

บทความทั่วไป

การดำเนินงานจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาด Clean Laboratory Set Up

สุชาดา ไชยสวัสดิ์*

สภาวะการณ์ของโลกยุคปัจจุบันได้มีความตื่นตัว โดยให้ความสนใจความสำคัญของสิ่งแวดล้อมที่มีผลกระทบต่อมนุษย์และสิ่งมีชีวิต ประกอบกับสภาวะเศรษฐกิจถดถอย การเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของหน่วยงานจึงมีความสำคัญอย่างมากโดยเน้นถึงการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่า การลดต้นทุนและที่สำคัญที่สุดคือการลดมลพิษทุกระบวนการโดยรักษาคุณภาพของงานรวมถึงคุณภาพชีวิตของบุคลากรที่ปฏิบัติงานในหน่วยงานด้วย ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เป็นหน่วยงานหนึ่ง ซึ่งต้องการการเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพ และต้องการลดมลพิษ โดยเหตุที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์เป็นแหล่งกำเนิดของเสียซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายต่าง ๆ อันจะมีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน จึงควรมีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสม การดำเนินงานจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาด (Clean laboratory) เป็นแนวทางหนึ่งที่นำมาใช้บริหารจัดการเพื่อป้องกันมลพิษ (Pollution prevention) โดยเฉพาะอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมทั้งนี้เพื่อปลูกจิตสำนึกให้กับบุคลากรทุกระดับว่าการป้องกันอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมเป็นหน้าที่รับผิดชอบของทุกคน นอกจากนั้นแล้ว การดำเนินการจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาด ยังเป็นการ

เพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพของห้องปฏิบัติการโดยรวมได้อีกทางหนึ่ง

ห้องปฏิบัติการสะอาด

ห้องปฏิบัติการสะอาด หมายถึงห้องปฏิบัติการที่ใช้เทคโนโลยีสะอาด (Clean technology) เข้ามาบริหารจัดการเพื่อเพิ่มคุณภาพและประสิทธิภาพในการวิเคราะห์และบริการ โดยใช้เทคนิคการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ดี ด้วยการป้องกันและควบคุมการเกิดมลพิษ ลดปริมาณของเสียตั้งแต่การลดแหล่งกำเนิดที่ทำให้เกิดของเสีย เป็นการลดอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ยกกระดับมาตรฐานสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นและทำให้เกิดการพัฒนาที่ยั่งยืนต่อไป

การบริหารจัดการ/จัดระบบห้องปฏิบัติการ

การดำเนินงานจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาดประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 7 ขั้นตอน ดังนี้

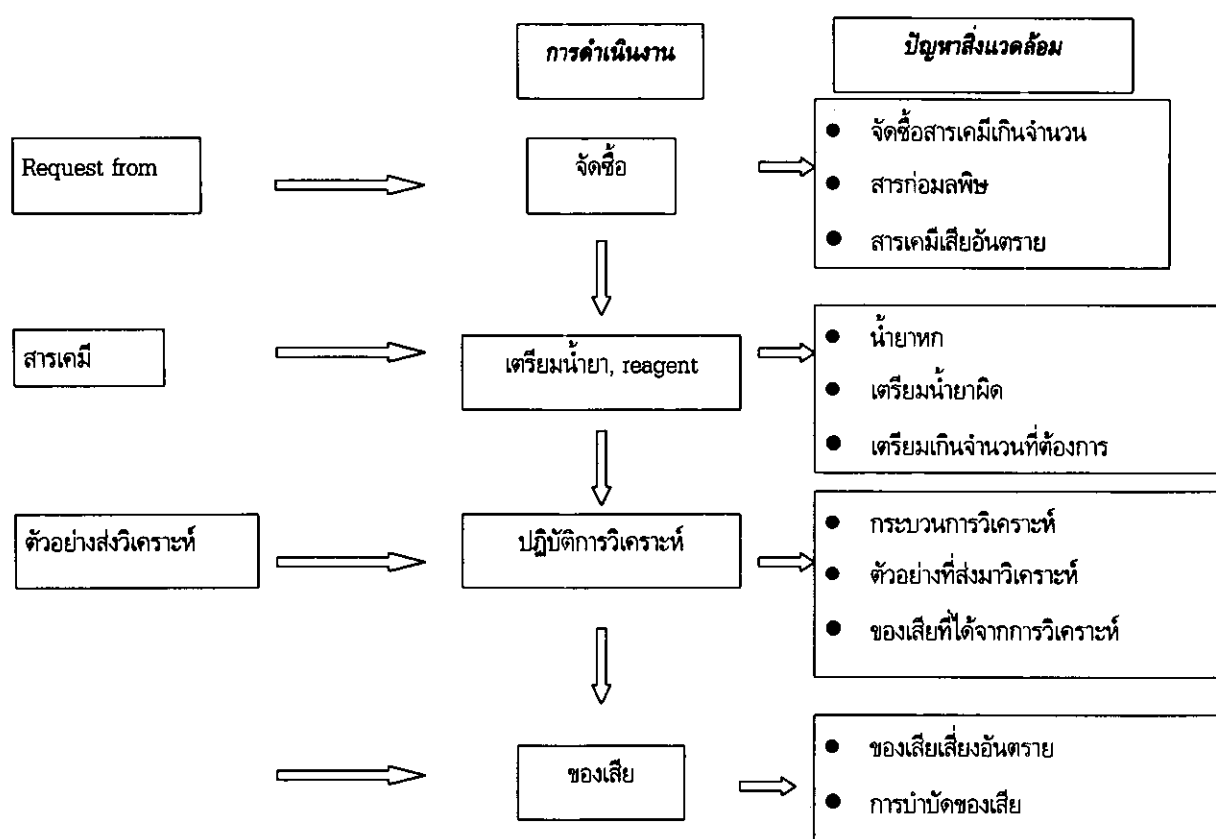
1. พิจารณาปัญหาสิ่งแวดล้อมในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ

การพิจารณาปัญหาสิ่งแวดล้อมในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการเป็นขั้นตอนแรกที่สำคัญยิ่งในการบริหารจัดการ/จัดระบบเพื่อจัดทำ

* สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ห้องปฏิบัติการสะอาด เพราะปัญหาสิ่งแวดล้อมที่พบจากการดำเนินงานจะทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนระบบหรือรูปแบบการบริหารจัดการ และปัญหาที่พิจารณาไม่ได้มีอยู่เฉพาะภายในห้องปฏิบัติการเท่านั้น แต่จะเกี่ยวข้องกับทุกส่วนของการดำเนินงาน โดยห้องปฏิบัติการมีเป้าหมายชัดเจนที่จะใช้มาตรการป้องกันมลพิษเข้าไปบริหารจัดการ เริ่มจากการพิจารณาถึงแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายหรือมลพิษไปจนถึงการจัดการของเสียอันตรายและไม่เสียอันตราย ซึ่งเป้าหมายเหล่านี้หมายถึงรวมถึงการลดปริมาณการใช้สารเคมีเสียอันตราย การลดการก่อให้เกิดของเสียอันตราย และลดการทิ้งสารเคมี/วัสดุอันตราย การปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการให้ลดการเผชิญกับ

สารหรือวัสดุเสี่ยงอันตราย และกระตุ้นให้เกิดมาตรการเผยแพร่ความรู้และวิธีการตลอดจนนโยบายป้องกันมลพิษภายในห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงแผนลดการจัดซื้อจัดหาวัสดุอุปกรณ์สารเคมีที่เสี่ยงอันตรายอีกด้วย จากการพิจารณาการดำเนินงานทุกส่วนเหล่านี้สามารถระบุลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมได้ว่าการดำเนินงานในห้องปฏิบัติการนั้นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายและสารก่อมลพิษอยู่ในขั้นตอนใดบ้าง ซึ่งควรระบุถึงการใช้สารเคมีในกระบวนการต่างๆภายในห้องปฏิบัติการเพื่อให้ทราบว่าการใดก่อให้เกิดมลพิษชนิดใดได้บ้าง ตัวอย่างของการพิจารณาและการระบุปัญหาสิ่งแวดล้อมได้แสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 ตัวอย่างการพิจารณาปัญหาสิ่งแวดล้อมในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ

2. จัดรูปแบบ/และปรับปรุงสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการ

การจัดรูปแบบและการปรับปรุงสภาพแวดล้อมในการดำเนินการจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาดนั้น หมายถึง การปรับปรุงสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการให้ลดการเผชิญกับสารหรือวัสดุเสี่ยงอันตราย ซึ่งต้องจัดทำระบบเพื่อความปลอดภัย เช่น การจัดระบบการจัดเก็บสารเคมี, การจัดระบบการจัดเก็บของเสีย, การจัดระบบการปฏิบัติงาน โดยใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์เพื่อความปลอดภัย เช่น การปฏิบัติงานโดยใช้ตู้ควัน (Fume hood) ตู้ปลอดเชื้อ (Laminar flow cabinet) การจัดหาอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยที่จำเป็นประจำห้องปฏิบัติการ เช่น อ่างล้างตา (Eye wash), Emergency shower; การจัดหาอุปกรณ์ป้องกันเฉพาะบุคคล (Personal protective equipment, PPE) ที่จำเป็นเช่น แว่นตา, หน้ากาก, Respirator, ถุงมือ, ชุดปฐมพยาบาลเบื้องต้น และควรมีระบบสัญญาณเตือนภัย เช่น Emergency alarm, Smoke alarm, Heat detector พร้อมระบบ Sprinkle และระบบดับเพลิงในกรณีฉุกเฉิน นอกจากนี้แล้วยังรวมถึงการจัดระบบสาธารณสุขภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีการแยกท่อน้ำทิ้งจากกิจกรรมในห้องปฏิบัติการออกจากท่อน้ำทิ้งธรรมดาให้เข้าสู่ระบบบำบัดน้ำเสียเฉพาะกิจกรรม การจัดรูปแบบและการปรับปรุงสภาพแวดล้อมของห้องปฏิบัติการเหล่านี้ต้องคำนึงถึงการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีเป็นหลัก

3. จัดระบบองค์กรภายในห้องปฏิบัติการ

การจัดระบบองค์กรภายในเพื่อจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาดนั้น เป็นการจัดระบบการบริหารจัดการโดยกำหนดภาระหน้าที่ปฏิบัติงานของบุคลากรทุกคนไว้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ยังหมายถึงการเข้ารับการฝึกอบรมและพัฒนาความรู้

ด้านวิชาการและการจัดการสิ่งแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการ รวมถึงการลดปริมาณของเสีย การป้องกันและควบคุมมลพิษด้วย ส่วนที่สำคัญในการจัดระบบองค์กรคือการกำหนดภาระหน้าที่ให้ทุกคนมีบทบาทและมีความรับผิดชอบเพื่อลดการก่อมลพิษ, ลดการจัดทิ้งสารเคมีอันตรายหรือสารเคมีที่เป็นพิษ และการจัดการของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างการจัดระบบองค์กรพร้อมการกำหนดภาระหน้าที่ปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการกลางเพื่อการวิเคราะห์และบริการ สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ แสดงไว้ในรูปที่ 2 และรูปที่ 3

4. จัดระบบปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ

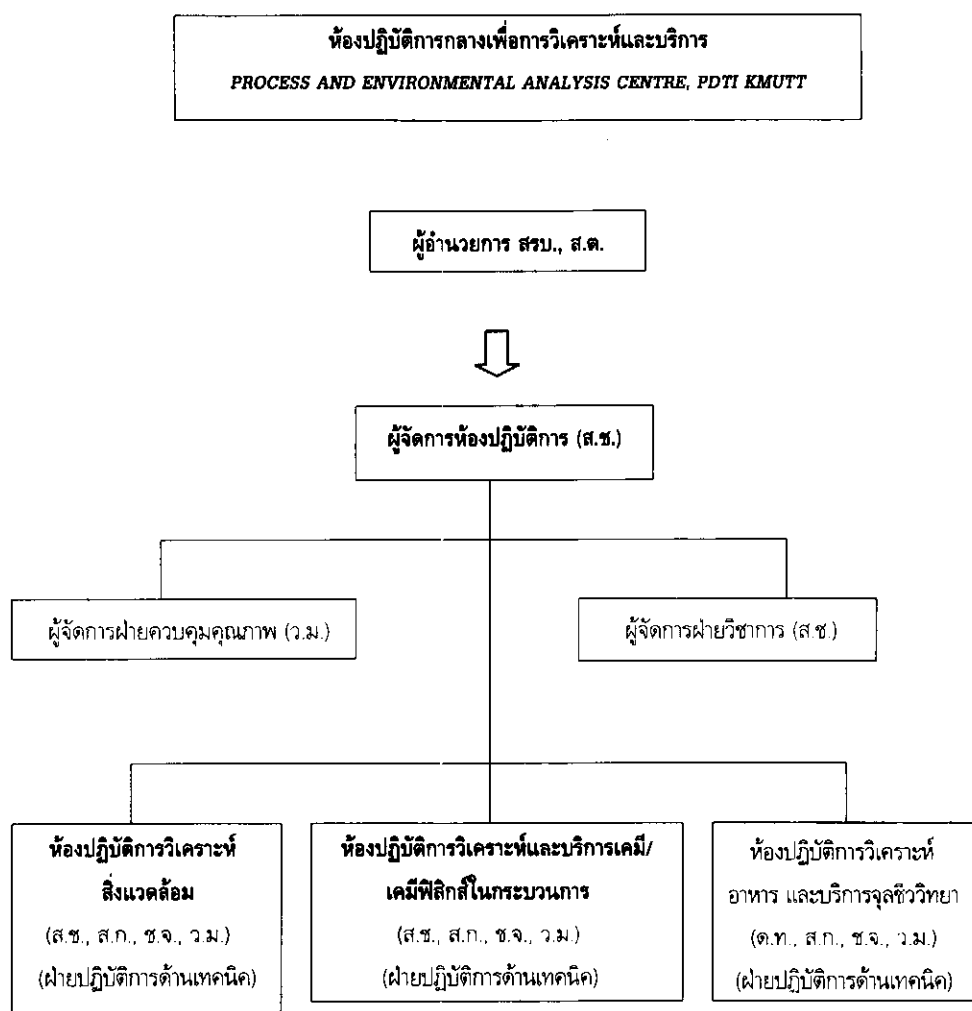
การจัดระบบปฏิบัติงานภายในเพื่อจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาดนั้น มีจุดประสงค์หลักเพื่อกำหนดระเบียบการปฏิบัติงานให้สามารถประเมิน/พิจารณาลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม ทั้งในด้านของการก่อมลพิษ, การป้องกันและควบคุมการเกิดมลพิษ สามารถแยกได้เป็น

4.1 การจัดเอกสารในรูปคู่มือ สมุดบันทึก และแผน เพื่อกำหนดระเบียบการปฏิบัติงานเพื่อให้สามารถตรวจสอบ ทบทวน หรือแก้ไขได้

4.1.1 คู่มือ ประกอบด้วย

ก. คู่มือการปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งผู้เข้าปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทุกคนต้องอ่านและทำความเข้าใจในระเบียบปฏิบัติงานภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะรวมถึงข้อควรปฏิบัติ Good Laboratory Practice, วิธีการเพื่อความปลอดภัย การจัดเก็บและรวบรวมของเสียและขั้นตอนการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ

ข. คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดเก็บสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ



รูปที่ 2 แผนผังองค์กร ในวงเล็บคือผู้รับผิดชอบงาน

ค. คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ

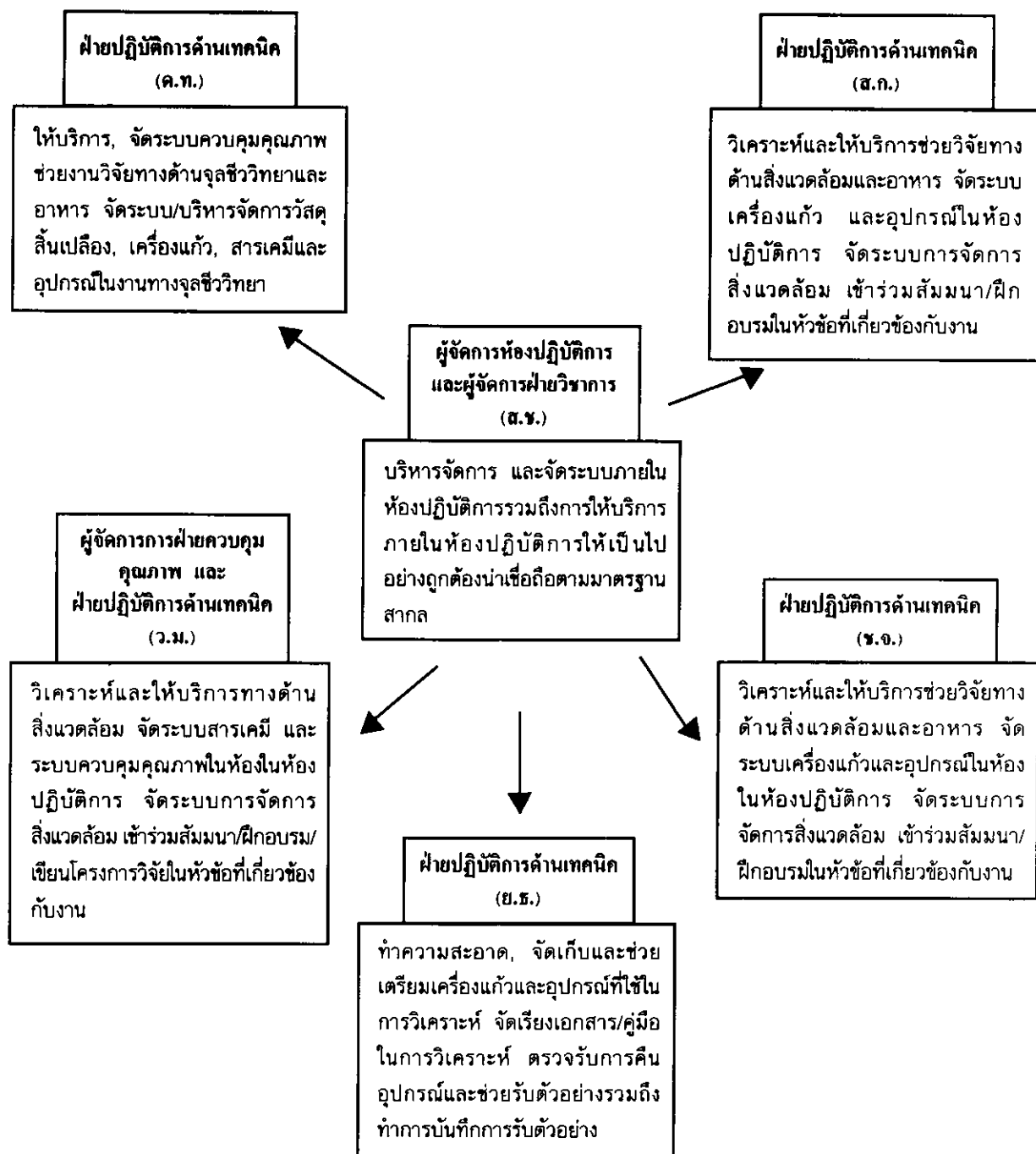
ง. คู่มือการบำบัดของเสียภายในห้องปฏิบัติการ : การบำบัดของเสียประเภทโลหะหนักและสารพิษ

จ. คู่มือการใช้ฐานข้อมูลในการบริหารจัดการสารเคมีภายในองค์กร

ฉ. คู่มือการทดสอบ ระบุถึงสารเคมีและวิธีการหรือกระบวนการที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งจะทำให้ทราบถึงมลพิษที่เกิดขึ้นในกระบวนการ

ช. คู่มือ Chemical hygiene plan ระบุถึงแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัย, วิธีปฏิบัติการในภาวะฉุกเฉิน การจัดการอันตรายจากสารเคมี วิธีปฏิบัติการมาตรฐาน การฝึกอบรมเรื่องความปลอดภัย การจัดการอันตรายจากสารชีวภาพและรังสี

4.1.2 สมุดบันทึก เพื่อบันทึกข้อมูลต่างๆ ซึ่งสามารถประเมินถึงการก่อมลพิษและการป้องกันควบคุมการเกิดมลพิษต่างๆ ภายในห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างได้แก่ สมุดบันทึก Request form สมุดบันทึกการรับตัวอย่าง สมุดบันทึกการนำส่ง



รูปที่ 3 Job Description ในวงเล็บคือผู้รับผิดชอบงาน

การจัดเก็บตัวอย่าง สมุดบันทึกการเกิดอุบัติเหตุ
ภายในห้องปฏิบัติการ สมุดบันทึกการใช้อุปกรณ์
ความปลอดภัย สมุดบันทึกการยืมอุปกรณ์/สารเคมี
สมุดบันทึกการเตรียมสารเคมี สมุดบันทึกรายชื่อ

ผู้เข้าปฏิบัติงาน สมุดบันทึกการใช้เครื่องมือ/อุปกรณ์
สมุดบันทึกการซ่อมบำรุง เครื่องมือ/อุปกรณ์ สมุด
บันทึกชนิดและปริมาณของเสีย สมุดบันทึกการเข้า
รับการฝึกอบรม/สัมมนา/พัฒนาบุคลากร เป็นต้น

4.1.3 แผน ได้แก่ แผนป้องกันและควบคุมภาวะฉุกเฉินจากสารเคมี (Emergency response plan) ในแผนจะระบุถึงขั้นตอนการดำเนินการตอบโต้ภาวะฉุกเฉินจากสารเคมี การแจ้งภาวะฉุกเฉินจากสารเคมี การจัดองค์กรเพื่อตอบโต้ภาวะฉุกเฉินจากสารเคมี ข้อมูลสนับสนุนการตอบโต้ภาวะฉุกเฉินและการเตรียมความพร้อมบุคลากรสำหรับการตอบโต้สภาวะฉุกเฉินจากสารเคมี

4.2 การปรับเปลี่ยนหรือเลือกใช้กระบวนการเพื่อลดการเกิดมลพิษ เริ่มด้วยการเลือกกระบวนการวิเคราะห์ซึ่งสามารถลดมลพิษมาพิจารณาก่อน แล้วเลือกใช้กระบวนการวิเคราะห์ใหม่หรือทำการปรับปรุงกระบวนการวิเคราะห์เดิมโดยคำนึงถึงการลดสารก่อมลพิษ ต้นทุนประสิทธิภาพ รวมถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสุขภาพของบุคลากรผู้ปฏิบัติการ แล้วทำการเปรียบเทียบ Unit cost ของกระบวนการวิเคราะห์แต่ละวิธี เพื่อประเมินประสิทธิภาพและประสิทธิผลดังตัวอย่างที่แสดงไว้ในรูปที่ 4

4.3 การใช้นโยบายจัดซื้อโดยวิธีรวมศูนย์ มาตรการจัดซื้อเพื่อลดของเสียโดยเฉพาะของเสียเสี่ยงอันตรายและลดการจัดซื้อเกินจำนวนที่ต้องการใช้จริง หลีกเลี่ยงการทิ้งของเสียเหลือใช้นั้นทางห้องปฏิบัติการได้ใช้นโยบายจัดซื้อโดยวิธีรวมศูนย์ ห้องปฏิบัติการและกลุ่มวิจัยต่างๆ ได้วางแผนการปฏิบัติงานให้สอดคล้องกับแผนการจัดซื้อ การบริหารจัดการทรัพยากรโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีร่วมกัน ทำให้การใช้สารเคมีของแต่ละหน่วยงานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดผลพลอยได้ในด้านการไม่ทำให้เกิดสารเคมีที่หมดอายุกลายเป็นของเสียอันตรายที่ต้องใช้วิธีการจัดการที่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในราคาที่แพงขึ้น

การปรับเปลี่ยนกระบวนการเพื่อลดของเสียจากห้องปฏิบัติการ โดยการเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์ CDO จาก Open reflux เป็น Closed reflux

ชื่อหน่วยงาน ห้องปฏิบัติการกลางเพื่อการวิเคราะห์และบริหารสถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ

ของเสียที่เกิดขึ้น ของเสียอันตรายประกอบด้วย Sulfuric acid, Chromium, Mercuric sulfate

ปริมาณของเสีย พ.ศ. 2541 จำนวน 144 ลิตร

ขั้นตอนที่ทำให้เกิดของเสียใช้ Reagent ในการออกซิไดซ์สารอินทรีย์และกำจัดสารรบกวน

ข้อเสนอแนะเพื่อการลดปริมาณของเสีย ปรับเปลี่ยนวิธีการวิเคราะห์วิธีการปฏิบัติโดยย่อ

1. จากวิธีการเดิม (Open reflux) ต้องใช้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ 20 มล. และใช้ Sulfuric acid reagent 30 มล. Dichromate 10 มล. และ Mercuric sulfate 0.4 กรัม

2. วิธีการใหม่ (Closed reflux) ต้องใช้ตัวอย่างในการวิเคราะห์ 2.5 มล. และใช้ Sulfuric acid reagent 3.5 มล. Dichromate และ Mercuric sulfate 1.5 มล.

ระยะเวลาดำเนินการ 1 มกราคม 2542 - 31 ธันวาคม 2542

การประเมินทางเศรษฐศาสตร์

- ค่าใช้จ่ายในการลงทุนเพิ่ม ไม่มี
- ค่าใช้จ่ายในการดูแลรักษาเพิ่มเติม ไม่มี
- การลดต้นทุน
 - ลดค่าสารเคมี 20,497 บาท/ปี
 - ลดค่าบำบัดของเสีย 6,040 บาท/ปี

สรุป

ลดปริมาณของเสีย	800%
ลดค่าสารเคมี	877%
ลดค่าบำบัดของเสีย	800%

รูปที่ 4 ตัวอย่างการปรับเปลี่ยนกระบวนการเพื่อลดปริมาณมลพิษ

4.4 การใช้เทคนิคในการป้องกันมลพิษ

เทคนิคที่ใช้ในการป้องกันมลพิษเพื่อลดหรือขจัดการเกิดมลพิษภายในห้องปฏิบัติการนั้นทำได้หลายวิธี เช่นการลดหรือหยุดใช้ตัวทำละลาย (Solvent) การลดขนาดการวิเคราะห์หรือการปรับเปลี่ยนวิธีวิเคราะห์ให้ใช้ปริมาณตัวอย่างและสารเคมีน้อยลงโดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพการวิเคราะห์เสียไป การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์โดยใช้สารเคมีทดแทนสารเคมีอันตรายและการนำตัวทำ

ละลายที่ใช้แล้วกลับมาใช้ใหม่ ลำดับขั้นของการจัดการของเสียตามมาตรฐานสากลได้แสดงไว้ดังรูปที่ 5 และมีขั้นตอนของการปฏิบัติดังนี้ คือ

4.4.1 การลดปริมาณของเสียแหล่งกำเนิด

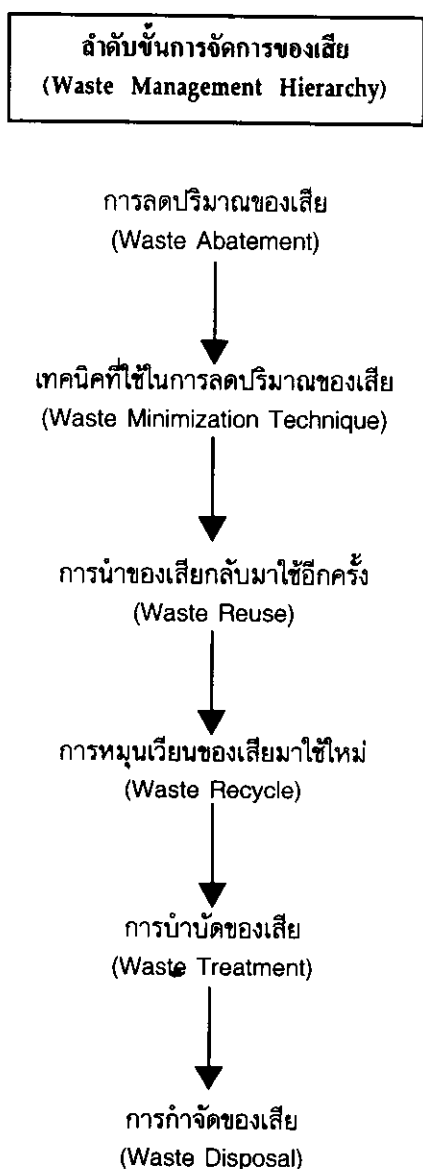
(Waste source reduction or waste abatement) การลดปริมาณของเสียชนิดที่เป็นของเสียเสี่ยงอันตรายและของเสียไม่อันตรายรวมถึงของเสียที่เป็นตัวอย่างหรือสิ่งส่งตรวจด้วย โดยลดจากแหล่งกำเนิดของเสียโดยตรง สามารถทำได้ด้วยการวางแผนการทำงาน ทำงานด้วยความรอบคอบ/ระมัดระวังในการควบคุมการกำหนดปริมาณของตัวอย่างหรือสิ่งส่งตรวจที่ต้องใช้ในการวิเคราะห์/ทดสอบ การเตรียมน้ำยาทดสอบหรือใช้สารเคมีตัวทำละลายในปริมาณที่พอดีกับงานที่ต้องใช้ ไม่ทิ้งน้ำยาทดสอบ สารเคมีหรือตัวทำละลายลงในท่อน้ำทิ้งโดยตรงเป็นต้น

4.4.2 การใช้เทคนิคในการลดปริมาณ

ของเสีย (Waste minimization techniques) สามารถทำได้โดยการปรับเปลี่ยนหรือประยุกต์วิธีการ/กระบวนการในการวิเคราะห์ (Process modification) ทำให้มีการใช้ปริมาณสารอันตรายและเกิดของเสียเสี่ยงอันตรายน้อยลง การใช้เทคนิค Microanalysis การใช้เครื่องวิเคราะห์ซึ่งใช้ตัวอย่างและน้ำยาทดสอบปริมาณน้อย จะช่วยลดปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างมาก นอกจากนั้นยังควรที่จะทำการเสาะหาวิธีการหรือเทคนิคใหม่ๆ จากหน่วยงานมาตรฐานสากลเพื่อเรียนรู้เทคนิคที่ใช้ในการลดปริมาณของเสีย เช่น การใช้วิธีหาค่าของ COD โดยใช้วิธี Closed reflux แทนวิธี Open reflux ซึ่งช่วยลดปริมาณของเสียได้

4.4.3 การนำของเสียกลับมาใช้อีกครั้ง

(Reuse) เป็นการนำประโยชน์จากของเสียในห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาว่าของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการหนึ่ง สามารถนำกลับมาใช้ใน



รูปที่ 5 แสดงลำดับขั้นของการจัดการของเสีย

กระบวนการเดิมหรืออีกกระบวนการหนึ่งได้โดยใช้
ในรูปเดิม เช่น การนำ Acetonitrile และ Methanol
ซึ่งเป็นของเสียจากกระบวนการใน HPLC นำกลับ
มาใช้ในการกระบวนการกันเป็นต้น

**4.4.4 การหมุนเวียนของเสียกลับมาใช้
ใหม่ (Recycle)** เป็นวิธีการใช้ประโยชน์จากของเสีย
ในห้องปฏิบัติการวิธีหนึ่ง แล้วนำกลับมาใช้ใน
กระบวนการอื่น หรือนำของเสียผ่าน
กระบวนการให้ได้สารตัวเดิมแล้วจึงนำกลับมาใช้
ใหม่อีกครั้งหนึ่ง เช่นตัวทำละลายต่างๆ ได้แก่
Alcohol, Acetone, Aldehyde, Formalin, Xylene
ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับกระบวนการที่ใช้ด้วย

**4.4.5 การบำบัดของเสีย (Waste treat-
ment)** ของเสียที่ปล่อยทิ้งลงสู่ชุมชนแล้วทำให้เกิด
อันตรายต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน ซึ่งหมายรวม
ถึงสุขภาพ ชีวิตของบุคลากรในชุมชนและ
สิ่งแวดล้อมด้วยนั้น จำเป็นต้องได้รับการบำบัดให้
ปราศจากอันตรายก่อน แต่ละห้องปฏิบัติการอาจ
ทำการบำบัดของเสียบางประเภทที่จัดแยกไว้ได้เอง
และนำของเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วนั้นทิ้งลงสู่
ท่อน้ำทิ้งชุมชนได้โดยไม่เกิดอันตรายใดๆ แต่ของ
เสียบางประเภทที่ผ่านการบำบัดแล้วก็ยังไม่
สามารถปล่อยลงสู่ท่อน้ำทิ้งชุมชนได้โดยตรง และ
การบำบัดของเสียบางประเภทก็ไม่สามารถที่จะ
ทำได้เองในห้องปฏิบัติการ ของเสียประเภทที่ไม่
สามารถบำบัดได้เองอาจดำเนินการบางขั้นตอน
เพื่อลดปริมาณของเสียลงบางส่วนก่อน แล้วเก็บ
รวบรวมไว้ส่งบำบัดที่หน่วยบำบัดกลางต่อไป

**4.4.6 การกำจัดของเสีย (Waste
disposal)** หมายถึงการใช้วิธีการทำให้ของเสียที่ไม่
สามารถบำบัดให้หมดไปได้นั้น สลายตัวหรือ
เปลี่ยนรูปเป็นสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อ
สิ่งแวดล้อมและชุมชนต่อไป ซึ่งมีอยู่ 2 วิธี คือ
การฝังกลบ (Land fill) ใช้กับของเสียที่เป็น

ตัวอย่างส่งตรวจและขยะ/ของเสียติดเชื้อ ซึ่งต้องมี
การลดปริมาณของเสียลงด้วยการระเหยน้ำออก
จากนั้นนำไปฝังกลบที่อุณหภูมิ 121°ซ นาน
90 นาที แล้วจึงนำไปฝังกลบในสถานที่เหมาะสม
ต่อไป อีกวิธีหนึ่งคือ การเผาในเตาเผา (Inciner-
ation) วิธีการนี้จะใช้กับขยะหรือของเสียจากห้อง
ปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมชนิดที่เป็นสารอินทรีย์หรือ
โลหะหนัก/สารพิษบางประเภท เตาเผาที่ใช้เผาขยะ
หรือของเสียจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมชนิดที่
เป็นสารอินทรีย์หรือโลหะหนัก/สารพิษบางประเภท
ต้องมีการควบคุมก๊าซพิษ และสารอื่นที่เป็น
ผลผลิตผลอันเกิดเนื่องจากการเผานั้นด้วย

5. จัดระบบบริหารจัดการสารเคมี

การดำเนินงานจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาดนั้น
ได้มีการจัดระบบบริหารจัดการสารเคมีโดยจัดแยก
ประเภทไว้เป็นกลุ่มต่างๆ ตามชนิดของอันตรายที่
เกิดขึ้น ซึ่งตามคู่มือที่ทางมหาวิทยาลัยจัดทำขึ้น
ภายใต้โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วม
อุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการ
สิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ (IUCRC) โดยการ
สนับสนุนจากสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย(สกว.)
ประกอบไปด้วยคู่มือ 4 เล่ม คือ 1) คู่มือการจัด
แยกประเภทและจัดเก็บสารเคมีภายในห้องปฏิบัติ
การ 2) คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดเก็บของ
เสียภายในห้องปฏิบัติการ 3) คู่มือการบำบัดของ
เสียภายในห้องปฏิบัติการ : การบำบัดของเสีย
ประเภทโลหะหนักและสารพิษ 4) คู่มือการใช้ฐาน
ข้อมูลในการบริหารจัดการสารเคมีภายในมจร. ซึ่ง
การจัดแยกประเภทและจัดเก็บสารเคมีในแต่ละ
ห้องปฏิบัติการนั้น ได้ดำเนินการจัดทำตามคู่มือ
การจัดแยกประเภทและจัดเก็บสารเคมีภายในห้อง
ปฏิบัติการ และสามารถที่จะเก็บรวบรวมข้อมูลเข้า
สู่ระบบฐานข้อมูลในการบริหารจัดการสารเคมีของ

ทางมหาวิทยาลัยตามคู่มือการใช้ฐานข้อมูลในการบริหารจัดการสารเคมีภายในมจร. จากระบบฐานข้อมูลดังกล่าว ทุกหน่วยงานในมหาวิทยาลัยสามารถที่จะทราบถึงชนิดและปริมาณของสารเคมีของหน่วยงานต่างๆภายในมหาวิทยาลัย และสามารถที่จะใช้ระบบการใช้สารเคมีร่วมกัน หรือการบริหาร/จัดการสารเคมีร่วมกับหน่วยงานได้นอกจากนั้นแล้วในการจัดระบบสารเคมีในห้องปฏิบัติการจะมี Material Safety Data Sheet (MSDS) ของสารเคมีแต่ละตัว ซึ่งจัดทำในรูปเอกสารไว้ประจำห้องปฏิบัติการเพื่อประโยชน์ในการค้นหาข้อมูลเพื่อความปลอดภัยของสารเคมีเหล่านั้น และ MSDS ของสารเคมีแต่ละตัวนั้นทุกหน่วยงานสามารถสืบค้นได้จากฐานข้อมูลเช่นกัน การใช้ฐานข้อมูลเข้ามาช่วยบริหารจัดการสารเคมีนั้นทุกหน่วยงานสามารถปฏิบัติตามคู่มือการใช้ฐานข้อมูลในการบริหารจัดการสารเคมีภายในมจร. ซึ่งทุกห้องปฏิบัติการสามารถเปิดเข้าใช้และเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลได้โดยบุคลากรประจำห้องปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมายให้ทำหน้าที่ดูแล/รับผิดชอบการบริหารจัดการสารเคมีประจำหน่วยงานนั้น การบริหารจัดการโดยอาศัยฐานข้อมูลเข้ามาช่วย ทำให้สามารถแยกได้ถึงอันตรายหรือมลพิษของสารเคมีชนิดต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัย แต่อย่างไรก็ตามการจัดระบบการบริหารจัดการสารเคมีของมหาวิทยาลัย ก็ยังสามารถพัฒนาปรับปรุงและเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับการใช้งานและความต้องการของห้องปฏิบัติการต่างๆ ได้ต่อไปในอนาคต

6. จักระบบการจัดการของเสีย

การจัดระบบการจัดการของเสียในการดำเนินงานจัดทำห้องปฏิบัติการเสาดานั้น ถือเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน โดยเริ่ม

ด้วยการจำแนกของเสียอันเกิดจากกิจกรรมต่างๆ ของห้องปฏิบัติการออกเป็นประเภทต่างๆ เพื่อให้ทราบถึงต้นเหตุหรือจุดกำเนิดของของเสียก่อนแล้วจึงดำเนินการเป็นขั้นตอนในการจัดการกับของเสียประเภทเหล่านั้น การจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ได้ดำเนินการตามคู่มือที่ทางมหาวิทยาลัยโดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) จัดทำขึ้นคือ คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ ซึ่งจัดแยกประเภทของของเสียตามวิธีบำบัดของเสียโดยตัวอย่างการจัดแยกประเภทของเสียได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 อันเป็นตัวอย่างจากมหาวิทยาลัยโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น และตารางที่ 2 เป็นตัวอย่างของการจัดแยกประเภทของของเสียของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) จะเห็นว่า มจธ.ได้จัดแยกประเภทของเสียย่อยออกไปเป็น 23 ประเภทตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 6 ทั้งนี้เนื่องจากของเสีย 14 ประเภทนั้น สามารถบำบัดได้เองภายในห้องปฏิบัติการ โดยทางมจธ. ได้จัดทำคู่มือบำบัดของเสียภายในห้องปฏิบัติการ : การบำบัดของเสียประเภทโลหะหนักและสารพิษ เพื่อให้ห้องปฏิบัติการที่มีศักยภาพสามารถดำเนินการบำบัดของเสียได้เอง โดยระบบการจัดการของเสียของมจธ. ได้แสดงไว้ดังรูปที่ 7

ระบบการจัดการของเสียภายในมจร. มีขั้นตอนการเก็บรวบรวมของเสียอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มจากการแยกประเภทของเสียภายในห้องปฏิบัติการก่อน ต่อจากนั้นห้องปฏิบัติการสามารถที่จะนำบำบัดของเสียบางประเภทด้วยตนเองได้ แล้วจึงรวบรวมของเสียภายในห้องปฏิบัติการเพื่อนำไปจัดเก็บในสถานที่จัดเก็บของเสียในห้องปฏิบัติการทั้งสองสัปดาห์จะย้ายไปจัดเก็บในสถานที่จัดเก็บของเสียประจำอาคาร และทุกหนึ่งเดือนจะมี

ตารางที่ 1 แสดงการแยกประเภทของของเสียจากห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยโตเกียว ประเทศญี่ปุ่น โดยแยกของเสียเป็น 12 ประเภทตามรายละเอียดดังนี้

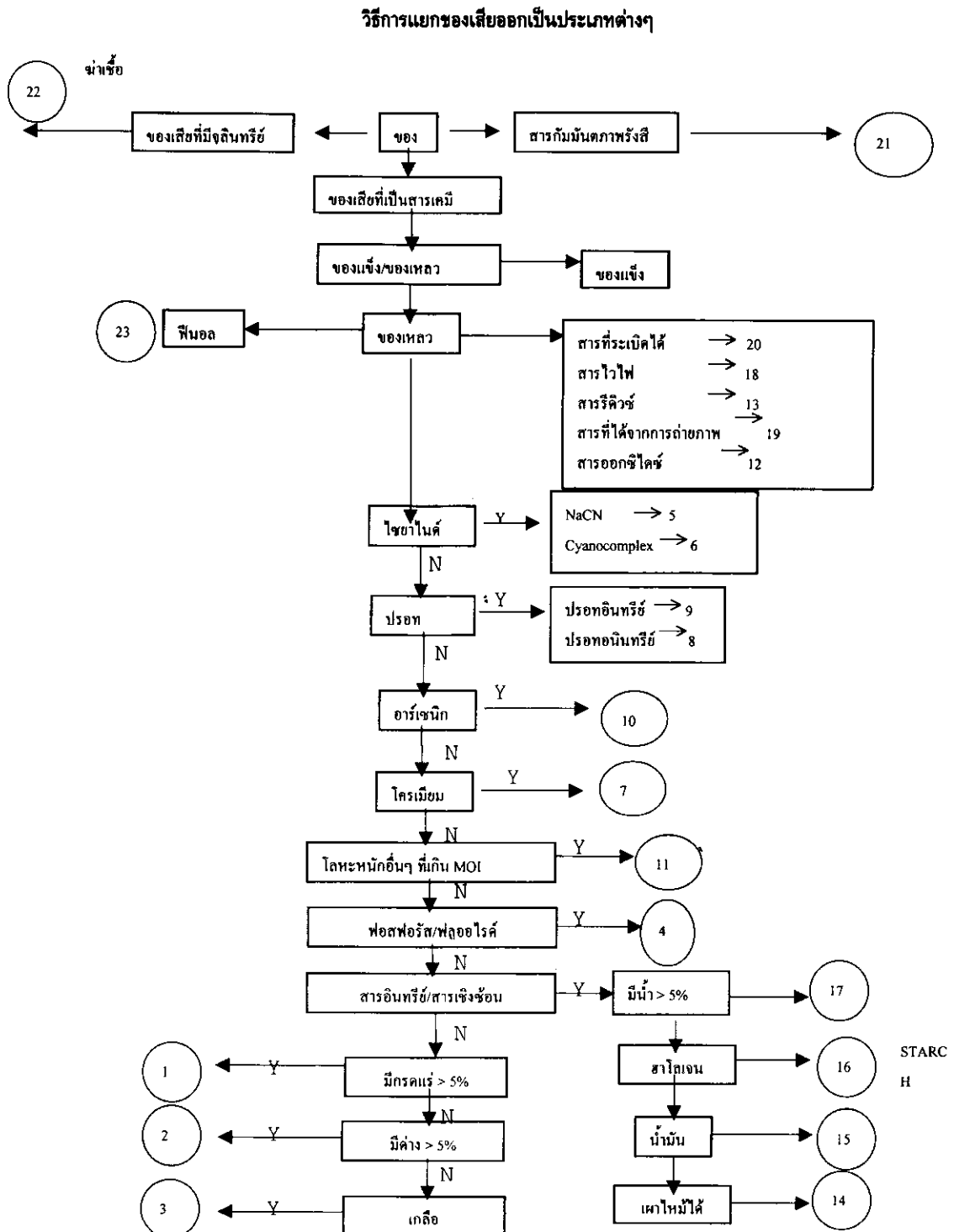
Category	ชนิดของของเสีย	วิธีบำบัด/กำจัดของเสีย
A	Mercury	Adsorption by Chelate resin
B	Cyanide	Oxidative decomposition
C	Fluorine * Phosphorus compounds	Calcification
D	Acid : Dichromate acid	Ferrite
E	Alkali	Ferrite
F	Heavy metals	Ferrite
G	Photographic solutions	Incineration
H	Combustible liquids	Incineration
I	Oil	Incineration
J	Halogen	Incineration
K	Incombustible liquids	Incineration
L	Toxic solids	Incineration

ตารางที่ 2 ของเสียในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี แบ่งเป็น 23 ประเภท

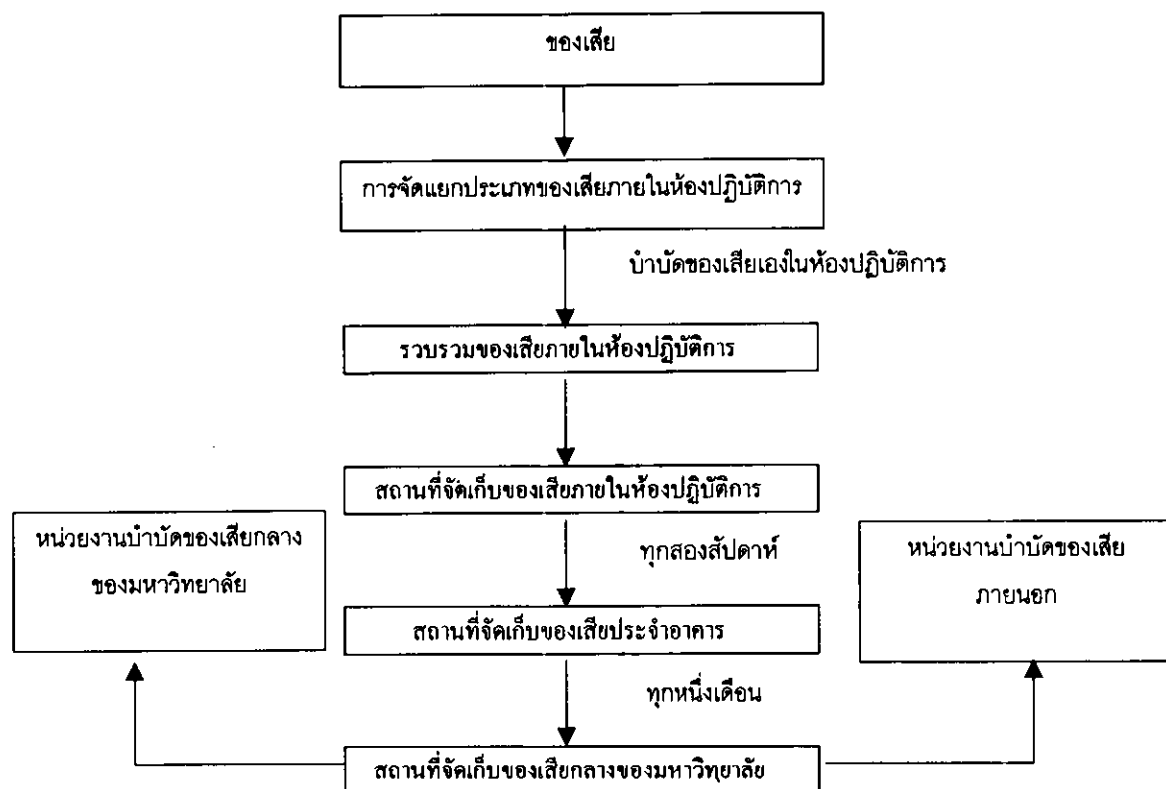
ประเภทของเสีย	
1. ของเสียที่เป็นกรด	12. ของเสียประเภทสารออกซิไดซ์
2. ของเสียที่เป็นเบส	13. ของเสียประเภทสารรีดิวซ์
3. ของเสียที่เป็นเกลือ	14. ของเสียที่เป็นของเหลวที่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์
4. ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบด้วยฟลูออไรด์	15. ของเสียที่เป็นน้ำมัน
5. ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบไปด้วยไซยาไนด์	16. ของเสียที่เผาไหม้ยากและไม่สามารถเผาไหม้ได้ เช่น สารประกอบอินทรีย์ของธาตุฮาโลเจน
6. ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบไปด้วยไซยาไนด์ ที่สลายตัวยาก	17. ของเสียที่เป็นของเหลวอินทรีย์ที่ประกอบด้วยน้ำ
7. ของเสียที่เป็นของเหลวที่ประกอบไปด้วย Cr^{6+} รวมถึงของเสียผสมของกรดโครมิก และกรด ซัลฟูริก	18. สารไวไฟพิเศษ
8. ของเสียประเภทสารปรอทอินทรีย์	19. ของเสียที่ได้จากกิจกรรมการถ่ายภาพ
9. ของเสียประเภทสารปรอทอินทรีย์	20. สารระเบิดได้
10. ของเสียประเภทอาร์เซนิก	21. สารกัมมันตภาพรังสี
11. ของเสียที่เป็นไอออนของโลหะหนัก	22. ของเสียที่มีจุลินทรีย์
	23. ของเสียที่ประกอบด้วยฟีนอล

หน่วยงานกลางทำการย้ายของเสียแต่ละประเภทไปรวบรวมและจัดเก็บในสถานที่จัดเก็บของเสียกลางเพื่อที่จะนำไปบำบัดแยกตามประเภทต่อไป โดย

บางประเภทอาจทำได้เองในหน่วยงานบำบัดของ
เสี่ยกลางของมหาวิทยาลัย บางประเภทอาจต้อง
ส่งไปบำบัดในหน่วยงานบำบัดของเสี่ยภายนอก



รูปที่ ๑ แสดงวิธีการแยกของเสียออกเป็นประเภทต่างๆ ภายในห้องปฏิบัติการมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี



รูปที่ 7 แสดงระบบการจัดการของเสียภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

7. จัดระบบประเมิน/ทบทวน/ตรวจสอบ

ในการดำเนินงานจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาด ได้มีการจัดระบบประเมินผล ทบทวน และตรวจสอบ การดำเนินงานโดยคณะกรรมการกลางของทาง มหาวิทยาลัย ซึ่งในการดำเนินงานจัดทำห้อง ปฏิบัติการสะอาดของห้องปฏิบัติการกลางเพื่อการ วิเคราะห์และบริการ สถาบันพัฒนาและฝึกอบรม โรงงานต้นแบบ มจธ. นี้ เป็นการดำเนินงานห้อง ปฏิบัติการนำร่อง ซึ่งได้เริ่มจัดทำมาประมาณหนึ่งปี ต้องมีการประเมินและตรวจสอบและรับฟัง ข้อเสนอแนะเพื่อแก้ไขจากคณะกรรมการกลางของ มหาวิทยาลัย ห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการแก้ไข ปรับปรุงและทบทวน ซึ่งคาดว่าจะต้องใช้เวลาไม่น้อย กว่า 6 เดือน จึงจะสามารถเผยแพร่เพื่อให้ห้อง ปฏิบัติการอื่นๆ ของทางมหาวิทยาลัย ได้ดำเนิน

งานจัดทำห้องปฏิบัติการสะอาดในระยะต่อไป ตัวอย่างของแบบประเมินผลและตรวจสอบการ ดำเนินงานได้แสดงไว้ดังตารางที่ 3

จะเห็นได้ว่าการดำเนินการจัดทำห้อง ปฏิบัติการสะอาดนั้น ต้องอาศัยความรู้ความเข้าใจ และความร่วมมือของบุคลากรในห้องปฏิบัติการ เป็นหลัก ดังนั้นการให้ความรู้เกี่ยวกับเทคโนโลยี สะอาด, ข้อมูลแหล่งกำเนิดของเสียที่เกิดขึ้นในห้อง ปฏิบัติการ อันตรายของของเสีย/สารเคมีที่อยู่ใน ห้องปฏิบัติการ การแยกประเภทสารเคมีของเสีย การจัดการของเสียในห้องปฏิบัติการ รวมทั้งการ สร้างและปลูกฝังจิตสำนึกในการป้องกันรักษา สิ่งแวดล้อมและตระหนักถึงอันตรายของสิ่งแวดล้อม และชุมชนอันเกิดเนื่องจากการปล่อยทิ้งของเสีย สิ่งอันตรายเหล่านั้นสู่ชุมชน จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ

ตารางที่ 3 ตัวอย่างแบบประเมินและตรวจสอบการดำเนินงานห้องปฏิบัติการ

แบบตรวจสอบการประเมินห้องปฏิบัติการ

หน่วยงาน..... วันที่.....

ผู้รับการตรวจสอบ..... หมายเลข.....

ผู้ตรวจสอบ..... ครั้งที่.....

รายการตรวจสอบ	สิ่งที่พบ/หลักฐาน	เอกสารอ้างอิง	ข้อเสนอแนะ
แผนงาน ● มีการพิจารณาลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อมในการดำเนินงานทั้งด้านการใช้ทรัพยากรและมลพิษที่เกิดขึ้น ● มีมลพิษเกิดขึ้นในการดำเนินงาน ● มีการใช้ทรัพยากรที่อาจก่อมลพิษ ● มีระเบียบปฏิบัติงานในการระบุลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม วัตถุประสงค์/เป้าหมาย ● มีการกำหนดวัตถุประสงค์และเป้าหมายในสิ่งแวดล้อมที่สอดคล้องกับลักษณะปัญหาสิ่งแวดล้อม การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม ● มีแผนงานที่จะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ เป้าหมาย ● มีการมอบหมายความรับผิดชอบแต่ละหน้าที่ที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร การฝึกอบรม ● มีการจัดฝึกอบรมและให้ความรู้ด้านสิ่งแวดล้อม			

อย่างยิ่ง การบริหารจัดการและการจัดระบบภายในห้องปฏิบัติการจึงเป็นสิ่งที่ผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการนั้นๆ ควรที่จะคำนึงถึงและดำเนินการปฏิบัติอย่างเร่งด่วน ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการลดต้นทุน ลดมลพิษและเน้นการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าแล้ว ยังเป็นการป้องกันมลพิษอันเกิดขึ้นต่อชุมชนและสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้การดำรงชีวิตของมนุษย์ทุกคนในสถานที่ทำงานและชุมชนเป็นไปอย่างปลอดภัย และใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม รวมถึงการเตรียมห้องปฏิบัติการให้เข้าสู่มาตรฐานสากล ISO 14000 และ ISO 18000 ได้ต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. California Environmental Protection Agency : Pollution Prevention Guide For Hospitals. (excluding medical wastes). Dept. of Toxic Substances Control. EPA USA, 1988
2. Hazardous Chemical Waste Management Guidebook. Department of Environmental Health and Safety. University of Minnesota. USA, 1999. <http://www.dehs.umn.edu/guidebook/guidebook1.html>
3. Research and Educational Laboratory Waste Reduction, P2, 1999. [Http://www.epa.state.oh.us/opp/fact16.html](http://www.epa.state.oh.us/opp/fact16.html)
4. The University of Tokyo Environmental Science Center. University of Tokyo, Japan, 1993
5. <http://www.kmutt.ac.th>
6. คู่มือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ISO 14001. สถาบันเพิ่มผลผลิตแห่งชาติ พ.ศ. 2541
7. คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดเก็บสารเคมีภายในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ (IUCRC) โดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พ.ศ. 2542
8. คู่มือการจัดแยกประเภทและจัดเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ (IUCRC) โดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พ.ศ. 2542
9. คู่มือการบำบัดของเสียภายในห้องปฏิบัติการ : การบำบัดของเสียประเภทโลหะหนักและสารพิษ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ (IUCRC) โดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พ.ศ. 2542
10. คู่มือการใช้ฐานข้อมูลในการบริหารจัดการสารเคมีภายใน มจธ. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ภายใต้โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุมีพิษ (IUCRC) โดยการสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) พ.ศ. 2542