเติมเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการเก็บรักษาโดยได้รับความเห็นชอบจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม
12. ของแข็งไวไฟ (ประเภท 4.1A) ที่มีคุณสมบัติการระเบิดอาจเก็บคละกับสารอื่นคือ ประเภท 3B 4.1B 8A 8B 10 11 12 หรือ 13 ได้ถ้าระยะห่างที่ปลอดภัยซึ่งจัดไว้เพื่อป้องกันอันตรายที่จะมีต่อบริเวณโดยรอบอาคารคลังสินค้ามีเพียงพอหรืออาจต้องกำหนดให้มากขึ้น ซึ่งต้องตรวจสอบเป็นกรณีๆ ไป
13. อนุญาตให้เก็บสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ (ประเภท 5.2) คละกับของแข็งไวไฟ (ประเภท 4.1B) ได้
14. อนุญาตให้เก็บคละกับดินขับ (propellants) และตัวจุดชนวน (radical initiators) ถ้าสารนั้นไม่มีส่วนผสมของโลหะหนัก
15. การเก็บสารออกซิไดซ์ (ประเภท 5.1B) อาจอนุญาตให้เก็บคละกับสารติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ (ประเภท 6.1A) และสารไม่ติดไฟที่มีคุณสมบัติความเป็นพิษ (ประเภท 6.1B) ได้ซึ่งสามารถเก็บได้ปริมาณสูงถึง 20 เมตริกตัน โดยต้องมีมาตรการความปลอดภัยดังนี้ อาคารคลังสินค้าต้องมีระบบเตือนภัยไฟไหม้ ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ และทีมผจญเพลิงระดับกึ่งมืออาชีพของบริษัท (พนักงานบริษัททำหน้าที่ดับเพลิงอย่างเดียวพร้อมมีรถดับเพลิงของบริษัท) ถ้ามีสารไม่ถึง 1 เมตริกตัน ไม่ต้องมีมาตรการเสริมดังกล่าว
16. การเก็บสารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์รวมกับสารเคมีและวัตถุอันตรายอื่นๆ จำเป็นต้องออกแบบและตรวจสอบแต่ละกรณีว่าระยะห่างปลอดภัย (ระหว่างอาคารคลังสินค้าและชุมชน) ที่กำหนดขึ้นโดยรอบอาคารคลังสินค้ามีเพียงพอหรือต้องกำหนดให้มากขึ้น เพื่อป้องกันโอกาสที่จะเกิดอันตราย
17. ให้พิจารณาตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยเฉพาะของสารแต่ละประเภท
18. วัสดุกัมมันตรังสีควรแยกจัดเก็บตามข้อกำหนดด้านความปลอดภัยของทบวงการพลังงานปรมาณูระหว่างประเทศ (International Atomic Energy Agency; IAEA) และได้รับการอนุมัติจากหน่วยงานของ รัฐที่เกี่ยวข้อง

ภาคผนวก ค

Level of Protective Clothing

ระดับ A (Level A) หมายถึง ชุดป้องกันไอระเหยของสารเคมี (Vapour-tight Chemical Protective Clothing) สามารถป้องกันร่างกายทุกส่วน ต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (SCBA) ชุดป้องกันระดับนี้มีหลายแบบ

ระดับ B (Level B) หมายถึง ชุดป้องกันสารเคมีเหลว (Liquid-tight Chemical Protective Clothing) ไม่สามารถป้องกันการซึมผ่านของไอระเหยได้ ต้องสวมใส่ร่วมกับอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (SCBA) หากเป็นของเหลวไวไฟ ต้องสวมชุดระดับนี้ในการดับเพลิง

ระดับ C (Level C) หมายถึง ชุดดับเพลิงที่สามารถป้องกันความร้อนได้ ต้องสวมร่วมกับอุปกรณ์ปกป้องทางเดินหายใจชนิดถังบรรจุอากาศแบบพกพา (SCBA) ชุดนี้ไม่ได้ออกแบบให้ใช้ในการกู้ภัยสารเคมี แต่สามารถใช้ได้ในพื้นที่ที่ไม่สัมผัสโดยตรงกับสารเคมี หรือใช้ในการช่วยชีวิตผู้บาดเจ็บออกจากพื้นที่เกิดเหตุ

ระดับ D (Level D) หมายถึง ชุดปฏิบัติงานในสภาพการทำงานปกติ

ผู้ประกอบกิจการโรงงานที่มีการผลิตและการใช้สารเคมีอันตรายสูง และผู้ที่เกี่ยวข้องที่ระดมความคิดเห็นต่อร่างคู่มือ

นางสาวงามเนตร วรกิจเจริญชัย	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นางสาวนงคราญ สุจริตกิตติกุล	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นางวิจิตรา ศรีวณิชย์	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นายเฉลิมชาติ กองแสง	กรมโรงงานอุตสาหกรรม
นายอานนท์ อุดมศักดิ์	บริษัท ปตท. อะโรเมติกส์ และการกลั่น (ประเทศไทย) จำกัด
นางวลัยพร บุญยะโรจน์	บริษัท ปตท. อะโรเมติกส์ และการกลั่น (ประเทศไทย) จำกัด
มล. อนันต์รัตนกวี จรูญโรจน์	บริษัท กู๊ดทีมเอ็นเตอร์ไพรส์ จำกัด
นายสมชาย จันทร์แก้ว	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน) (EBSM)
นายณัฐกิจ พฤทธานนท์	บริษัท ไออาร์พีซี จำกัด (มหาชน)
นายกฤตนน ยืนยิ่ง	SCG-DOW Group
นายเริงชัย เรืองพยุงศักดิ์	บริษัท อัคคีปราการ จำกัด