การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Management of Hazardous Waste from Environmental Laboratories at Prince of Songkla University

นิวรรณ อินทรมนตรี

Niwan Intaramontree

ง
เลขหมู่ TD1015.T52S66 2543 ฉ.2
Bib Key 211260
2 6 มิ.ย. 2544

วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

Master of Science Thesis in Environmental Management
Prince of Songkla University

2543

ชื่อวิทยานิพนธ์	การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้เขียน	นางสาวนิวรรณ อินทรมนตรี
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะกรรมการที่ปรึกษา

..... ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

คณะกรรมการสอบ

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์)

.....กรรมการ
(อาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์)

.....กรรมการ
(อาจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีระศักดิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เพริศพิชญ์ คณาธารณา)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการสิ่งแวดล้อม

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.ปิติ ทฤษฎิคุณ)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สงขลานครินทร์
วิทยาเขตหาดใหญ่
ได้รับเมื่อ 16 มิ.ย. 2544

ชื่อวิทยานิพนธ์	การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
ผู้เขียน	นางสาวนิวรรณ อินทรมนตรี
สาขาวิชา	การจัดการสิ่งแวดล้อม
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการสำรวจห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม จำนวน 4 ห้องปฏิบัติการ จาก 3 คณะ ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้แก่ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และคณะทรัพยากรธรรมชาติ โดยดำเนินการศึกษาในปี พ.ศ. 2541 ซึ่งห้องปฏิบัติการที่ศึกษาจะมีกิจกรรมหลักเกี่ยวกับการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย อันสืบเนื่องมาจากการเรียนการสอน การศึกษาวิจัยของนักศึกษา และการให้บริการวิชาการ จากการสำรวจในปีการศึกษา 2540-2541 พบว่า ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปของของเหลว มีข้อสังเกตว่าห้องปฏิบัติการที่มีกิจกรรมอันสืบเนื่องมาจากการศึกษาวิจัยของนักศึกษา จะเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดปริมาณของเสียอันตรายมากที่สุด และห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมโดยส่วนใหญ่จะกำจัดของเสียโดยการทิ้งลงท่อระบายน้ำแล้วเจือจางโดยการปล่อยน้ำประปาตาม มีเพียงหนึ่งห้องปฏิบัติการที่มีการเก็บกักของเสียอันตรายไว้คือห้องปฏิบัติการคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

ของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้ทำการศึกษา สามารถแบ่งเป็นประเภทต่างจากลักษณะเฉพาะตัวของของเสียนั้น ๆ และวิธีการบำบัดที่ใช้ ได้แก่ ของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดี ของเสียจากการวิเคราะห์ทีเคเอ็น ของเสียที่มีปรอทเป็นองค์ประกอบ ของเสียที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ ตัวทำละลายอินทรีย์ที่ประกอบด้วยธาตุคาร์บอน ไฮโดรเจน และออกซิเจน และตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีธาตุฮาโลเจน พบว่าของเสียที่เกิดขึ้นปริมาณมากที่สุดได้แก่ ของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดี ซึ่งพบว่ามีปริมาณเฉลี่ยประมาณ 241 ลิตรต่อภาคการศึกษา ของเสียประเภทนี้มีองค์ประกอบของปรอทและโครเมียม โดยมีความเข้มข้นประมาณ 1,386.85

มิลลิกรัมต่อลิตร และ 259.53 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จึงเป็นของเสียอันตรายที่ต้องให้ความสำคัญในการจัดการเป็นอันดับแรก แนวทางในการจัดการของเสียอันตรายอันประกอบด้วย การแยกประเภท, การเก็บ, การเก็บกัก, การบำบัด และการกำจัด ควรนำมาใช้ในระบบการดำเนินงานของหน่วยงาน รวมทั้งคำนึงถึงการลดปริมาณของการเกิดของเสียอันตราย และการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่

ผลการศึกษามีข้อสรุปและข้อเสนอแนะว่าห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมนับเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายที่สำคัญแหล่งหนึ่ง ดังนั้นเพื่อให้ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมเป็นหน่วยงานที่รับผิดชอบต่อการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม ตลอดจนเป็นตัวอย่างที่ดีต่อหน่วยงานอื่น จึงควรจัดให้มีมาตรการการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการที่เป็นรูปธรรมในการนำไปปฏิบัติอย่างจริงจัง

Thesis Title	Management of Hazardous Waste from Environmental Laboratories at Prince of Songkla University
Author	Miss Niwan Intaramontree
Major Program	Environmental Management
Academic Year	2000

Abstract

In this study, four environmental laboratories from 3 faculties in Prince of Songkla University ; faculty of environmental management, faculty of engineering and faculty of natural resources , were investigated in the academic year of 1997-1998. The investigated laboratories worked routinely on water and wastewater analyse which are parts of teaching, academic service and students' research activities. The results from the study indicated that liquid hazardous waste was generated from the environmental laboratories was in liquid form. The environmental laboratory involved mostly with the students' research activities produced the highest quantity of hazardous waste. Most of the environmental laboratories always discharged waste through the normal drainage system and then flushed with tap water. Only the laboratory of the faculty of environmental management was observed to keep hazardous waste.

The hazardous waste produced from the environmental laboratories can be classified according to its characteristics and corresponding treatment procedure. They included waste from chemical oxygen demand (COD) analysis , waste from total kjeldahl nitrogen (TKN) analysis , mercury containing waste, heavy metal containing waste, hydrocarbon waste containing only C, H and O, and hydrocarbon waste containing halogen. COD waste was observed to generate the highest amount of waste (generation rate average value of 4 laboratories is about

241 liters/semester) and contained mercury and chromium at average values of 1,386.85 mg/l and 259.53 mg/l, respectively. The guideline of waste management system ; separation, collecting, storage, treatment and disposal, should be tackled in a systematic manner throughout the organization. In addition, waste minimization, recovery, recycling and reusing should be emphasized as well.

The conclusion of this study is as follows : The environmental laboratories can be defined as a small hazardous waste generator. In order to arrange the environmental laboratories to be an environmentally friendly and be a good laboratory model, a control measure on laboratory waste management should be encouraged to implement.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ แก้ไขข้อบกพร่อง และการให้กำลังใจจากอาจารย์ที่ปรึกษาคือ อาจารย์ ดร.สมทิพย์ ด่านธีรวนิชย์ และอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม คือ อาจารย์ ดร.อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ และอาจารย์เจิดจรรย์ ศิริวงศ์ ผู้วิจัยรู้สึกเป็นพระคุณอย่างยิ่ง จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.บรรจง วิทยวีระศักดิ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. เพริศพิชญ์ คณาธารณา คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาสละเวลาในการสอบวิทยานิพนธ์ พร้อมทั้งให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ และตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ถูกต้องยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม ให้คำแนะนำ และความช่วยเหลือในการสำรวจภาคสนามแก่ผู้วิจัย

ขอขอบพระคุณ คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่ได้อนุมัติให้ลาศึกษาต่อ และบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัยในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ เพื่อน ๆ นักศึกษาปริญญาโท สาขาการจัดการสิ่งแวดล้อมรุ่นที่ 8 อาจารย์ และเพื่อน ๆ คณะเภสัชศาสตร์ บุคลากรของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมและบุคคลที่ผู้วิจัยมิได้กล่าวถึงที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ และเป็นกำลังใจ ในการวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ น้อง ๆ และคุณชัชชาย แท่นมณี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทุกสิ่งและเป็นกำลังใจอันสำคัญที่สุดของผู้วิจัย ทำให้ผู้วิจัยประสบความสำเร็จในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ในท้ายที่สุดนี้ คุณประโยชน์อันใด อันเกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ขอเป็นเครื่องบูชาพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครูอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้แก่ผู้วิจัย

นิวรรณ อินทรมนตรี

สารบาญ

		หน้า
บทคัดย่อ		(3)
Abstract		(5)
กิตติกรรมประกาศ		(7)
สารบาญ		(8)
รายการตาราง		(11)
รายการตารางผนวก		(13)
รายการภาพประกอบ		(14)
รายการภาพประกอบผนวก		(15)
บทที่		
1	บทนำ	1
	ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา	1
	เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	2
	วัตถุประสงค์ของการวิจัย	16
	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	16
	ขอบเขตของการวิจัย	17
2	วิธีการศึกษา	18
	พื้นที่ศึกษา	18
	เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	19
	วิธีการดำเนินการวิจัย	20
3	ผลการศึกษา	23
	ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	23
	พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	27

สารบาญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	44
	ปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ ที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	45
	สภาพการจัดการของเสียอันตรายที่เป็นอยู่	46
	ปัญหาที่เกิดขึ้นจากของเสียอันตราย	50
4	บทวิจารณ์	52
	แหล่งกำเนิดของเสีย	52
	ของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	54
	การจัดการของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	55
	ค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	70
	ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น	73
	การจัดการของเสียอันตรายในภาพรวมระดับมหาวิทยาลัย	76
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	77
	บทสรุป	77
	ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม		81
ภาคผนวก		
	ภาคผนวก ก มาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)	85
	ภาคผนวก ข สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Substance)	92
	ภาคผนวก ค ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย	96

สารบาญ (ต่อ)

		หน้า
ภาคผนวก ง	การแยกประเภทของเสียอันตรายของโครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรมมหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย โครงการย่อยที่ 1 : การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	101
ภาคผนวก จ	การทดลองบำบัด COD waste ด้วย TKN waste	103
ภาคผนวก ฉ	แบบสอบถามที่ใช้ในการศึกษา	106
ประวัติผู้เขียน		138

รายการตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การจัดประเภทของเสียอันตรายในมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น	6
2	รายละเอียดของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	25
3	รายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	26
4	แสดงกิจกรรมเด่นของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	27
5	ตัวแปรในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียของแต่ละห้องปฏิบัติทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2540	29
6	วิธีการในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียแต่ละพารามิเตอร์ของแต่ละห้องปฏิบัติการ (ปี 2541)	30
7	การพิจารณาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจากพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย	32
8	ผลจากการตรวจสอบคุณสมบัติของตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา	40
9	ของเสียอันตรายที่เกิดจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	42
10	ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจโดยประเมินจากผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการตามแบบสอบถามชุด B	44
11	ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจริงในภาคการศึกษาที่ 1/2541	45
12	สรุปปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ ที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	45
13	ปริมาณของเสียอันตรายที่กักเก็บไว้โดยห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	48
14	ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากการไม่มีการจัดการของเสียอันตรายที่ดี	50

รายการตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	การจำแนกของเสียอันตรายประเภทต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ	57
16	แนวทางในการบำบัดของเสียโดยทั่วไป	61
17	เปรียบเทียบวิธีการในการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีจากที่ได้มีผู้ศึกษามาแล้ว	64
18	ประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับภาชนะบรรจุของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	71
19	ประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับภาชนะบรรจุรวมทั้งการบำบัดของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์ COD ที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมโดยการเลือกใช้วิธีการบำบัดตามวิธีการของโครงการนำร่อง	73

รายการตารางผนวก

ตารางที่		หน้า
1	ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ปี 2539	86
2	วิธีการตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงาน	89
3	สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible substances)	93

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบที่		หน้า
1	ตัวอย่างสำหรับการบริหารและการจัดการระบบสำหรับการจัดการของอันตรายของมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น	11
2	แสดงห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ทำการสำรวจ	24
3	ตัวอย่างภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักของเสียอันตรายที่ใช้ในการศึกษา	39
4	ภาชนะที่ใช้สำหรับเก็บของเสียอันตรายของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	47
5	ห้องเก็บกักของเสียอันตรายของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	48
6	พื้นปูนซีเมนต์ที่ได้รับความเสียหายจากการรั่วไหลของ COD waste	50
7	รอยด่างบนพื้นหินขัดอันเกิดมาจากการขนย้าย COD waste	51
8	ท่อน้ำทิ้ง PVC รั่วเนื่องจากการเทของเสียอันตรายลงท่อน้ำทิ้ง	51
9	ตัวอย่างของฉลากสำหรับติดบนภาชนะเก็บของเสียอันตราย	60
10	Concept of waste treatment	67
11	การแบ่งระดับของกระบวนการในการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ	70
12	ภาชนะในการเก็บกักของเสียอันตรายของโครงการนำร่องการเก็บของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย	72

รายการภาพประกอบผนวก

ภาพประกอบผนวกที่		หน้า
1	ลักษณะทางกายภาพของ COD waste (ซ้าย) และ TKN waste (ขวา)	105
2	ลักษณะของของเสียภายหลังการบำบัดแล้ว มีของเหลวใสสีม่วงแดง (pH~9.50) และมีตะกอนสีน้ำตาลเกิดขึ้น	105

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เป็นแหล่งรวมวิชาการสาขาต่าง ๆ ในพื้นที่ภาคใต้มาตั้งแต่ปีพุทธศักราช 2511 ถึงปัจจุบัน มีกิจกรรมต่าง ๆ มากมายในมหาวิทยาลัย ทั้งด้านการเรียนการสอน การค้นคว้าวิจัย และการให้บริการทางวิชาการด้านต่าง ๆ แก่ชุมชน สำหรับภาระกิจทางด้านสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยก็ให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง ดังที่มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ได้จัดตั้งให้มีคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมเพื่อรับผิดชอบเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้านสิ่งแวดล้อม แต่ทั้งนี้กิจกรรมเกี่ยวกับวิชาการด้านสิ่งแวดล้อมก็มิได้จำกัดอยู่เฉพาะที่คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมเท่านั้น เกือบทุกคณะในมหาวิทยาลัยได้มีการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมเช่นกัน ส่วนหนึ่งของกิจกรรมทางสิ่งแวดล้อมที่นอกเหนือไปจากการให้ความรู้ในแนวทฤษฎีแล้วยังมีภาคปฏิบัติซึ่งมีส่วนเกี่ยวข้องกับการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการเพื่อการทดลอง ค้นคว้า วิจัย ซึ่งก่อให้เกิดของเสียที่อาจเป็นพิษต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมตามมา จากในอดีตที่ผ่านมา การเก็บกัก การบำบัด และการกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการ ค่อนข้างจะถูกละเลย ไม่มีการควบคุมที่เป็นรูปธรรมชัดเจน ทั้งนี้เพราะขาดความรู้และความตระหนักในเรื่องการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นของเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและนักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการ ผลที่ตามมาก็คือการปล่อยสารมลพิษออกสู่สิ่งแวดล้อมอย่างต่อเนื่อง โดยส่วนใหญ่เป็นการปล่อยทางท่อระบายน้ำ สารมลพิษที่ปล่อยออกไปบางชนิดมีพิษสูง บางครั้งก็มีการตกค้างสะสมอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้นานอาจทำให้เกิดปัญหาซึ่งยากที่จะแก้ไขในอนาคตได้

การศึกษาในครั้งนี้จึงได้มุ่งเน้นไปยังห้องปฏิบัติการทดลองทางสิ่งแวดล้อม โดยได้ทำการคัดเลือกตัวแทนห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่มีการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเป็นหลัก มีทั้งสิ้น 4 ห้องปฏิบัติการด้วยกัน ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมภาควิชาวิศวกรรมเคมี และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ย่อมจะมีความหลากหลายของลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้น ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแต่ละกิจกรรม สำหรับปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดก็จะแตกต่างกัน ซึ่งเมื่อมีการปล่อยทิ้งไปสู่สิ่งแวดล้อมแล้ว สิ่งที่ตามมานั้นก็คือปัญหาทางสิ่งแวดล้อม เกิดการสะสมสารอันตรายในสิ่งแวดล้อม และเมื่อมีปริมาณเพิ่มขึ้นแล้วจะยากต่อการจัดการ ดังนั้นเพื่อให้ทุกคนที่เกี่ยวข้องตระหนักในความรับผิดชอบในของเสียที่ตนเองเป็นผู้ก่อขึ้น จึงจำเป็นต้องให้ความรู้อย่างถูกต้องแก่ผู้เกี่ยวข้องในเรื่องการจัดการของเสียที่เกิดขึ้นรวมถึงการทำให้เกิดความตระหนักถึงหน้าที่และความรับผิดชอบในการบำบัดของเสียนั้นอย่างถูกวิธีก่อนที่จะทำการปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม การศึกษาวิจัยในครั้งนี้จึงมุ่งเน้นเพื่อศึกษาถึงสภาพการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่เป็นอยู่ ตลอดจนการสะท้อนให้เห็นภาพปัญหาเพื่อนำไปช่วยในการกำหนดแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายดังกล่าวอย่างถูกวิธี ทั้งนี้เพื่อเป็นการช่วยให้เกิดการรักษาสิ่งแวดล้อมและมีสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่าในวันข้างหน้า รวมทั้งเป็นแบบอย่างที่ดีต่อสังคมภายนอกต่อไป

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของ "ของเสียอันตราย"

ของเสียอันตราย หมายถึง ของเสียหรือสิ่งเจือปนด้วยของเสียที่เป็นของเหลว ของแข็ง หรือก๊าซ ที่มีความเข้มข้นหรือคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี หรืออื่น ๆ ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้เกิดการตายหรือการเจ็บป่วย ทั้งที่รักษาได้และรักษาไม่ได้ ตลอดจนทำให้เกิดหรือมีแนวโน้มที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของมนุษย์และสิ่งแวดล้อม เมื่อไม่ได้มีการจัดการที่เหมาะสมในการบำบัด เก็บกัก ขนส่งและกำจัด (ปราณี พันธุมสินชัย, 2538)

ของเสียอันตราย หมายถึง ของเสีย (ของแข็ง สลัดจ์ ของเหลว และก๊าซ) สารกัมมันตภาพรังสี และ ของเสียติดเชื้อ ซึ่งมีคุณสมบัติทางเคมี มีความเป็นพิษ สามารถระเบิดได้ การกัดกร่อน หรือ คุณสมบัติอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ และสิ่งแวดล้อม อันเกิดมาจากตัวสารนั้นเอง หรือการปนเปื้อนอยู่กับของเสียชนิดอื่น (LaGrega, *et al*, 1994)

ลักษณะของของเสียอันตราย

โดยส่วนใหญ่จะเป็นสารเคมีที่อันตราย ซึ่ง US.EPA แบ่งลักษณะของเสียอันตราย (hazardous wastes characteristic) ที่เป็นสารเคมีไว้ตามคุณสมบัติ 4 ลักษณะคือ

1. ความสามารถในการลุกไหม้ ติดไฟ (ignitibility) ได้แก่ สารที่มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

    ก) ของเหลวที่มีจุดวาบไฟ (flash point) น้อยกว่า 60 องศาเซลเซียส และน้ำที่มีแอลกอฮอล์ผสมอยู่มากกว่า ร้อยละ 24 โดยปริมาตร

    ข) สารที่ไม่ใช่ของเหลวเมื่ออยู่ในอุณหภูมิและความดันทั่วไป สามารถติดไฟได้โดยการเสียดสีหรือดูดความชื้น หรือมีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างต่อเนื่อง เมื่อติดไฟจะลุกไหม้รุนแรงและต่อเนื่อง

    ค) แก๊สในถังอัดความดัน ทั้งชนิดที่มีคุณสมบัติติดไฟได้ และชนิดที่ติดไฟเมื่อผสมกับอากาศในความเข้มข้นไม่เกินร้อยละ 13

    ง) สารออกซิไดเซอร์ ซึ่งมีออกซิเจนพร้อมที่จะกระตุ้นให้เกิดการเผาไหม้ สารอินทรีย์ได้ เช่น สารเคมีพวก chlorate, permanganate, inorganic peroxide และ nitrate

2. ความสามารถในการกัดกร่อน (corrosivity) ได้แก่ สารที่มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

    2.1 เป็นสารที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบ (aqueous) ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 2 หรือต่ำกว่า หรือเท่ากับ 12.5 หรือ สูงกว่า วิธีทดสอบหรือวิธีวิเคราะห์ทำโดยการวัดด้วย pH-meter ตามวิธีทดสอบของ US EPA Method 9040

    2.2 เป็นของเหลวที่กัดกร่อนเหล็กกล้าชั้น SAE 1020 ได้ในอัตราสูงกว่า 6.35 มิลลิเมตร (0.250 นิ้ว) ต่อปีที่อุณหภูมิ 55 องศาเซลเซียส (130 องศาฟาเรนไฮท์) วิธีทดสอบหรือวิธีวิเคราะห์ทำโดยการใช้วิธีทดสอบของ NACE (National Association of Corrosion Engineers) Standard YTM-01-69

3. ความสามารถในการเกิดปฏิกิริยา (reactivity) ได้แก่ สารที่มีคุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง ดังนี้

    ก) โดยธรรมชาติสารนั้นไม่คงตัว สามารถทำปฏิกิริยาได้อย่างรวดเร็วและรุนแรง โดยไม่มีการระเบิดเกิดขึ้น

    ข) ทำปฏิกิริยารุนแรงกับน้ำ

    ค) รวมตัวกับน้ำแล้วทำให้เกิดสารประกอบที่สามารถระเบิดได้รุนแรง

ง) เมื่อผสมกับน้ำจะทำให้เกิดแก๊สพิษ ไอพิษ หรือควันพิษ ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

จ) เป็นของเสียที่มีไซยาไนด์หรือซัลไฟด์ ซึ่งเมื่ออยู่สภาวะที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 2-11.5 สามารถให้แก๊สพิษ ไอพิษ หรือควันพิษ ในปริมาณที่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม

ฉ) ระเบิดได้เมื่อได้รับความร้อนในสภาวะที่กำหนด

ช) ระเบิดได้เมื่ออยู่ในอุณหภูมิและความดันมาตรฐาน

4. ความเป็นพิษ (toxicity)

เป็นสารที่มีอันตรายต่อสุขภาพอนามัยของบุคคล โดยทำให้ถึงตายได้ ในปริมาณที่มีเพียงเล็กน้อย โดยUS.EPA กำหนดชนิดของสารที่ทำให้ของเสียเป็นของเสียอันตราย หากตรวจพบสารนั้น ๆ ในปริมาณที่สูงกว่าค่ากำหนด โดยวิธีการสกัดของเสียและตรวจวิเคราะห์ต้องเป็นไปตามวิธีที่ US.EPA กำหนด คือ EP toxicity test (EP : extraction procedure) (LaGrega, *et.al*, 1994)

หากของเสียเคมีชนิดใดที่มีคุณลักษณะและคุณสมบัติเพียง 1 หรือมากกว่า 2 ของลักษณะดังกล่าวข้างต้น ให้จัดเป็นของเสียอันตราย ซึ่งจะต้องดำเนินการจัดการให้ถูกต้อง

การจัดประเภทของเสียที่เป็นอันตราย

การจัดประเภทของเสียที่เป็นอันตรายนี้ มีการจัดได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับว่าของเสียอันตรายที่กำลังศึกษาคืออะไรบ้าง ในที่นี้จะขอยกตัวอย่าง 3 แบบด้วยกัน ดังนี้

1. จัดโดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ แบ่งประเภทของเสียอันตรายเป็น 14 ประเภท (ปราณี พันธุมสินชัย, 2538) ได้แก่
   1. น้ำมัน (oil) เช่น น้ำมันหล่อลื่น
   2. กากสารอินทรีย์เหลว (liquid organic residues) ซึ่งส่วนใหญ่มีคุณสมบัติติดไฟได้ หรือมีสารพิษเจือปน
   3. ตะกอนและของแข็งสารอินทรีย์ (organic sludges and solids) ส่วนใหญ่ติดไฟได้หรือมีโอกาสปลดปล่อยสารพิษได้ง่าย
   4. ตะกอนและของแข็งสารอนินทรีย์ (inorganic sludges and solids) ยกเว้นโลหะหนัก

5. ตะกอนและของแข็งโลหะหนัก (heavy metal sludges and solids) ของเสียที่มีโลหะหนักเจือปน ส่วนใหญ่มาจากระบบบำบัดน้ำเสีย
6. ตัวทำละลาย (solvents) ได้แก่ของเสียที่มีสารตัวทำละลาย
7. ของเสียที่เป็นกรด (acid wastes) มีค่า pH ต่ำกว่า 2
8. ของเสียที่เป็นเบส (alkaline wastes) มีค่า pH สูงกว่า 12.5
9. ผลิตภัณฑ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน (off-specification products) คือ ผลิตภัณฑ์หรือวัตถุที่ไม่ได้มาตรฐาน เสื่อมคุณภาพ หรือหมดอายุการใช้งาน
10. พีซีบี (polychlorinated biphenyls (PCBs)) ได้แก่ ของเสียที่มี PCB มากกว่า 50 ppm
11. กากสารอินทรีย์น้ำ (aqueous-organic residues)
12. น้ำเสียล้างอัดรูป (photographic wastes) ได้แก่ ของเสียที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการถ่ายรูป ล้างและอัดรูป
13. ขยะชุมชน (municipal wastes) ได้แก่ ของเสียอันตรายจากบ้านเรือน สำนักงาน ร้านอาหาร เช่น แบตเตอรี่ ยาล้างห้องน้ำ หลอดไฟ ยาฆ่าแมลง ยาฟอกผ้าขาว
14. ขยะติดเชื้อ (infectious wastes) เช่น น้ำเลือด น้ำหนอง สำลี ผ้าพันแผล เข็มฉีดยา

2. ตามบัญชีสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วท้ายประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2540) จำแนกเป็น 4 หมวด ดังนี้

หมวดที่ 1 สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทสารไวไฟ (ignitable substances) สารกัดกร่อน (corrosive substances) สารที่เกิดปฏิกิริยาได้ง่าย (reactive substances) สารพิษ (toxic substances) และสารที่ถูกชะล้างได้ (leachable substances)

หมวดที่ 2 สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทของเสียอันตรายจากแหล่งกำเนิดไม่จำเพาะประเภทหรือไม่จำเพาะชนิด (non-specific sources) และจากแหล่งกำเนิดจำเพาะประเภทหรือจำเพาะชนิด (specific sources)

หมวดที่ 3 สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วที่มีลักษณะและคุณสมบัติเป็นเคมีภัณฑ์ที่ไม่ใช้แล้ว หรือเสื่อมคุณภาพ (discard) หรือไม่ได้คุณภาพตามกำหนด (off-specification) หรือเป็นเศษเคมีภัณฑ์ในภาชนะบรรจุหรือเป็นเศษวัสดุใดๆ ที่ใช้ทำความสะอาดและถูกปนเปื้อนด้วยเคมีภัณฑ์ที่หกหล่น (container and spill residues)

หมวดที่ 4 สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วประเภทซึ่งมีลักษณะและคุณสมบัติเป็นของเสียเคมีวัตถุ (chemical wastes)

3. ระบบที่ใช้กันแพร่หลายในมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น จำแนกดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดประเภทของเสียอันตรายในมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น

ประเภทที่	ประเภทของเสีย
1	special wastes ได้แก่ • medical wastes (Infectious wastes) • microbe-containing wastes • radioactive wastes • photographic wastes
2	cyanide-containing waste ได้แก่ • NaCN, KCN, HCN etc.
3	oxidizing wastes ได้แก่ • $KMnO_4$, etc.
4	mercury-containing waste ได้แก่ • metallic Hg • organic Hg • inorganic Hg
5	chromate waste ได้แก่ • COD waste, $K_2Cr_2O_7$, etc.
6	heavy-metals containing waste ได้แก่ • Ni, Cu, Pb, Cr, As, Zn, etc.
7	acidic wastes ได้แก่ • inorganic acids e.g. H_2SO_4, HCl, HNO_3, H_3PO_4, HF, etc

ตารางที่ 1 (ต่อ)

ประเภทที่	ประเภทของเสีย
8	alkaline wastes ได้แก่ • NaOH, KOH, NH_4OH, etc.
9	petroleum products wastes ได้แก่ • petroleum spirits, kerosine, lubricating oil, fuel oil, diesel oil, etc.
10	combustible wastes (hydrocarbon containing only H, C, O) ได้แก่ • methanol, ethanol, acetone, butanol, ketone, glycol, etc.
11	combustible wastes (hydrocarbon containing only N, S, P) ได้แก่ • analine, pyridine, nitrobenzene, toluene, alkylthiols, methylsulfuric acid, thiobendazole, etc.
12	combustible wastes (haloginated hydrocarbon) ได้แก่ • orthodichlorobenzene, PCB, chlorinated phenols

นอกจากนี้ นวลตา ม่วงน้อยเจริญและคณะ (2539) ได้กล่าวไว้ว่า ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ทางเคมี อาจแบ่งได้เป็น

1. สารให้ปฏิกิริยารุนแรง (reactivity) เช่น สารไวไฟ สารที่ถูกอากาศไม่ได้ สารที่ถูกน้ำไม่ได้ และสารที่ระเบิดได้
2. สารพิษ (toxic) เป็นสารที่ก่อให้เกิดอันตรายโดยมีความรุนแรงต่างๆ กัน
3. สารติดไฟ (ignitable)
4. สารกัดกร่อนประเภทกรด (corrosive, acid) กัดกร่อนผิวหนัง เนื้อเยื่อต่าง ๆ
5. สารกัดกร่อนประเภทด่าง (corrosive, base) กัดกร่อนผิวหนัง เนื้อเยื่อต่าง ๆ
6. สารออกซิไดเซอร์ (oxidizer) กลุ่มสารที่ถูกออกซิเจนแล้วเกิดปฏิกิริยาทางเคมี

และจากประเภทของของเสียที่เกิดขึ้นอาจนำมาจัดเป็นกลุ่มเพื่อสะดวกในการจัดเก็บต่อไป คือ

- สารละลายกรด
- สารละลายด่าง
- ตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ

- สารละลายมาตรฐานเคมี กำจัดแมลง
- สารละลายมาตรฐานโลหะต่าง ๆ
- สารเคมีอื่น ๆ

ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

ในที่นี้ หมายถึง ห้องปฏิบัติการที่มีกิจกรรมการปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อมทางด้านการเรียนการสอน การทำวิจัย รวมถึงการบริการวิชาการเป็นประจำ (routine activities) เช่น การวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำและน้ำเสีย โดยมี parameter ที่ต้องการวัดที่เป็นการวิเคราะห์ขั้นพื้นฐาน ได้แก่ การวิเคราะห์ปริมาณบีโอดี (biochemical oxygen demand) ซีโอดี (chemical oxygen demand) น้ำมันและไขมัน (oil and grease) ทีเคเอ็น (total kjeldahl nitrogen) ไนไตรท์ ไนเตรท ฟอสฟอรัสของแข็งแขวนลอย เป็นต้น

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม

จากความหมายของห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม จะเห็นว่ามีกิจกรรมการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียหลาย ๆ พารามิเตอร์ด้วยกัน ซึ่งจากการวิเคราะห์ดังกล่าวจะมีของเสียที่เหลือจากการวิเคราะห์เกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่จะเป็นของเหลวซึ่งมีสารเคมีต่าง ๆ ผสมอยู่ โดยจะขึ้นอยู่กับพารามิเตอร์นั้น ๆ ซึ่งจะแตกต่างกันออกไป การที่จะระบุว่าของเสียจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์ใดเป็นของเสียอันตรายจะพิจารณาตามลักษณะของเสียอันตรายที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น

การจัดการของเสียอันตราย

การจัดการของเสียอาจทำได้ 3 วิธี (ปราณี พันธุมสินชัย, 2538) คือ

1. การกำจัดของเสียที่จุดสุดท้ายของกระบวนการ (end of pipe treatment) ซึ่งมักจะได้ของเสียที่มีปริมาณมาก และอาจยากต่อการบำบัดและกำจัด ต้องใช้งบประมาณสูง
2. การกำจัดของเสียที่จุดกำเนิด (source treatment) ได้แก่ การหาต้นตอของของเสียและกำจัดหรือบำบัดของเสียที่จุดกำเนิด ซึ่งจะได้ของเสียที่มีปริมาณน้อย มีคุณสมบัติโดยเฉพาะซึ่งง่ายต่อการกำจัดหรือบำบัด
3. การลดปริมาณของเสีย (waste minimization) โดยรวมหลักการหลายวิธีเข้าด้วยกัน เพื่อลดปริมาณของเสียลงให้น้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อประหยัดค่า

ใช้จ่ายในการกำจัด ทั้งยังอาจได้ประโยชน์จากของเสียด้วย เช่น การประหยัดน้ำทำให้มีน้ำเสียน้อยลง หรือการนำน้ำมาใช้ใหม่ เป็นต้น

โดยมีเทคนิควิธีในการบำบัดและกำจัดของเสียอันตราย (นิศากร โฆษิตรัตน์, 2540) ดังนี้

1. การฝังกลบแบบปลอดภัย (secure landfill) เป็นการนำกากของแข็งหรือตะกอนสารเคมีซึ่งเป็นประเภทสารอนินทรีย์ ถ่านไฟฉาย ตะกอนโลหะ หลอดไฟ แผ่นวงจรอิเลคโทรนิค ไปทำลาย และจัดเก็บไว้ในหลุมที่ก่อสร้างด้วยระบบป้องกันผลกระทบไม่ให้มีน้ำซึมออกไปปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อมภายนอก ลักษณะของหลุมฝังกลบแบบปลอดภัยจะต้องบุด้วยแผ่นพลาสติกชนิด high density polyethylene (HDPE) 2 ชั้น และมีการตรวจสอบรอยรั่วซึมของรอยต่อแผ่นพลาสติกทุกรอยให้เป็นไปตามมาตรฐาน ระหว่างพลาสติกแต่ละชั้นจะวางท่อรวบรวมน้ำเสียต่อเชื่อมกับบ่อรวบรวมและทำการติดตามตรวจสอบการปนเปื้อนเป็นระยะๆ การเตรียมการฝังนั้นจะต้องดำเนินการหลายขั้นตอนตั้งแต่การพิจารณาความเหมาะสมของพื้นที่ ตลอดจนการขนส่ง ในระหว่างการฝังกลบจะมีระบบป้องกันและตรวจสอบการรั่วไหล

2. ขบวนการทางฟิสิกส์-เคมี (physicochemical process) เป็นการเปลี่ยนให้อยู่ในรูปที่ไม่มีอันตราย เช่น

- neutralization หรือการทำให้เป็นกลาง เป็นการใช้สารเคมีเพื่อทำให้สารพิษกลายเป็นตะกอนหรือเกลือที่คงรูปไม่ละลายน้ำ เช่น การเติมกรดเพื่อทำลายฤทธิ์ของเสียที่เป็นด่าง เป็นต้น

- stabilization/solidification หรือการปรับเสถียร/การทำให้แข็ง โดยการเติมสารเคมีเพื่อให้ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับสารพิษที่เจือปนอยู่ในของเสีย ทำให้สารพิษนั้นอยู่ในรูปสารประกอบอื่นที่ไม่เป็นพิษและไม่ละลายน้ำ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น

(1) cement-base technique วิธีนี้ใช้ซีเมนต์ผสมกับตะกอนและเติม additive เช่น fly ash เพื่อทำให้เกิดการแข็งตัวและรวมตัวกันได้ดีขึ้น ซีเมนต์ มี pH เป็นด่างประมาณ 11 ทำให้โลหะหนักอยู่ในรูปของสารประกอบไฮดรอกไซด์ หรือคาร์บอเนต ซึ่งไม่ละลายน้ำ ในการกำจัดกากตะกอนที่มีสารโลหะหนัก เช่น แคดเมียม โครเมียม ตะกั่ว แมงกานีส เป็นต้น

(2) lime- base technique วิธีนี้ใช้ปูนขาว น้ำ และ additive คือ fly ash และ cement-kiln dust ใช้ในการกำจัดกากตะกอนที่มีสารกำจัดศัตรูพืชและแมลง

(3) organic-polymer technique จะใช้ ureaformaldehyde ผสมกับกากตะกอนในรูป monomer และมีตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst)

(4) thermoplastic technique วิธีการนี้จะนำกากตะกอนที่แห้งผสมกับ bitumen ที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เมื่อของเสียเย็นลงจะแข็งตัว ส่วนใหญ่จะใช้ในการกำจัดกากตะกอนของวัตถุกัมมันตรังสี bitumen waste mixture ที่ผ่านการบำบัดด้วยวิธีนี้จะใส่ในภาชนะเหล็ก หรือพลาสติก ก่อนที่จะนำไปกำจัดโดยการฝัง อัตราส่วนของ bitumen ต่อกากตะกอนเท่ากับ 1:1 หรือ 1:2 อาจใช้ asphalt แทน bitumen ได้

(5) encapsulation technique เป็นขบวนการที่ทำให้ของเสียถูกเคลือบด้วยสาร binder อาทิ polybutadiene ผสมกับของเสียทำให้เป็นก้อน แล้วใช้ polyethylene ที่มีความหนาแน่นสูง หลอมเคลือบผิวภายนอกอีกชั้น

- precipitation หรือการตกตะกอน เป็นการทำให้สารที่เจือปนอยู่ในของเสียอันตรายซึ่งอยู่ในรูปสารละลายแยกตัวและตกตะกอนออกมา

3. การเผา (incineration) เป็นขบวนการกำจัดของเสียอันตรายทั้งที่เป็นของแข็ง ของเหลว และก๊าซ โดยให้ความร้อนสูงที่อุณหภูมิ 800-1,400 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดการเผาไหม้ที่สมบูรณ์ โดยที่การเผาจะเกิดสมบูรณ์หรือไม่ขึ้นกับเวลา อุณหภูมิ และการคลุกเคล้า ระยะเวลาที่ใช้ในการเผาขึ้นอยู่กับสารแต่ละชนิด และเตาเผาควรมีระบบควบคุมสารมลพิษที่เกิดจากการเผา เช่น ระบบดักฝุ่นและก๊าซ ระบบบำบัดน้ำเสีย เตาเผามีหลายแบบเช่น

- rotary kiln
- multiple heat incinerator
- fluidized bed incinerator
- cement kiln

การจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการ (นิศากร โฆษิตรัตน์, 2542)

ของเสียจากห้องปฏิบัติการเป็นของเสียซึ่งประกอบด้วยสารเคมีชนิดต่าง ๆ ทั้งของแข็ง ของเหลว และก๊าซ ซึ่งของเสียจากห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ที่เป็นของเหลวมักจะถูกปล่อยไปยังระบบกำจัดน้ำเสียรวมของอาคาร บ่อเกรอะ ลงสู่บ่อพัก หรือปล่อยลงสู่รางระบายน้ำสาธารณะโดยตรง ส่วนของเสียที่เป็นของแข็งมักจะถูกทิ้งรวมกับขยะอื่น ๆ หรือขยะเทศบาล ซึ่งการกำจัดของเสียจากห้องปฏิบัติการด้วยวิธีการดังกล่าวอาจก่อให้เกิดผล

กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพอนามัยของประชาชน แต่อย่างไรก็ตามการแก้ไขปัญหาสามารถปฏิบัติได้โดยวิธีการกำจัดสารเคมีเบื้องต้น ซึ่งสามารถกระทำได้ภายในห้องปฏิบัติการก่อนที่จะปล่อยลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

การกำจัดของเสียประเภทสารเคมีควรคำนึงถึงคุณสมบัติของสารเคมี เพราะการกำจัดที่ไม่ถูกต้องอาจจะเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุร้ายแรงขึ้นได้ เช่น การทิ้งสารที่เข้ากันไม่ได้รวมกันในอ่างน้ำ อาจทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรงขึ้นได้

การเก็บรวบรวมของเสียจากห้องปฏิบัติการควรรวบรวมโดยแยกประเภทของเสีย โดยเฉพาะสารเคมีที่อาจทำปฏิกิริยากันทำให้เกิดก๊าซพิษ หรือทำให้เกิดก๊าซไวไฟ และทำให้เกิดไฟไหม้ได้ วิธีการเก็บรวบรวมของเสียทำได้ดังนี้

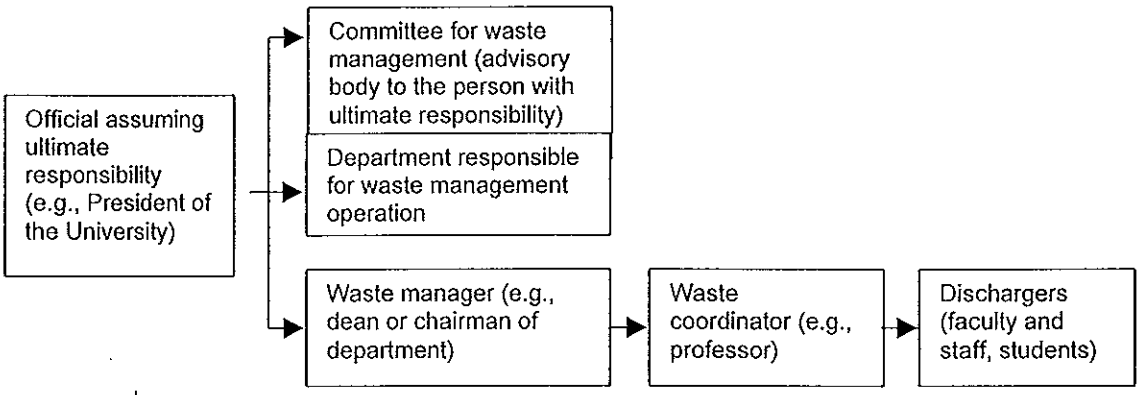
1. ควรเก็บรักษาไว้ในภาชนะที่ทำด้วยพลาสติกชนิด polyethylene หรือภาชนะแก้วหรือภาชนะทึบแสง ตามคุณสมบัติของแต่ละประเภทของของเสีย

2. ควรมีจุกปิดแน่นและฉลากระบุประเภทของของเสีย

3. ควรแยกภาชนะบรรจุของเสียไว้ภายนอกห้องปฏิบัติการในที่แห้งไม่ถูกแสงแดดฝน และมีการระบายอากาศที่ดี เพราะอาจเกิดอุบัติเหตุอันเนื่องมาจากการกระแทกกัน หรือการชนกันอาจทำให้เกิดการรั่วไหลได้

4. ควรมีการจดบันทึกจำนวนและปริมาณของเสียที่ถ่ายเทไปเก็บด้วย

ระบบการบริหารและการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น



ภาพประกอบที่ 1 ตัวอย่างสำหรับการบริหารและการจัดการระบบสำหรับการจัดการของอันตรายของมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น (Ministry of Education, Science and Culture Japan, 1992)

- Official assuming ultimate responsibility

มีหน้าที่ในการดูแลรับผิดชอบทั่วไปสำหรับการจัดการของเสียอันตรายในมหาวิทยาลัย โดยอาจเป็นรองอธิการบดี

- Committee for waste management

มีหน้าที่ในการให้คำปรึกษา โดยคณะกรรมการจะประกอบด้วยตัวแทนจากคณะต่าง ๆ ที่มีความรู้ ความสามารถด้านการจัดการของเสีย มลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ อนามัยสิ่งแวดล้อม การจัดการสิ่งแวดล้อม รวมทั้งกฎหมายสิ่งแวดล้อม เป็นต้น

- Department responsible for waste management operation

โดยมหาวิทยาลัยต้องมีการจัดตั้งศูนย์กลางในการบำบัดของเสียอันตรายขึ้น โดยมีหน้าที่เป็นศูนย์กลางในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในมหาวิทยาลัย

- Waste manager

เป็นบุคลากรในระดับคณะ มีหน้าที่ในกาจัดการของเสียอันตรายในคณะของตนเอง เช่นอาจเป็นคณบดีของคณะนั้น ๆ ซึ่งจะต้องเป็นผู้ที่จัดการให้เป็นไปตามแนวทางการจัดการของเสียซึ่งออกโดยศูนย์การจัดการของเสียอันตรายของมหาวิทยาลัย

- Waste coordinator & Dischargers

คณะจะต้องมีการกำหนดบุคคลซึ่งจะเป็นผู้ประสานงาน อาจเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการนั้น ๆ โดยจะมีหน้าที่ในการแนะนำแนวทางและเป็นที่ปรึกษาในระดับคณะให้แก่ผู้ก่อให้เกิดของเสียอันตราย และจะมีส่วนสำคัญในการเก็บกักของเสียอันตราย และต้องมีการประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่ก่อให้เกิดของเสียอันตรายเข้าใจถึงอันตรายต่าง ๆ และผลกระทบที่จะเกิดขึ้นหากไม่มีการจัดการของเสียอันตราย ให้เกิดความร่วมมือด้วยความเต็มใจ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

แผนการจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมด้านของเสียอันตราย ปี 2540-2549 กล่าวว่าในปี 2537 มีปริมาณของเสียอันตรายประมาณ 1.3 ล้านตัน ทั้งนี้ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมต่าง ๆ ทั่วประเทศ ซึ่งปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นนี้ยังไม่สามารถกำจัดได้ทั้งหมด โดยในภาคอุตสาหกรรมสามารถกำจัดของเสียอันตรายได้ประมาณปีละ 530,000 ตัน จาก 950,000 ตัน ส่วนมูลฝอยติดเชื้อซึ่งเกิดขึ้นปีละ 110,000 ตัน สามารถกำจัดโดยการเผาในเตาได้เพียง 40,000 ตัน สำหรับของเสียอันตรายจากชุมชนที่เกิดขึ้นประมาณปีละ 360,000 ตัน ยังไม่มีการรวบรวมกำจัดอย่างถูกวิธี และถูกทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมร่วมกับมูล

ฝอยชุมชน ทำให้มีการรั่วไหล หรือแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม และส่งผลต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน รวมทั้งก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของระบบนิเวศ ในแผนฯ 20 ปีจึงได้กำหนดเป้าหมายดังนี้

1. ลดและควบคุมมลพิษจากของเสียทั้งในภาคอุตสาหกรรมและชุมชนไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพของประชาชน
2. สามารถเก็บรวบรวมและกำจัดของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรมให้ได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 และจากชุมชนไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น
3. ให้สถานพยาบาลของรัฐและเอกชนทุกแห่ง มีระบบการจัดการมูลฝอยติดเชื้ออย่างถูกวิธี ตั้งแต่การคัดแยก การเก็บรวบรวม การขนส่ง การบำบัดและการกำจัด

โดยมีนโยบายและแนวทางดำเนินการ 3 ประการ ดังนี้

1. ให้มีระบบการจัดการของเสียอันตรายอย่างมีประสิทธิภาพ โดยครอบคลุมกระบวนการนำเข้า การส่งออก การขนส่ง การคัดแยก การเก็บรวบรวม การบำบัดและการกำจัดทำลาย
2. ให้มีระบบป้องกัน และแก้ไขกรณีฉุกเฉินเมื่อเกิดอุบัติภัยขนาดใหญ่จากของเสียอันตรายในภาคอุตสาหกรรม การขนส่ง และคลังสินค้า
3. ส่งเสริมและสนับสนุนให้ภาคเอกชน สามารถลงทุนหรือมีส่วนร่วมในการลงทุนและดำเนินการจัดการของเสียอันตรายทุกขั้นตอน

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการเคมี จัดว่าเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายประเภทหนึ่ง ที่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของชีวิต ทั้งผู้ปฏิบัติงานเองและประชาชนที่ได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนของสารในสิ่งแวดล้อม องค์การพิทักษ์สิ่งแวดล้อมของสหรัฐอเมริกา (US.EPA) ได้ทำการสำรวจปริมาณของเสียอันตรายทั้งหมดของประเทศ พบว่าของเสียอันตรายที่มาจากห้องปฏิบัติการมีปริมาณร้อยละ 0.1-1.0 ของเสียดังกล่าวแม้จะมีน้อย แต่สหรัฐอเมริกามีการควบคุมดูแลจัดการเกี่ยวกับของเสียอันตรายเหล่านั้น (นวลตา ม่วงน้อยเจริญ และคณะ, 2539)

Ministry of Education, Science and Culture Japan (2535) จัดทำหนังสือเกี่ยวกับแนวทางในการจัดการของเสียในมหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น ชื่อ "Guide for Waste Management at Universities in Japan" เพื่อใช้เป็นแนวทางในการนำไปปฏิบัติให้เกิดระบบการจัดการของเสียที่เป็นรูปธรรมในมหาวิทยาลัยต่าง ๆ

นวลตา ม่วงน้อยเจริญ, หรรษา ไชยวานิช และกุลธิดา ศิริวัฒน์ (2539) ศึกษาแนวทางการจัดการของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการ ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานควบคุม ดูแล และจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการเคมีอย่างเป็นระบบ ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม และตัวผู้ปฏิบัติงาน โดยกล่าวถึงลักษณะของเสียอันตรายและการบริหารจัดการ ประเภทและการจัดกลุ่มของเสีย การแยกและการจัดเก็บรักษาก่อนการทำลายหรือบำบัด วิธีการกำจัด การจัดทำแผนปฏิบัติการฉุกเฉิน และการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานวิเคราะห์ทุกระดับ

สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย (2541) โดยโครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย โครงการย่อยที่ 1 : การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้ทำการสำรวจของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการและการจัดการในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เบื้องต้น โดยใช้แบบสอบถาม พบว่าห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ล้วนมีการผลิตของเสียเกิดขึ้น โดยส่วนใหญ่ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นเป็นของเสียเคมี และพบว่า คณะวิทยาศาสตร์จะผลิตของเสียเคมีมากที่สุด คือ มีของเสียที่เป็นของเหลว 14,232 ลิตร/ปี รองลงมาคือ คณะแพทยศาสตร์ มีการผลิตของเสียมากกว่า 7,192 ลิตร/ปี และคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมผลิตของเสียมากเป็นอันดับสาม คือ มากกว่า 2,500 ลิตร/ปี และคณะที่ผลิตของเสียเคมีน้อยที่สุดคือ คณะทันตแพทยศาสตร์ คือประมาณ 373 ลิตร/ปี การจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการมีดังนี้ คือ เททิ้งลงท่อ ฆ่าเชื้อแล้วส่งกำจัดเป็นมูลฝอยธรรมดา กักเก็บแล้วส่งไปบำบัดต่อ กักเก็บแล้วผ่าน recovery และ recycling กักเก็บไว้และรอดำเนินการต่อไป

จงรักษ์ ผลประเสริฐ และคณะ (ม.ป.ป.) ศึกษาแนวทางการจัดการและเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักจากห้องปฏิบัติการ โดยใช้น้ำเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์หาค่า COD จากห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร คณะสิ่งแวดล้อมทรัพยากรและการพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย โดยใช้วิธี conventional chemical reduction/precipitation พบว่าจากปริมาณ Cr ในน้ำเสียมีค่า

405-492.5 mg/L และปริมาณ Hg ในน้ำเสียมีค่า 292.7-479.5 mg/L หลังจากการบำบัด ปริมาณโลหะหนักในน้ำทิ้งมี Cr และ Hg น้อยกว่า 0.21 และ 13.2 mg/L ตามลำดับ

เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ และสุรีรัตน์ ถมยาศิริกุล (ม.ป.ป.) ศึกษาเงื่อนไขที่เหมาะสมในการกำจัดปรอท โครเมียม และเหล็กในน้ำเสียซีโอดีด้วยกระบวนการเฟอร์ไรต์ การทดลองจะแสดงผลของประสิทธิภาพการกำจัด ความเสถียรของตะกอนเฟอร์ไรต์ พบว่า เงื่อนไขที่เหมาะสมคือ พีเอช 9 อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส อัตราส่วนโมลของเฟอรัสซัลเฟตต่อไอออนโลหะทั้งหมดในน้ำเสียเท่ากับ 18.65 ปรอท โครเมียม และเหล็กหลังผ่านการบำบัดมีปริมาณเท่ากับ 0.097, 0.329 และ 0.180 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ คิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดปรอท โครเมียม และเหล็ก เท่ากับ 99.86%, 97.87% และ 99.53% ตามลำดับ ผลการทดสอบการชะละลายพบว่า ความเข้มข้นของปรอทและโครเมียมในน้ำสกัดต่ำกว่ามาตรฐานสารมีพิษของกระทรวงอุตสาหกรรม

พวงรัตน์ แก้วล้อม (2537) ศึกษาแนวทางการจัดการน้ำเสียซีโอดี พบว่าสามารถบำบัดน้ำเสียดังกล่าวได้โดยใช้กระบวนการตกผลึกด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ แต่กระบวนการดังกล่าวจะทำให้เกิดตะกอนโลหะหนักที่มีปริมาณปรอท โครเมียม และเหล็ก เท่ากับ 18.26 2.18 และ 1.88 มิลลิกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

อรทัย ชวาลภาฤทธิ์, กัลยา วัฒยากร และขนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์ (2540) ศึกษาการกำจัดโลหะหนักจากน้ำเสียซีโอดีสำหรับห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อม ครอบคลุมหน่วยงานราชการ เอกชน และโรงงานอุตสาหกรรม จำนวน 10 แห่ง โดยวิธีการตกตะกอนด้วยโซเดียมไธโอซัลเฟต และปรับพีเอชเป็น 7 ด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ แล้วทิ้งให้ตกตะกอนประมาณ 1 วัน พบว่า จากปริมาณ ปรอท โครเมียม เงิน และ เหล็ก ในน้ำเสียมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1,341.2 288.5 921.1 และ 153.2 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ หลังจากการบำบัดปริมาณ ปรอท โครเมียม เงิน และเหล็ก เหลือในน้ำเท่ากับ 0.001 0.01 0.50 และ 1.32 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

สุรัตน์ เพชรเกษม (2541) ศึกษาการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีตกตะกอนด้วยสารเคมี โดยทำการตกตะกอนเงินด้วยโซเดียมคลอไรด์ ตกตะกอนปรอทด้วยเฟอรัสซัลไฟด์ ตกตะกอนโครเมียมและเหล็กด้วยโซเดียมไฮดรอกไซด์ ตามลำดับ พบว่ามีประสิทธิภาพในการกำจัด เงิน ปรอท และโครเมียม ร้อยละ 99 และประสิทธิภาพในการกำจัดเหล็ก ร้อยละ 94.41

พงษ์ศิริ เจะดุหมัน และสมบูรณ์ สุรัติจินดา (2542) ศึกษาการทดลองบำบัดของเสียอันตรายที่เกิดจากการวิเคราะห์ค่าซีโอดีของน้ำและน้ำเสีย ซึ่งของเสียดังกล่าวมีปรอทและโครเมียมละลายปนอยู่ ทดลองโดยการตกตะกอนด้วยสารเคมี 2 ชนิด คือ สารละลายปูนขาว และสารละลายโซดาไฟ หลังจากนั้นบำบัดต่อโดยวิธีการดูดซับด้วยสารกัมมันต์ ผลการทดลองพบว่าปริมาณสารละลายปูนขาวที่เหมาะสมที่สุด คือ ปริมาณ 10 เท่าของปริมาณน้ำเสีย ในขณะที่ใช้สารละลายโซดาไฟประมาณ 0.5 เท่าของปริมาณน้ำเสีย ส่วนวิธีการดูดซับนั้นปริมาณถ่านกัมมันต์ที่เหมาะสมที่สุดคือใช้ถ่านกัมมันต์ 10 กรัมต่อน้ำเสียซีโอดี 1 ลิตร และใช้เวลาในการเขย่า 30 นาที

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. จำแนกชนิด และศึกษาหาปริมาณและลักษณะของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
2. เพื่อนำเสนอแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ทั้งนี้ครอบคลุมถึง การเก็บกัก การบำบัดเบื้องต้น และรวมถึงการลดปริมาณของเสียอันตราย (waste minimization)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึง ชนิด ปริมาณ และแหล่งที่มาของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมและสามารถใช้เป็นฐานข้อมูลที่ชี้ให้เห็นช่องทางในการจัดการของเสียอันตราย เพื่อช่วยลดปัญหามลภาวะที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต
2. ได้แนวทางในการจัดการของเสียอันตราย เพื่อสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการ เพื่อบรรเทาและแก้ไขปัญหาการปล่อยของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการออกสู่สิ่งแวดล้อม

ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาโดยทำการสำรวจและทำการเก็บข้อมูลเพื่อตรวจสอบลักษณะ และปริมาณของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยจะดำเนินการศึกษาจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมเฉพาะที่มีการตรวจวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ซึ่งมีการทำกิจกรรมการปฏิบัติการอย่างต่อเนื่องและเป็นประจำ (routine activities) ได้แก่ ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี และภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

2. เสนอแนวทางการจัดการที่เหมาะสม รวมทั้งประเมินค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในห้องปฏิบัติการดังกล่าวต่อไป ทั้งนี้เพื่อช่วยลดปัญหามลภาวะที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต และเป็นแบบอย่างที่ดีต่อห้องปฏิบัติการอื่น ๆ ภายในมหาวิทยาลัยต่อไป

บทที่ 2

วิธีการศึกษา

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อหาแนวทางที่เหมาะสมในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ โดยใช้แบบสอบถามเป็นส่วนหนึ่งในการเก็บรวบรวมข้อมูล และใช้การสุ่มตัวอย่างของเสียอันตรายมาเพื่อทำการวิเคราะห์คุณสมบัติของของเสียอันตรายนั้น ๆ โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

พื้นที่ศึกษา

ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์อยู่มากมายหลายห้องปฏิบัติการตามคณะต่าง ๆ ซึ่งกิจกรรมที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ก็จะมีทั้งทางด้านการเรียนการสอน การวิจัย รวมถึงการบริการวิชาการ แล้วแต่ว่าคณะนั้น ๆ มีนโยบายการดำเนินงานของคณะเป็นอย่างไร จากการสำรวจของโครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย โครงการย่อยที่ 1 : การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (2541) ได้ทำการสำรวจของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการและการจัดการในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์เบื้องต้น โดยใช้แบบสอบถาม พบว่าจากห้องปฏิบัติการที่ทำการสำรวจทั้งสิ้น 49 ห้อง มีกิจกรรมแตกต่างกัน ดังนี้ คือ มีกิจกรรมการเรียนการสอนเพียงอย่างเดียว จำนวน 17 ห้อง การทำวิจัยเพียงอย่างเดียว 19 ห้อง การทำวิจัยและการบริการวิชาการ จำนวน 1 ห้อง การเรียนการสอนและการทำวิจัย 1 ห้อง กิจกรรมทั้ง 3 อย่าง 5 ห้อง ไม่ระบุ 1 ห้อง ทั้งนี้มีห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมถึง 12 แห่ง (คิดเป็น 24 %) ซึ่งมีการทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมี และเป็นห้องปฏิบัติการที่มีการวิเคราะห์ตัวอย่างทางสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสีย แต่ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้พิจารณาเลือกห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มาจำนวน 4 ห้องปฏิบัติการด้วยกัน ดังนี้

1) ห้องปฏิบัติการคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2) ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
3) ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
4) ห้องปฏิบัติการภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ทั้งนี้เนื่องจากได้ศึกษารายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ จากแบบสอบถามเป็นหลัก ซึ่งห้องปฏิบัติการที่เลือกมาเหล่านี้มีกิจกรรมต่าง ๆ ในการปฏิบัติการที่คล้ายคลึงกัน คือเป็นห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่มีกิจกรรมหลักคือการตรวจวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ตามคำนิยามของห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ได้นิยามไว้ในบทที่ 1 ส่วนห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมห้องอื่น ๆ นั้น มีการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียอยู่บ้าง แต่จะไม่ครอบคลุมตามนิยามที่ได้วางไว้ เช่น วิเคราะห์ไม่ประจำ มีการวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา (microbiology) มากกว่า เป็นต้น

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถาม

ในการวิจัยในครั้งนี้ได้อาศัยแบบสอบถาม 2 ส่วน จากโครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย ของมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ คือ แบบฟอร์ม A และ B ส่วนแบบฟอร์ม C แบบสำรวจข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมนั้น ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแบบสอบถามบางประเด็นจากแบบฟอร์ม C ของโครงการฯ เพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้มากยิ่งขึ้น โดยผู้วิจัยได้รับคำแนะนำและการตรวจสอบความถูกต้องจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ แบบสอบถาม มี 3 ชุด ดังนี้ (โดยรายละเอียดของแบบสอบถามชุดต่าง ๆ ดังภาคผนวก ง)

ชุดที่ 1 (Form A) แบบสำรวจปริมาณสารเคมี
ชุดที่ 2 (Form B) แบบสอบถามเรื่องกากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์
ชุดที่ 3 (Form C) แบบสำรวจข้อมูลทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

CENTRAL LIBRARY
PRINCE OF SONGKLA UNIVERSITY

นอกเหนือจากนี้ยังได้ทำการสัมภาษณ์เพิ่มเติมจากแบบสอบถามดังกล่าวด้วย ในกรณีที่ข้อความที่ได้รับไม่ชัดเจนเพียงพอที่จะทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปได้

2. วัสดุอุปกรณ์

วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

2.1 อุปกรณ์เก็บตัวอย่าง ได้แก่ ถังพลาสติกสำหรับกักเก็บของเสียอันตราย

2.2 เครื่องมือวิทยาศาสตร์ที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่

- เครื่องวัดค่าความเป็น กรด – ด่าง (pH meter)
- เครื่อง atomic absorption spectrometer สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก
- เครื่อง mercury analyzer สำหรับวิเคราะห์ปริมาณปรอท

วิธีการดำเนินการวิจัย

1. ทำการสำรวจกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ได้เลือกศึกษา โดยการใช้แบบสอบถาม และการสอบถามพูดคุยโดยตรงกับเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ (นักวิทยาศาสตร์และพนักงานวิทยาศาสตร์) และผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ (อาจารย์) เกี่ยวกับ

1. รายการสารเคมีที่ใช้
2. กิจกรรมหลักที่ดำเนินงานในห้องปฏิบัติการ ทั้งทางด้าน การเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ
3. วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในแต่ละพารามิเตอร์
4. ชนิดและปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดคือ
   - ชนิดของของเสีย
   - ประเภทของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดของเสีย
   - ผู้ผลิตของเสีย
   - ปริมาณของเสียเฉลี่ย
   - สภาพและประเภทของของเสีย
   - องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย

- ความถี่ของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น

5. การจัดการของเสียที่เป็นอยู่
6. ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการจัดการ
7. ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย
8. ข้อมูลทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการ
   - การใช้ไฟฟ้า
   - การใช้น้ำ
   - ระบบความปลอดภัย เช่น ตู้ควัน สปริงเกอร์ เป็นต้น
   - การบำบัดของเสีย
   - การจัดเก็บสารเคมี
   - การจัดการของเสียพวกหลอดไฟ แบตเตอรี่ สิ่งของที่แตกหัก
   - การจัดเก็บถังก๊าซอัดความดัน

2. ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์ เพื่อประเมินลักษณะและปริมาณของของเสียที่เกิดขึ้นในเบื้องต้น

3. ดำเนินการพิจารณาว่าของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์ปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมนั้นน่าจะเกิดจากการวิเคราะห์ตัวแปรคุณภาพน้ำและน้ำเสียใดบ้าง ทั้งนี้โดยประเมินจากสารเคมีที่ใช้ไปในขณะทำการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ที่ใช้วิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย การคำนวณดูจากชนิดสารเคมี และ ปริมาณของสารเคมีที่ระบุไว้ในแต่ละวิธีวิเคราะห์

4. ทำการเก็บตัวอย่างของเสียจากห้องปฏิบัติการที่มีความถี่ในการเกิดขึ้นเป็นประจำ เพื่อดูถึงปริมาณ ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น โดยนำภาชนะที่เหมาะสมตามคุณสมบัติของของเสียอันตรายที่พิจารณาแล้วในเบื้องต้นไปเก็บตัวอย่าง พร้อมทั้งทำการตรวจสอบคุณลักษณะของของเสีย โดยการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ในการศึกษาครั้งนี้ทำการตรวจวิเคราะห์ 2 คุณลักษณะ คือ

1. ทดสอบความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นที่สำคัญที่จะระบุได้ว่าของเสียนั้น ๆ มีคุณสมบัติเป็นของเสียอันตรายหรือไม่ โดยหากว่ามี pH น้อยกว่า 2 หรือมากกว่า 12.5 จะจัดว่าของเสียนั้นเป็นของเสียอันตราย ทั้งนี้เพราะมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน (corrosive)

2. กรณีที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบจะทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในของเสียนั้น เพื่อระบุถึงความเข้มข้นที่มีอยู่ การศึกษาคุณลักษณะของของเสียอันตรายที่กักเก็บได้ เพื่อบ่งบอกถึงคุณลักษณะที่เป็นอันตรายของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น ได้ใช้วิธีการตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1992)

5. วิเคราะห์ข้อมูลทั้งหมดและเสนอแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภายใต้แนวคิดของการป้องกัน ควบคุม และลดปัญหาทางสิ่งแวดล้อมที่จะเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย

บทที่ 3

ผลการศึกษา

ข้อมูลทั่วไปของห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

การศึกษาในครั้งนี้ ทำการศึกษาห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่มีกิจกรรมหลักในการตรวจวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย จำนวน 4 ห้องปฏิบัติการ ได้แก่

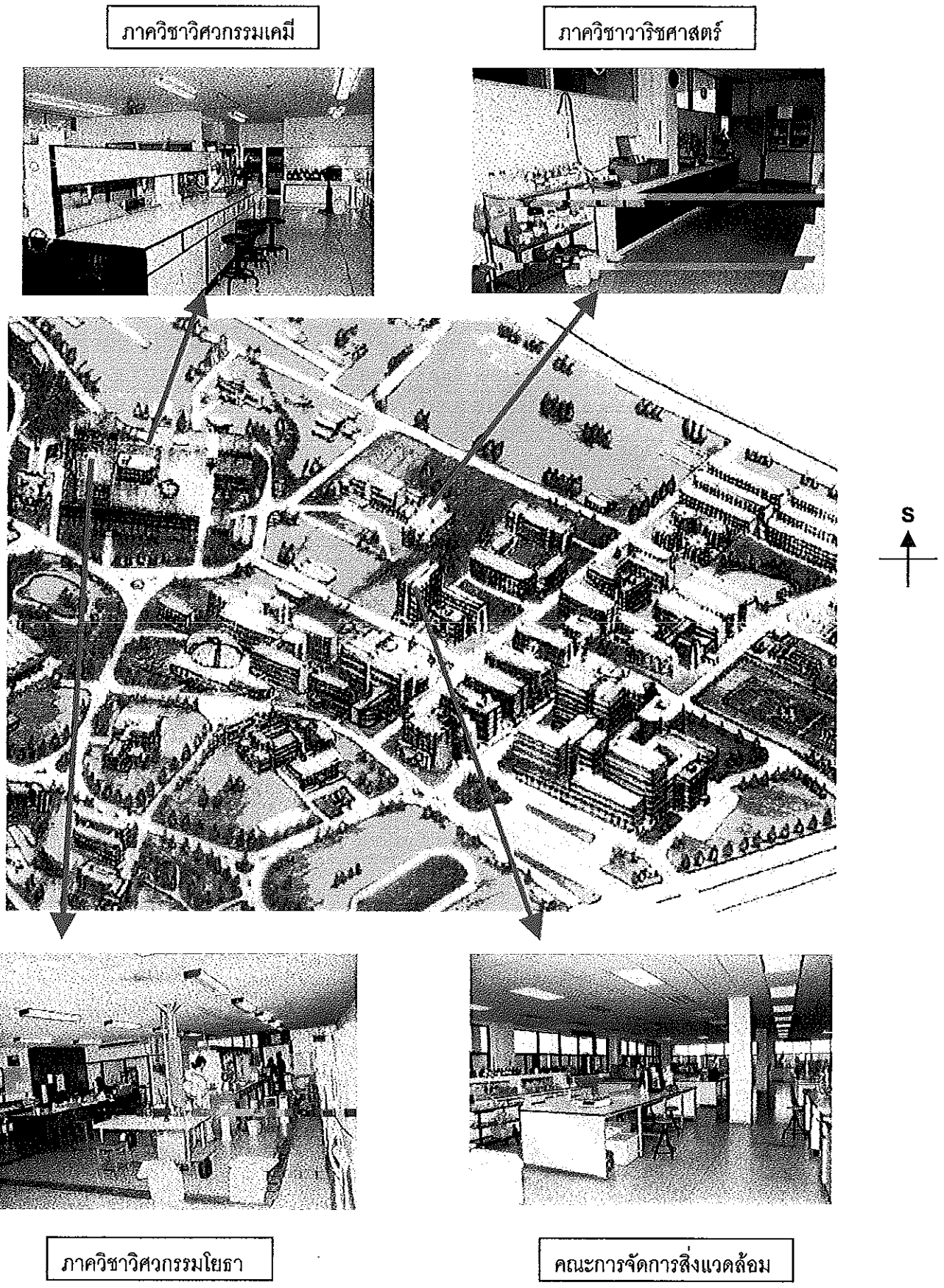
1. ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
2. ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์
3. ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
4. ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ

ซึ่งสถานที่ตั้งของแต่ละห้องปฏิบัติการ แสดงได้ดังภาพประกอบที่ 2 โดยสามารถแบ่งโซนของตำแหน่งที่ตั้งได้ 2 โซน คือ

โซนที่ 1 ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม
ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ
โดยจะเป็นห้องปฏิบัติการที่อยู่ในบริเวณที่เป็นพื้นที่ราบ

โซนที่ 2 ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
คณะวิศวกรรมศาสตร์
ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
โดยจะเป็นห้องปฏิบัติการที่อยู่ในบริเวณที่มีพื้นที่เป็นเนิน

มีรายละเอียดของห้องปฏิบัติการของแต่ละหน่วยงาน ดังตารางที่ 2



ภาพประกอบที่ 2 แสดงห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ที่ทำการสำรวจ

ตารางที่ 2 รายละเอียดของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

คณะ	ภาควิชา	หมายเลขห้อง	กิจกรรม	สภาพห้อง	ผู้ใช้ห้อง	ผู้ดูแลห้อง
การจัดการสิ่งแวดล้อม		E505 และ E506 E605	การเรียนการสอนและการบริการวิชาการ การวิจัย	สภาพยังใหม่สะอาดเรียบร้อย เป็นห้องปฏิบัติการที่มีขนาดใหญ่ อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีพื้นที่การใช้งานที่เป็นสัดส่วน	อาจารย์ นักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์ นักศึกษา	นางสาวทิตยา แซ่อึ่ง
วิศวกรรมศาสตร์	วิศวกรรมเคมี	KE2	การเรียนการสอน การบริการวิชาการ การวิจัย	สภาพห้องสะอาดเรียบร้อย กลางเก่ากลางใหม่ เป็นห้องปฏิบัติการขนาดไม่ใหญ่มาก อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีพื้นที่การใช้งานที่แบ่งเป็นสัดส่วน	อาจารย์ นักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์	นางจรรยา อินทมณี
	วิศวกรรมโยธา	ไม่ระบุ	การเรียนการสอน การบริการวิชาการ การวิจัย	สภาพห้องค่อนข้างเก่า ห้องมีขนาดเล็ก อากาศถ่ายเทไม่สะดวกเท่าที่ควร อุปกรณ์ต่าง ๆ ค่อนข้างกระจัดกระจาย ไม่เป็นระเบียบ	อาจารย์ นักศึกษาและเจ้าหน้าที่	นางเสาวนีย์ เบ็ญนุ้ย
ทรัพยากรธรรมชาติ	วาริชศาสตร์	466	การเรียนการสอน การบริการวิชาการ การวิจัย	สภาพห้องกลางเก่ากลางใหม่ ห้องมีขนาดปานกลาง อากาศถ่ายเทสะดวก มีพื้นที่การใช้งานแบ่งเป็นสัดส่วน	อาจารย์ นักศึกษาและนักวิทยาศาสตร์	นายนพรัตน์ แท่นมาก

จะเห็นว่าห้องปฏิบัติการทั้ง 4 ห้อง มีกิจกรรมที่เหมือนกัน คือ การเรียนการสอน การวิจัย และการบริการวิชาการ และจากการสำรวจพบว่าแต่ละห้องปฏิบัติการจะมีกิจกรรมเด่นที่แตกต่างกันออกไป โดยดูจากจำนวนนักศึกษาสำหรับกิจกรรมการเรียนการสอน ดูจากจำนวนตัวอย่างที่รับบริการวิเคราะห์สำหรับกิจกรรมการบริการวิชาการ และดูจากจำนวนผู้ทำวิจัยสำหรับกิจกรรมการวิจัย ซึ่งมีข้อมูลของแต่ละห้องปฏิบัติการดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 รายละเอียดของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

กิจกรรม	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	ภาควิชาวาริชศาสตร์
การเรียนการสอน - จำนวนนักศึกษาเฉลี่ยต่อภาคการศึกษา (คน)	8	25	30	25
การบริการวิชาการ - จำนวนตัวอย่างเฉลี่ยที่รับบริการวิเคราะห์ต่อเดือน (ตัวอย่าง)	26	140	30	4
การวิจัย - จำนวนผู้ทำวิจัยเฉลี่ยต่อภาคการศึกษา	10	2	10 (แบ่งเป็น 5 กลุ่ม ๆ ละ 2 คน)	2

จากตารางที่ 3 สามารถสรุปกิจกรรมเด่นของแต่ละห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่สำรวจได้ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 แสดงกิจกรรมเด่นของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม	กิจกรรมเด่น	สัดส่วน
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	การวิจัย	การวิจัย > การบริการวิชาการ > การเรียนการสอน
วิศวกรรมเคมี	การบริการวิชาการ	การบริการวิชาการ > การวิจัย > การเรียนการสอน
วิศวกรรมโยธา	การเรียนการสอนและการบริการวิชาการ	การเรียนการสอน ~ การบริการวิชาการ > การวิจัย
วาริชศาสตร์	การเรียนการสอน	การเรียนการสอน > การบริการวิชาการ > การวิจัย

โดยตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ส่วนใหญ่ ได้แก่

1. ตัวอย่างน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม
2. ตัวอย่างน้ำเสียจากชุมชน
3. ตัวอย่างน้ำธรรมชาติ
4. ตัวอย่างน้ำทะเล

เป็นต้น

พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

การที่ได้ทราบถึงพารามิเตอร์รวมถึงวิธีการที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้ในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย สามารถนำมาประเมินปริมาณการใช้สารเคมีที่ใช้ในกระบวนการของการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์ รวมถึงช่วยให้สามารถระบุถึงของเสียที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจได้ ซึ่งแต่ละห้องปฏิบัติการจะมีพารามิเตอร์ที่วิเคราะห์ค่อนข้างจะเหมือนกัน แต่จะต่างกันที่วิธีการที่ใช้ซึ่งจะมาจากเอกสารอ้างอิงที่ต่างกัน ที่สังเกตได้อย่างชัดเจน คือ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมจะมีการใช้วิธีการในการวิเคราะห์ตามเอกสารอ้างอิง Standard Method for the Examination of Water and Wastewater ใน edition

ใหม่ ๆ อยู่เสมอ ซึ่งในขณะที่ทำการสำรวจพบว่าคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ตามที่ระบุไว้ใน edition ที่ 18 (Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 1992, 18th ed. APHA, AWWA, WEF) ส่วนภาควิชาวิศวกรรมเคมี และวิศวกรรมโยธายังคงใช้วิธีการวิเคราะห์ตามวิธีการของ Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 1985, 16th ed. APHA, AWWA, WECF และภาควิชาวาริชศาสตร์ใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 1989, 17th ed. APHA, AWWA, WEF และในบางส่วนจะใช้วิธีการของ Grasshoff K., M. Elirhardt, and K. Kremling (eds), Method of Seawater Analysis, 1983. และ Strickland, J.D.H and T.R. Parsons, A Practical Handbook of Seawater Analysis, 1972. ซึ่งพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ทำการวิเคราะห์ในแต่ละห้องปฏิบัติการโดยจำแนกตามกิจกรรม สรุปได้ดังตารางที่ 5 และวิธีการที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้ในการวิเคราะห์ สรุปได้ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 5 ตัวแปรในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำและน้ำเสียของแต่ละห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจในปี พ.ศ. 2540

ห้องปฏิบัติการและกิจกรรมหลัก	พารามิเตอร์ที่วิเคราะห์																							
	BOD	COD	TKN	SO_4^{2-}	NO_3-N	NO_2-N	NH_3-N	TP	PO_4^{3-}	G&O	Alkalinity /Acidity	Hardness	Turbidity	Total coliform &fecal coliform	E.coli	Fe	Mn	pH	Cl^-	Cl_2	Hg	Pesticide	SS,DS,TS	Surfactant	Conductivity
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม																								
1. การเรียนการสอน	/	/	/	-	/	/	/	/		/	/	/	/	/	-	-	-	/	/	-	/	-	/	-	-
2. การบริการวิชาการ	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	-	/	-	-	/	/	/	/	-	-	-	/	-	-
3. การทำวิจัย	/	/	/	/	/	/	/	/		/	/	/	/	/	/	-	-	/	-	-	-	/	/	/	/
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์																								
1. การเรียนการสอน	/	/	-	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-
2. การบริการวิชาการ	/	/	/	/	-	-	-	/	-	/	/	/	/	-	-	/	-	/	/	/	-	-	/	-	/
3. การทำวิจัย	/	/	/	-	-	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์																								
1. การเรียนการสอน	/	/	/	/	-	-	/	/	/	/	/	/	-	/	-	/	/	/	/	-	-	-	/	-	/
2. การบริการวิชาการ	/	/	/	-	-	-	/	-	/	/	/	/	/	/	-	/	/	/	/	-	-	-	/	-	/
3. การทำวิจัย	/	/	/	/	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	/	-	/
ภาควิชาวารีชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ																								
1. การเรียนการสอน	/	/	-	/	/	/	/	/	/	-	/	-	-	-	-	-	-	/	-	-	-	-	-	-	-
2. การบริการวิชาการ	/	-	-	/	-	-	-	-	/	-	/	/	-	-	-	-	-	/	/	-	-	-	-	-	-
3. การทำวิจัย	-	-	-	-	/	-	/	-	/	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 6 วิธีการในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย แต่ละพารามิเตอร์ของแต่ละห้องปฏิบัติการ (ปี 2541)

parameters	วิธีการ			
	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	ภาควิชาวาริชศาสตร์
BOD_5	Dilution (DO: Azide modification)	Dilution (DO: Azide modification)	Dilution (DO: Azide modification)	Dilution (DO: Azide modification)
COD	Dichromate reflux	Dichromate reflux	Dichromate reflux	Dichromate reflux
TKN	Macro kjeldahl	Macro kjeldahl	Semi-micro kjeldahl	-
NO_3-N	Cadmium reduction	Colorimetric	Cadmium reduction	Cadmium reduction
NO_2-N	Colorimetric	-	Colorimetric	Colorimetric
NH_3-N	Colorimetric	Colorimetric	Colorimetric	Colorimetric
TP	Ascorbic acid	Ascorbic acid	Ascorbic acid	Ascorbic acid
Sulfate	Turbidimetric	Turbidimetric	Turbidimetric	-
Oil & grease	Gravimetric & Soxhlet extraction	Soxhlet extraction	Soxhlet extraction	-
Alkalinity	Direct titration	Direct titration	Direct titration	Direct titration
Acidity	Direct titration	Direct titration	Direct titration	Direct titration
Hardness	EDTA titration	EDTA titration	EDTA titration	EDTA titration
Turbidity	Naphelometric	Naphelometric	Naphelometric	-
Total coliform	MPN	-	-	-
E.coli	MPN	-	-	-
Fe	Phenanthroline	Phenanthroline	Phenanthroline	-
Mn	Persulfate	-	Persulfate	-
pH	Instrument	Instrument	Instrument	Instrument
Cl^-	Agentometic	Agentometic	Agentometic	Agentometic
Hg	Cold vapor	-	-	-

ตารางที่ 6 (ต่อ)

Parameters	วิธีการ			
	คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	ภาควิชาวาริชศาสตร์
Pesticide	Extraction/GC	-	-	-
SS,DS,TS	Gravimetric	Gravimetric	Gravimetric	-
Conductivity	เครื่องมือ	เครื่องมือ	เครื่องมือ	-
Surfactant	MBAS (Methylene Blue Active Substances)	-	-	-

เมื่อได้ทราบถึงวิธีการที่ใช้ในแต่ละพารามิเตอร์ของแต่ละห้องปฏิบัติการแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการพิจารณาถึงรายละเอียดของแต่ละวิธีการว่าลักษณะของของเสียที่เกิดขึ้นจากแต่ละพารามิเตอร์เป็นอย่างไร โดยการศึกษาถึงสารเคมีที่ใช้ รวมถึงปฏิกิริยาทางเคมีที่เกิดขึ้น อนึ่ง ในการพิจารณาว่าสารเคมีชนิดใดที่เป็นส่วนประกอบอยู่ในของเสียนั้น ๆ ว่าอันตรายหรือไม่อย่างไรนั้น ได้พิจารณาทั้งจากคุณสมบัติของสารเคมีนั้น ๆ โดยค้นคว้าจากข้อมูล MSDS (Material Safety Data Sheet) ของแต่ละสารเคมีจากอินเตอร์เนตเวบไซต์ http://www.siri.org/msds/index.html รวมทั้งคำนึงถึงปริมาณที่มีอยู่ในของเสียด้วย พร้อมทั้งคำนวณถึงปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย ทั้งนี้ได้ยกตัวอย่างวิธีการคำนวณซึ่งเป็นของการวิเคราะห์ซีโอดีดังภาคผนวก ค โดยสามารถสรุปถึงผลจากการพิจารณาได้ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 การพิจารณาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจากพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

พารามิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
BOD_5	Dilution (DO: Azide modification)	1. Phosphate buffer 2. $MgSO_4$ 3. $CaCl_2$ 4. $FeCl_3$ 5. $MnSO_4$ 6. Alkali-iodide azide 7. Conc. H_2SO_4 8. $Na_2S_2O_3$	• ภ.วิศวกรรมเคมี, วิศวกรรมโยธา และ ภ.วาริชศาสตร์ - Mn 786.71 mg/l - Conc.H_2SO_4 0.67 % (v/v) - NaOH 0.33 % (w/v) • คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม - Mn 393.36 mg/l - Conc.H_2SO_4 0.33 % (v/v) - NaOH 0.17 % (w/v) (การที่ปริมาณสารเคมีไม่เท่ากันเนื่องจากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม Standard Method for the Examination of Water and Wastewater, 1992, 18th ed. APHA, AWWA, WEF ซึ่งมีการลดปริมาณของสารเคมีที่ใช้ลง แต่ ภ.วิศวกรรมเคมี, วิศวกรรมโยธา และ ภ.วาริชศาสตร์ยังคงใช้วิธีการวิเคราะห์ตาม edition 16 และ 17 ซึ่งยังไม่มีการลดปริมาณสารเคมีลง)
COD	Dichromate reflux	1. $HgSO_4$ 2. $K_2Cr_2O_7$ 3. Sulfuric acid reagent - Ag_2SO_4 - Conc. H_2SO_4 4. Ferroin indicator -1,10-phenanthroline	- conc. H_2SO_4 20 % (v/v) - Cr 288.89 mg/l - Hg 1,805.23 mg/l - Ag 1400.26 mg/l หมายเหตุ : ภ.วาริชศาสตร์ ได้ลดขนาดของการทดลองโดยใช้ปริมาตรตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร

ตารางที่ 7 (ต่อ)

พารา มิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมี ที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
		- $FeSO_4.7H_2O$ 5. FAS - $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ - Conc.H_2SO_4	
TKN	Macro kjeldahl : (คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม และภ.วิศวกรรมเคมี) Semi-micro kjeldahl (ภ.วิศวกรรมโยธา)	1. Digest reagent - K_2SO_4 - $HgSO_4$ solution (HgO และ Conc. H_2SO_4) 2. NaOH 3. $Na_2S_2O_3.5H_2O$ 4. Borate buffer 5. Boric acid 6. 0.02 N H_2SO_4	● วิธี Macro kjeldahl - Hg : 617.33 mg/l - NaOH : 16.67 % (w/v) - conc. H_2SO_4 4.47 % (v/v) ● วิธี semi-micro kjeldahl : ใช้สารเคมีเหมือนกัน แต่ปริมาณไม่เท่ากัน คุณสมบัติของเสียเป็นดังนี้ - Hg : 231.50 mg/l - NaOH : 6.25 % (w/v) - -conc. H_2SO_4 2.5 % (v/v)
NO_3-N	Cadmium reduction Colorimetric	1. NH_4Cl-EDTA 2. Cu-Cd granule 3. $CuSO_4$ 4. Color reagent - Phosphoric acid - Sulfanilamide - NED (N-(1-naphthyl) ethylenediamine dihydrochloride)	เฉพาะ Cu-Cd granule ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่อไป เนื่องจากมีส่วนประกอบของโลหะหนัก คือ แคดเมียม
NO_2-N	Colorimetric	Color reagent 1. Phosphoric acid 2. Sulfanilamide 3. NED (N-(1-Naphthyl)-ethylenediamine dihydrochloride)	พิจารณาแล้วพบว่า มีสารที่เป็นอันตรายน้อย *

ตารางที่ 7 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
NH_3-N	Colorimetric (Distillation ตามด้วย Nesslerization หรือ Phenate)	1. Borate buffer - 0.1 N NaOH - $Na_2B_4O_7$ 2. 6 N NaOH 3. Boric acid 4. 0.02 N H_2SO_4 5. Nessler reagent - HgI_2 - KI - NaOH 6. Phenate reagent - NaOH - Phenol	กรณีที่ใช้วิธี Nesslerization มีองค์ประกอบของ Hg 0.17 g/l กรณีที่ใช้วิธี phenate มีองค์ประกอบของ phenol 5.5 g/l
TP	Ascorbic acid	1. H_2SO_4 2. NaOH 3. Combine reagent - Ascorbic acid - H_2SO_4 - $K(SbO)C_4H_4O_6$ - $(NH_4)_6Mo_7O_{24}$	- H_2SO_4 2.69 % (v/v) - Sb 6.89 mg/l - Mo 0.48 mg/l
Sulfate	Turbidimetric	1. Buffer solution - $MgCl_2.6H_2O$ - $CH_3COONa.3H_2O$ - KNO_3 - CH_3COOH 2. $BaCl_2$	พิจารณาแล้วพบว่ามีสารที่เป็นอันตรายน้อย *

ตารางที่ 7 (ต่อ)

พารา มิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมี ที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
Oil & grease	Partition-gravimetric Soxhlet extraction	1. HCl 1+1 2. Hexane 3. Na_2SO_4 1. HCl 1+1 2. Diatomaceous silica 3. Hexane	ตัวทำละลายอินทรีย์ คือ Hexane
Alkalinity	Direct titration	1. Methyl orange indicator 2. Phenolpthaline indicator 3. 0.1 N H_2SO_4	พิจารณาแล้วพบว่า มีสารที่เป็นอันตรายน้อย *
Acidity	Direct titration	1. Phenolpthaline indicator 2. Methyl orange indicator 3. 0.1 N NaOH	พิจารณาแล้วพบว่า มีสารที่เป็นอันตรายน้อย *
Hardness	EDTA titration	1. Buffer solution - NH_4Cl - NH_4OH - EDTA 2. Indicator - Eriochrome black T - NaCl - Standard 0.01 M EDTA	พิจารณาแล้วพบว่า มีสารที่เป็นอันตรายน้อย *
Turbidity	Naphelometric	-	ไม่มีสารที่เป็นอันตราย เนื่องจากใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์

ตารางที่ 7 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
Total coliform	MPN	อาหารเลี้ยงเชื้อ	ไม่มีสารที่เป็นอันตรายเนื่องจากมีการฆ่าเชื้อโดยการ autoclave ก่อนการนำไปทิ้ง
E.coli	MPN	อาหารเลี้ยงเชื้อ	ไม่มีสารที่เป็นอันตรายเนื่องจากมีการฆ่าเชื้อโดยการ autoclave ก่อนการนำไปทิ้ง
Fe	Phenanthroline	1. conc. HCl 2. $NH_4OH.HCl$ 3. Ammonium acetate buffer - $NH_4C_2H_3O$ - CH_3COOH 4. 1,10- phenanthroline	พิจารณาแล้วพบว่ามีสารที่เป็นอันตรายน้อย *
Mn	Persulfate	1. Special reagent - $HgSO_4$ - conc.HNO_3 - H_3PO_4 - $AgNO_3$ 2. $(NH_4)_2S_2O_8$	Hg : 2,500 mg/l Ag : 1 mg/l
pH	pH meter	-	ไม่มีสารที่เป็นอันตราย เนื่องจากใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์
Cl^-	Agentometic	1. $K_2Cr_2O_7$ 2. $AgNO_3$	Cr : 500 mg/l Ag : ขึ้นกับปริมาตรที่ใช้ไทเทรต
Hg	Cold vapor	1. conc.H_2SO_4 2. conc.HNO_3 3. $KMnO_4$ 4. K_2SO_4 5. NaCl-$(NH_4)_2SO_4$ 6. Stannous sulfate	H_2SO_4 : 4% (v/v) HNO_3 : 2% (v/v) Mn : 2,000 mg/l สารดูดซับไอปรอท (activated carbon และ glass wool)

ตารางที่ 7 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
		7. 0.5 N H_2SO_4 8. Stock Hg Solution - $HgCl_2$ - conc. HNO_3 8. สารดูดซับไอปรอท (activated carbon และ glass wool)	
Pesticide	Extraction/GC	Solvent ที่ใช้ขึ้นกับชนิดของ pesticide ที่ทำการศึกษา ขณะนี้ที่มีได้แก่ 1. Hexane 2. Diethylether 3. Methylene cholride	ตัวทำละลายอินทรีย์ 1. Hexane 2. Diethylether 3. Methylene cholride
SS,DS,TS	Gravimetric	-	ไม่มีสารที่เป็นอันตราย เนื่องจากใช้เทคนิคการกรองในการวิเคราะห์
Conductivity	Conductivity meter	-	ไม่มีสารที่เป็นอันตราย เนื่องจากใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์
Surfactant	MBAS (Methylene Blue Active Substances)	1. Chloroform 2. LAS (Linear alkyl benzene sulfonate) 3. Phenolphthalein indicator 4. NaOH 5. H_2SO_4 6. Methylene blue	ตัวทำละลายอินทรีย์ คือ Chloroform

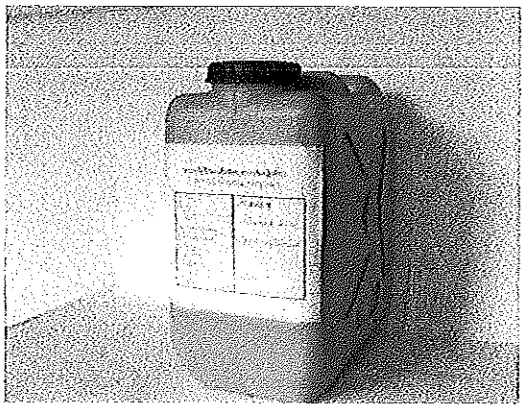
ตารางที่ 7 (ต่อ)

พารามิเตอร์	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้	ปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายที่มีอยู่ในของเสีย (โดยการคำนวณจากสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่แต่ละห้องปฏิบัติการใช้)
		7. reagent - Methylene blue - H_2SO_4 - $NaH_2PO_4.H_2O$ 8. Wash solution - H_2SO_4 - $NaH_2PO_4.H_2O$ 8. Methanol 9. 30 % H_2O_2 10. Glass wool	

หมายเหตุ * ในการพิจารณาว่ามีสารที่เป็นอันตรายน้อยนั้น ได้พิจารณาจากปริมาณสารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ ซึ่งพบว่ามีการใช้สารเคมีดังที่ได้แสดงไว้ในตารางในปริมาณที่น้อย รวมทั้งพิจารณาจากคุณสมบัติของสารเคมีนั้น ๆ จากข้อมูล MSDS (Material Safety Data Sheet) ของแต่ละสารเคมีจากอินเตอร์เนตเวบไซต์ http://www.siri.org/msds/index ประกอบด้วย แล้วจึงทำการสรุปว่ามีอันตรายน้อย

เมื่อทราบว่าพารามิเตอร์ใดบ้างที่ของเสียที่เกิดขึ้นมีสารเคมีที่เป็นอันตราย เพื่อยืนยันผลการจากการพิจารณาในเบื้องต้นดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ขอความร่วมมือจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม 3 แห่ง ในการเก็บกักของเสียอันตรายเพื่อตรวจสอบปริมาณสารเคมี และคุณสมบัติความเป็นกรด-ด่าง ที่เป็นจริงของของเสียที่ได้พิจารณาเบื้องต้นไปแล้ว ได้แก่ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และภาควิชาวารีชศาสตร์ ยกเว้นคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม เนื่องจากทางคณะได้ทำการเก็บรวบรวมของเสียอยู่แล้ว ของเสียอันตรายที่คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมเก็บกักไว้ ได้แก่ ของเสียจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์ COD, TKN, การหาปริมาณปรอท และ organic solvent ต่าง ๆ ในการเก็บตัวอย่างจากห้องปฏิบัติการ 3 แห่งนั้น ผู้วิจัยได้จัดหาภาชนะเพื่อใช้เก็บกักของเสียอันตราย ตัวอย่างภาชนะ ดังภาพประกอบที่ 3 โดยจัดเก็บรวบรวมของเสียอันตรายเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา คือ

ภาคการศึกษาที่ 1/2541 ทั้งนี้นอกจากเพื่อการตรวจสอบคุณสมบัติของของเสียแล้วยังทำให้ทราบถึงปริมาณ และความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้นด้วย (ซึ่งจะได้กล่าวรายละเอียดในหัวข้อถัดไป) ในการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยไม่สามารถเก็บตัวอย่างมาตรวจสอบได้ครบทุกพารามิเตอร์ เนื่องจากในช่วงเวลาดังกล่าวแต่ละห้องปฏิบัติการไม่ได้มีการวิเคราะห์ในทุกพารามิเตอร์ที่ต้องการตรวจสอบ โดยในการศึกษาครั้งนี้สามารถเก็บตัวอย่างของเสียอันตรายจากพารามิเตอร์ COD และ TKN เป็นหลักเนื่องจากเป็นของเสียที่เกิดขึ้นเป็นประจำ ส่วนของเสียจากการวิเคราะห์ BOD_5 นั้น เกิดขึ้นในปริมาณสูงมาก ซึ่งงานวิจัยครั้งนี้ไม่มีศักยภาพเพียงพอในการเก็บตัวอย่างที่เกิดขึ้นได้ทั้งหมด แต่ก็ได้เก็บตัวอย่างบางส่วนมาทำการตรวจสอบคุณสมบัติของของเสียด้วยเช่นกัน



ภาพประกอบที่ 3 ตัวอย่างภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักของเสียอันตรายที่ใช้ในการศึกษา

เมื่อได้ตัวอย่างที่เก็บกักมาจากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ แล้ว จึงนำมาตรวจสอบคุณลักษณะของของเสีย โดยการวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ ในการศึกษาครั้งนี้ทำการตรวจวิเคราะห์ 2 คุณลักษณะ คือ

1. ทดสอบความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้ pH meter ซึ่งจะเป็นคุณสมบัติเบื้องต้นที่สำคัญที่จะระบุได้ว่าของเสียนั้น ๆ มีคุณสมบัติเป็นของเสียอันตรายหรือไม่ โดยหากว่ามี pH น้อยกว่า 2 หรือมากกว่า 12.5 จะจัดว่าของเสียนั้นเป็นของเสียอันตราย ทั้งนี้เพราะมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน (corrosive)

2. กรณีที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบจะทำการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในของเสียนั้น เพื่อระบุถึงความเข้มข้นที่มีอยู่ การศึกษาคุณลักษณะของของเสียอันตรายที่กักเก็บได้ เพื่อบ่งบอกถึงคุณลักษณะที่เป็นอันตรายของของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น ได้ใช้วิธีการตาม Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, AWWA, WEF, 1992)

ซึ่งผลจากการตรวจสอบแสดงได้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลจากการตรวจสอบคุณสมบัติของตัวอย่างของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจสอบ	คุณสมบัติของเสีย จากการคำนวณ	คุณสมบัติของเสียจากการตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้นจริง
BOD_5	• ภ.วิศวกรรมเคมี, วิศวกรรมโยธา และ ภ.วาริชศาสตร์ - Mn 786.71 mg/l - Conc.H_2SO_4 0.67 % (v/v) - NaOH 0.33 % (w/v) • คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม - Mn 393.36 mg/l - Conc.H_2SO_4 0.33 % (v/v) - NaOH 0.17 % (w/v)	- ภ.วิศวกรรมเคมี, วิศวกรรมโยธา และวาริชศาสตร์ • Mn 632.22 mg/l • pH 1.4 มีลักษณะ : สีน้ำตาลใส - คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม • Mn 309.40 mg/l • pH 2.0 มีลักษณะ : สีม่วงใส
COD	- conc. H_2SO_4 : 20 % (v/v) - Cr : 288.98 mg/l - Hg : 1,805.23 mg/l - Ag : 1400.39 mg/l หมายเหตุ : ภ.วาริชศาสตร์ ได้ลดขนาดของการทดลองโดยใช้ปริมาตรตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร	• pH < 0 • Cr คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม : 229.630 mg/l ภ.วิศวกรรมเคมี : 262.673 mg/l ภ.วิศวกรรมโยธา: 267.121 mg/l ภ.วาริชศาสตร์ : 278.68 mg/l • Hg คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม : 1,793.10 mg/l ภ.วิศวกรรมเคมี : 693.97 mg/l

ตารางที่ 8 (ต่อ)

พารามิเตอร์ที่ทำการตรวจสอบ	คุณสมบัติของเสียจากการคำนวณ	คุณสมบัติของเสียจากการตรวจสอบของเสียที่เกิดขึ้นจริง
		ภ.วิศวกรรมโยธา : 228.45 mg/l ภ.วาริชศาสตร์ : 2,831.89 mg/l • Ag ไม่ได้ทำการตรวจสอบ มีลักษณะ : สีฟ้าอ่อน ใส (ส่วนของเสียจาก ภ.วาริชศาสตร์ มีลักษณะ : ใส ไม่มีสี)
TKN	- Hg : 617.33 mg/l - NaOH : 16.67 % (w/v) - conc. H_2SO_4 4.47 % (v/v)	- คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม • Hg 51.72 mg/l • pH 13.5 - ภ.วิศวกรรมเคมี • Hg 418.10 mg/l • pH 13.5 มีลักษณะ : สีเหลือง ใส
Hg	H_2SO_4 4% (v/v) HNO_3 2% (v/v) Mn 2,000 mg/l	• pH 0.21 • Mn 1,418.05 mg/l มีลักษณะ : ใส ไม่มีสี
TP	- H_2SO_4 2.69 % (v/v) - Sb 6.89 mg/l - Mo 0.48 mg/l	ได้ทำการเก็บตัวอย่างมาทำการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่า pH 1.4

จากตารางที่ 7 และ 8 ทำให้สามารถระบุได้ว่าของเสียที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา ที่จัดได้ว่าเป็นของเสียอันตรายได้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ของเสียอันตรายที่เกิดจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา

พารามิเตอร์	ลักษณะความเป็นอันตราย	ข้อสังเกตของของเสีย
BOD_5	1. มีฤทธิ์กัดกร่อน 2. มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ แมงกานีส	เนื่องจากเป็นของเสียที่เกิดขึ้นเป็นประจำและมีปริมาณมาก หากทำการกักเก็บของเสียจะทำให้มีค่าใช้จ่าย และสิ้นเปลืองพื้นที่ในการกักเก็บ และเนื่องจากสารที่เป็นอันตรายคือแมงกานีส ซึ่งมีระดับความเป็นอันตรายค่อนข้างน้อยกว่าเมื่อเทียบกับโลหะหนักตัวอื่น และในกรณีของความเป็นกรดก็สามารถเจือจางได้จากน้ำที่ใช้ในการชำระล้างภาชนะ ซึ่งต้องใช้น้ำในปริมาณมากเช่นกัน
COD	1. มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง 2. มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ โครเมียม ปรอท และ เงิน	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ โดยภาชนะที่ใช้ต้องมีความทนทานต่อความเป็นกรดสูง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก HDPE และควรจัดเก็บให้ไกลจากสารเคมีที่เป็นด่าง บริเวณจัดเก็บควรมีการรองใต้ภาชนะด้วยวัสดุที่ทนกรดเพื่อป้องกันในกรณีที่มีการหกในขณะเท
TKN	1. มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง 2. มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ ปรอท	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ โดยภาชนะที่ใช้ต้องมีความทนทานต่อความเป็นด่างสูง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก HDPE และควรจัดเก็บให้ไกลจากสารเคมีที่เป็นกรด บริเวณจัดเก็บควรมีการรองใต้ภาชนะด้วยวัสดุที่ทนด่างเพื่อป้องกันในกรณีที่มีการหกในขณะเท
NO_3-N	กรณีที่ใช้วิธี cadmium reduction Cu-Cd granule ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่อไป เนื่องจากมีส่วนประกอบของโลหะหนัก คือ แคดเมียม	ควรมีการจัดเก็บ Cu-Cd granule ที่ไม่มีประสิทธิภาพในการใช้งานต่อไปไว้
NH_3-N	• กรณีที่ใช้วิธี Nesslerization - มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ ปรอท • กรณีที่ใช้วิธี phenate - มีองค์ประกอบของสารอันตรายคือ phenol	ควรมีการจัดเก็บของเสียชนิดนี้

ตารางที่ 9 (ต่อ)

พารามิเตอร์	ลักษณะความเป็นอันตราย	ข้อสังเกตของของเสีย
TP	1. มีฤทธิ์กัดกร่อน 2. มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ พลวง และโมลิบดินัม	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ โดยภาชนะที่ใช้ต้องมีความทนทานต่อความเป็นกรดสูง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก HDPE และควรจัดเก็บให้ไกลจากสารเคมีที่เป็นด่าง บริเวณจัดเก็บควรมีการรองใต้ภาชนะด้วยวัสดุที่ทนกรดเพื่อป้องกันในกรณีที่มีการหกในขณะเท
Oil & grease	1. เป็นสารที่ระเหยง่าย เมื่อสูดดมจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ 2. เป็นสารไวไฟ	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการกลั่น ภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักควรเป็นแก้ว
Mn	มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ ปรอท และ เงิน	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้
Cl^-	มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ โครเมียม และ เงิน	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้
Hg	1. มีฤทธิ์กัดกร่อนสูง 2. มีองค์ประกอบของโลหะหนัก คือ แมงกานีส	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ โดยภาชนะที่ใช้ต้องมีความทนทานต่อความเป็นกรดสูง เช่น ไฟเบอร์กลาส หรือพลาสติก HDPE และควรจัดเก็บให้ไกลจากสารเคมีที่เป็นด่าง บริเวณจัดเก็บควรมีการรองใต้ภาชนะด้วยวัสดุที่ทนกรดเพื่อป้องกันในกรณีที่มีการหกในขณะเท
Pesticides	1. เป็นสารที่ระเหยง่าย เมื่อสูดดมจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ 2. เป็นสารไวไฟ	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการกลั่น ภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักควรเป็นแก้ว
Surfactant	1. เป็นสารที่ระเหยง่าย เมื่อสูดดมจะก่อให้เกิดการระคายเคืองต่อระบบทางเดินหายใจ 2. เป็นสารไวไฟ	ควรมีการเก็บกักของเสียชนิดนี้ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการกลั่น ภาชนะที่ใช้ในการเก็บกักควรเป็นแก้ว

นอกจากของเสียอันตรายจากการปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมโดยตรงแล้ว ยังมีของเสียอันตรายซึ่งไม่ได้เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาโดยตรง แต่ถือได้ว่าเป็นของเสียอันตรายจาก

ห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมเช่นกัน ได้แก่ สารเคมีที่หมดอายุหรือเสื่อมสภาพ แบตเตอรี่ น้ำยาล้างเครื่องแก้ว หลอดไฟ เป็นต้น ซึ่งจะกล่าวถึงปริมาณที่เกิดขึ้นในหัวข้อต่อไป

ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

จากการที่ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับพารามิเตอร์สำหรับการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียที่ก่อให้เกิดของเสียอันตรายแล้วนั้น และจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามชุด B ทำให้ทราบถึงปริมาณของเสียอันตรายในเบื้องต้น โดยการประเมินอย่างคร่าว ๆ ของผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ในปีการศึกษา 2540 สำหรับ 1 ภาคการศึกษา สรุปได้ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจโดยประเมินจากผู้ควบคุมห้องปฏิบัติการ ตามแบบสอบถามชุด B

ห้องปฏิบัติการที่สำรวจ	ปริมาณของเสียโดยประมาณที่เกิดจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย (ลิตร/ภาคการศึกษา)					ปริมาณรวมโดยเฉลี่ย (ลิตร/ภาคการศึกษา)
	BOD_5	TKN	COD	Oil & Grease	Pesticides	
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	180	ไม่ระบุ	365	ปริมาณรวมกับ pesticides	15 รวม oil & grease ด้วย (เฉพาะ ของเสียประเภท hexane)	560
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	400	40	20	40	ไม่มีการวิเคราะห์	500
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	175	10	15	ไม่มีการวิเคราะห์	ไม่มีการวิเคราะห์	200
ภาควิชาวาริชศาสตร์	50	ไม่มีการวิเคราะห์	6	ไม่มีการวิเคราะห์	ไม่มีการวิเคราะห์	56

ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ชัดเจนของปริมาณและลักษณะของเสียอันตรายต่อการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการจัดการต่อไป อันจะเป็นข้อมูลที่จะนำผลไปสู่การปฏิบัติที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจนในภายภาคหน้าได้ ผู้วิจัยจึงได้ทำการเก็บกักของเสียอันตรายเพื่อตรวจสอบปริมาณที่เป็นจริง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อเสร็จสิ้นระยะเวลาในการตรวจสอบปริมาณของเสีย

อันตรายที่เกิดขึ้นแล้ว สามารถสรุปปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นเป็นประจำในช่วงดังกล่าว ได้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจริงในภาคการศึกษาที่ 1/2541

ห้องปฏิบัติการที่ทำการสำรวจ	ของเสียอันตรายและปริมาณที่กักเก็บได้ในภาคการศึกษา 1/2541 (ลิตร)				
	COD waste	TKN waste	Used-Hexane	Used – Chloroform	Used-Diethylether
การจัดการสิ่งแวดล้อม	120	70	8	2	15
วิศวกรรมเคมี	45	90	5	-	-
วิศวกรรมโยธา	75	*	-	-	-
วาริชศาสตร์	1	-	-	-	-

* มีของเสียเกิดขึ้นแต่ไม่สะดวกในการกักเก็บ เนื่องจากใช้เครื่องมืออัตโนมัติในการวิเคราะห์

ปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการสำรวจ

จากแบบสอบถามชุด A (แบบสำรวจปริมาณสารเคมี) และชุด C (แบบสำรวจข้อมูลทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม) สามารถระบุถึงปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ ที่เกิดขึ้น ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 สรุปปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

ห้องปฏิบัติการที่ทำการสำรวจ	ปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ			
	สารเคมีหมดอายุ /เสื่อมสภาพ	แบตเตอรี่	หลอดไฟ	น้ำยาล้างเครื่องแก้ว
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	-	ขนาด 9 โวลต์ : 1-2 ก้อน/เดือน	ขณะที่ทำการสำรวจยังไม่มีของเสีย	5 ลิตรต่อเดือน ($K_2Cr_2O_7$ ในกรด H_2SO_4)

ตารางที่ 12 (ต่อ)

ห้องปฏิบัติการที่ทำการสำรวจ	ปริมาณของเสียอันตรายอื่น ๆ			
	สารเคมีหมดอายุ /เสื่อมสภาพ	แบตเตอรี่	หลอดไฟ	น้ำยาล้างเครื่องแก้ว
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	$BaCl_2.2H_2O$: 120 ml $Hg(NO_3)_2.H_2O$:250 g NH_4NO_3 : 400 ml C_6H_5OH : 250 g $HgCl_2$: 250 g		2-3 หลอด/ปี	-
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	-	ขนาด 9 โวลต์ : 1 ก้อน/เดือน	2-3 หลอด/ปี	-
ภาควิชาวาริชศาสตร์	-	- ขนาด AAA : 2-3 ก้อน/เดือน - ขนาด D : 1 ก้อน/เดือน - ขนาด A : 1 ก้อน/เดือน - ขนาด 9 V : 1 ก้อน/เดือน	2-3 หลอด/ปี	-

สภาพการจัดการของเสียอันตรายที่เป็นอยู่

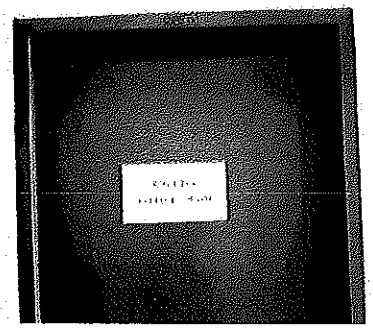
จากการสำรวจพบว่าลักษณะการจัดการของเสียอันตรายที่เป็นอยู่ในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมจะมีด้วยกันหลายลักษณะ ถ้าเป็นของเสียที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการโดยตรง (ของเหลว) โดยส่วนใหญ่แล้วจะเททิ้งลงท่อระบายน้ำ และเปิดน้ำตามเพื่อทำการเจือจางความเข้มข้น แต่ก็ยังมีบางห้องปฏิบัติการที่เล็งเห็นถึงความสำคัญของการจัดการของเสียอันตราย จึงไม่ได้มีการทิ้งของเสียอันตรายลงสู่ท่อระบายน้ำ โดยมีการจัดการกักเก็บไว้ก่อน ทั้งเพื่อการนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ เป็นต้น และกักเก็บไว้เพื่อรอดำเนินการต่อไป

โดยสามารถแบ่งพิจารณาเป็นแต่ละห้องปฏิบัติการดังนี้

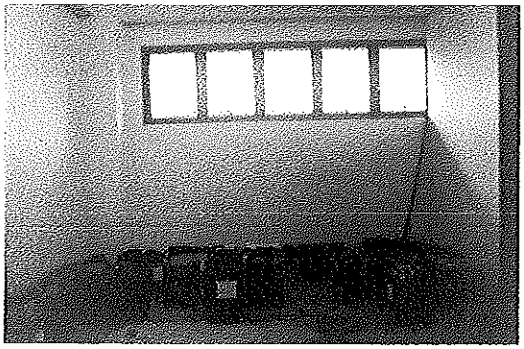
1. คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการได้เล็งเห็นถึงความสำคัญต่อการจัดการของเสียอันตราย จึงได้มีความคิดให้มีการกักเก็บของเสียที่เป็นอันตราย โดยเริ่มแรกที่ของเสียจากการวิเคราะห์ COD ซึ่งเป็นของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในปริมาณมาก อันเนื่องมาจากการทำวิจัยของนักศึกษาเป็นส่วนใหญ่ โดยมีการจัดภาชนะเป็นแกลลอนพลาสติก ขนาด 30 ลิตร ติดฉลากบอกรายละเอียดไว้ที่ภาชนะ โดยระบุชัดเจนว่าเป็นของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์อะไร ใครเป็นผู้ก่อให้เกิดของเสีย ดังภาพประกอบที่ 4 และจัดวางไว้ในแต่ละห้องปฏิบัติการ ซึ่งมีการจัดสัดส่วนพื้นที่ในการกักเก็บ รวมทั้งได้ประชาสัมพันธ์ให้ผู้ที่เกี่ยวข้องทราบถึงแนวทางในการปฏิบัติ และเมื่อของเสียอันตรายเต็มภาชนะก็จะมีการขนย้ายไปเก็บรวบรวมไว้ในห้องซึ่งได้จัดไว้สำหรับรวบรวมของเสียอันตรายโดยเฉพาะ (ห้อง E510) ซึ่งจะมีป้ายบอกอย่างชัดเจนบริเวณหน้าห้อง ดังภาพประกอบที่ 5 (room for collect waste) โดยภายในห้องได้มีการแบ่งจุดสำหรับวางของเสียแต่ละชนิดอย่างเป็นสัดส่วน แต่ขนาดของห้องค่อนข้างเล็ก และมีอากาศถ่ายเทไม่สะดวกเท่าที่ควร ซึ่งเนื้อที่ส่วนใหญ่จะเป็นเนื้อที่สำหรับการเก็บของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ COD รองลงมาเป็นของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ TKN ตามด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ ซึ่งเก็บอยู่ในขวดแก้ว โดย ณ วันที่ทำการสำรวจ (มีนาคม 2541) มีปริมาณของเสียดังตารางที่ 13

ภาพประกอบที่ 4 ภาชนะที่ใช้สำหรับเก็บของเสียอันตรายของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม



ภายนอกห้อง



ภายในห้อง

ภาพประกอบที่ 5 ห้องเก็บกักของเสียอันตรายของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

ตารางที่ 13 ปริมาณของเสียอันตรายที่กักเก็บไว้โดยห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม

ของเสียที่กักเก็บ	ปริมาณของเสียที่กักเก็บ	หมายเหตุ
COD waste	730 ลิตร	เริ่มเก็บตั้งแต่ปี 2539
Used-Hexane	30 ลิตร	เริ่มเก็บตั้งแต่ปี 2539
TKN waste	25 ลิตร	เริ่มเก็บได้ประมาณ 5 เดือน
Heavy metal-containing waste	3 ลิตร	เริ่มเก็บได้ประมาณ 5 เดือน

หมายเหตุ นอกจากนี้ทางคณะฯ ยังได้มีการเก็บแบตเตอรี่ที่ใช้แล้วด้วย

(เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ภายในคณะฯ ไม่เฉพาะจากห้องปฏิบัติการ)

จากการดำเนินการดังกล่าวปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาก็ยังมีให้เห็น ได้แก่

1. บริเวณที่กักเก็บของเสียภายในห้องปฏิบัติการมีการรั่วไหลของของเสียอันเนื่องมาจากภาชนะในการเก็บกักยังไม่เหมาะสม ทำให้มีการกัดกร่อนพื้นปูน นอกจากนี้ในห้องปฏิบัติการยังมีการหกของของเสียเนื่องมาจากการเทและการขนย้ายของเสีย

2. ห้องที่ทำการจัดเก็บของเสียอันตรายนั้น เป็นห้องที่มีการระบายอากาศที่ไม่ค่อยดีเท่าที่ควร และเป็นห้องค่อนข้างเล็ก

ซึ่งจะต้องมีการปรับปรุงต่อไป

2. ภาควิชาวิศวกรรมเคมี

ภาควิชาวิศวกรรมเคมี มีการกักเก็บของเสียอันตรายเพียง 1 ชนิด คือ Used-hexane แต่ไม่ได้มีการระบุปริมาณเนื่องจากมีการนำกลับมาใช้ใหม่โดยการกลั่นอยู่ตลอด ส่วนของเสียอันตรายอื่น ๆ จะเททิ้งลงท่อระบายน้ำแล้วเปิดน้ำตามเพื่อเจือจางความเข้มข้น ส่วนของเสียพวกหลอดไฟ จะทิ้งรวมกับขยะทั่วไป

3. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ขณะที่ทำการศึกษาพบว่ามีการกักเก็บของเสียอันตราย คือ ของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์ COD ไว้แค่ช่วงเวลาหนึ่ง มีปริมาณ 20 ลิตร โดยนักศึกษาระดับปริญญาตรีได้กักเก็บไว้เพื่อทำการวิจัยหาวิธีการบำบัดของเสียดังกล่าว ส่วนของเสียอันตรายอื่น ๆ จะเททิ้งลงท่อระบายน้ำแล้วเปิดน้ำตามเพื่อเจือจางความเข้มข้น และของเสียพวกหลอดไฟ แบตเตอรี่ จะทิ้งรวมกับขยะทั่วไป

4. ภาควิชาวาริชศาสตร์

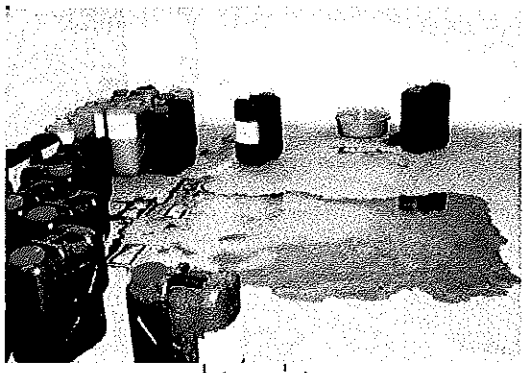
ภาควิชาวาริชศาสตร์ ไม่มีการกักเก็บของเสียอันตราย โดยจะเททิ้งลงท่อระบายน้ำแล้วเปิดน้ำตามเพื่อเจือจางความเข้มข้น แต่อาจารย์ที่รับผิดชอบการปฏิบัติการก็ได้มีแนวความคิดในการลดขนาดของการทดลองลง ยกตัวอย่าง เช่น ในการวิเคราะห์ซีโอดี มีการลดปริมาตรของน้ำตัวอย่างที่ใช้เป็น 10 มิลลิลิตร ซึ่งจะเป็นการลดการใช้สารเคมีต่าง ๆ ลงด้วย รวมถึงปริมาตรของของเสียที่เกิดขึ้นก็จะลดลง ส่วนของเสียพวกหลอดไฟ แบตเตอรี่ จะทิ้งรวมกับขยะทั่วไป

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากของเสียอันตราย

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ส่วนใหญ่เกิดจากการขาดการจัดการที่ดี อาจเนื่องมาจากการขาดความรู้ในเรื่องของเสียอันตรายที่ถูกต้อง สรุปได้ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากการขาดการจัดการของเสียอันตรายที่ดี

ห้องปฏิบัติการ	ของเสียอันตราย	สาเหตุที่เกิด	ผลที่เกิด
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	COD waste	รั่วจากถังกักเก็บ	พื้นปูนได้รับความเสียหาย (ดังภาพประกอบที่ 6)
	COD waste	การหกหล่น	พื้นหินขัดมีรอยด่าง (ดังภาพประกอบที่ 7)
	Chloroform	เทลงสู่ท่อน้ำทิ้ง	ท่อน้ำทิ้ง (PVC) รั่ว (ดังภาพประกอบที่ 8)
วิศวกรรมโยธา	COD waste	เททิ้งลงท่อ	ท่อชำรุด

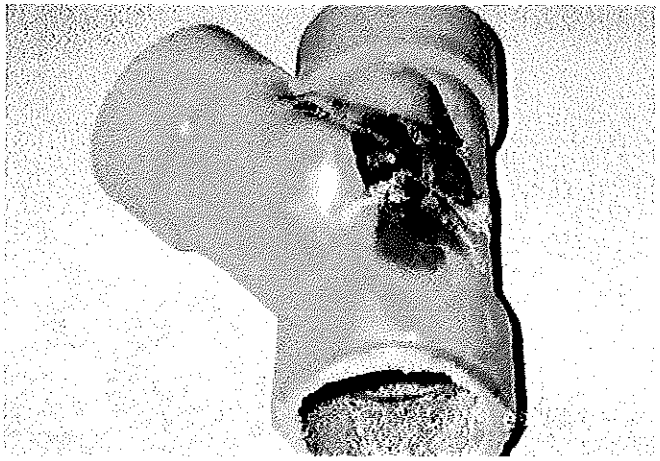


ขณะที่มีการรั่วไหล

ภายหลังจากการรั่วไหล

ภาพประกอบที่ 6 พื้นปูนซีเมนต์ที่ได้รับความเสียหายจากการรั่วไหลของ COD waste

ภาพประกอบที่ 7 รอยด่างบนพื้นหินขัดอันเกิดมาจากการขนย้าย COD waste



ภาพประกอบที่ 8 ท่อน้ำทิ้ง PVC รั่ว เนื่องจากการเทของเสียอันตรายลงท่อน้ำทิ้ง

บทที่ 4

บทวิจารณ์

แหล่งกำเนิดของเสีย

ห้องปฏิบัติการที่มีการปฏิบัติการทางเคมีจัดว่าเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายประเภทหนึ่งที่อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของชีวิตทั้งผู้ปฏิบัติงานเองและสิ่งแวดล้อมหากมีการจัดการไม่ดีโดยทำให้ผู้เกี่ยวข้องได้รับผลกระทบจากการได้รับผลจากสารพิษนั้น ๆ (นวลตา ม่วงน้อยเจริญ, หรรษา ไชยวานิช และกุลธิดา ศิริวัฒน์, 2539) ซึ่งห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมก็เป็นห้องปฏิบัติการหนึ่งที่มีการปฏิบัติการทางเคมีเกิดขึ้น

จากผลการศึกษาแหล่งกำเนิดของเสียจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จำนวน 4 ห้องปฏิบัติการ ดังได้กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่าตำแหน่งที่ตั้งของห้องปฏิบัติการจะกระจายกันออกไป โดยแต่ละห้องปฏิบัติการจะมีกิจกรรมในการปฏิบัติการที่คล้ายคลึงกัน แต่จะเน้นหนักไปยังกิจกรรมใดก็จะขึ้นกับภาระงานของแต่ละหน่วยงาน และจากกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้น สิ่งที่เหลือจากการปฏิบัติการก็คือของเสียที่เกิดขึ้น ของเสียจะมีความหลากหลายกันไปทั้งส่วนที่มีสถานะเป็นของแข็งและของเหลว โดยของเสียส่วนใหญ่จะเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีของสารในการวิเคราะห์พารามิเตอร์ของการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย นอกจากนี้ของเสียยังเกิดจากการจัดการภายในห้องปฏิบัติการ (good house keeping) ที่ไม่ถูกต้อง เช่น การเสื่อมสภาพของสารเคมี อาจเนื่องมาจากการเก็บสารเคมีดังกล่าวในสิ่งแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม หรือมีการจัดซื้อมาในปริมาณมากกว่าความต้องการใช้ เป็นต้น นอกจากนี้ก็ยังมีของเสียอื่นๆ ได้แก่ แบตเตอรี่ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น

ด้านสภาพโดยทั่วไปของห้องปฏิบัติการที่ทำการศึกษา ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ดี คือ สะอาด เรียบร้อย อากาศถ่ายเทได้สะดวก มีพื้นที่การใช้งานเป็นสัดส่วน ยกเว้นห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมโยธา ที่มีสภาพค่อนข้างเก่า ห้องมีขนาดเล็ก พื้นที่การใช้งานไม่ค่อยเป็นสัดส่วน และอากาศถ่ายเทไม่สะดวกเท่าที่ควร ในส่วนของเจ้าหน้าที่ประจำห้อง

ปฏิบัติการส่วนใหญ่จะมีนักวิทยาศาสตร์อย่างน้อย 1 คนในแต่ละห้องปฏิบัติการ ซึ่งศึกษาทางสาขาวิชาทางด้านวิทยาศาสตร์ ยกเว้นภาควิชาวิศวกรรมโยธา เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการไม่ได้ศึกษามาทางด้านวิทยาศาสตร์โดยตรง แต่อาศัยประสบการณ์ในการปฏิบัติการในการทำงาน แต่ทั้งนั้นทั้งนี้ก็มีอาจารย์คอยควบคุมดูแลอีกขั้นหนึ่ง

ในส่วนของกิจกรรมต่าง ๆ ที่มีในห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา จะเห็นได้ว่าห้องปฏิบัติการของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมมีกิจกรรมที่คาดว่าจะก่อให้เกิดของเสียมาก คือ กิจกรรมจากการทำวิจัย ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คือ กิจกรรมการบริการวิชาการ ส่วนภาควิชาวิศวกรรมโยธา คือ กิจกรรมการเรียนการสอนและการบริการวิชาการ และภาควิชาวาริชศาสตร์ คือ กิจกรรมการเรียนการสอน จากชนิดของพารามิเตอร์ที่มีการปฏิบัติการนั้น คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมนับว่าเป็นหน่วยงานที่มีการวิเคราะห์ครบทุกพารามิเตอร์ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเป็นคณะที่มีการศึกษาเรื่องสิ่งแวดล้อมโดยตรง โดยเฉพาะเรื่องน้ำและน้ำเสีย และเมื่อประเมินอย่างคร่าวๆ พบว่าในส่วนของกิจกรรมการวิจัยนั้นย่อมก่อให้เกิดของเสียที่หลากหลายทั้งในแง่ของชนิดและปริมาณของของเสีย มากกว่าอีก 2 กิจกรรม เนื่องจากหัวข้อการวิจัยที่มีการศึกษาในแต่ละปีการศึกษาของผู้วิจัยแต่ละคนนั้นย่อมแตกต่างกันออกไป พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์ก็จะแตกต่างกันไปเช่นกัน ส่วนการบริการวิชาการนั้น ชนิดของพารามิเตอร์ที่ศึกษาไม่ค่อยจะแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลา ส่วนปริมาณของเสียที่เกิดขึ้นนั้นก็จะขึ้นกับจำนวนตัวอย่างที่มีการวิเคราะห์ และส่วนของการเรียนการสอน โดยส่วนใหญ่จะคงที่ทั้งในส่วนของชนิดของพารามิเตอร์ที่ทำการศึกษาและปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น เนื่องจากหลักสูตรในการศึกษาแต่ละปีการศึกษานั้นส่วนใหญ่จะคงเดิม

ส่วนวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้ในการวิเคราะห์แต่ละพารามิเตอร์นั้นพบว่า คณะการจัดการสิ่งแวดล้อมจะมีการเปลี่ยนแปลงวิธีวิเคราะห์ตามวิธีการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียฉบับใหม่อยู่เสมอ ซึ่งนับเป็นสิ่งที่ดีเพราะในบางวิธีการนั้นมีการลดการใช้ปริมาณของสารเคมีลง ทำให้ของเสียที่เกิดขึ้นมีความเป็นพิษน้อยลง เช่น การวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO : oxygen demand) มีการใช้ปริมาตรของสารเคมีลดลงครึ่งหนึ่ง เป็นต้น

ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

จากความหลากหลายของของเสียที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ไม่ได้หมายความรวมว่าของเสียทุกชนิดที่เกิดขึ้นจะเป็นของเสียอันตรายทั้งหมด จะมีเฉพาะบางประเภทเท่านั้นที่มีคุณลักษณะเป็นของเสียอันตราย ซึ่งสามารถพิจารณาได้จากข้อกำหนดของ US EPA ดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1

จากการพิจารณาลักษณะของเสียที่เกิดขึ้นจากพารามิเตอร์ต่างๆ ในการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ทั้งโดยการคำนวณจากวิธีการที่ใช้ และการเก็บตัวอย่างของเสียบางส่วนเพื่อการตรวจสอบคุณลักษณะของของเสียทางห้องปฏิบัติการ คือ การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณโลหะหนัก พบว่าของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา ได้แก่ ของเสียจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์ BOD_5, COD, TKN, TP, NO_3-N, NH_3-N, oil and grease, Mn, Cl^-, Hg, pesticides และ surfactant

ในส่วนของความถี่และปริมาณที่เกิดขึ้น พบว่า ของเสียจากการวิเคราะห์ BOD_5 มีความถี่ในการเกิดสูง และมีปริมาณในการเกิดมากที่สุด ทำให้การศึกษาครั้งนี้ไม่สามารถทำการกักเก็บของเสียดังกล่าวได้ ทั้งในแง่ของค่าใช้จ่าย และพื้นที่ในการกักเก็บ และในช่วง 2-3 ปี ที่ผ่านมานี้ของเสียที่ได้มีการเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเช่นกัน คือ ของเสียจากการวิเคราะห์ COD เนื่องจากมีความถี่ในการวิเคราะห์มากขึ้น อันเป็นผลเนื่องมาจากพระราชบัญญัติโรงงาน ปี พ.ศ. 2539 ได้กำหนดค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานให้มีการวิเคราะห์ COD โดยใช้วิธีย่อยสลายโดยโปตัสเซียมไดโครเมต (potassium dichromate digestion) (ภาคผนวก ก) และพบว่าจากคุณลักษณะของของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ COD นั้น มีคุณสมบัติในการกัดกร่อนสูง (มี pH น้อยกว่าศูนย์) และมีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ คือ ปรอท โครเมียม และเงิน ในปริมาณที่สูงกว่าค่ามาตรฐานน้ำทิ้ง ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งปริมาณปรอท จากการคำนวณพบว่าความเข้มข้นของปรอทในของเสีย COD เท่ากับ 1,805.23 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า จากการทดลองกักเก็บของเสียจากการวิเคราะห์ COD จากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมทั้ง 4 ห้องปฏิบัติการในภาคการศึกษาที่ 1/2541 ได้ปริมาณของเสียเท่ากับ 241 ลิตร และได้นำของเสียดังกล่าวมาตรวจสอบปริมาณปรอทโดยใช้เครื่อง mercury analyser พบว่ามีปริมาณปรอทโดยเฉลี่ยเท่ากับ 1,386.85 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าเพียงแค่ 1 ภาคการศึกษาเท่านั้น หากรวม

ปริมาณหลาย ๆ ปีเข้าด้วยกันปริมาณก็จะมากขึ้น ปริมาณของปรอทที่ตกไปสู่สิ่งแวดล้อมจะเป็นปริมาณที่สูงมาก ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างยิ่ง จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ความสนใจเป็นพิเศษสำหรับของเสียอันตรายชนิดนี้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าอาจารย์ผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมได้เล็งเห็นถึงความเป็นพิษของของเสียอันตรายชนิดนี้จึงได้มีการเก็บกักของเสียอันตรายชนิดนี้ไว้ในภาชนะตั้งแต่ปี 2540 ซึ่งในขณะนี้ปริมาณของเสียดังกล่าวที่เก็บไว้มีสูงมากประมาณ 730 ลิตร (ข้อมูล ณ เดือนมีนาคม 2541) หากไม่มีการหาวิธีการกำจัดของเสียดังกล่าวอย่างเร่งด่วน ปัญหาต่าง ๆ ก็จะตามมา เช่น การรั่วไหลของของเสีย พื้นที่ในการจัดเก็บของเสีย เป็นต้น และจากการทบทวนเอกสาร พบว่า ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ COD นี้ได้รับความสนใจในการศึกษาถึงวิธีการบำบัดเป็นอย่างมาก ดังจะได้กล่าวรายละเอียดในหัวของของการบำบัดของเสียอันตรายต่อไป ดังนั้นจึงจัดได้ว่าของเสียจากการวิเคราะห์ COD เป็นของเสียที่ควรให้ความใส่ใจเป็นพิเศษ แต่ทั้งนี้ของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์พารามิเตอร์อื่น ๆ ก็ไม่ควรละเลยเช่นกัน

การจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

เมื่อได้ทราบแล้วว่ามีของเสียอันตรายเกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น เพื่อลดปัญหามลภาวะที่จะเกิดขึ้นได้ในอนาคต และเป็นแบบอย่างที่ดีต่อห้องปฏิบัติการอื่น ๆ

แนวทางในการจัดการของเสียอันตราย

การเริ่มปฏิบัติในการจัดการของเสียอันตรายนั้น ขั้นแรกควรจะเริ่มจากระดับของห้องปฏิบัติการ ซึ่งหากต้องการการสนับสนุนในด้านต่าง ๆ เช่น งบประมาณ เป็นต้น ก็สามารถเสนอแนวคิดต่อภาควิชาหรือคณะต่อไปได้ จากการพูดคุยกับอาจารย์บางท่าน รวมถึงเจ้าหน้าที่โดยส่วนใหญ่ จะรอนโยบายจากคณะ/มหาวิทยาลัย ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าในระดับมหาวิทยาลัยการที่จะให้เกิดนโยบายที่เป็นรูปธรรมสามารถปฏิบัติได้จะเป็นไปได้ค่อนข้างยาก เพราะต้องใช้เวลาในการดำเนินการมาก และจากที่ของเสียอันตรายนั้นเกิดขึ้นอยู่ตลอด หากแต่ละห้องปฏิบัติการรอนโยบายจากมหาวิทยาลัยอย่างเดียวโดยไม่ได้ดำเนินการใด ๆ แน่นอนว่า การที่ต้องเทของเสียอันตรายลงสู่ท่อน้ำทิ้ง ซึ่งก็จะไปสู่สิ่งแวดล้อม ของเสียนั้นจะ

ไปสะสมความเป็นพิษอยู่ในสิ่งแวดล้อม แม้มีการปล่อยน้ำประปาตามไปแล้วเพื่อเจือจางความเข้มข้น แต่ในกรณีที่ของเสียอันตรายนั้นมีองค์ประกอบของโลหะหนัก หรือเป็นสารจำพวกที่ไม่ละลายน้ำ เช่น ตัวทำละลายอินทรีย์ต่าง ๆ เป็นต้น แน่นอนว่าสารอันตรายเหล่านั้นย่อมตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อมอย่างแน่นอน แม้ยังไม่ส่งผลกระทบให้เห็นในวันนี้ เนื่องจากจะเป็นได้ว่า ตำแหน่งที่ตั้งของมหาวิทยาลัย จะมีแหล่งน้ำอุปโภคอยู่ในที่สูง ส่วนน้ำที่ใช้แล้วจะไหลลงสู่ที่ต่ำและออกสู่ภายนอกมหาวิทยาลัย ผลกระทบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในระยะยาว จึงอาจจะไม่ได้เกิดขึ้นกับเฉพาะบุคลากรในมหาวิทยาลัยโดยตรง ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ห้องปฏิบัติการจะต้องแสดงถึงความรับผิดชอบต่อสิ่งที่ได้ก่อขึ้น ซึ่งจากองค์ความรู้ที่มีรวมทั้งบุคลากรผู้มีความรู้ความสามารถ ห้องปฏิบัติการต่างๆ ย่อมมีศักยภาพเพียงพอที่จะสามารถดำเนินการจัดการของเสียอันตรายได้ โดยทั่วไปในระดับห้องปฏิบัติการนั้น อาจารย์/เจ้าหน้าที่/นักศึกษาที่มีการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการนั้น เป็นผู้ก่อให้เกิดของเสีย ย่อมจะทราบเป็นอย่างดีว่าการปฏิบัติการนั้น ๆ มีการใช้สารเคมีที่เป็นอันตรายชนิดใดบ้าง ซึ่งจะต้องตระหนักและมีความรับผิดชอบเพียงพอที่จะไม่ปล่อยของเสียนั้นออกสู่สิ่งแวดล้อมโดยขาดการจัดการที่ดี ทั้งนี้อาจารย์ผู้รับผิดชอบซึ่งเป็นผู้ที่มีประสบการณ์มากที่สุดเมื่อเทียบกับเจ้าหน้าที่และนักศึกษา ควรจะเป็นผู้ริเริ่มในการจัดให้มีแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น ซึ่งโดยปกติก็จะเป็นเช่นนั้น เช่น ที่คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม หรือ ภาควิชาวาริชศาสตร์ เป็นต้น โดยเจ้าหน้าที่และนักศึกษาจะอยู่ในระดับผู้ปฏิบัติตามแนวความคิดนั้น อนึ่งในการปฏิบัติงานเกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการนั้นส่วนของอาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ ภาควิชา/คณะควรมีการคิดเป็นภาระงานของผู้ปฏิบัติด้วย ทั้งนี้เพื่อขวัญและกำลังใจในการปฏิบัติงานให้มีประสิทธิภาพต่อไป

โดยผู้วิจัยจะขอเสนอแนวทางในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมดังนี้

กระบวนการในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการจะต้องประกอบด้วย

1. การแยกประเภท (seperation)
2. การเก็บกัก (storage) และการเก็บขน (collection)
3. การบำบัด/การกำจัด (treatment & disposal)

1. การแยกประเภท (seperation)

ก่อนที่จะมีการเก็บของเสียอันตราย จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการแยกประเภทของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นก่อน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการบำบัดและกำจัดต่อไป โดยของเสียที่อยู่ในกลุ่มเดียวกันสามารถรวมกันในภาชนะเดียวกันได้ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการเข้ากันได้ของสาร (ภาคผนวก ข) และการดำเนินการต่อ ๆ ไปด้วย

ในส่วนของของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ทำการศึกษา สามารถจำแนกหลัก ๆ ได้ทั้งสิ้น 6 ประเภท ด้วยกัน ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การจำแนกของเสียอันตรายประเภทต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่สำรวจ

ลำดับที่	ประเภทของของเสีย (kind of waste)	องค์ประกอบ (content)
1	ของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดี (COD waste)	trivalent chromium ion (Cr (III)) , inorganic mercury, silver
2	ของเสียจากการวิเคราะห์ทีเคเอ็น (TKN waste)	ของเสียที่ประกอบด้วย inorganic base เช่น NaOH
3	ของเสียที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ (จากการวิเคราะห์ ปรอท และคลอไรด์)	โลหะหนัก ได้แก่ โครเมียม และแมงกานีส
4	ของเสียที่มีปรอท (จากการวิเคราะห์แมงกานีส และแอมโมเนีย (เนสเลอร์ไรเซชั่น))	Inorganic mercury
5	ของเสียไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย C H O เท่านั้น (จากการวิเคราะห์ oil & grease และ pesticides รวมทั้ง แอมโมเนีย(ฟีเนท))	เฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ ฟีนอล
6	ของเสียไฮโดรคาร์บอน ประเภท haloginated hydrocarbon (จากการวิเคราะห์ surfactant)	คลอโรฟอร์ม

อนึ่งในการแยกประเภทนั้นขณะนี้โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย โครงการย่อยที่ 1 : การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ได้จัดแยกประเภทของของเสียอันตรายตามวิธีการแยกประเภทของมหาวิทยาลัยในญี่ปุ่น ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 ซึ่งแสดงดังภาคผนวก ง

สาเหตุที่ไม่ได้แบ่งประเภทของของเสียในส่วนของ COD waste และ TKN waste เหมือนกับของโครงการฯ เนื่องจากของเสียดังกล่าวเป็นของเสียที่เกิดขึ้นในปริมาณมาก และต่อเนื่อง และมีคุณสมบัติค่อนข้างจำเพาะ โดยเฉพาะ COD waste อีกทั้งมีตัวอย่างการศึกษาถึงวิธีบำบัดโดยสามารถแยกบำบัดได้โดยเฉพาะ และส่วนของ TKN waste นั้น มีแนวโน้มที่จะสามารถนำมาบำบัด COD waste ได้เช่นกัน ซึ่งได้มีการศึกษาของนักศึกษาคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมเช่นกัน (ภาคผนวก จ) ซึ่งหากมีการศึกษาถึงความเป็นไปได้เพิ่มเติมอีกครั้งหนึ่ง คิดว่าจะมีประโยชน์มากในการใช้ประโยชน์จากของเสีย (waste utilization) ดังจะได้กล่าวรายละเอียดในส่วนของการบำบัดต่อไป จึงมีความคิดเห็นว่าควรจะแบ่งประเภทออกมาต่างหาก

2. การกักเก็บ (storage) และการเก็บขน (collection)

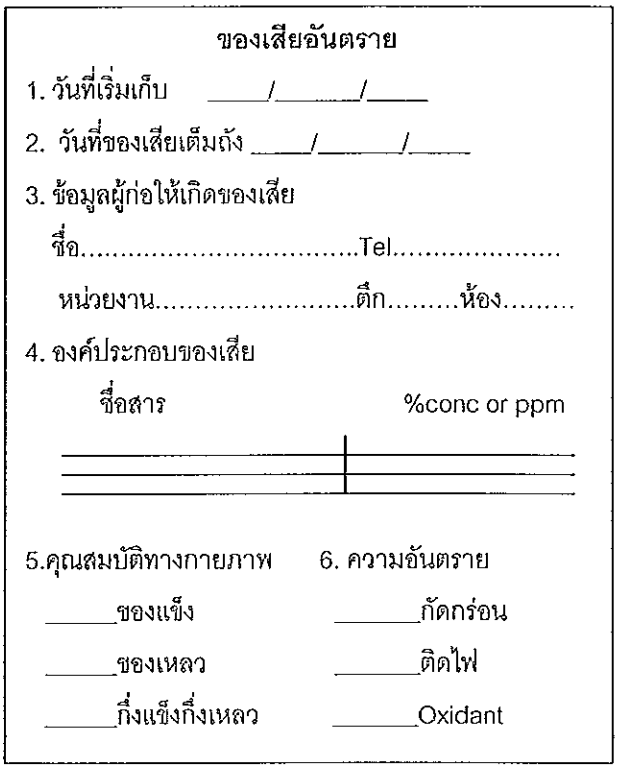
เมื่อสามารถจำแนกของเสียอันตรายได้แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการกักเก็บของเสียอันตราย (storage waste) ซึ่งนับเป็นส่วนสำคัญของกระบวนการ เพราะถ้าหากมีการเก็บที่ไม่ถูกต้อง จะก่อให้เกิดความยากในการบำบัดต่อไป โดยต้องจัดหาภาชนะบรรจุ (container) ในการบรรจุของเสียอันตรายชนิดต่าง ๆ ซึ่งวัสดุที่ใช้ทำภาชนะบรรจุต้องเหมาะสมกับของเสียที่ต้องการกักเก็บ คือ ไม่ทำปฏิกิริยาที่รุนแรงต่อกัน ปิดได้สนิท มีความหนาและแข็งแรงพอควร โดยสามารถเก็บรักษาของเสียไว้ได้ตลอดระยะเวลาการเก็บ จนถึงการนำไปกำจัด เพื่อป้องกันไม่ให้มีการรั่วไหล หรือการทำปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่ไม่สามารถควบคุมได้ และในการจะนำภาชนะไปวางไว้จุดใดนั้น จะต้องคำนึงถึงความสะดวกในการเทของเสียอันตรายและต่อการขนย้ายด้วย ขนาดภาชนะไม่ควรใหญ่เกินไป เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ถังพลาสติกโพลีเอทีลีนขนาด 20-25 ลิตรในการกักเก็บของเสียอันตรายที่มีคุณสมบัติเป็นกรดและด่าง ส่วนของเสียอันตรายที่เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ (organic solvent) ควรใช้ภาชนะโลหะหรือแก้วในการกักเก็บ โดยส่วนใหญ่ห้องปฏิบัติการที่ทำการ

ศึกษาจะให้ขวดแก้วในการกักเก็บ เป็นขวดที่เคยใช้ในการใส่สารเคมีมาก่อน เมื่อใช้สารเคมีนั้น ๆ หมด ก็ทำความสะอาดและนำมาใช้ใหม่ในการกักเก็บของเสียอันตรายพวกตัวทำละลายอินทรีย์ได้เป็นอย่างดี

และเมื่อได้ภาชนะที่เหมาะสมแล้ว ต่อไปก็คือการติดฉลาก (labeling) ไว้ประจำแต่ละภาชนะบรรจุ เพื่อจะได้ทราบว่าเป็นของเสียชนิดใด ซึ่งในการติดฉลากประจำภาชนะฉลากนั้นต้องคงทน ตัวหนังสือต้องไม่เลือนหายจากการโดนสารเคมีหรือน้ำ ฉะนั้นทางที่ดีคือควรหุ้มด้วยพลาสติกอีกชั้นหนึ่ง โดยทำเป็นซองสามารถดึงออกมาเขียนข้อมูลเพิ่มเติมได้และติดไว้กับตัวภาชนะ และ ข้อมูลของฉลากจะต้องเพียงพอต่อความปลอดภัยในการเก็บรักษาและการบำบัด/กำจัด โดยควรมีข้อมูลดังนี้

1. ควรมีการระบุคำว่า “ของเสียอันตราย” (hazardous waste) ที่เห็นได้ชัดเจน
2. ระบุวันที่เริ่มเก็บ โดยระบุวันที่ เดือน และปี
3. ระบุวันที่ของเสียเต็มภาชนะ โดยระบุวันที่ เดือน และปี
4. ระบุข้อมูลทั่วไปของผู้ก่อให้เกิดของเสียเพื่อจะได้สอบกลับไปได้ในกรณีที่มีปัญหาเกิดขึ้น ได้แก่ ชื่อผู้รับผิดชอบ หมายเลขโทรศัพท์ ชื่อหน่วยงาน ตึก ห้อง
5. ชื่อสารเคมี (chemical name) ที่เป็นสารสำคัญในของเสียนั้น ไม่ควรเขียนเป็นสูตรทางเคมีหรืออักษรย่อ หากมีน้ำอยู่ก็ให้ระบุมาด้วย โดยการระบุนั้นต้องระบุเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้น หรือหน่วยความเข้มข้น เช่น ppm เป็นต้น
6. ระบุคุณสมบัติทางกายภาพ (physical state) ได้แก่ เป็นของแข็ง ของเหลว กึ่งแข็งกึ่งเหลว เป็นต้น
7. ระบุความอันตราย (hazard category) ได้แก่ การกัดกร่อน ติดไฟได้ เป็นสาร oxidant เป็นสารอันตราย เป็นต้น

ดังตัวอย่างในภาพประกอบที่ 9


ของเสียอันตราย

1. วันที่เริ่มเก็บ _____/_____/_____

2. วันที่ของเสียเต็มถัง _____/_____/_____

3. ข้อมูลผู้ก่อให้เกิดของเสีย

ชื่อ.....Tel.....

หน่วยงาน.....ตึก.....ห้อง.....

4. องค์ประกอบของเสีย

ชื่อสาร	%conc or ppm

5.คุณสมบัติทางกายภาพ

_____ของแข็ง

_____ของเหลว

_____กึ่งแข็งกึ่งเหลว

6. ความอันตราย

_____กัดกร่อน

_____ติดไฟ

_____Oxidant

ภาพประกอบที่ 9 ตัวอย่างของฉลากสำหรับติดบนภาชนะเก็บของเสียอันตราย

และในการวางภาชนะเพื่อการเก็บของเสียอันตรายนั้น ต้องพิจารณาถึงการเข้ากันได้ของของเสียด้วย (ภาคผนวก ข) เพื่อจะได้ทราบว่าของเสียอันตรายใดไม่ควรวางไว้ใกล้กัน ซึ่งอาจเกิดปฏิกิริยาที่รุนแรงต่อกันได้ และควรมีภาชนะ/วัสดุรองใต้ภาชนะบรรจุของเสียอันตราย เพื่อป้องกันปัญหาการหกหล่นบนพื้นและสัมผัสกับภาชนะของเสียอันตรายอื่น

หลังจากการเก็บของเสียอันตรายภายในห้องปฏิบัติการซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของเสียแล้ว ก็จะต้องมีการขนย้ายของเสียอันตรายที่ต้องรอสำหรับการบำบัดต่อไป ไปยังพื้นที่ที่จัดไว้สำหรับการกักเก็บของเสีย ซึ่งเป็นสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้สะดวก มีการระบุไว้ชัดเจนว่าเป็นบริเวณเก็บของเสียอันตราย มีการใช้วัสดุรองพื้นที่ทนต่อการกัดกร่อน ต้องมีการตรวจสอบอย่างสม่ำเสมอในเรื่องของความปลอดภัย เพื่อป้องกันอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้น ได้แก่ การรั่วไหล การลุกไหม้ การระเบิด การกัดกร่อน ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้เสมอหากมีการจัดการที่ไม่ถูกต้องและเหมาะสม และต้องมีการนำของเสียอันตรายที่สามารถทำการบำบัดได้เองไปทำ

การบำบัดอย่างสม่ำเสมอ ไม่ควรเก็บไว้ในปริมาณที่มากเกินไป ซึ่งวิธีการในการบำบัดของเสียจะได้กล่าวในหัวข้อต่อไป

3. การบำบัด/การกำจัด (treatment & disposal)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่ากระบวนการเก็บของเสียแบบแยกประเภทของของเสีย ซึ่งมีการคำนึงถึงวิธีการในการบำบัด จะเป็นการนำไปสู่การบำบัดของเสียอันตรายที่ถูกวิธีและเหมาะสม ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทั้งต่อผู้ดำเนินการและสิ่งแวดล้อม รวมทั้งค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น นอกจากนี้ควรมีการคำนึงถึงในเรื่องการนำของเสียนั้น ๆ มาใช้ให้เกิดประโยชน์มากที่สุด ก่อนที่จะต้องมีการกำจัดไป เช่น การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ด้วย

ดังนั้นจากการแยกประเภทของของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมที่ได้จัดแบ่งไว้ดังตารางที่ 15 นั้น สามารถแบ่งประเภทกว้าง ๆ ได้ 2 ประเภท คือ ของเสียอันตรายที่เป็นของเหลวอนินทรีย์ และของเสียอันตรายที่เป็นของเหลวอินทรีย์ โดยสามารถเสนอแนวทางในการบำบัดได้ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 แนวทางในการบำบัดของเสียโดยทั่วไป

ประเภทของของเสียอันตราย	แนวทางในการบำบัด
- ของเสียอันตรายที่เป็นของเหลวอนินทรีย์ (inorganic liquid waste) และมีองค์ประกอบของโลหะหนัก	การบำบัดทางเคมี (chemical treatment) ตามด้วยการบำบัดในส่วนของตะกอนโดยการทำให้แห้งและแข็ง (dry solification)
- ของเสียอันตรายที่เป็นของเหลวอินทรีย์ (organic liquid waste) เช่น ตัวทำละลายต่าง ๆ และน้ำมัน	การเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูง (Incineration) นอกจากนี้ยังสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) ได้ในกรณีที่ไม่มีการปนเปื้อนจากสารพิษอื่น ๆ โดยการกลั่น

สำหรับการบำบัดของเสียอันตรายที่เป็นของเหลวอนินทรีย์ (inorganic liquid waste) และมีองค์ประกอบของโลหะหนัก ที่ใช้กันโดยทั่วไป (นราพร หาญวจนวงศ์, ม.ป.ป.) คือ

1. การตกตะกอน โดยการปรับค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ด้วยปูนขาว (slaked-lime) หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เพื่อให้เกิดเป็นโลหะไฮดรอกไซด์ที่ไม่ละลายน้ำ หรือการตกตะกอนในรูปโลหะซัลไฟด์ โดยใช้สารละลายเฟอรัสซัลไฟด์ โซเดียมซัลไฟด์ หรือ โซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟด์

2. การโคแอคกูเลชั่น เพื่อสร้างตะกอนใหญ่ขึ้น เพื่อให้สามารถตกตะกอนได้ง่ายขึ้น (coagulation and flocculation)

3. การรีดักชัน เพื่อลดเลขออกซิเดชันของโลหะอิออน เช่น การรีดิวซ์ Cr ประจุ +6 ให้เป็น Cr ประจุ +3 เพื่อให้โลหะอยู่ในรูปที่จะตกตะกอนในรูป $Cr(OH)_3$ กับเบสได้

4. การออกซิเดชัน คือ ขบวนการเพิ่มวาเลนซีให้กับอิออน เพื่อเป็นการลดความเป็นพิษของสาร เช่น การออกซิไดส์ไซยาไนด์อิออน (CN^-) ให้เป็นแก๊สไนโตรเจน ไนโตรเจนจะมีเลขออกซิเดชันเปลี่ยนจาก –5 เป็น 0 ทำให้ลดความเป็นพิษของไซยาไนด์ได้

5. การปรับค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำเสีย หลังจากการตกตะกอนแยกโลหะอิออนออกในรูปของตะกอนโลหะไฮดรอกไซด์ หรือโลหะซัลไฟด์แล้ว จะต้องมีการปรับค่าความเป็นกรดด่างของน้ำให้อยู่ในช่วง 5.5 – 9.0 เพื่อให้ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม

รายละเอียดในการบำบัดของของเสียอันตรายแต่ละประเภทที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม มีดังนี้

1. ของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดี (COD waste) เป็นของเสียอันตรายที่เกิดจากการวิเคราะห์ COD โดยมีองค์ประกอบของ trivalent chromium ion (Cr(III)) และมีปรอทด้วย สำหรับของเสียชนิดนี้มีผู้ศึกษาวิจัยหาวิธีการที่เหมาะสมกันมาก เนื่องจากเป็นของเสียที่มีอันตรายสูงดังที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยส่วนใหญ่จะเป็นการใช้วิธีการบำบัดทางเคมีโดยการทำให้ตกตะกอนในรูปของโลหะซัลไฟด์ โดยใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวปรับ pH ให้เหมาะสมสำหรับการตกตะกอนของโลหะหนัก และสามารถเปรียบเทียบวิธีการแต่ละวิธีได้ดังตารางที่ 17

จะเห็นได้ว่าตัวอย่างการศึกษาที่น่าสนใจเป็นอย่างยิ่งคือ การศึกษาของนักศึกษาคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม, 2542) ได้ศึกษาวิธีการบำบัดของ

เสียที่มีปรอทและโครเมียมซึ่งเกิดจากการวิเคราะห์หาค่า COD (COD waste) โดยใช้ ของเสียจากการวิเคราะห์หาค่า TKN (TKN waste) โดยวิธีการผสม COD waste ด้วย TKN waste ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดีมาก และมีตะกอนเกิดขึ้น ซึ่งจะต้องมีการกำจัดที่ถูกต้องต่อไป ส่วนที่เป็นของเหลวก็สามารถปล่อยทิ้งสู่สิ่งแวดล้อมได้อย่างปลอดภัย (ความเข้มข้นของโครเมียมและปรอทหลังการบำบัด เท่ากับ 0.271 และ 0.006 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ) รายละเอียดดังภาคผนวก จ จะเห็นได้ว่าจะเป็นประโยชน์มาก คือสามารถลดปริมาตรของของเสียลงได้มาก ถึง 2 ประเภทในเวลาเดียวกัน เนื่องจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมมีแนวโน้มที่จะเกิดของเสียอันตรายเหล่านี้มากขึ้นในอนาคต อีกทั้งในปัจจุบันก็มีของเสียอันตรายดังกล่าวเก็บกักอยู่มากเช่นกัน ซึ่งวิธีการนี้สามารถทำได้ ณ จุดกำเนิดของเสีย ไม่จำเป็นต้องขนย้ายของเสียดังกล่าวมายังศูนย์กลางในการบำบัด และไม่ต้องทำการบำบัดด้วยสารเคมีอื่น ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายค่อนข้างมาก ทั้งนี้สามารถเปรียบเทียบกับวิธีการบำบัดโดยการใช้สารเคมีเฉพาะในส่วนของการใช้สารเคมี และหากจะเปรียบเทียบกับการบำบัดของโครงการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ (คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม,2543)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบวิธีการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีจากที่ได้มีผู้ศึกษามาแล้ว

ผู้ศึกษาวิจัย	ลักษณะของของเสียที่บำบัด	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้ในการบำบัด	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น (บาท/การบำบัดน้ำเสีย 1 ลิตร)	ประสิทธิภาพในการบำบัด
จงรักษ์ ผลประเสริฐ และคณะ (ม.ป.ป.)	ความเข้มข้นของ Cr : 449.92 mg/l Hg : 355.67 mg/l	conventional chemical reduction /precipitation (pilot scale)	$NaHSO_3/Na_2S_2O_5$ NaOH	16.15 (ไม่รวม solidification)	Cr : > 99% Hg : 85-99 %
อรทัย ชวาลภาฤทธิ์, กัลยา วัฒยากร และ ชนิษฐา ทวีถาวรสวัสดิ์ (2540)	pH < 1 ความเข้มข้นของ Cr : 288.5 mg/l Hg : 1341.2 mg/l Ag : 921.1 mg/l Fe : 153.2 mg/l	Chemical precipitation	$Na_2S_2O_5$ NaOH	6.50 (รวม solidification)	Cr : 100 % Hg : 100 % Ag : 99.96 % Fe : 99.80 %
เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ และสุรีรัตน์ ถมยาศิริกุล (ม.ป.ป.)	ความเข้มข้นของ Cr : 444 mg/l Hg : 1,396 mg/l Fe : 1,041 mg/l Ag : 1,715 mg/l	Ferrite process (ได้ทำการแยกเงินออกก่อน)	FeSO4 NaOH	10.62 พ่นอากาศ (ใช้ก๊าซไนโตรเจน) 9.35 ไม่พ่นอากาศ	Cr : 97.87 % Hg : 99.86 % Fe : 99.53 %

ตารางที่ 17 (ต่อ)

ผู้ศึกษาวิจัย	ลักษณะของของเสียที่บำบัด	วิธีการที่ใช้	สารเคมีที่ใช้ในการบำบัด	ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น (บาท/การบำบัดน้ำเสีย 1 ลิตร)	ประสิทธิภาพในการบำบัด
นักศึกษาคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (2542)	COD waste : pH 0.2 ความเข้มข้นของ Cr : 279 mg/l Hg : 1,072 mg/l TKN waste : pH 12.43 ความเข้มข้นของ Hg : 0.017 mg/l	Waste treat waste	TKN waste	ไม่มีค่าใช้จ่ายในส่วนของสารเคมี	Cr : 99.90 % Hg : 99.99 %
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม (2543)	ความเข้มข้นของ Cr : 218 mg/l Hg : 1,312 mg/l Ag : 527 mg/l	Ferrite process (pilot scale) เป็นการศึกษาที่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากต้องมีการบำบัดปรอทต่อ	FeSO4 NaOH	7.71 (เฉพาะค่าสารเคมี)	Cr : 99.98 % Hg : 99.99 % Ag : 99.99 %

โดยโครงการฯ เลือกใช้วิธีการตกตะกอนด้วย $FeSO_4$ โดยใช้สารละลาย NaOH ที่มีความเข้มข้น 50 % สำหรับปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 9-10

รวมราคาสารเคมีที่จะต้องใช้เท่ากับ 7.71 บาท ต่อการบำบัดของเสียจากการวิเคราะห์ COD 1 ลิตร แต่เป็นการศึกษาที่ยังไม่สมบูรณ์ เนื่องจากต้องมีการบำบัดปรอทต่อ

จะเห็นได้ว่าวิธีการบำบัดโดยการใช้ของเสียจาก TKN สามารถประหยัดได้มากกว่า และในส่วนของการบำบัดโดยโครงการ ฯ นั้น ปริมาณปรอทภายหลังจากการบำบัดยังมีปริมาณสูงกว่าระดับเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมปี 2539 (<0.005 mg/l) คือหลังการบำบัดมีปริมาณปรอทเท่ากับ 0.15 mg/l ทางโครงการฯ จึงต้องมีการบำบัดปรอทโดยการใช้ถ่านกัมมันต์ด้วยวิธีตกตะกอนร่วมโดยใช้ $FeSO_4$ ซึ่งต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีก

2. ของเสียจากการวิเคราะห์ทีเคเอ็น (TKN waste)

วิธีการที่ใช้จะเป็นการทำให้เป็นกลาง (neutralization) แต่จากในข้อ 1 ที่กล่าวมาแล้วจะเห็นได้ว่าเราสามารถนำ alkali waste ดังกล่าวมาใช้ประโยชน์ในการบำบัด COD waste ได้

3. ของเสียที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ (heavy metal containing waste)

วิธีการที่ใช้จะเป็นการใช้วิธีการทำให้เป็นกลางและการตกตะกอนทางเคมี (neutralization/chemical precipitation) หรือ ion exchange

4. ของเสียไฮโดรคาร์บอน ประกอบด้วย C H O เท่านั้น ได้แก่ เฮกเซน ไดเอทิลอีเทอร์ หรือตัวทำละลายอื่น ๆ หากไม่มีการปนเปื้อนของสารอื่น สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการกลั่นแบบสูญญากาศ แต่หากมีการปนเปื้อนของสารอื่น สามารถกำจัดได้โดยการใช้เตาเผา (Incinerator)

5. ของเสียไฮโดรคาร์บอนประเภท haloginated hydrocarbon ได้แก่ คลอโรฟอร์ม หากไม่มีการปนเปื้อนของสารอื่น สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการกลั่นแบบสูญญากาศ แต่หากมีการปนเปื้อนของสารอื่น สามารถกำจัดได้โดยการใช้เตาเผาที่มีอุณหภูมิสูง และมีการควบคุมการเกิดมลพิษทางอากาศ

อนึ่ง ในการกำจัดของเสียพวกไฮโดรคาร์บอนนั้น ตามที่มหาวิทยาลัยได้จัดให้มีการสร้างเตาเผาของเสียติดเชื้อ ที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ซึ่งของเสียติดเชื้อจะอยู่ในสถานะของแข็ง อาจมีความเป็นไปได้ที่จะมีการศึกษาให้สามารถดัดแปลงเพื่อเผาของเสียพวกไฮโดรคาร์บอนได้ต่อไป

ในการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายนั้นเราสามารถสรุปแนวคิดในการบำบัดของเสียที่มีประสิทธิภาพสำหรับห้องปฏิบัติการได้ดังนี้

1. การควบคุมการก่อให้เกิดของเสีย และการนำของเสียกลับมาใช้ใหม่

ในการจัดการของเสียนั้น ขั้นแรกจะต้องลดปริมาณการเกิดของเสียให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ขั้นที่สองจะต้องนำของเสียที่เกิดขึ้นกลับมาใช้ใหม่ให้มากที่สุด ขึ้นที่สามจะต้องมีการกำจัดของเสียอย่างถูกวิธี

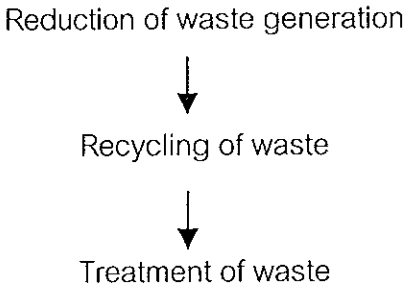
1.1 การลดปริมาณการเกิดของเสีย (reduction of waste generation)

การที่จะลดปริมาณการเกิดของเสียให้ได้มากที่สุดนั้น จะต้องคำนึงถึงอยู่เสมอว่าในขณะที่กำลังจะก่อให้เกิดของเสียขึ้นนั้น สิ่งที่ตามมาคือวิธีการในการบำบัดที่ยุ่งยาก ต้องเพิ่มค่าใช้จ่ายในส่วนของการบำบัด และเมื่อจะมีการซื้อสารเคมี ก็จะต้องมีการวางแผนที่ดี

1.2 การนำของเสียกลับมาใช้ใหม่ (recycling of waste)

เป็นสิ่งสำคัญมากที่จะต้องใช้ประโยชน์จากของเสียที่เกิดขึ้นให้ได้มากที่สุด ดังนั้นของเสียที่แท้จริง (true waste) ที่เกิดขึ้นนั้น จะต้องเป็นของเสียจริง ๆ ที่ไม่มีทางเลือกสำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่แล้วเท่านั้น ซึ่งจะต้องมีการบำบัดและกำจัดอย่างถูกวิธีต่อไป

จะได้แนวคิดของการบำบัดของเสียดังภาพประกอบที่ 10



ภาพประกอบที่ 10 Concept of waste treatment

(ที่มา : Ministry of Education, Science and Culture Japan, 1992)

2. การบำบัดของเสีย ณ แหล่งกำเนิดของเสีย

แนวคิดพื้นฐานในการบำบัดของเสีย คือ การบำบัดของเสียอย่างถูกต้อง ณ จุดที่เป็นแหล่งกำเนิดของเสีย ซึ่งการบำบัด ณ แหล่งกำเนิด มี 2 ทางเลือกด้วยกันคือ

1) การบำบัดและเปลี่ยนรูปของเสียที่อันตรายไปเป็นสารที่ไม่มีอันตราย

2) การแยกเก็บของเสีย ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัย การบำบัด ณ แหล่งบำบัด และความสามารถที่จะนำของเสียนั้นกลับมาใช้ใหม่

แนวคิดของการให้ความรู้ในเรื่องการแยกประเภทของเสียเพื่อการบำบัดอย่างมีประสิทธิภาพต่อผู้ก่อให้เกิดของเสียก็คือการที่มอบความรับผิดชอบในการบำบัดของเสียที่เกิดขึ้นให้แก่ผู้ก่อให้เกิดของเสีย โดยเฉพาะนักศึกษาที่เป็นผู้ลงมือปฏิบัติการ โดยการรวมวิธีการบำบัดของเสียเข้าเป็นส่วนหนึ่งของบทเรียนการปฏิบัติการนั้น ๆ ซึ่งผู้ก่อให้เกิดของเสียสามารถกระทำด้วยตนเองได้ อาจเป็นการบำบัดโดยอาศัยหลักการเบื้องต้น ไม่ซับซ้อน เช่น ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการมีของเสียอันตรายที่มีฤทธิ์เป็นกรด และเป็นด่าง (กรณีที่ไม่มีส่วนประกอบของโลหะหนักหรือสารอันตรายอื่น ๆ) และเป็นสารที่สามารถเข้ากันได้ ก็สามารถที่จะศึกษาถึงการนำของเสียอันตรายทั้ง 2 ประเภทมาทำปฏิกิริยาให้เกิดสารละลายที่มีฤทธิ์เป็นกลาง (neutralization reaction) และสามารถเททิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำได้ โดยไม่เกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม นับเป็นการใช้ประโยชน์จากของเสีย (waste utilization) ที่สามารถนำของเสียด้วยกันมาบำบัดซึ่งกันและกัน (waste treat waste) ซึ่งเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายในการบำบัดยิ่งไปกว่านั้นวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ปลอดภัย เนื่องจากไม่จำเป็นต้องมีความเสี่ยงในการขนส่งของเสียไปยังแหล่งบำบัดรวม อย่างไรก็ตามหากไม่สามารถดำเนินการได้ เนื่องมาจากธรรมชาติหรือปริมาณของของเสียนั้น ก็จำเป็นที่จะต้องพึ่งแหล่งบำบัดของเสียรวมของมหาวิทยาลัย หรือจากหน่วยงานภายนอก (ซึ่งต้องพยายามให้เกิดกรณีนี้ขึ้นน้อยที่สุด)

ในการดำเนินการบำบัด ณ จุดกำเนิดของเสีย ห้องปฏิบัติการอาจดำเนินการได้โดย

- การนำวิธีการบำบัดบรรจุเข้าไปในหลักสูตรการปฏิบัติการที่นักศึกษาต้องมีการเรียนการสอนด้วย เพื่อให้นักศึกษาจะได้เป็นผู้รับผิดชอบในการดำเนินการบำบัดของเสียไปได้ทันทีหลังจากที่ก่อให้เกิดของเสียนั้น ๆ แล้ว

- การมอบหมายให้นักศึกษาทำการศึกษา/ทำรายงานเสนออาจารย์ผู้สอนในเรื่องการบำบัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีการเรียนการสอนในวิชาการจัดการของเสียอันตรายอยู่แล้ว ก็สามารถมอบหมายให้นัก

ศึกษาในแต่ละปีการศึกษามีการศึกษาในเรื่องการบำบัดของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมของคณะฯ ได้ ก็จะเป็นการลดปริมาตรของของเสียอันตรายที่ได้ทำการกักเก็บไว้ได้ส่วนหนึ่ง

- การสร้างหัวข้อวิจัยเรื่องการบำบัดของเสียอันตรายสำหรับนักศึกษา เพื่อจะได้มีการบำบัดของเสียอันตรายนั้น ๆ ไปเรื่อย ๆ ในทุกปีการศึกษา

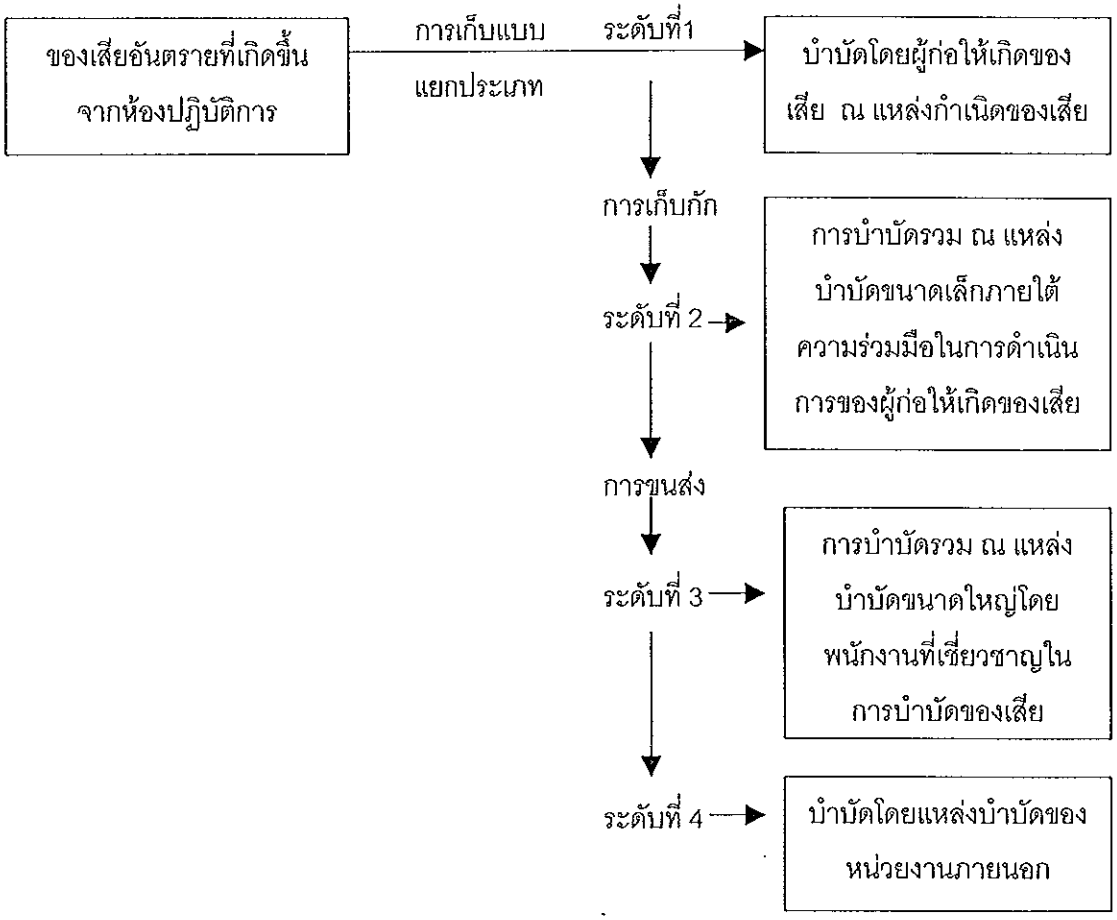
3. การบำบัด ณ แหล่งบำบัดรวมของมหาวิทยาลัย

ในการวางแผนที่จะให้มีการบำบัดเกิดขึ้นในมหาวิทยาลัยนั้น จะต้องมีการตรวจสอบการเกิดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ซึ่งมีความไม่คงที่ของปริมาณการเกิดต่อช่วงเวลา โดยจะต้องได้รับความร่วมมือจากหน่วยงานนั้น ๆ เป็นอย่างดี จะทำให้ทราบถึงชนิดของของเสีย ที่ตั้งของแหล่งกำเนิด ปริมาณที่เกิดขึ้น ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นอกจากจะบอกถึงขนาดของแหล่งบำบัดที่จะสร้างขึ้นแล้ว ยังบอกถึงความยากง่ายในการบำบัดด้วย จากข้อมูลพื้นฐานเหล่านี้ การสร้างแหล่งบำบัดขึ้นในมหาวิทยาลัยจะต้องมีความปลอดภัย มีความคุ้มทุน และมีประสิทธิภาพต่อการขยายหรือพัฒนาต่อไปในอนาคต

4. การบำบัดโดยแหล่งบำบัดภายนอกมหาวิทยาลัย

เมื่อมหาวิทยาลัยจำเป็นต้องเลือกที่จะบำบัดของเสียกับแหล่งบำบัดภายนอก เป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่งที่จะต้องมั่นใจว่าแหล่งบำบัดนั้นมีการบำบัดที่ถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ ไม่ก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมตามมา และมหาวิทยาลัยจะต้องให้ข้อมูลอย่างชัดเจน ในเรื่องขององค์ประกอบของของเสียที่จะนำไปบำบัด เนื่องจากแหล่งบำบัดภายนอกไม่ได้เป็นผู้ก่อให้เกิดของเสียเอง จะไม่ทราบถึงรายละเอียดที่แน่ชัดของของเสียนั้น ๆ ทั้งนี้เพื่อประสิทธิภาพในการบำบัดนั่นเอง

ดังนั้นสามารถที่จะแบ่งระดับของกระบวนการในการบำบัดหรือกำจัดของเสียอันตรายได้ดังภาพประกอบที่ 11



ภาพประกอบที่ 11 การแบ่งระดับของกระบวนการในการบำบัดและกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ค่าใช้จ่ายในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

ค่าใช้จ่ายในขั้นต้นที่เกิดขึ้นจากการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ ค่าใช้จ่ายสำหรับภาชนะในการบรรจุของเสียอันตรายแต่ละประเภท

ภาชนะที่ผู้วิจัยจัดซื้อมาเพื่อทำการศึกษาในครั้งนี้ ในขั้นแรกได้จัดซื้อถังพลาสติกขนาด 20 ลิตร สีเขียว ราคาใบละ 45 บาท แต่เนื่องจากผู้วิจัยได้พบปัญหาตัวอย่างจากคณะการจัดการสิ่งแวดล้อมที่ใช้ภาชนะแบบดังกล่าวในการเก็บของเสียจากการวิเคราะห์ COD หลังจากเก็บได้ประมาณ 1 ปี ก็มีการรั่วไหลของของเสีย เนื่องจากภาชนะชนิดนี้เป็นพลาสติกรีไซเคิล และมีผนังค่อนข้างบาง เมื่อเกิดการเสียดสีหรือกระแทกกับพื้นจะทำให้มีรอยแตกรั่วได้ง่าย ภายหลังผู้วิจัยได้จัดซื้อแกลลอนใหม่ และต้องการใช้สีของภาชนะในการแบ่งประเภทของของเสียที่ชัดเจน จึงได้เลือกใช้ภาชนะพลาสติกขนาด 30 ลิตร สีฟ้า ราคาใบละ 75 บาท

สำหรับการเก็บกักของเสียจากการวิเคราะห์ TKN และขนาด 25 ลิตร สีเขียวอ่อน ราคาใบละ 60 บาท สำหรับการเก็บกักของเสียจากการวิเคราะห์ COD ซึ่งของเสียชนิดนี้เกิดขึ้นบ่อยและมีปริมาณมากในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นสามารถประมาณค่าใช้จ่ายในส่วนของภาชนะบรรจุได้ โดยคำนวณจากปริมาณของเสียที่ทำการทดลองเก็บกักเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษา ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ได้ดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับภาชนะบรรจุของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

ห้องปฏิบัติการ	ของเสียอันตราย	ปริมาณของเสียอันตราย (ลิตร/ปี)	จำนวนภาชนะ (ใบ/ปี)	ค่าใช้จ่ายสำหรับภาชนะ (บาท/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวม (บาท/ปี)
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	COD waste	240	10	600.-	975.-
	TKN waste	140	5	375.-	
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	COD waste	90	4	240.-	690.-
	TKN waste	180	6	450.-	
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	COD waste	150	6	360.-	360.-
	TKN waste	-	-	-	
ภาควิชาวารีชศาสตร์	COD waste	2	1	60	60.-
	TKN waste	-	-	-	

ส่วนของเสียอันตรายที่เป็นตัวทำละลายอินทรีย์ แต่ละห้องปฏิบัติการได้จัดเก็บโดยการใช้ภาชนะขวดแก้ว ซึ่งเป็นขวดแก้วสำหรับใส่สารเคมี ที่ใช้หมดแล้ว นำมาทำความสะอาดและใช้ในการเก็บของเสียพวกตัวทำละลายอินทรีย์

จะเห็นได้ว่าหากห้องปฏิบัติการจะต้องดำเนินการในการจัดเตรียมภาชนะบรรจุของเสียอันตรายด้วยตนเอง ก็จะเป็นค่าใช้จ่ายที่ไม่สูงมาก แต่จากปัจจุบันห้องปฏิบัติการเหล่านี้ได้เข้าร่วมโครงการนำร่องการเก็บของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย ซึ่งจะได้รับภาชนะสำหรับบรรจุของเสียจากโครงการฯ เป็นภาชนะถังพลาสติก HDPE ขนาด 25

ลิตร สีน้ำเงิน บริเวณข้างถังจะสกรีนตัวอักษรแสดงถึงประเภทของของเสียนั้น ๆ ดังภาพประกอบที่ 12 ซึ่งค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ รวมทั้งส่วนอื่น ๆ เช่น การขนส่ง การบำบัดขั้นต้น ทางโครงการฯ เป็นผู้รับผิดชอบค่าใช้จ่าย และในอนาคตหากมหาวิทยาลัยเป็นผู้จัดการดำเนินการต่ออย่างเป็นรูปธรรม ก็ควรมีการจัดสรรงบประมาณดังกล่าวต่อไป

ภาพประกอบที่ 12 ภาชนะในการเก็บของเสียอันตรายของโครงการนำร่องการเก็บของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย

อนึ่งหากรวมการบำบัดของเสียอันตรายดังกล่าวด้วย หากพิจารณาเลือกวิธีการ waste treat waste ก็จะไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องสารเคมี แต่อาจต้องมีการจัดซื้อภาชนะเพิ่มเพื่อเก็บตะกอนที่เกิดจากการทำปฏิกิริยา และหากพิจารณาเลือกวิธีการตามวิธีการของโครงการนำร่อง ซึ่งเป็นการบำบัดในขั้นต้น โดยยังต้องมีการบำบัดปรอทต่อนั้น โดยจะมีค่าใช้จ่ายเฉพาะสารเคมี 7.71 บาทต่อการบำบัดของเสีย (เฉพาะ COD waste) 1 ลิตร สามารถคำนวณค่าใช้จ่ายต่อปีได้ดังตารางที่ 19 ซึ่งยังไม่รวมการตรวจสอบคุณลักษณะของของเสียทั้งก่อนและหลังการบำบัด ซึ่งไม่ว่าจะเลือกวิธีการบำบัดแบบใดก็จะเกิดค่าใช้จ่ายในส่วนนี้ ซึ่งได้แก่ การวัดค่า pH การหาปริมาณปรอท การหาปริมาณโครเมียม เป็นต้น ซึ่งจากประกาศคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ เรื่อง อัตราค่าบริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ประกาศ ณ วันที่ 26 กรกฎาคม 2543 ได้กำหนดอัตราค่าบริการวิเคราะห์คุณภาพน้ำในส่วนของโลหะหนัก (heavy metal) ที่ตัวอย่างละ 500 บาท

ตารางที่ 19 ประมาณการค่าใช้จ่ายสำหรับภาชนะบรรจุรวมทั้งการบำบัดของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์ COD ที่เกิดขึ้นจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม โดยการเลือกใช้วิธีการบำบัดตามวิธีการของโครงการนำร่อง

ห้องปฏิบัติการ	ปริมาณของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์ COD (ลิตร/ปี)	ค่าใช้จ่ายรวมค่าภาชนะและค่าสารเคมีที่ใช้ในการบำบัดของเสีย COD (บาท/ปี)
คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม	240	2,826.-
ภาควิชาวิศวกรรมเคมี	90	1,384.-
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา	150	1,517.-
ภาควิชาวาริชศาสตร์	2	76.-

ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้น

- ในการศึกษาครั้งนี้เริ่มแรกแต่ละห้องปฏิบัติการยังมีพื้นที่สำหรับวางภาชนะสำหรับเก็บของเสียอันตรายที่ไม่เหมาะสมในทางปฏิบัติเท่าที่ควร ซึ่งพื้นที่นั้นควรเป็นพื้นที่ที่สามารถเทของเสียได้อย่างสะดวก ไม่มีสิ่งกีดขวาง มีการป้องกันการหกรดของของเสีย

ข้อเสนอแนะ

ควรมีการจัดสรรพื้นที่สำหรับการวางภาชนะสำหรับเก็บของเสียอันตรายอย่างเหมาะสม เช่น มีการรองภาชนะด้วยวัสดุที่สามารถดูดซับของเสียได้ในกรณีที่มีการหก และสามารถมองเห็นได้เด่นชัด มีป้ายบอกอย่างชัดเจน

- แต่ละห้องปฏิบัติการไม่มีแผนการปฏิบัติการที่ชัดเจนในกรณีที่เกิดอุบัติเหตุ เช่น การรั่วไหล เป็นต้น

ข้อเสนอแนะ

ควรจัดทำแผนการดำเนินการที่ชัดเจน มีขั้นตอน ประกาศให้ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องทุกคนทราบ

- ในการขนส่งของเสียอันตรายไปยังแหล่งเก็บกักของเสียรวมนั้นมีความเสี่ยงต่ออันตรายในกรณีที่ห้องปฏิบัติการนั้นอยู่ในตึกสูง ซึ่งไม่มีลิฟท์ ในกรณีที่ศึกษาได้แก่ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ (ชั้น 4)

ข้อเสนอแนะ

ในกรณีเช่นนี้ควรมีการจัดเตรียมภาชนะที่เหมาะสม ง่ายต่อการขนย้าย เช่น อาจใช้ภาชนะขนาดเล็กลงมา โดยอาจจะจัดให้ชั้นล่างของตึกมีบริเวณสำหรับวางภาชนะขนาดใหญ่ขึ้นมาสำหรับถ่ายของเสียจากภาชนะขนาดเล็ก

การจัดการของเสียอันตรายเป็นขั้นตอนที่ยุ่งยาก ต้องอาศัยความรู้ และความพร้อมของผู้ปฏิบัติงาน ใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่าย ดังนั้นสิ่งที่ห้องปฏิบัติการทุกแห่งควรคำนึงถึง คือ การลดปริมาณของเสียจากการปฏิบัติงาน หาวิธีการที่จะทำให้เกิดของเสียน้อยที่สุด ซึ่งสามารถลดปัญหาเรื่องการจัดการของเสียได้โดยตรง

แนวทางในการลดของเสียอันตราย (waste minimization) สามารถทำได้ดังนี้ (นวลตา ม่วงน้อยเจริญ, หรรษา ไชยวานิช และกุลธิดา ศิริวัฒน์, 2539)

1. การวางแผนการทดลอง (planning experiments)

การวางแผนการทดลองจะทำให้ทราบถึงชนิดของสารเคมีที่ใช้ ปริมาณ ความเข้มข้น วิธีวิเคราะห์และวิธีการกำจัดที่ถูกต้อง โดยข้อมูลจากการวางแผนจะทำให้ทราบว่า

- ใช้สารเคมีชนิดใด ปริมาณ ความเข้มข้น และคุณสมบัติของของเสียจากการทดลอง รวมถึงการกำหนดวิธีกำจัดด้วย ควรเตรียมสารเคมีเฉพาะที่จำเป็นต้องใช้เท่านั้น
- ถ้าของเสียที่ได้ต้องกำจัดด้วยวิธีเฉพาะจะสามารถเตรียมการกำจัดล่วงหน้าได้
- สามารถลดปริมาณสารเคมีที่ใช้ได้หรือไม่
- สามารถใช้สารเคมีชนิดอื่นที่มีอันตรายน้อยกว่าทดแทนได้หรือไม่

2. การลดขนาดการทดลอง (reduce the scale of experiments)

การลดขนาดการทดลองโดยให้มีประสิทธิภาพเหมือนเดิม สามารถลดค่าใช้จ่ายเรื่องสารเคมี พลังงาน เครื่องมือและการใช้พื้นที่ลงได้ และข้อสำคัญคือของเสียจะลดลงด้วย การลดขนาดการทดลองสามารถทำได้โดยใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆ เช่น

- การใช้เครื่องชั่งที่มีความละเอียดสูง สามารถชั่งตัวอย่างปริมาณน้อยกว่าเดิมได้อย่างถูกต้อง

- การใช้เครื่องมือตรวจวิเคราะห์ความไวสูง สามารถตรวจวัดสารในระดับมิลลิกรัม ไมโครกรัมได้ เช่น เครื่อง gas chromatography, high performance liquid chromatography หรือ atomic absorption spectrophotometer ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ตัวอย่างและสารเคมีปริมาณมากและสามาตรฐานความเข้มข้นสูง

- การใช้เครื่องมือ เครื่องแก้ว ความละเอียดสูง เช่น microautopipette microsyringe ช่วยให้ใช้ตัวอย่างและตัวทำละลายน้อยลง

3. ควบคุมปริมาณสารเคมีที่ต้องการใช้ (control of reagents)

ไม่ควรมีการซื้อสารเคมีไว้คราวละมาก ๆ เพื่อที่จะได้ลดราคา เพราะการซื้อสารเคมีไว้มากโดยยังไม่จำเป็นต้องใช้ ทำให้เกิดปัญหาการเก็บและความปลอดภัย ควรซื้อเท่าที่จำเป็นต้องใช้ โดยพิจารณาจากวิธีวิเคราะห์ที่ใช้และปริมาณงาน และไม่ควรซื้อขนาดใหญ่ เนื่องจากสารเคมีที่เปิดภาชนะแล้วใช้ไม่หมด การเก็บไว้นาน ๆ อาจเกิดปฏิกิริยากับน้ำ หรืออากาศ เกิดการผิดสภาพไปจากเดิม เช่น เกิดการแข็งตัว มีการดูดความชื้นจนเป็นของเหลว เมื่อไม่สามารถใช้ได้ สารเคมีนั้นจะกลายเป็นของเสียที่ต้องกำจัดต่อไป ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นอีก

4. การดูแลฉลากสารเคมี (maintenance of reagent labelling)

สารเคมีเก่ามักเกิดการชำรุดของฉลาก จนบางครั้งไม่ทราบชื่อของสารนั้น ทำให้เกิดปัญหาทั้งการนำไปใช้ และการกำจัดเนื่องจากสารเคมีนั้นกลายเป็นสารไม่ทราบชนิด ไม่ทราบคุณสมบัติ ดังนั้นจึงควรตรวจดูฉลากของสารเคมีเสมอ ซ่อมแซมหรือทำฉลากให้สมบูรณ์ทันทีที่พบ อย่าปล่อยให้ฉลากเดิมหายไปก่อน หากมีสารเคมีที่ไม่แน่ใจ หรือไม่ทราบชื่อและคุณสมบัติ จะต้องรีบกำจัดจากห้องปฏิบัติการโดยเร็วด้วยวิธีที่ถูกต้อง ทั้งนี้จะต้องตรวจสอบคุณสมบัติของสารนั้นก่อนด้วยวิธีที่ปลอดภัย

5. มีการนำของเสียกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ (recovery, recycling, reuse) เช่น การกลั่นตัวทำละลายมาใช้ใหม่ (re-distillation)

6. มีการใช้ของเสียที่เกิดขึ้นให้ได้ประโยชน์มากที่สุด (waste utilization)

เช่น การใช้ของเสียที่มีฤทธิ์เป็นกรด (acidic waste) และของเสียที่มีฤทธิ์เป็นด่าง (alkali waste) บำบัดซึ่งกันและกัน โดยการทำให้เป็นกลาง (neutralization) และสามารถนำหลักการ waste exchange มาใช้ได้ในกรณีที่หน่วยงานหนึ่งต้องการของเสียจากหน่วยงานหนึ่งมาใช้ประโยชน์ในการบำบัด หรือประโยชน์อื่น ๆ

การจัดการของเสียอันตรายในภาพรวมระดับมหาวิทยาลัย

การจะให้เกิดระบบการจัดการของเสียอันตรายในภาพรวมระดับมหาวิทยาลัยซึ่งมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในช่วงเวลาสั้น ๆ นั้น มิใช่เป็นเรื่องง่าย เนื่องจากเป็นเรื่องที่ต้องอาศัยระยะเวลา เพราะมีสาเหตุหลายประการ ได้แก่ ความพร้อมในด้านงบประมาณ กำลังคนผู้ปฏิบัติงาน ทั้งระดับบริหารและระดับปฏิบัติการ เป็นต้น และในความคิดของผู้วิจัยนั้นมีความเห็นว่าหากไม่มีระเบียบข้อบังคับ หรือมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับเรื่องการจัดการของเสียอันตรายสำหรับส่วนของสถานศึกษาเกิดขึ้น ย่อมเป็นไปได้ยากที่มหาวิทยาลัยจะประสบผลสำเร็จในการที่จะทำให้เกิดการดำเนินการจัดการของเสียอันตรายที่เป็นรูปธรรม

อนึ่ง หากหน่วยงานในระดับย่อย ๆ คือ ห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ได้ริเริ่มดำเนินการจัดการของเสียอันตรายของตนเองก่อน หรือมีการรวมกลุ่มกันในกรณีที่มีการปฏิบัติการที่คล้ายคลึงกัน หรือมีของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในลักษณะที่ใกล้เคียงกัน ดังที่ได้มีการศึกษาในกลุ่มห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมในครั้งนี้ โดยจัดให้มีการจัดการของเสียอันตรายและมีการวิจัยในการบำบัดหรือกำจัดของเสียอันตรายร่วมกัน โดยการของบประมาณสนับสนุนจากคณะ หรือแหล่งทุนต่าง ๆ ก็สามารถทำให้เกิดระบบที่เป็นรูปธรรมขึ้นมาได้ในระดับหนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องรอระบบจากส่วนกลางในระดับมหาวิทยาลัย และอาจจะเป็นการทำให้ผู้บริหารเล็งเห็นความสำคัญในการจัดการของเสียอันตรายที่เป็นรูปธรรมมากยิ่งขึ้น ซึ่งอาจมีพลังให้มีการดำเนินการในภาพรวมระดับมหาวิทยาลัยต่อไป

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

บทสรุป

การศึกษาครั้งนี้ได้ดำเนินการศึกษาจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ซึ่งมีปฏิบัติการการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียเป็นหลัก จำนวน 4 ห้องปฏิบัติการ พบว่า

1. ห้องปฏิบัติการที่ศึกษาจะมีกิจกรรมที่คล้ายคลึงกัน คือ กิจกรรมการเรียนการสอน การบริการวิชาการ และการวิจัย แต่กิจกรรมใดจะมากกว่าหรือน้อยกว่าก็จะขึ้นอยู่กับปริมาณนักศึกษา จำนวนตัวอย่างที่ขอรับบริการวิชาการ และหัวข้องานวิจัย และจากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้ก็ได้ก่อให้เกิดของเสียส่วนหนึ่งที่เป็นอันตรายขึ้น

2. ปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นจากการปฏิบัติการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย มีความแตกต่างกัน โดยการทดลองกักเก็บของเสียในช่วงภาคการศึกษาที่ 1/2541 จะมีปริมาณอยู่ในช่วง 1-215 ลิตร/ภาคการศึกษา ความแตกต่างของปริมาณของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากปริมาณกิจกรรมที่แตกต่างกันของแต่ละห้องปฏิบัติการ รวมถึงความแตกต่างของเทคนิควิธีการที่ใช้ในการปฏิบัติการ เป็นสำคัญ นอกจากนี้ปริมาณของเสียอันตรายจะไม่คงที่ในแต่ละปีการศึกษา อันเนื่องมาจากความแตกต่างของงานวิจัย/งานบริการวิชาการเป็นสำคัญ

3. ของเสียอันตรายที่เกิดขึ้นในทุกแห่งของห้องปฏิบัติการที่ศึกษา โดยเกิดขึ้นในปริมาณที่มาก และควรให้ความสนใจเป็นพิเศษ คือ ของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์หาค่า COD ซึ่งเป็นของเสียอันตรายที่มีคุณสมบัติในการกัดกร่อน (pH<1) รวมทั้งมีปริมาณโลหะหนักเป็นองค์ประกอบ ได้แก่ โครเมียม ปรอท และเงิน โดยปริมาณทั้งหมดของเสียที่เกิดขึ้นทั้ง 4 ห้องปฏิบัติการที่ศึกษาเท่ากับ 241 ลิตร/ภาคการศึกษา (ภาคกาศึกษา1/2541) ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการจัดการที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับของเสียอันตรายชนิดนี้อย่างเร่งด่วน

4. ปริมาณของเสียอันตรายที่ไม่ได้เกิดจากการทำปฏิกิริยาโดยตรง ได้แก่ สารเคมีที่หมดอายุ/เสื่อมสภาพ แบตเตอรี หลอดไฟ และน้ำยาล้างเครื่องแก้ว จากข้อมูลที่ได้พบว่าสารเคมีหมดอายุ/เสื่อมสภาพจะมีมากที่ภาควิชาวิศวกรรมเคมี ส่วนแบตเตอรีจะมีด้วยกัน 3 หน่วยงาน ยกเว้นภาควิชาวิศกรรมเคมี โดยภาควิชาวาริชศาสตร์จะมีสถิติการใช้แบตเตอรีสูงสุดคือประมาณ 6 ก้อน/เดือน โดยมีขนาดของแบตเตอรีที่ต่างกันออกไป ส่วนหลอดไฟที่หมดอายุนั้นส่วนใหญ่จะมีหน่วยงานละ 2-3 หลอด น้ำยาล้างเครื่องแก้ว (ไดโครเมตในกรดเข้มข้น) จะมีข้อมูลเฉพาะที่คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม คือประมาณ 5 ลิตร/เดือน หากไม่จำเป็นมากควรจะเลี่ยงการใช้ และหาวิธีการทางเลือกอื่นแทน

5. สภาพการจัดการของเสียอันตรายที่เป็นอยู่ โดยส่วนใหญ่จะเททิ้งลงท่อ แล้วจึงเปิดน้ำตามเพื่อเจือจางความเข้มข้น ในจำนวนห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่ศึกษา มี 1 ห้องปฏิบัติการที่ได้ดำเนินการกักเก็บของเสียอันตรายไว้ คือ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม แต่ในขณะที่ศึกษาก็ยังไม่ครอบคลุมของเสียอันตรายทั้งหมด และห้องปฏิบัติการของภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติก็ใช้หลักการลดปริมาตรของของเสียลงโดยการวิเคราะห์น้ำในตัวอย่างที่น้อยลง ก็จะสามารถลดปริมาณของของสารเคมีอันตรายที่ต้องใช้ลงได้ ส่วนห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมโยธา ก็ได้มีโครงการวิจัยของนักศึกษาระดับปริญญาตรีในการที่จะหาวิธีบำบัดของเสียอันตรายจากการวิเคราะห์หาค่า COD และห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมเคมีก็ได้มีการเก็บของเสียอันตรายเช่นกัน แต่เก็บเฉพาะเฮกเซน ซึ่งสามารถนำกลับมากลั่นใช้ใหม่ได้ ส่วนของเสียอื่น ๆ ก็จะเททิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำ ซึ่งจะเกิดอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมได้ ในกรณีที่มีการสะสมของสารพิษเพิ่มมากขึ้น จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องหาแนวทางการจัดการของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น

6. ปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากของเสียอันตราย พบว่าทุกหน่วยงานล้วนมีปัญหาเกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งหน่วยงานที่เกิดปัญหารุนแรงที่สุดได้แก่ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีปัญหาท่อน้ำทิ้งรั่ว อันเนื่องมาจากในช่วงแรกนั้นยังทำการเก็บของเสียอันตรายไม่ครอบคลุมทั้งหมด ทำให้ต้องรื้อ เปลี่ยนระบบท่อใหม่ และหน่วยงานอื่น ปัญหาที่เกิดขึ้นโดยส่วนใหญ่คือ การหกหล่นของสารเคมีและของเสียอันตราย ทำให้เกิดการกัดกร่อน

7. บุคลากรที่มีหน้าที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ โดยส่วนใหญ่ทราบถึงความอันตรายของของเสียที่เกิดขึ้น แต่เนื่องจากไม่มีผู้นำในการจัดการของเสียอันตราย จึงไม่ได้

ริเริ่มในการดำเนินการการจัดการของเสียอันตราย และผู้ควบคุมดูแลห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มีความรู้ความเข้าใจถึงอันตรายเช่นกัน ห้องปฏิบัติการจึงควรเล็งเห็นถึงความจำเป็นในการจัดการของเสียอันตรายแล้วเช่นกัน โดยเริ่มปฏิบัติได้ด้วยตัวของห้องปฏิบัติการเอง ไม่จำเป็นต้องรอนโยบายจากมหาวิทยาลัย ซึ่งต้องใช้เวลามากในการที่จะก่อให้เกิดระบบการจัดการของเสียทั้งมหาวิทยาลัย ที่เป็นรูปธรรมที่ชัดเจน ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

ข้อเสนอแนะ

การเกิดขึ้นของของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม นับเป็นแหล่งหนึ่งของการก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมหากมีการละเลย หรือไม่มีระบบในการจัดการของเสีย (waste management system) แล้ว สิ่งที่ตามมาก็คือความไม่ปลอดภัยทั้งของผู้ปฏิบัติการเอง และ สิ่งแวดล้อม อีกทั้งทำให้มีการมองจากภายนอกได้ว่าเป็นห้องปฏิบัติการที่ดำเนินงานเพื่อสิ่งแวดล้อม แต่กลับเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายเอง ดังนั้นผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการต้องเล็งเห็นถึงความสำคัญและความจำเป็นของการจัดการของเสียอันตรายในห้องปฏิบัติการต่าง ๆ เป็นอย่างมาก โดยภายในห้องปฏิบัติการเองควรมีการประชุมปรึกษาหารือร่วมกัน ระหว่างอาจารย์ผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการ หรือบุคลากรที่มีความรู้และประสบการณ์ในการจัดการของเสียอันตราย กับเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการ โดยควรมีองค์ประกอบสำคัญในการจัดทำระบบการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการ ดังนี้

1. การได้รับความร่วมมือจากบุคลากรที่ปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ ด้วยความเข้าใจและเต็มใจ
2. มีแผนการปฏิบัติงานในด้านการจัดการของเสียอันตรายที่ชัดเจนและเป็นรูปธรรม
3. กำหนดผู้ที่รับผิดชอบในระบบการจัดการของเสียอย่างชัดเจนในทุกระดับ
4. มีนโยบายที่ชัดเจนในด้านการลดปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

องค์ประกอบทั้งสี่นี้ควรเขียนเป็นวิธีการที่ชัดเจน และมีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และนักศึกษาให้มีความรู้และความเข้าใจที่ถูกต้อง ในการที่จะเสริมให้การปฏิบัติงานด้านนี้บังเกิดผลสำเร็จ ทางคณะหรือภาควิชาควรมีการสนับสนุนวัสดุ อุปกรณ์และงบประมาณที่จำเป็น

หรืออาจมีการสนับสนุนงบประมาณให้มีการศึกษาวิจัยในเรื่องของการหาวิธีบำบัดหรือกำจัดของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ เพื่อจะได้นำองค์ความรู้ดังกล่าวมาใช้ให้เกิดประโยชน์ในด้านการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการให้มากที่สุด

บรรณานุกรม

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2539. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2539) ออกความตามในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน.

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2540. ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 6 (พ.ศ.2540) ออกความตามในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว.

คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม วิชา 835-505 การจัดการของเสียที่เป็นอันตราย . 2540. การสำรวจปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมของคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม. รายงานประกอบวิชาการจัดการของเสียที่เป็นอันตราย คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม วิชา 835-505 การจัดการของเสียที่เป็นอันตราย. 2542. Assignment วิชา Hazardous waste management. รายงานประกอบวิชาการจัดการของเสียที่เป็นอันตราย คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

คณิต ไชยาคำ และคณะ. 2537. คุณภาพน้ำเพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง ความรู้เบื้องต้นและวิธีวิเคราะห์. สถาบันวิจัยการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง จังหวัดสงขลา กรมประมง.

จงรักษ์ ผลประเสริฐ และคณะ. ม.ป.ป. "แนวทางการจัดการและเทคโนโลยีการบำบัดน้ำเสียที่มีโลหะหนักจากห้องปฏิบัติการ (กรณีศึกษา)", ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะสิ่งแวดล้อมทรัพยากรและการพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. คู่มือการวิเคราะห์น้ำเสีย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์เรือนแก้วการพิมพ์.

นราพร หาญวจนวงศ์. ม.ป.ป. "การบำบัดโลหะหนักของน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์โดยวิธีการตกตะกอนและวิธีโคแอคกูเลชั่น" รายงานวิจัย ภาควิชาเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

นวลตา ม่วงน้อยเจริญ, หรรษา ไชยวานิช และกุลธิดา ศิริวัฒน์. 2539. แนวทางการจัดการของเสียเคมีจากห้องปฏิบัติการ. กรุงเทพฯ : กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

นวลตา ม่วงน้อยเจริญ, หรรษา ไชยวานิช และกุลธิดา ศิริวัฒน์ . 2539. รายงานการศึกษาการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการสาธารณสุข. กรุงเทพฯ : กองพิษวิทยา กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข.

นิศากร โฆษิตรัตน์. 2542. "การจัดการมูลฝอยและของเสียอันตรายในประเทศไทย : สิ่งคุกคามหรือโอกาส", ใน การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่องการจัดการมูลฝอยและของเสียอันตราย ณ คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม 25-30 มกราคม 2542. คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ปราณี พันธุมสินชัย. 2538. มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

พงษ์ศิริ เจะดุหมัน และสมบูรณ์ สุรัติจินดา. 2542. "การทดลองบำบัดน้ำเสียจากการหาค่าซีโอดี", ปัญหาพิเศษ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. (สำเนา)

เพ็ชรพร เชาวกิจเจริญ และสุรีรัตน์ ถมยาศิริกุล. ม.ป.ป. "แนวทางการกำจัดไออนโลหะหนักในน้ำเสียซีโอดีด้วยกระบวนการเฟอไรต์", จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (สำเนา)

พวงรัตน์ แก้วล้อม. 2537. "แนวทางการจัดการน้ำเสียซีโอดีในเขตกรุงเทพมหานคร", วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (สำเนา)

สงขลานครินทร์, มหาวิทยาลัย. 2541. การนำเสนอข้อมูลโครงการวิจัย เรื่อง " โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย : โครงการย่อยที่ 1 การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์" การสัมมนาโครงการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 12 ตุลาคม 2541. ณ ห้องมงคลสุข คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สุรัตน์ เพชรเกษม. 2541. "การศึกษาการกำจัดโลหะหนักในน้ำเสียจากการวิเคราะห์ซีโอดีโดยวิธีตกตะกอนด้วยสารเคมี", วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีที่เหมาะสมเพื่อการพัฒนาทรัพยากร มหาวิทยาลัยมหิดล. (สำเนา)

อรทัย ชวาลภาฤทธิ์ และคณะ. 2540 การกำจัดโลหะหนักจากน้ำเสียซีโอดีสำหรับห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม ใน การประชุมวิชาการระดับชาติครั้งที่ 8 และนิทรรศการประจำปี 2540 ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ 18-23 พฤศจิกายน 2540 สมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

อุดมผล พืชน์ไพบูลย์ และคณะ. 2543. "แผนปฏิบัติการเพื่อลดและขจัดของเสียอันตราย/วัตถุอันตราย" ใน การสัมมนาโครงการวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 9 กุมภาพันธ์ 2543 คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

APHA, AWWA, WEF. 1992. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 18th ed. New York : American Public Health Association.

LaGrega,Michale D. , Buckingham,Phillip L. and Evans, Jeffry C . 1994. Hazardous Waste Management. New York : McGraw-Hill.

Lide, David R ed. 1913-1995. CRC Handbook of Chemistry and Physics. 75thed. CRC Press.

M.A. Armour. 1991. Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide. CRC Press.

Ministry of Education, Science and Culture Japan. 1992. Guide for Waste Management at University in Japan. Japan.

ภาคผนวก ก

มาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2539
โดยออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535
เรื่อง "กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

มาตรฐานน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน
ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539) ลงวันที่ 14 มิถุนายน 2539
โดยออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ.2535 เรื่อง "กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

ตารางผนวก 1 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานในประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ปี 2539

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
1. ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		5.5-9.0	
2.ทีดีเอส (Total Dissolved Solids)	มก./ล.	ไม่มากกว่า 3,000 มก./ล.หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนด ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้งหรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรมแต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มก./ล.	* น้ำทิ้งซึ่งระบายจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีความเค็มมากกว่า 2,000 มก./ล. ค่าทีดีเอสจะมีค่ามากกว่าทีดีเอสที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มก./ล.
3. สารแขวนลอย (Suspened solids)	มก./ล.	ไม่มากกว่า 50 มก./ล.หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ไม่มากกว่า 150 มก./ล.	
4. โลหะหนัก			
ปรอท (Hg)	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.005	
เซเลเนียม (Se)	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.02	
แคดเมียม	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.03	
ตะกั่ว	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.2	
อาร์เซนิก	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.2	
โครเมียม Hexavalent Chromium	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.25	

ตารางผนวก 1 (ต่อ)

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
Trivalent Chromium	มก./ล.	ไม่มากกว่า 0.75	
บาเรียม	มก./ล.	ไม่มากกว่า 1.0	
นิเกิล	มก./ล.	ไม่มากกว่า 1.0	
ทองแดง	มก./ล.	ไม่มากกว่า 2.0	
สังกะสี	มก./ล.	ไม่มากกว่า 5.0	
แมงกานีส	มก./ล	ไม่มากกว่า 5.0	
5. ซัลไฟด์	มก./ล. คิดเป็น H_2S	ไม่มากกว่า 1	
6. ไซยาไนด์	มก./ล. คิดเป็น HCN	ไม่มากกว่า 0.2	
7. ฟอร์มัลดีไฮด์	มก./ล.	ไม่มากกว่า 1	
8. สารประกอบฟีนอล	มก./ล.	ไม่มากกว่า 1	
9. คลอรีนอิสระ	มก./ล.	ไม่มากกว่า 1	
10.ยาฆ่าแมลง (Pesticide)		ต้องไม่มี	
11. อุณหภูมิ	°C	ไม่มากกว่า 40	
12. สี	-	ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	
13. กลิ่น	-	ต้องไม่เป็นที่พึงรังเกียจ	
14. น้ำมันและไขมัน	มก./ล.	ไม่มากกว่า 5 มก./ล. หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มก./ล	

ตารางผนวก 1 (ต่อ)

ลักษณะน้ำทิ้ง	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	หมายเหตุ
15. บีโอดี (BOD_5^{20})	มก./ล.	ไม่มากกว่า 20 มก./ล. หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มก./ล	
16. ทีเคเอ็น (Total Kjeldahl Nitrogen)	มก./ล.	ไม่มากกว่า 100 มก./ล. หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มก./ล	
17. ซีโอดี Chemical Oxygen Demand	มก./ล.	ไม่มากกว่า 120 มก./ล. หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มก./ล	

วิธีการตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงาน

- การกำหนดคู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

จากประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 2 พ.ศ.2539 ซึ่งออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ได้ระบุไว้ว่า การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จักต้องเป็นไปตามคู่มือ หรือหนังสือเล่มใดเล่มหนึ่งของสองเล่มนี้ คือ

1. คู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ

2. หนังสือ Standard Methods for the Examination of Water and Waste water ซึ่งกำหนดโดย 3 องค์กรหลักในสหรัฐอเมริกา คือ

- American Public Health Association
- American Water Work Association
- Water Environment Federation

- การกำหนดวิธีการตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงาน

วิธีการตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานนั้น ได้กำหนดให้มีการดำเนินการด้วยวิธีการดังแสดงในตารางผนวก 2 ทั้งนี้วิธีการเหล่านั้นจะต้องมีขั้นตอนการวิเคราะห์ดังระบุตามคู่มือการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียดังกล่าวข้างต้น

ตารางผนวก 2 วิธีการตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงาน

ตัวแปรคุณภาพน้ำที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ
ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH)	ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ ซึ่งมีชื่อเรียกว่า pH meter
ค่าทีดีเอส (Total Dissolved Solids)	ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103-105 °C เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง
ค่าสารแขวนลอย	ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass fibre Filter Disc)
ค่าโลหะหนัก - สังกะสี โครเมียม ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิเกิล และแมงกานีส	ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอฟชั่น สเปคโตร์โฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry)ชนิดไดเร็คแอสไพเรชั่น (Direct Aspiration) หรือ ใช้วิธีพลาสม่าอิมิสชั่นสเปคโตรสโคปี (Plasma Emission

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

ตัวแปรคุณภาพน้ำที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ
	Spectroscopy) ชนิด อินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)
- อาร์เซนิค และเซเลเนียม	ใช้วิธีอะตอมมิค แอบซอฟชั่น สเปคโตร์โฟโตเมตตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์ เจนเนอเรชั่น (Hydride Generation) หรือ ใช้วิธีพลาสม่า อิมิสชั่นสเปคโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิด อินดักทีฟลี คัพเพิล พลาสม่า (Inductively Coupled Plasma : ICP)
- ปรอท	ใช้วิธีอะตอมมิคแอบซอฟชั่น โคลด์ เวเปอร์ เทคนิค (Atomic Absorption Cold Vapor Technique)
ค่าซัลไฟด์	ใช้วิธีการไตเตรท (Titration)
ค่าไซยาไนด์	ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดีน บาร์บิทูริคแอซิด (Pyridine Barbituric Acid)
ค่าฟอร์มาลดีไฮด์	ใช้วิธีเทียบสี (Spectrophotometry)
ค่าสารประกอบฟีนอล	ใช้วิธีกลั่น และตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติไพรีน (4-Aminoantipyrine)
ค่าคลอรีนอิสระ	ใช้วิธีไอโอโดเมตริก (Iodometric Method)
ค่าสารที่ใช้ป้องกันหรือกำจัดศัตรูพืชและสัตว์	ใช้วิธีก๊าซโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography)
อุณหภูมิ	ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ โดยวัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
ค่าน้ำมันและไขมัน	ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักของน้ำมันและไขมัน

ตารางผนวก 2 (ต่อ)

ตัวแปรคุณภาพน้ำที่ตรวจสอบ	วิธีการตรวจสอบ
ค่าบีโอดี (BOD)	ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชั่น (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 oC เป็นเวลา 5 วันติดต่อกัน หรือ ใช้วิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมให้ความเห็นชอบ
ค่าทีเคเอ็น (TKN)	ใช้วิธีเจลดาห์ล (Kjeldahl Method)
ค่าซีโอดี (COD)	ใช้วิธีย่อยสลายโดยโปตัสเซียมไดโครเมต (Potassium Dichromate Digestion)

ภาคผนวก ข

สารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Substances)

ตารางผนวก 3 สารที่เข้ากันไม่ได้ (incompatible substances)

สารเคมี	เก็บให้ห่างจากสารเคมีประเภท
Alkaline and alkaline earth metals, such as sodium, potassium, lithium, magnesium, calcium, and aluminium	carbon dioxide, carbon tetrachloride and other chlorinated hydrocarbons any free acid or halogen
Acetic Anhydride	chromic acid, nitric acid, hydroxyl containing compounds, ethylene glycol, perchloric acid, peroxide, and permanganates
Acetone	concentrated nitric acid, and sulfuric acid mixtures
Acetylene	chlorine, bromine, copper, silver, fluorine, and mercury
Ammonia (anhydrous)	mercury, chlorine, calcium hypochlorite, iodine, bromine and hydrogen fluoride
Ammonium Nitrate	acids, metal powders, flammable liquids, chlorates, nitrates, sulfur, finely devided organics or combustibles.
Aniline	nitric acid, hydrogen peroxide.
Bromine	ammonia, Acetylene, butadiene, butane, and other petroleum gases, sodium carbide, turpentine, benzene, and finely divided metals
Calcium carbide	water (see also acetylene)
Calcium oxide	water
Carbon, activated	calcium hypochlorite
Copper	acetylene, hydrogen peroxide
Chlorates	ammonium salts, acids, metal powders, sulfur, finely divided organics or combustibles

ตารางผนวก 3 (ต่อ)

สารเคมี	เก็บให้ห่างจากสารเคมีประเภท
Chromic acid	ammonia, acetylene, butadiene, butane and other petroleum gases, hydrogen, sodium carbide, turpentine, benzene, and finely divided metals
Chlorine dioxide	ammonia, methane, phosphine and hydrogen sulfide.
Fluorine	isolate from everything.
Hydrocyanic acid	nitric acid, alkalis.
Hydrogen peroxide	copper, chromium, iron, most metals or their salts, any flammable liquid, combustible meterials, aniline, nitromethane
Hydrofluoric acid, anhydrous (hydrogen fluoride)	ammonia, aqueous or anhydrous
Hydrogen sulfide	fuming mitric acid, oxidizing gases
Hydrocarbons (benzene, butane, propane, gasoline, turjpentine, etc.)	fluorine, chlorine, bromine, chromic acid, sodium peroxide
Iodine	acetylene, ammonia (anhydrous or aqueous)
Mercury	acetylene, fulminic acid, ammonia
Nitric acid (concentrated)	acetic acid, aniline, chromic acid, hydrocyanic acid, hydrogen sulfide, flammable liquids, flammable gases
Nitroparaffins	inorganic bases
Oxygen	oils, grease, hydrogen, flammable liquids, solids, or gases
Oxygen acid	silver, mercury
Perchloric acid	acetic anhydride, bismuth and its alloys, alcohol, paper, wood, grease, oils, organic amines or antioxidants
Peroxides, Organic	acids (organic or mineral) avoid friction

ตารางผนวก 3 (ต่อ)

สารเคมี	เก็บให้ห่างจากสารเคมีประเภท
Phosphorus (white)	air, oxygen
Potassium chlorate	acids (see also chlorate)
Potassium perchlorates	acids (see also perchloric acid)
Potassium permanganate	glycerine, ethylene glycol, benzaldehyde, and free acid
Silver	acetylene, oxalic acid, tartaric acid, fulminic acid, ammonium compounds
Sodium	see alkaline metals (above)
Sodium nitrate	ammonium nitrate and other ammonium Salts
Sodium oxide	water, any free acid
Sodium peroxide	any oxidizable substance, such as ethanol, methanol, glacial acetic acid, acetic anhydride, benzaldehyde, carbon
Sulfuric acid	chlorates, perchlorates, permanganates

ที่มา : M.A. Armour, 1991

ภาคผนวก ค

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตราย
ที่มีอยู่ในของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

ตัวอย่างการคำนวณปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตราย ที่มีอยู่ในของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย

การวิเคราะห์ซีโอดี (COD;chemical oxygen demand)

- วิธีการวิเคราะห์

1. สารเคมีที่ใช้

1) สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต (FAS) 0.25 M : เตรียมโดยชั่ง $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ 98 กรัม ละลายในน้ำกลั่น เติม conc. H_2SO_4 20 มิลลิลิตร ปล่อยให้เย็นแล้วเติมน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร

2) สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.0417 M : ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ (อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 12.259 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตร

3) สารละลายกรดกำมะถัน : ผสม Ag_2SO_4 และ conc. H_2SO_4 ด้วยสัดส่วน 5.5 กรัมของ Ag_2SO_4 ต่อ กิโลกรัมของ conc. H_2SO_4 ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วัน ก่อนนำมาใช้

4) ผง $HgSO_4$

5) Ferroin indicator solution : เตรียมโดยชั่ง 1,10- phenanthroline monohydrate 1.485 กรัม และ $FeSO_4.7H_2O$ 695 มิลลิกรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรรวมเท่ากับ 100 มิลลิลิตร

- ขั้นตอนการทดลอง

1) ตวงตัวอย่างปริมาตร 20 มิลลิลิตร ใส่ในขวดสำหรับหาค่าซีโอดีขนาด 250 มิลลิลิตร

2) เติม ผง $HgSO_4$ 0.4 กรัม และ glass bead 2-3 เม็ด

3) เติมสารละลายกรดกำมะถัน (มี Ag_2SO_4 ผสมอยู่ก่อนแล้ว) 5 มิลลิลิตร อย่างช้า ๆ ผสมและทิ้งไว้ให้เย็น

4) เติมสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.0417 M 10 มิลลิลิตร โดยใช้ปิเปต
5) เติมสารละลายกรดกำมะถัน 25 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน
6) นำขวดหาค่าซีโอดีต่อกับ condenser เปิดน้ำหล่อเย็น
7) เปิดเตาให้ความร้อน เพื่อทำการ reflux 2 ชั่วโมง ปล่อยทิ้งไว้ให้เย็น ผสมน้ำกลั่นจนปริมาตรรวมเป็น 140 มิลลิลิตร
8) ทิเทรตไดโครเมตที่มากเกินพอด้วย FAS 0.25 M โดยใช้ 2-3 หยด ferroin indicator solution จุดยุติคือจุดที่สีของสารละลายเปลี่ยนจากน้ำเงินแกมเขียวเป็นสีน้ำตาลแดง

- การคำนวณปริมาณสารเคมีที่เป็นอันตรายในของเสีย

โดยให้ปริมาตรของของเสียสุทธิหลังจากการทิเทรตแล้วเท่ากับ 150 มิลลิลิตร

1) **ปริมาณโครเมียม**

จากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นพบว่าสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตทั้งหมดที่ใช้สุดท้ายแล้วจะออกมาเป็นโครเมียม (III) ดังสมการ

$3\ \text{Organic } C^{o} + 2Cr_2O_7^{-2} + 16H^{+} \longrightarrow 3CO_2 + 4Cr^{+3} + 8H_2O$

$Cr_2O_7^{-2} + 6Fe^{+2} + 16H^{+} \xrightarrow{\text{ferroin}} 6Fe^{+3} + 2Cr^{+3} + 7H_2O$

ขั้นแรกเตรียมสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.0417 M : ชั่ง $K_2Cr_2O_7$ (อบแห้งที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง) 12.259 กรัม ละลายในน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรรวมเป็น 1 ลิตรนำมาใช้ในการวิเคราะห์ 10 มิลลิลิตร นั่นคือ

ในสารละลาย 1,000 มิลลิลิตร มี $K_2Cr_2O_7$ 12.259 กรัม

ในสารละลาย 10 มิลลิลิตร มี $K_2Cr_2O_7$ $\frac{12.259 \times 10}{1,000}$ กรัม

เท่ากับ 122.59 มิลลิกรัม

นั่นคือ ในของเสีย COD 150 มิลลิลิตร มี $K_2Cr_2O_7$ 122.59 มิลลิกรัม

ดังนั้น ในของเสีย COD 1,000 มิลลิลิตร มี $K_2Cr_2O_7$ $\frac{122.59 \times 1,000}{150}$ มิลลิกรัม

เท่ากับ 817.27 มิลลิกรัม

มวลโมเลกุล $K_2Cr_2O_7$ เท่ากับ 294.21 g/mol

และมวลอะตอมของ Cr เท่ากับ 52

จะได้ว่า $K_2Cr_2O_7$ 294.21 มิลลิกรัม มีโครเมียม เท่ากับ 104 มิลลิกรัม

ดังนั้น จาก $K_2Cr_2O_7$ 817.27 mg จะมี โครเมียม เท่ากับ $\frac{104 \times 817.27}{294.21}$ มิลลิกรัม

นั่นคือ ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ซีโอดีมีโครเมียมเท่ากับ 288.89 mg/l

2. ปริมาณปรอท

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อที่ 2) มีการเติม ผง $HgSO_4$ 0.4 กรัม จะได้ว่า

ในของเสีย COD 150 มิลลิลิตร มี $HgSO_4$ 0.4 กรัม

ดังนั้น ในของเสีย COD 1,000 มิลลิลิตร มี $HgSO_4$ $\frac{0.4 \times 1,000}{150}$ กรัม

เท่ากับ 2.67 กรัม

มวลโมเลกุล $HgSO_4$ เท่ากับ 296.68 g/mol

และมวลอะตอมของ Hg เท่ากับ 200.59

จะได้ว่า $HgSO_4$ 296.68 กรัม มี ปรอท เท่ากับ 200.59 กรัม

ดังนั้น จาก $HgSO_4$ 2.67 กรัม จะมี ปรอท เท่ากับ $\frac{200.59 \times 2.67}{296.68}$ กรัม

นั่นคือ ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ซีโอดีมีปรอทเท่ากับ 1805.23 mg/l

3. ปริมาณเงิน

จากขั้นตอนการเตรียมสารเคมี ใช้สารละลายกรดกำมะถัน : ผสม Ag_2SO_4 และ conc. H_2SO_4 ด้วยสัดส่วน 5.5 กรัมของ Ag_2SO_4 ต่อ 1 กิโลกรัมของ conc. H_2SO_4 ตั้งทิ้งไว้ 2-3 วันก่อนนำมาใช้

จากความหนาแน่นของ conc. H_2SO_4 เท่ากับ 1.84 g/ml นั่นคือ 1 กิโลกรัมเท่ากับ 543.48 มิลลิลิตร โดยส่วนใหญ่ห้องปฏิบัติการจะเตรียมสารดังกล่าวปริมาตร 2.5 ลิตร ดังนั้นต้องใช้ Ag_2SO_4 เท่ากับ 25.3 กรัม

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ในข้อ 3) และ 5) รวมมีการใช้สารละลายกรดกำมะถันเท่ากับ 30 มิลลิลิตร จะได้ว่า

ในสารละลาย 2,500 มิลลิลิตร มี Ag_2SO_4 เท่ากับ 25.3 กรัม

ในสารละลาย 30 มิลลิลิตร มี Ag_2SO_4 เท่ากับ $\frac{25.3 \times 30}{2,500}$ กรัม

เท่ากับ 0.3036 กรัม

ในของเสีย COD 150 มิลลิลิตร มี Ag_2SO_4 0.3036 กรัม

ดังนั้น ในของเสีย COD 1,000 มิลลิลิตร มี Ag_2SO_4 $\frac{0.3036 \times 1,000}{150}$ กรัม

เท่ากับ 2.024 กรัม

มวลโมเลกุล Ag_2SO_4 เท่ากับ 311.84 g/mol

และมวลอะตอมของ Ag เท่ากับ 107.87

จะได้ว่า Ag_2SO_4 311.84 กรัม มี เงิน เท่ากับ 215.74 กรัม

ดังนั้น จาก $HgSO_4$ 2.024 กรัม จะมี ปรอท เท่ากับ $\frac{215.74 \times 2.024}{311.84}$ กรัม

นั่นคือ ของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ซีโอดีมีเงินเท่ากับ 1,400.26 mg/l

4. **ปริมาณกรดกำมะถัน**

จากขั้นตอนการวิเคราะห์ในข้อ 3) และ 5) รวมมีการใช้สารละลายกรดกำมะถันเท่ากับ 30 มิลลิลิตร จะได้ว่า

ในของเสีย COD 150 มิลลิลิตรมีกรดกำมะถัน 30 มิลลิลิตร

คิดเป็นร้อยละ 20 (v/v)

ภาคผนวก ง

การแยกประเภทของเสียอันตรายของโครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย โครงการย่อยที่ 1 : การวิจัยเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

จะจำแนกของเสียจากห้องปฏิบัติการได้อย่างไร ?

เริ่มต้น

← ของเสียพิเศษหรือของเสียที่มีลักษณะเฉพาะ ?
(Special waste) → ใช่
- ของเสียติดเชื้อ → ฆ่าเชื้อ → กำจัดทิ้ง
- ของเสียกัมมันตรังสี → ใส่ภาชนะที่เฉพาะ (B)
- ของเสียจากการถ่ายภาพ → ใส่ภาชนะที่เฉพาะ (B)

ไม่ใช่ (แต่เป็นของเหลว)

↑ ไซยาไนด์ ? (Cyanide – containing waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

→ ออกซิไดซ์ ? (Oxidizing waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

↓ ปรอท ? (Mercury – containing waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

° โครเมท ? (Chromate waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

± โลหะหนักอื่นๆ ?(Heavy metals – containing waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

″ กรด ? (Acidic waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

≥ ด่าง ? (Alkaline waste) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

× ผลิตภัณฑ์ด้านปิโตรเลียม ? (Petroleum product) → ใช่ (E)

ไม่ใช่

(10) ของเสียไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วย C, H, O เท่านั้น ?
(Hydrocarbon waste containing only C, H, O) → ใช่ (J)

ไม่ใช่

(11) ของเสียไฮโดรคาร์บอนที่ประกอบด้วย N, S, P เท่านั้น ?
(Hydrocarbon waste containing only N, S, P) → ใช่ (K)

ไม่ใช่

(12) ของเสียไฮโดรคาร์บอนประเภท Halogenated Hydrocarbon?
(Halogenated Hydrocarbon containing waste) → ใช่ (L)

ภาคผนวก จ

การบำบัด COD waste ด้วย TKN waste

การบำบัด COD waste ด้วย TKN waste

เป็นการศึกษาโดยนักศึกษาคณะการจัดการสิ่งแวดล้อม วิชาการจัดการของเสียอันตราย ซึ่งทดลองโดยใช้วิธีการบำบัดแบบ Chemical process วิธี Chemical precipitation ชนิด Hydroxide precipitation โดยการคำนวณหาค่า pH ที่เหมาะสมที่ทำให้โครเมียมและปรอทตกตะกอน โดยคำนวณจากค่า Ksp ของ $Hg(OH)_2$ และ $Cr(OH)_3$ (Lide,David R ed, 1913-1995) และกำหนดให้ค่าความเข้มข้นของโครเมียมและปรอทภายหลังจากการบำบัดไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งโรงงานอุตสาหกรรมนั่นคือ 0.75 และ 0.005 ppm ตามลำดับ แล้วจึงทำการไทเทรต COD waste ด้วย TKN waste ซึ่งมีประสิทธิภาพในการบำบัดที่ดีมาก ได้ผลดังนี้

ขั้นแรก ทำการตกตะกอนปรอท จากการคำนวณพบว่าตกตะกอนได้ดีที่ pH 8.95

พบว่าใช้ TKN waste 504 มิลลิลิตรในการผสม COD waste 110 มิลลิลิตร

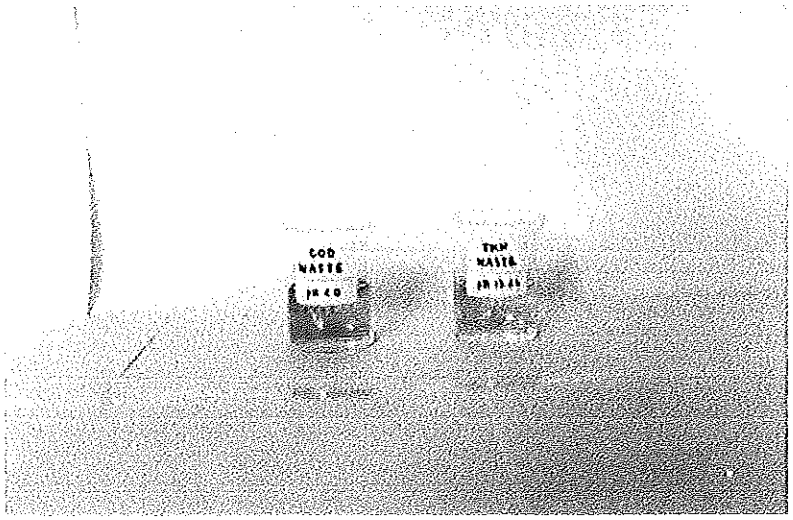
ขั้นที่สอง นำของเสียที่เป็นส่วนใสจากขั้นแรก มาทำการตกตะกอนโครเมียม จากการคำนวณ

พบว่าตกตะกอนได้ดีที่ pH 9.05

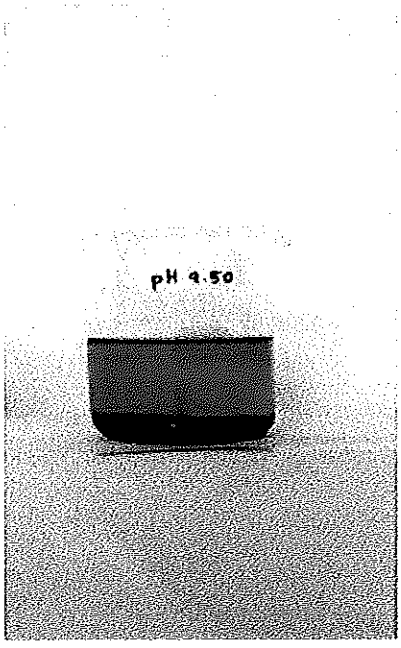
พบว่าใช้ TKN waste 0.5 มิลลิลิตรในการผสมของเสียจากขั้นแรก 50 มิลลิลิตร

ประสิทธิภาพจากการบำบัดดังตาราง

ชนิดของโลหะหนัก	ความเข้มข้น (mg/l)		ประสิทธิภาพการบำบัด (เปอร์เซ็นต์)
	ก่อนบำบัด	หลังบำบัด	
ปรอท	1072	0.006	99.99
โครเมียม	279	0.271	99.90



ภาพประกอบผนวกที่ 1 ลักษณะทางกายภาพของ COD waste (ซ้าย) และ TKN waste (ขวา)



ภาพประกอบภาคผนวกที่ 2 ลักษณะของของเสียภายหลังการบำบัดแล้ว มีของเหลวใสสี
ม่วงแดง (pH~9.50) และมีตะกอนสีน้ำตาลเกิดขึ้น

ภาคผนวก ฉ

แบบสอบถามที่ใช้ประกอบการศึกษา

แบบสอบถามที่ใช้ประกอบการศึกษา

From.....

No. .....

แบบฟอร์ม A

แบบสำรวจปริมาณสารเคมี

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย

ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะ ..... ภาค..... วิชา..... ตึก/อาคาร..... เลขที่ห้อง..... ห้อง(กิจกรรม).....	ผู้รับผิดชอบ ..... โทร. ..... ตำแหน่ง ..... ผู้บันทึกข้อมูล .....

วัน/เดือน/ปี บันทึกข้อมูล	ชื่อสารเคมี-สูตรเคมี	CAS. No.	สถานะ	ปริมาณ (หน่วย)	ประเภทภาชนะ	ความจุภาชนะ

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ขอความกรุณา ให้ข้อมูลที่ละเอียดมากที่สุดเท่าที่สามารถจะหาได้ โดยเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้น ในปัจจุบันย้อนหลังไป 1 ปี

แบบสอบถามมี 3 ส่วน แต่ในส่วนที่ 2 ขอให้ระบุ ของเสียอันตรายแต่ละชนิด ลงในแบบสอบถามแต่ละชุด

วนที่ 1 เกี่ยวกับ ผู้ให้ข้อมูลและรายละเอียดกิจกรรมในห้องวิเคราะห์ ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

ชื่อ นามสกุล : .....

คณะ .....ภาควิชา .....

หมายเลขห้อง ..... กิจกรรม/ชื่อห้อง ..... โทร .....

หน้าที่ความรับผิดชอบ .....

.....

ระยะเวลาที่ทำงาน .....ปี .....เดือน

วันที่ให้ข้อมูล วันที่..... เดือน ..... พ.ศ. .....

กิจกรรมหลักที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการ ใน 1 ปี ที่ผ่านมา (2 ปีการศึกษา ที่ต่อเนื่องกัน เทอมที่ 1 ปีการศึกษา 2541 และ เทอมที่ 2 ปีการศึกษา 2541) ได้แก่ (ระบุเป็น Parameter ที่ทำการวิเคราะห์)

ก. การทดลองปฏิบัติการที่เกี่ยวกับการเรียนการสอน ประจำภาคการศึกษา

ให้แก่นักศึกษา เฉลี่ย คน/ภาคการศึกษา โดยมี parameter ที่ต้องทำการวิเคราะห์ ดังนี้

1. ..... 6. .....
2. ..... 7. .....
3. ..... 8. .....
4. ..... 9. .....
5. ..... 10.....

ข. การทำวิจัยของนักศึกษา โดยเฉลี่ยแบ่งเป็นนักศึกษาปริญญาตรี ภาคการศึกษาละ .....คน และ นักศึกษาปริญญาโท – เอก ภาคการศึกษาละ .....คน ทั้งนี้นักศึกษาจะทำการวิเคราะห์ หรือ ทดลอง เพื่อหา parameter ดังนี้

1. ..... 6. .....
2. ..... 7. .....
3. ..... 8. .....
4. ..... 9. .....
5. ..... 10.....

ค. การทำวิจัยของอาจารย์ โดยเฉลี่ยภาคการศึกษาละ .....คน โดยมี กิจกรรมการทดลอง หรือ หรือการวิเคราะห์ parameter ดังนี้

1. ..... 6. .....
2. ..... 7. .....
3. ..... 8. .....
4. ..... 9. .....
5. ..... 10.....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ง. การให้บริการวิชาการ / บริการตรวจวิเคราะห์ โดยเฉลี่ยภาคการศึกษาละ ..... ราย
หรือ เฉลี่ย ..... ตัวอย่าง / เดือน โดยวิเคราะห์ parameter ดังนี้

1. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
2. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
3. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
4. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
5. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
6. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
7. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
8. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
9. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน
10. ..... จำนวน ..... ตัวอย่าง/ เดือน

จ. อื่นๆ ระบุ .....

.....

.....

.....

.....

.....

ฉ. วิธีการวิเคราะห์ที่ใช้สำหรับกิจกรรมดังกล่าวข้างต้นได้แก่ (ระบุชื่อวิธีการหรือเอกสารอ้างอิงที่ใช้)

1. .....
2. .....
3. .....
4. .....
5. .....
6. .....
7. .....
8. .....
9. .....
10. .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ส่วนที่ 2 ของเสียอันตราย และการจัดการ

1. ภาพรวมปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น

1.1 ในภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2541 ห้องปฏิบัติการของท่านมีของเสียเกิดขึ้นดังนี้ คือ

ของเสีย	เกิดขึ้นโดย	ผู้ผลิตของเสีย	ปริมาณของเสีย เฉลี่ย / วัน	สภาพของของเสีย
1.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
2.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
3.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
4.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
5.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ของ เสีย	เกิดขึ้นโดย	ผู้ผลิตของเสีย	ปริมาณของเสีย เฉลี่ย / วัน	สภาพของ ของเสีย
6.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
7.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
8.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
9.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....
10.	☐ เป็นสารที่เหลือใช้หรือหมดอายุ ☐ เป็นสารประกอบที่เกิดจากการทำปฏิกริยาหรือการวิเคราะห์ตัวอย่าง ระบุชื่อ parameter ที่วิเคราะห์ ..... เป็น standard solution ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ☐ เป็นของเสีย หรือสิ่งของที่ถูกปนเปื้อนจากการทดลอง ☐ เป็นสารที่เกิดจากการบำบัดของเสียอื่นๆ จากห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ ระบุ	☐ นักศึกษา ☐ อาจารย์ ☐ นักวิทยาศาสตร์ ☐ อื่นๆ	☐ ..... .ml. ☐ ..... L. ☐ .....g. ☐ .....kg.	☐ ของแข็ง ☐ ของเหลว ☐ กากตะกอน ☐ อื่นๆ ....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ักษณะของเสียอันตรายและการจัดการ

จากของเสียหมายเลขต่างๆ ในข้อ 1 ภาพรวมของปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น กรุณาระบุรายละเอียดของของเสียดังกล่าว

องเสียหมายเลข 1

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย

☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอินทรีย์

☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอนินทรีย์

☐ จุดติดไฟได้ง่าย ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว

☐ เป็นที่ระเหย ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

☐ เป็นของที่มีคม

☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม

  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน

  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

องเสียหมายเลข 2

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย
  - ☐ เป็นที่ระเหย
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้
  - ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ของเสียหมายเลข 3

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นที่ระเหย ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง ภาคของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

องเสียหมายเลข 4

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นที่ระเหย ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

องเสียหมายเลข 5

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย
  - ☐ เป็นที่ระเหย
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้
  - ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste
Grease & Oil Waste
Mercury
Acid and Chromate Waste
Heavy Metal Waste
Radioactive Waste
Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste
Hydro – Carbon Solvents
Halogenated Waste
Cyanide Waste
Alkali Waste
Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ของเสียหมายเลข 6

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย
  - ☐ เป็นที่ระเหย
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้
  - ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ของเสียหมายเลข 7

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ ..... ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นที่ระเหย ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

องเสียหมายเลข 8

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย
  - ☐ เป็นที่ระเหย
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้
  - ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ของเสียหมายเลข 9

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย
  - ☐ เป็นที่ระเหย
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้
  - ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง
- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste
Grease & Oil Waste
Mercury
Acid and Chromate Waste
Heavy Metal Waste
Radioactive Waste
Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste
Hydro – Carbon Solvents
Halogenated Waste
Cyanide Waste
Alkali Waste
Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

องเสียหมายเลข 10

- ความถี่ของของเสียที่เกิดขึ้น ทุกวัน ทุกสัปดาห์ ทุกเดือน ต่อภาคการศึกษา
- ลักษณะพิเศษของของเสีย
  - ☐ เป็นกรด มีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ เป็นด่างมีค่า pH ประมาณ .....
  - ☐ จุดติดไฟได้ง่าย
  - ☐ เป็นที่ระเหย
  - ☐ เป็นของที่มีคม
  - ☐ เป็นสารที่สามารถทำปฏิกริยาร่วมกับ ..... ได้
  - ☐ เป็นสารอินทรีย์
  - ☐ เป็นสารอนินทรีย์
  - ☐ เป็นสารที่บูดเน่าได้เร็ว
  - ☐ เป็นสารที่ทำให้เกิดโรคมะเร็ง

- องค์ประกอบ/ส่วนผสมของของเสีย ของเสียนี้จะมีองค์ประกอบของสารต่างๆ เหล่านี้ร่วมด้วย (ระบุชื่อสารเคมี และความเข้มข้นของสารเคมี นั้นๆ

1. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
2. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
3. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
4. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
5. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
6. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
7. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
8. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
9. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร
10. ชื่อสาร ..... โดยมีเนื้อสารอยู่ .....กรัม,มล. ในของเสียที่เกิดขึ้น ..... มล. ..... ลิตร

- สามารถแยกของเสียประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

Photo-Chemical Waste

Grease & Oil Waste

Mercury

Acid and Chromate Waste

Heavy Metal Waste

Radioactive Waste

Fluoride, Calcium, Carbonate, Phosphate contained Waste

Hydro – Carbon Solvents

Halogenated Waste

Cyanide Waste

Alkali Waste

Infectious Waste

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

- การรวบรวม/บำบัด/กำจัด ของเสียดังกล่าวได้กำจัด/บำบัดหรือรวบรวม ดังนี้

  ทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  เททิ้งลงท่อระบายน้ำเสีย

  เก็บใส่ไว้ในภาชนะแล้วส่งนำไปกำจัดต่อที่

  เก็บกักไว้ในภาชนะเมื่อมีปริมาณมาก จึงนำมาผ่านกระบวนการต่างๆ เช่น กลั่น แล้วนำกลับมาใช้ใหม่

  ทำการฆ่าเชื้อแล้วกำจัดทิ้งรวมกับขยะอื่นๆ

  ผ่านการบำบัดเบื้องต้น เช่น ใส่สารเคมี, ตกตะกอน, หรือ กรอง แล้วจึงกำจัดทิ้งต่อไป ในภายหลัง

- กรณีที่การเก็บของเสียเอาไว้ในภาชนะ ปัจจุบันมีปริมาณของเสียอยู่ ประมาณ ..... ลิตร, กรัม, กิโลกรัม
  โดยมีระยะเวลาในการเก็บกัก ..... ปี ..... เดือน
  ค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการจัดการของเสียอันตราย ประเภทนี้

  ไม่มี

  มี ได้แก่

  เป็นภาชนะเพื่อเก็บกัก ..... บาท / ปี

  ค่าสารเคมีเพื่อทำลายฤทธิ์เบื้องต้น ..... บาท/ปี

  ค่าขนส่งสารเคมี เช่นไปยังสถานบำบัด ..... บาท / ปี

  ค่าก่อสร้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัด ..... บาท / ปี

  อื่นๆ (ระบุ) .....

- ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นจากของเสียอันตราย ประเภทนี้

  การหกหล่นและการแพร่กระจายของของเสียในห้องปฏิบัติการ

  การบาดเจ็บต่อผู้ผลิตของเสียหรือผู้รับผิดชอบดูแล

  การร้องเรียนของผู้คนข้างเคียง

  อื่นๆ (ระบุ) .....

  .....

  .....

แบบสอบถามเรื่อง กากของเสียอันตรายจากห้องวิเคราะห์ปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม – มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมละวัตถุอันตราย

ส่วนที่ 3 ความคิดเห็นเพิ่มเติมของการจัดการของเสียอันตราย

		100 %	75%	50%	25%	0%
3.1	ลักษณะการจัดการของเสียอันตราย คิดว่าดีแล้ว	☐	☐	☐	☐	☐
3.2	ลักษณะการจัดการของเสียอันตรายยังไม่ดี น่าจะมีการพัฒนา วิธีการจัดการ เพื่อสิ่งแวดล้อมที่ดีกว่า และ เพื่อความปลอดภัยของผู้ที่ปฏิบัติการ	☐	☐	☐	☐	☐
3.3	ควรมีองค์กรหลักที่รับผิดชอบในการกำจัด/บำบัดของเสียอันตรายในมหาวิทยาลัย	☐	☐	☐	☐	☐
3.4	น่าจะมีระบบการยกประเภทของของเสียอันตรายและเก็บกักไว้เป็นสัดส่วน แล้วนำไปบำบัด หรือกำจัดด้วยวิธีที่ถูกต้อง	☐	☐	☐	☐	☐
3.5	หากมีระบบในข้อ 3.4 ท่านจะให้ความร่วมมือในการปฏิบัติการอย่างเต็มที่	☐	☐	☐	☐	☐
3.6	ท่านยังขาดความรู้ในการยกประเภทของของเสียอันตราย	☐	☐	☐	☐	☐
3.7	ท่านมีความต้องการที่จะเรียนรู้ ในการแยกประเภทของของเสียอันตราย	☐	☐	☐	☐	☐
3.8	ท่านคิดว่าน่าจะไม่มีปัญหาเรื่องพื้นที่ในการเก็บกักของเสียอันตราย ณ. ห้องปฏิบัติการของท่าน หากต้องมีระบบการแยกประเภทของของเสียอันตราย และการเก็บกักของแต่ละห้องปฏิบัติการ เพื่อการขนส่งไปบำบัดต่อไป	☐	☐	☐	☐	☐
3.9	ท่านคิดว่าคู่มือการปฏิบัติการเบื้องต้นของการจัดการของเสียอันตรายเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการ	☐	☐	☐	☐	☐
3.10	ท่านเองต้องการคำแนะนำอื่นๆ เกี่ยวกับการจัดการของเสียอันตราย	☐	☐	☐	☐	☐

3.11 ข้อคิดเห็น / คำแนะนำอื่นๆ _____

_____

_____

_____

แบบฟอร์ม C

แบบสำรวจข้อมูลทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อม

ประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการทางสิ่งแวดล้อมใน มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์" โดย นางสาวนิวรรณ อินทรมนตรี

คณะการจัดการสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

คณะ .....ภาควิชา .....

เจ้าหน้าที่ผู้ให้ข้อมูล ..... ตำแหน่ง .....

---

1. จำนวนบุคลากรที่ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการทั้งหมด.....คน

คือ 1.....ความรับผิดชอบ.....

2.....ความรับผิดชอบ.....

3.....ความรับผิดชอบ.....

4.....ความรับผิดชอบ.....

5.....ความรับผิดชอบ.....

2. การใช้ไฟฟ้าในการให้แสงสว่าง

2.1 จำนวนหลอดไฟที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ.....หลอด

2.2 จำนวนชั่วโมงในการเปิดไฟให้แสงสว่าง.....ชั่วโมง/วัน

3. การใช้แบตเตอรีสำหรับเครื่องมือต่าง ๆ

มีการใช้ ระบุชื่อเครื่องมือ

1.....จำนวน.....ก้อน

2.....จำนวน.....ก้อน

3.....จำนวน.....ก้อน

ไม่มีการใช้

4. การใช้น้ำ

4.1 เกจวัดปริมาณการใช้น้ำสำหรับห้องปฏิบัติการ

มี ระบุปริมาณการใช้น้ำโดยประมาณ.....ลูกบาศก์เมตร/เดือน

ไม่มี

4.2 สัดส่วนการใช้น้ำในกิจกรรมต่าง ๆ (ระบุตัวเลขเรียงลำดับจาก 1: มากที่สุด 2: ปานกลาง 3: น้อย)

.....การระบายความร้อนในชุดกลั่น/รีฟลักซ์

.....การล้างเครื่องแก้ว/อุปกรณ์ต่าง ๆ

.....ใช้ในการทดลองต่าง ๆ

4.3 ระบบท่อรวบรวมน้ำเสียภายในอาคาร

ระบบท่อรวม ระบบท่อแยก

4.5 น้ำเสียจากอาคารระบายลงสู่

ระบบบำบัดน้ำเสียของอาคาร ระบบบำบัดน้ำรวมของมหาวิทยาลัย

แหล่งน้ำสาธารณะ อื่น ๆ ระบุ.....

5. ระบบความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ

5.1 ตู้ควัน มี จำนวน .....ตู้ ไม่มี

- ลักษณะการทำงาน :

มี scrubber โดยอาศัยตัวดูดจับคือ.....

ไม่มี scrubber โดยจะดูดออกเป็นก๊าซลอยตัวสู่ด้านนอก

- การใช้งาน :

สามารถใช้งานได้

ไม่สามารถใช้งานได้

5.2 สปริงเกอร์ มี จำนวน .....จุด ไม่มี

- การใช้งาน :

สามารถใช้งานได้

ไม่สามารถใช้งานได้

ไม่ทราบ

- บริเวณที่ติดตั้ง :

สะดวกต่อการใช้งาน

ไม่สะดวกต่อการใช้งาน

เพราะ.....

- การตรวจสอบการใช้งาน :

มีการตรวจสอบ ทุก.....เดือน

ไม่มีการตรวจสอบ

5.3 เครื่องดับเพลิง มี จำนวน .....จุด ไม่มี

- การใช้งาน :

สามารถใช้งานได้

ไม่สามารถใช้งานได้

ไม่ทราบ

- บริเวณที่ติดตั้ง :

สะดวกต่อการใช้งาน

ไม่สะดวกต่อการใช้งาน

เพราะ.....

- การตรวจสอบการใช้งาน :

มีการตรวจสอบ ทุก.....เดือน

ไม่มีการตรวจสอบ

6. การระบายอากาศในห้องปฏิบัติการ

พัดลมดูดอากาศ

ระบบระบายอากาศบนเพดาน

ลักษณะอาคารโปร่งระบายอากาศได้ดี

7. การจัดเก็บสารเคมี

7.1 ห้องปฏิบัติการของท่านมีการจัดเก็บสารเคมีโดย

มีห้องเก็บสารเคมี จำนวน .....ห้อง

ไม่มีห้องจัดเก็บสารเคมี จัดเก็บที่.....

7.2 ห้องเก็บสารเคมี แยกจากห้องปฏิบัติการหรือไม่

แยก แยกไม่เด็ดขาด(มีวัสดุกั้น) ไม่แยก (ไม่มีวัสดุกั้น)

7.3 ห้องปฏิบัติการ มีห้องเก็บสารเคมี โดยมีลักษณะดังนี้

สารละลายแยกเก็บจากสารเคมีอื่น ๆ โดย.....

ประเภท/ชนิดของสารเคมีที่มีปริมาณมาก ในห้องเก็บสารเคมี ระบุชนิดและปริมาณ ตามลำดับ

1.....ปริมาณ.....

2.....ปริมาณ.....

3.....ปริมาณ.....

มีการแยกเก็บสารเคมี และวัตถุอันตรายที่เข้ากันไม่ได้ ออกจากกัน

มีพื้นที่ว่างเพียงพอในการเคลื่อนย้าย/ขนถ่ายสารเคมี วัตถุอันตรายได้อย่างปลอดภัย

มีสัญลักษณ์บอกอันตรายจากสารเคมี หรือข้อห้าม ข้อปฏิบัติในอาคารเก็บสารเคมี

ระบุ.....

มีประตูฉุกเฉิน แบบผลักออกด้านนอกห้อง/อาคาร และมีสัญลักษณ์บอกทางออกฉุกเฉิน

พื้นอาคารเรียบ/ไม่ลื่น ไม่มีรอยแตกร้าว และทำความสะอาดง่าย

มีอุปกรณ์ป้องกันและระงับอัคคีภัย ในห้องเก็บสารเคมี คือ.....

มีการระบายอากาศที่ดี ระบุ.....

7.4 สารเคมี

มีสัญลักษณ์ข้อควรระวังของสารเคมี/ข้อห้ามในการปฏิบัติกับสารเคมีแต่ละชนิด/กลุ่ม

มีการจัดเก็บสารเคมี และวัตถุอันตรายแยกเป็นกลุ่ม/สัดส่วน ตามคุณสมบัติ สารเคมี

มีคำแนะนำ/ข้อมูลด้านความปลอดภัยสำหรับสารเคมี ทุกชนิดที่เก็บไว้

มีคำแนะนำเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน เช่น รั่วไหล การระเบิดของสารเคมี เป็นต้น

มีการตรวจสอบคุณลักษณะด้านปริมาณ และคุณภาพ สารเคมี ก่อนการจัดเก็บทุกครั้ง

มีการจัดทำรายชื่อสารเคมี และบัญชีปริมาณสารเคมี ทั้งเข้า และออก

8. ระบบก๊าซ และท่อก๊าซ

มีการติดตั้งวาล์ว ชนิด non-return และวาล์วลดความดัน

มีการตรวจสอบการรั่วของก๊าซ

ท่อก๊าซ และท่อต่อต่าง ๆ ใช้วัสดุที่ได้มาตรฐาน

มีระบบท่อก๊าซหลายชนิด และมีการต่อท่อเข้ามาในห้องปฏิบัติการ

มีการติดตั้งเครื่องดักจับก๊าซ และสัญญาณเตือนภัย

เก็บถังก๊าซไว้นอกห้องปฏิบัติการ หรือใกล้ทางออก

ถังก๊าซตั้งวางอย่างมั่นคง มีที่ยึดติดกับผนัง

วางถังก๊าซไวไฟห่างจากถังก๊าซประเภทออกซิไดซ์ หรือสารไวไฟอื่น ๆ อย่างน้อย 6 เมตร

อื่น ๆ ระบุ.....

9. ความเป็นระเบียบในห้องปฏิบัติการ และอื่น ๆ

9.1 ภายในห้องปฏิบัติการมีการตั้งวางของ

เป็นระเบียบเรียบร้อย เช่น มีป้ายชื่อ/สัญลักษณ์บอก และวางเป็นสัดส่วน/แยกประเภท/ชนิด

ไม่เป็นระเบียบ/สกปรก ไม่แยกหมวดหมู่

9.2 อุปกรณ์/เครื่องมือ มีการกำหนดข้อปฏิบัติและเขียนวิธีใช้อย่างปลอดภัยและถูกต้อง

มีและเขียนเป็นลายลักษณ์อักษร

มีแต่ไม่เขียนเป็นลายลักษณ์อักษร

9.3 มีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคล ได้แก่.....

อยู่ในสภาพดี

มีการใช้งานทุกครั้งที่ทำงาน

มีการใช้กับงานบางงาน

ไม่มีการใช้งาน เนื่องจาก.....

10. การจัดการของเสียอันตราย

10.1การเก็บเพื่อรอการกำจัดของเสียอันตรายที่เกิดขึ้น

มี (ระบุ).....

ไม่มี

10.2 การจัดการของเสียพวกหลอดไฟ แบตเตอรี สิ่งของที่แตกหัก

มี (ระบุ).....

ไม่มี

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ นางสาวนิวรรณ อินทรมนตรี

วัน เดือน ปีเกิด 16 พฤษภาคม 2515

วุฒิการศึกษา

วุฒิ	ชื่อสถาบัน	ปีที่สำเร็จการศึกษา
วิทยาศาสตรบัณฑิต (เคมี)	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	2536

ทุนการศึกษา (ที่ได้รับระหว่างการศึกษา)

ทุนสนับสนุนการวิจัย บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ตำแหน่งและสถานที่ทำงาน

ตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ระดับ 4

สถานที่ทำงาน หน่วยวิจัยและเครื่องมือกลาง ฝ่ายวิจัยและบริการ
คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์