



โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม - มหาวิทยาลัย  
ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย

Industry - University Cooperation Research  
Center for Environmental and Hazardous  
Waste Management



ดำเนินการวิจัยโดย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น (Khon Kaen University)

สนับสนุนการวิจัยโดย

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย : สกว. (The Thailand Research Fund : TRF)

โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วม  
อุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย  
ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุดิบพืช

รายงานฉบับสมบูรณ์



มหาวิทยาลัยขอนแก่น

วันที่.....  
เลขทะเบียน.....  
เลขเรียกหนังสือ.....

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ชั้น 14 อาคาร เอส เอ็ม ทาวเวอร์

เลขที่ 979/17-21 ถนนพหลโยธิน แขวงสามเสนใน

เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10400

โทร 298-0455 โทรสาร 298-0476

Home page : <http://www.trf.or.th>

E-mail : [trf-info@trf.or.th](mailto:trf-info@trf.or.th)

ตุลาคม 2542

# สารบัญ

|                                                                                             | หน้า |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| สารบัญ                                                                                      | ก    |
| สารบัญตาราง                                                                                 | ง    |
| สารบัญรูป                                                                                   | ฉ    |
| บทคัดย่อ                                                                                    | 1    |
| Abstract                                                                                    | 5    |
| <br>                                                                                        |      |
| 1. บทนำ                                                                                     |      |
| 1.1 ความเป็นมาของโครงการ                                                                    | 1-1  |
| 1.2 เป้าหมาย                                                                                | 1-2  |
| 1.3 วัตถุประสงค์                                                                            | 1-4  |
| 1.4 ขอบเขตของรายงาน                                                                         | 1-4  |
| 2. การสำรวจวัตถุอันตรายและของเสียอันตราย                                                    |      |
| 2.1 แหล่งกำเนิดวัตถุอันตราย                                                                 | 2-1  |
| 2.1.1 ชนิดของวัตถุอันตรายจากแหล่งกำเนิด                                                     | 2-7  |
| 2.2 การสำรวจวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                | 2-12 |
| 2.3 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ                                                         | 2-15 |
| 2.3.1 ปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ                                                 | 2-15 |
| 2.3.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ                                               | 2-21 |
| 3. การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ                                                 |      |
| 3.1 การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการโดยหน่วยงานกลาง                                 | 3-1  |
| 3.2 การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการ                              | 3-3  |
| 3.2.1 การบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์                            | 3-3  |
| 3.2.2 การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ | 3-5  |
| 3.2.3 การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์              | 3-6  |
| 3.2.4 การบำบัดน้ำเสียรวมจากทั้ง 3 ห้องปฏิบัติการ                                            | 3-7  |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                                        | หน้า |
|----------------------------------------------------------------------------------------|------|
| <b>4. การจัดทำระบบข้อมูลวัตถุอันตราย</b>                                               |      |
| 4.1 ระบบฐานข้อมูลคอมพิวเตอร์                                                           | 4-1  |
| 4.2 การออกแบบระบบข้อมูลวัตถุอันตราย                                                    | 4-1  |
| 4.2.1 องค์ประกอบของระบบข้อมูลและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบ                              | 4-1  |
| 4.2.2 การพัฒนาโปรแกรม                                                                  | 4-2  |
| 4.2.3 การออกแบบระบบเครือข่ายข้อมูล                                                     | 4-8  |
| 4.3 การออกแบบระบบงานเพื่อการจัดการข้อมูล                                               | 4-10 |
| 4.3.1 การออกแบบแบบฟอร์ม                                                                | 4-10 |
| 4.3.2 รูปแบบของการดำเนินงานรวบรวมและบันทึกข้อมูล                                       | 4-11 |
| 4.3.3 โครงสร้างองค์กรเพื่อการจัดการ                                                    | 4-18 |
| 4.4 งานต่อเนื่องจากโครงการ                                                             | 4-18 |
| <b>5. การจัดตั้งหน่วยช่วยเหลือฉุกเฉินและแผนป้องกันควบคุมเหตุฉุกเฉินจากวัตถุอันตราย</b> |      |
| 5.1 หน่วยช่วยเหลือฉุกเฉินในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                          | 5-1  |
| 5.2 การจัดทำแผนป้องกันและควบคุมเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย                    | 5-4  |
| 5.2.1 แผนแม่บท                                                                         | 5-4  |
| 5.2.2 ระบบการจัดการอุบัติเหตุฉุกเฉินจากสารเคมี                                         | 5-5  |
| 5.2.3 แผนป้องกันและควบคุมเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น      | 5-9  |
| 5.3 การฝึกซ้อมและฝึกอบรม                                                               | 5-12 |
| 5.4 คู่มือการปฏิบัติการตอบโต้ในภาวะฉุกเฉินจากสารเคมีในมหาวิทยาลัยขอนแก่น               | 5-13 |
| 5.4.1 ขั้นตอนการจัดการกับภาวะฉุกเฉินจากสารเคมีในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                     | 5-13 |
| 5.4.2 ข้อพึงปฏิบัติสำหรับผู้ประสบเหตุการณ์ภาวะฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย         | 5-17 |
| 5.4.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายและข้อมูลพื้นฐานที่ควรมีประจำห้องปฏิบัติการสารเคมี          | 5-18 |
| 5.4.4 การแจ้งการเกิดเหตุภาวะฉุกเฉินจากสารเคมีในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                      | 5-18 |

## สารบัญ (ต่อ)

|                                                                               | หน้า |
|-------------------------------------------------------------------------------|------|
| 6. โครงสร้างระบบการจัดการวัตถุอันตราย                                         |      |
| 6.1 องค์การการจัดการวัตถุอันตราย                                              | 6-1  |
| 6.2 การดำเนินงานของหน่วยงานหลัก                                               | 6-3  |
| 6.2.1 หน่วยจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ                              | 6-4  |
| 6.2.2 หน่วยงานระบบข้อมูล                                                      | 6-4  |
| 6.2.3 หน่วยช่วยเหลือฉุกเฉิน                                                   | 6-7  |
| 7. ข้อเสนอแนะ                                                                 |      |
| 7.1 นโยบายการจัดการวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัย                                  | 7-1  |
| 7.1.1 แผนงานของมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                             | 7-1  |
| 7.1.2 ทบวงมหาวิทยาลัย                                                         | 7-3  |
| 7.1.3 สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย                                          | 7-3  |
| 7.2 แนวคิดในการดำเนินการโครงการต่อเนื่อง                                      | 7-4  |
| 7.2.1 งานขยายผลระบบข้อมูล                                                     | 7-4  |
| 7.2.2 การจัดการวัตถุอันตรายและของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ                 | 7-4  |
| 7.2.3 การจัดตั้งหน่วยงานจัดการวัตถุอันตรายและของเสียอันตราย<br>ของมหาวิทยาลัย | 7-5  |

## สารบัญตาราง

|          |        |                                                                                                                         | หน้า |
|----------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| ตารางที่ | 2.1-1  | จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายของแต่ละคณะที่ทำการสำรวจ                                                               | 2-3  |
| ตารางที่ | 2.1-2  | ชนิดของของเสียอันตรายจากหน่วยงานต่าง ๆ                                                                                  | 2-5  |
| ตารางที่ | 2.1-3  | การจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้นในคณะและภาควิชาต่าง ๆ                                                                   | 2-8  |
| ตารางที่ | 2.1-4  | จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายจำแนกตามประเภทวัตถุอันตราย                                                             | 2-10 |
| ตารางที่ | 2.2-1  | สารเคมีในห้องปฏิบัติการของคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                | 2-13 |
| ตารางที่ | 2.2-2  | สรุปชนิดและปริมาณก๊าซในคณะต่าง ๆ ของมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                  | 2-14 |
| ตารางที่ | 2.3-1  | ลักษณะของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ                                                                                   | 2-15 |
| ตารางที่ | 2.3-2  | ปริมาณของเสียอันตรายประเภทสารเคมี จากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ (ปีการศึกษา 2539)                         | 2-17 |
| ตารางที่ | 2.3-3  | ปริมาณของเสียอันตรายประเภทสารเคมีของภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์                                                     | 2-18 |
| ตารางที่ | 2.3-4  | ปริมาณสารละลายเคมีภายหลังการทดลองและปฏิบัติการและน้ำล้างอุปกรณ์ของภาควิชาเภสัชเคมีและภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์     | 2-19 |
| ตารางที่ | 2.3-5  | ปริมาณการใช้น้ำของห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์                                       | 2-20 |
| ตารางที่ | 2.3-6  | ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษและโลหะหนักในสารละลายเคมีภายหลังการทดลอง                                                        | 2-25 |
| ตารางที่ | 2.3-7  | ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีรวม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาพิษวิทยา 2539                                | 2-28 |
| ตารางที่ | 2.3-8  | ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษและโลหะหนักในน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง                                           | 2-29 |
| ตารางที่ | 2.3-9  | ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมี ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์                                                   | 2-30 |
| ตารางที่ | 2.3-10 | ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองและปฏิบัติการของภาควิชาเภสัชเคมีและภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์   | 2-31 |
| ตารางที่ | 2.1-11 | ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์ภายหลังการทดลองและปฏิบัติการของภาควิชาเภสัชเคมีและภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ | 2-32 |
| ตารางที่ | 2.1-12 | ลักษณะสมบัติน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่า COD ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์                                  | 2-33 |
| ตารางที่ | 2.1-13 | ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำรวมอาคาร ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์                               | 2-36 |

## สารบัญตาราง (ต่อ)

|                 | หน้า                                                                                                               |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ตารางที่ 2.3-14 | ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ จากห้องปฏิบัติการ<br>ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์              |
| ตารางที่ 3.1-1  | การแยกประเภทสารเคมีในน้ำเสียของมหาวิทยาลัยโตเกียว                                                                  |
| ตารางที่ 3.2-1  | ผลการตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสียจากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์                                                         |
| ตารางที่ 3.2-2  | ผลการตกตะกอนโลหะหนักในน้ำเสีย COD                                                                                  |
| ตารางที่ 3.2-3  | ผลการตกตะกอนโลหะหนัก ในน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเภสัชเคมี<br>คณะเภสัชศาสตร์                                  |
| ตารางที่ 3.2-4  | ผลการตกตะกอนโลหะหนัก ในน้ำเสียจากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์                                                        |
| ตารางที่ 4.2-1  | คุณสมบัติของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบ                                                                         |
| ตารางที่ 4.3-1  | รายละเอียดการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องกับระบบฐานข้อมูลเคมีใน<br>มหาวิทยาลัยขอนแก่น                                    |
| ตารางที่ 4.3-2  | การจัดทำรายงานผู้รับผิดชอบ และผู้ใช้รายงาน                                                                         |
| ตารางที่ 5.2-1  | เครื่องดับเพลิงและสายท่อดับเพลิงที่ติดตั้งตามคณะต่าง ๆ ที่ศึกษา                                                    |
| ตารางที่ 5.2-2  | บุคคลและเบอร์โทรศัพท์ที่รับผิดชอบตามหน่วยงานของการปฏิบัติงาน<br>แผนควบคุมภาวะฉุกเฉินจากสารเคมีในมหาวิทยาลัยขอนแก่น |

## สารบัญรูป

|              |                                                                                                                                                                                        |  | หน้า |
|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|------|
| รูปที่ 1.2-1 | รูปแบบโครงการเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย                                                                                                                             |  | 1-3  |
| รูปที่ 2.1-1 | แผนผังอาคารต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                                                 |  | 2-2  |
| รูปที่ 2.1-2 | จำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุดิบทรายเมื่อเทียบกับจำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุดิบทรายทั้งหมด (%) ของคณะที่ทำการสำรวจ                                                               |  | 2-4  |
| รูปที่ 2.1-3 | แหล่งกำเนิดวัตถุดิบทรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                                            |  | 2-6  |
| รูปที่ 2.1-4 | แผนภูมิแสดงการใช้สารอันตรายประเภทต่าง ๆ โดยแสดงเป็นคำร้อยละระหว่างจำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุดิบทรายประเภทต่าง ๆ เทียบกับ จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุดิบทรายทั้งหมดของมหาวิทยาลัยขอนแก่น |  | 2-11 |
| รูปที่ 2.3-1 | การจัดการน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์                                                                                                                         |  | 2-22 |
| รูปที่ 2.3-2 | ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองจากห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์                                                                                     |  | 2-23 |
| รูปที่ 2.3-3 | ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลอง                                                                                                                                   |  | 2-27 |
| รูปที่ 3.1-1 | การจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยโตเกียว                                                                                                                                 |  | 3-2  |
| รูปที่ 4.2-1 | ความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของระบบข้อมูลและการเคลื่อนไหวของข้อมูล                                                                                                                        |  | 4-3  |
| รูปที่ 4.2-2 | ตัวอย่างแสดงรูปแบบหน้าจอที่ใช้ในระบบ                                                                                                                                                   |  | 4-6  |
| รูปที่ 4.2-3 | หน้าจอแรกเพื่อกรอกรหัสผู้ใช้และรหัสผ่านเฉพาะผู้มีสิทธิ์ เพื่อเข้าสู่การทำงานขั้นต่อไป                                                                                                  |  | 4-7  |
| รูปที่ 4.2-4 | โครงสร้างองค์กรในมหาวิทยาลัยขอนแก่นเพื่อการจัดการระบบงานข้อมูล                                                                                                                         |  | 4-9  |
| รูปที่ 5.1-1 | โครงสร้างการแบ่งส่วนราชการมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                                           |  | 5-2  |
| รูปที่ 5.1-2 | ผังการกำกับดูแลงานรักษาความปลอดภัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                                  |  | 5-3  |
| รูปที่ 5.2-1 | แสดงที่ตั้งหัวดับเพลิง ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                                            |  | 5-8  |
| รูปที่ 5.4-1 | ขั้นตอนการปฏิบัติการของทีมควบคุมภาวะฉุกเฉิน มหาวิทยาลัยขอนแก่น                                                                                                                         |  | 5-16 |
| รูปที่ 6.1-1 | โครงสร้างองค์การการจัดการสิ่งแวดล้อม                                                                                                                                                   |  | 6-2  |
| รูปที่ 6.2-1 | การจัดการควบคุมและตอบโต้ภาวะฉุกเฉิน                                                                                                                                                    |  | 6-10 |
| รูปที่ 7.1-1 | แผนภาพการประสานแผนงานด้านการจัดการวัตถุดิบทราย                                                                                                                                         |  | 7-2  |

## บทคัดย่อ

ในช่วงระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้มีการพัฒนาอุตสาหกรรม ปัญหาที่ติดตาม คือ มลพิษสิ่งแวดล้อม ทั้งด้านมลพิษทางน้ำ มลพิษทางอากาศ และเสียง ตลอดจนมลพิษจากขยะมูลฝอยและของเสียอันตราย ในปัญหามลพิษที่เผชิญอยู่นั้น พบว่าของเสียอันตรายเป็นปัญหาสำคัญที่สุด เนื่องจากประเทศไทยยังขาดความรู้ความเข้าใจ ในเรื่องการจัดการของเสียอันตราย และสถานที่กำจัดของเสียอันตรายยังมีไม่เพียงพอ ได้แก่ ศูนย์บริการกำจัดกากอุตสาหกรรมแสมดำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ และราชบุรี และอีก 1 แห่ง คือ GENCO ตั้งอยู่ ณ นิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด จังหวัดระยอง ก็ยังไม่สมบูรณ์ เป็นต้น

นอกจากโรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายแล้ว สถาบันการศึกษาที่มีห้องปฏิบัติการต่าง ๆ จัดเป็นแหล่งกำเนิดของเสียอันตรายเช่นกัน ไม่ใช่เฉพาะของเสียอันตรายเท่านั้นยังมีวัตถุอันตราย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารเคมีที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษได้ทั้งสิ้น สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ได้สนับสนุน งานวิจัยภายใต้โครงการเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย (Industry-University Cooperative Research Center : IUCRC) ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อม และวัตถุอันตราย ให้กับมหาวิทยาลัย 5 แห่ง ได้แก่ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ดำเนินการศึกษาวิจัยเรื่องการจัดการวัตถุอันตราย (ซึ่งหมายถึง สารเคมี และของเสียอันตราย) ในมหาวิทยาลัย โดยครอบคลุมการจัดการระบบข้อมูลสารเคมี การจัดการของเสียอันตราย ตลอดจนแผนฉุกเฉินเพื่อป้องกันแก้ไขและระงับเหตุเมื่อเกิดกรณีเกี่ยวกับการรั่วไหลหรืออุบัติเหตุจากห้องปฏิบัติการโดยมหาวิทยาลัยจะพัฒนารูปแบบการจัดการวัตถุอันตรายและขยายผลการศึกษาวิจัยไปสู่สถาบันการศึกษา ต่าง ๆ หน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยเฉพาะภาคอุตสาหกรรมทั้งในระดับท้องถิ่น ระดับภูมิภาค และระดับประเทศต่อไป

มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นหน่วยงานหลัก ร่วมกับ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเภสัชวิทยา ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขภาพ คณะสาธารณสุขศาสตร์ ภาควิชาเภสัชเคมี ภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ ภาควิชารังสีวิทยา คณะแพทยศาสตร์ และภาควิชาภูมิวิทยา คณะเกษตรศาสตร์ ได้ดำเนินการศึกษาวิจัยโครงการจัดการวัตถุอันตรายของห้องปฏิบัติการเป็นระยะเวลาประมาณ 2 ปี ตั้งแต่เมษายน 2540 - กันยายน 2542 โดยการศึกษาครอบคลุมในด้านการจัดทำระบบฐานข้อมูลวัตถุอันตราย การจัดการของเสียอันตราย และระบบการป้องกันและตอบโต้เหตุฉุกเฉินจากวัตถุอันตราย

การสำรวจข้อมูล ช่วงเดือนกรกฎาคม 2540 - เมษายน 2541 โดยดำเนินการสำรวจ 14 คณะวิชา ประกอบด้วย คณะเกษตรศาสตร์ คณะเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ คณะพยาบาลศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะเทคนิคการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ คณะทันตแพทยศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ และคณะศิลปกรรมศาสตร์ พบว่ามีแหล่งกำเนิดวัตถุอันตราย 31 แห่ง คิดเป็นร้อยละ 55.33 จาก 56 แห่ง ใน 14 คณะวิชาที่ทำการสำรวจ

ประเภทของวัตถุดิบที่มีการใช้มากที่สุด คือ ของเหลวลูกติดไฟได้ คิดเป็นร้อยละ 90.32 จากอาคารที่มีการใช้วัตถุดิบทั้งหมด รองลงมาคือ ก๊าซ และสารพิษ คิดเป็นร้อยละ 80.64 และ 77.42 ตามลำดับ และพบว่า คณะวิทยาศาสตร์เป็นคณะที่มีการใช้วัตถุดิบมากที่สุด คือ 2,079 รายการจากสารเคมี 3,898 รายการ ที่มีการใช้ในคณะ ส่วนคณะสาธารณสุขศาสตร์เป็นคณะที่มีการใช้วัตถุดิบน้อยที่สุดคือ 115 รายการ จากสารเคมี 122 รายการที่มีการใช้ในคณะ สำหรับปริมาณสารเคมี ในช่วงการสำรวจ (กรกฎาคม 2540 - เมษายน 2541) พบว่า ชนิดที่เป็นของเหลวมีทั้งสิ้น 19,970 ลิตร และชนิดที่เป็นของแข็งมีทั้งสิ้น 6,107 กิโลกรัม

การสำรวจชนิดและปริมาณก๊าซใน 14 คณะวิชาดังกล่าวในช่วงระยะเวลาเดียวกัน พบว่ามีการใช้ก๊าซทั้งสิ้น 10 ชนิด ได้แก่ มีเทน (ก๊าซหุงต้ม) อะเซติลีน ไฮโดรเจน ฮีเลียม ออกซิเจน อาร์กอน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ และก๊าซผสม ก๊าซไนโตรเจนมีการใช้มากที่สุด จำนวน 51 ถัง (45 กก./ถัง) รองลงมาคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และก๊าซออกซิเจน 39 ถัง (45 กก./ถัง) และ 31 ถัง (45 กก./ถัง) ตามลำดับ ซึ่งคณะวิทยาศาสตร์มีการใช้ก๊าซไนโตรเจนและก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากที่สุด คือ 21 ถัง (45 กก./ถัง) และ 19 ถัง (45 กก./ถัง) ตามลำดับ และคณะสัตวแพทยศาสตร์ มีการใช้ก๊าซออกซิเจนมากที่สุด คือ 19 ถัง (45 กก./ถัง)

สำหรับปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการได้ดำเนินการสำรวจและศึกษาวิจัย เพื่อเป็นโครงการนำร่องใน 4 ภาควิชา ดังนี้ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเภสัชเคมี และภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จากการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ภาควิชาที่สอนรายวิชาพื้นฐานมีปริมาณของเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองปฏิบัติการ 3,400 ลิตร ของเสียประเภทของแข็ง 42 กิโลกรัม ภาควิชาเภสัชเคมีและภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์ ได้ดำเนินการสำรวจในภาคการศึกษาต้นและปลาย (มิถุนายน 2541 - กุมภาพันธ์ 2542) พบว่าของเสียประเภทสารละลายเคมี ภายหลังการทดลองปฏิบัติการมีปริมาณ 1,933 ลิตร และของเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์มีปริมาณ 18,612 ลิตร ส่วนภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้ดำเนินการศึกษาในช่วงวันที่ 11 พฤศจิกายน - 16 ธันวาคม 2541 (เป็นช่วงที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการสูงสุด) พบว่าปริมาณน้ำทิ้งระบายลงสู่ราง ระบายน้ำรวม ประเมินจาก 80% ของปริมาณน้ำใช้ในอาคารมีปริมาณสูงสุด 1,760 ลิตร ต่ำสุด 160 ลิตร โดยเฉลี่ยต่อวัน คือ 973 ลิตร

ในการศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสีย ใน 4 ภาควิชาดังกล่าว โดยค่าดัชนีที่ทำการวิเคราะห์ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง สารพิษ ได้แก่ ฟอสฟอรัส และไซยาไนด์ โลหะหนัก ได้แก่ปรอท ตะกั่ว ทองแดง โครเมียม แคดเมียม สังกะสี และแมงกานีส จากการศึกษาพบว่า ค่าดัชนีที่ทำการวิเคราะห์โดยส่วนใหญ่ อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณปรอท มีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ (0.005 มก./ล.) อยู่มาก กล่าวคือ น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มีปริมาณปรอท 1,420 มก./ล. น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการเภสัชเคมี มีปริมาณปรอท 43 มก./ล. และน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี ปริมาณค่าปรอทเฉลี่ยเท่ากับ 106.41 มก./ล. จึงจำเป็นต้องศึกษาเพื่อหาวิธีการบำบัดที่เหมาะสมต่อไป

ปัจจุบันนี้คณะวิชาต่าง ๆ โดยส่วนใหญ่ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นยังไม่มีระบบการจัดการและการบำบัดของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ กล่าวคือ ของเสียที่เกิดขึ้นทั้งหมดจะถูกระบายลงสู่รางระบายน้ำรวมของมหาวิทยาลัย ยกเว้น 2 หน่วยงาน คือ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย โดยทำการบำบัดน้ำเสียใน 2 ประเภท คือ ประเภทที่ 1 น้ำเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์ภายหลังการทดลองและปฏิบัติการ ดำเนินการบำบัดทุกวันโดยการปรับสภาพน้ำเสียให้เป็นกลาง (pH 7) ก่อนระบายลงสู่รางระบายน้ำรวม และประเภทที่ 2 น้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองปฏิบัติการ ดำเนินการบำบัด 1 ครั้งต่อสัปดาห์ โดยการปรับสภาพน้ำเสียให้เป็นกลางเช่นเดียวกัน ก่อนระบายลงสู่รางระบายน้ำรวมของมหาวิทยาลัย ส่วนตะกอนที่เกิดขึ้นจากการปรับสภาพเป็นกลางจะทำการจับโลหะหนัก (Stabilization) โดยผสมกับปูนซีเมนต์แล้วนำไปฝังกลบในพื้นที่ที่จัดเตรียมไว้ในมหาวิทยาลัย ส่วนภาควิชารังสีวิทยาจะทำการเก็บรวบรวมของเสียประเภทสารรังสีและจัดส่งให้กับสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติเพื่อกำจัดต่อไป สำหรับโรงพยาบาลศรีนครินทร์มีเตาเผาขยะติดเชื้อซึ่งทำการเผาขยะติดเชื้อทุกวัน

นอกจากทำการสำรวจแหล่งกำเนิดและปริมาณวัตถุอันตรายแล้ว คณะผู้ศึกษาวิจัยได้มีการจัดทำระบบฐานข้อมูลวัตถุอันตรายขึ้นโดยโปรแกรมชื่อ HAZBASE-KKU เพื่อทราบความเคลื่อนไหวของชนิดและปริมาณสารเคมีที่มีการใช้ในมหาวิทยาลัยและของเสียอันตรายที่เกิดจากห้องปฏิบัติการ ซึ่งระบบฐานข้อมูลดังกล่าวได้ทำการติดตั้งเครือข่ายฐานข้อมูลไปยังคณะและภาควิชาต่าง ๆ ขยายให้ครอบคลุมทั่วทั้งมหาวิทยาลัย และได้จัดทำ Home page ขึ้นเพื่อให้บุคลากรภายนอกสามารถสอบถามข้อมูล ชนิด และปริมาณสารเคมีภายในมหาวิทยาลัยโดยผ่านทาง Internet ซึ่งทางคณะผู้ศึกษาได้จัดให้มีการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่และ บุคลากรภายในมหาวิทยาลัยที่ทำงานเกี่ยวกับวัตถุอันตรายเพื่อให้สามารถใช้งานจากระบบฐานข้อมูลให้เกิดประโยชน์ และประสิทธิภาพสูงสุด

สำหรับการศึกษาเกี่ยวกับระบบการป้องกันและระงับเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุอันตราย ได้ดำเนินการโดยทำการสำรวจอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ หัวฉีดดับเพลิง อุปกรณ์ดับเพลิงของห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ความปลอดภัย และวัสดุที่ใช้สำหรับกรณีหกรั่วไหลของสารเคมี เป็นต้น ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่อุปกรณ์มีจำนวนไม่เพียงพอและอุปกรณ์ที่มีอยู่ก็ไม่สามารถใช้ได้ และได้จัดให้มีการอบรมการป้องกันและระงับเหตุฉุกเฉิน แก่เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ และเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยของมหาวิทยาลัยเพื่อสร้างความรู้ ความเข้าใจเรื่องระบบการป้องกันและระงับเหตุฉุกเฉิน พร้อมทั้งได้จัดทำแผนการป้องกันและระงับเหตุฉุกเฉิน โดยจัดทำคู่มือการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยพร้อมรายชื่ออุปกรณ์ความปลอดภัย และแผนช่วยเหลือฉุกเฉินจะมีการประสานงานกับหน่วยงานอุบัติเหตุฉุกเฉินของโรงพยาบาลศรีนครินทร์เพื่อสนับสนุนด้านการรักษาพยาบาลและการส่งต่อผู้ป่วย หน่วยป้องกันและบรรเทาสาธารณภัยเทศบาลนครขอนแก่น เพื่อสนับสนุนอุปกรณ์และกำลังคนเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินขึ้น

สำหรับรูปแบบการจัดการวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัย ได้เสนอการจัดตั้งหน่วยงานจัดการวัตถุอันตราย ซึ่งประกอบด้วย 3 หน่วยงานย่อย ได้แก่ หน่วยงานระบบฐานข้อมูล หน่วยจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ และหน่วยช่วยเหลือฉุกเฉิน โดยการทำงานจะเป็นคณะกรรมการ 2 ระดับ คือ ระดับนโยบาย และระดับปฏิบัติ รูปแบบนี้นำเสนอต่อมหาวิทยาลัยเพื่อจัดทำเป็นแผนงานของมหาวิทยาลัย จากนั้นเสนอต่อทบวงมหาวิทยาลัย เพื่อประกาศเป็นนโยบายของทบวงมหาวิทยาลัย ให้กับมหาวิทยาลัยต่าง ๆ ในการดำเนินการ

การจัดการวัตถุอันตราย ส่วนการขยายผลเรื่องการจัดการวัตถุอันตรายสู่ภาครัฐ ภาคเอกชนนั้น สามารถดำเนินการผ่านหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงอุตสาหกรรม กรมควบคุมมลพิษ และสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ซึ่งเป็นหน่วยงานเริ่มต้นของ โครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม - มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย

## ABSTRACT

For nearly a decade there has been strong industrial growth accompanied with environmental pollution including water pollution, air and noise pollution, and solid and hazardous waste.

Hazardous waste is the most significant problem according to the lack of understanding and knowledge of hazardous waste management as well as the inadequacy of disposal sites. Hazardous waste disposal sites include Samae Dam, Bang Khun Tien, Bangkok; Ratchaburi; and GENCO on the Eastern Seaboard at Rayong.

Besides the industry which is considered as the major source of hazardous waste, academic institutions equipped with laboratories are also sources of hazardous waste. Laboratories generate not only hazardous waste but also toxic chemicals. The Thailand Research Fund (TRF) has funded several research projects under the Industry University Cooperative Research Center (IUCRC) for Hazardous and Environmental Management at five Universities, namely Chulalongkorn University, Khon Kaen University, Chiangmai University, Prince of Songkla University, and King Mongkut University of Technology, Thonburi. The research projects are aimed at the management of hazardous substances, including toxic chemicals and hazardous waste, of the university. It includes a data base system of hazardous substances, management of hazardous waste, and an emergency response system.

Universities will be the model of hazardous substance management. The model could be applied to other academic institutions, organizations in both public and private sectors, as appropriate.

Khon Kaen University of which the Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering as a core unit cooperating with the Chemical Engineering Department, Faculty of Engineering; the Chemistry Department, Faculty of Science; the Epidemiology Department and the Sanitary Science Department, Faculty of Public Health; the Pharmaceutical Chemistry Department and the Toxicology Department, Faculty of Pharmacy; the Radiology Department, Faculty of Medicine; the Entomology Department, Faculty of Agriculture, had performed the research study of IUCRC for hazardous substance management for 2 year period, starting April 1997 to September 1999. The study covered development of a data base system of hazardous substances, management of hazardous substances, and development of an emergency response plan.

The data survey was carried out from July 1997 to April 1998 for 14 faculties including the Faculties of Agriculture, Technology, Science, Engineering, Public Health, Nursing, Pharmacy, Associated Medical Science, Medicine, Veterinary Medicine, Dentistry, Education, Architecture, and Fine and Applied Art. Thirty one sources of hazardous substances was found from 56 sources in 14 faculties, being equivalent to 55.53%.

Types of the hazardous substances found were flammable liquids which was 90.32% of the buildings having hazardous substances, followed by gas and toxic chemicals being equal to 80.64% and 77.42% respectively. The Faculty of Science was the most hazardous substance utilizing source, ie. 2,079 items of hazardous substances from 3,898 items of chemicals used. The Faculty of Public Health was the lowest hazardous substance utilizing source, ie. 115 items of hazardous substances from 122 items of chemicals used.

The quantity of chemicals surveyed during July 1997-April 1998 was 19,970 liters of liquid and 6,107 kilograms of solid.

Ten types of gases were used in 14 faculties during the same survey period; these include methane, acetylene, hydrogen, helium, oxygen, argon, nitrogen, carbon dioxide, nitrous oxide, and mixing gas. The most common gas type used was nitrogen (51 containers of 45 kg/container) followed by carbon dioxide (39 containers of 45 kg/container) and oxygen (31 containers of 45 kg/container). Nitrogen dioxide and carbon dioxide were mostly used in

the Faculty of Science, ie. 21 containers and 19 containers, respectively. While oxygen was mostly used in Faculty of Veterinary Medicine, ie 19 containers.

Laboratory hazardous waste was investigated for 4 departments; the Chemistry Department, Faculty of Science; the Pharmaceutical Chemistry and the Toxicology Department, Faculty of Pharmacy; the Environmental Engineering Department, Faculty of Engineering. The survey period covered both first and second semesters. During June 1996-February 1997, the Chemistry Laboratory generated experimental laboratory waste of 3,400 liters of liquid and 42 kilograms of solid. The Pharmaceutical Chemistry and the Toxicology Laboratories generated 1,933 liters of experimental waste and 18,612 liters of washing waste (surveyed during June 1998 – February 1999). For the Environmental Engineering Laboratory which was surveyed during 11 November - 16 December 1998 by estimation of 80% of water used in the laboratory. The daily maximum and minimum waste generated were 1,760 liters and 160 liters, respectively; being 973 liters/day on average.

Laboratory waste characteristics were also studied for the abovementioned laboratories. The studied parameters include pH, phosphorus, cyanide, mercury, lead, copper, chromium, cadmium, zinc, manganese. The study indicated that most parameter content were within the effluent standard of the Ministry of Industry, except mercury content. Comparison with the effluent standard of mercury of 0.005 mg/l, mercury content of laboratory waste generated from Environmental Engineering, Pharmaceutical Chemistry, and Chemistry were 1,420 mg/l, 43 mg/l, and 106.41 mg/l, respectively. There needs to be an appropriate treatment.

Presently, most laboratories in Khon Kaen University do not have any laboratory waste management and hazardous waste treatment. Mostly, laboratory waste is poured down to the drain and discharged to the University sewer, except the Chemistry Laboratory. Chemistry laboratory waste is treated by separating experimental waste and washing water. Washing water is daily treated by neutralization with Sodium hydroxide (NaOH) to pH 7 prior to discharging to the sewer. The experimental waste is collected in a container by separation of inorganic and organic wastes. The inorganic waste is weekly treated by neutralization to pH 7. The supernatant is discharged to the sewer, where the sludge is stabilized with lime and disposed to the disposal area provided in the University. For Srinakarin Hospital, the infectious waste is daily incinerated in an incinerator. The Department of Radiology will collect all radiological waste in the appropriate container which are sent to the Office of Atomic Energy for Peace for further treatment.

In addition to the investigation of sources and quantity of hazardous substances, the data base system of hazardous substances was made by developing the program named HAZBASE-KKU to record types and quantity of hazardous chemicals used and hazardous waste generated in the laboratories. The network of data base has been established in various departments and faculties. Moreover, the homepage of data base of hazardous substance was developed for external use through the internet. Training for the relevant staffs of University for utilization of the data base system has been implemented in order to have maximum use of data base system.

An emergency response system for the laboratory was also developed by investigating the related facilities and equipments such as fire extinguishers, safety equipment, absorbing material used for chemical spills, etc. Mostly, these kinds of facilities and equipments are not only inadequate but also inefficient. Training of the emergency response system was implemented to the laboratory staffs and security guards in order to make them understand and for awareness encouragement. The laboratory safety system was made by making the manual of safety chemical use with the list of safety equipment. The emergency response plan was developed with the collaboration of the emergency unit of Srinakarin Hospital and the Khon Kaen Fire Brigade of Khon Kaen Municipality.

The model of university hazardous substance management was proposed by establishing the Hazardous Substance Management Unit comprising of data base system, laboratory waste disposal, and emergency response. The action plan will be implemented through the committee, policy and acting committees. The model will be proposed to be the

University's plan. Then it will be proposed to the Ministry of University Affairs (MUA) to announce it as the MUA's policy for all universities to implement the hazardous substance management. The hazardous management plan can be expanded to other public and private sectors through the network of relevant agencies such as the Ministry of Industry, the Pollution Control Department, etc, and the Thailand Research Fund in particular which is the initiating agency to support the establishment of an Industry University Cooperation Research Center for Hazardous and Environmental Management.

### 1.1 ความเป็นมาของโครงการ

ในช่วงเวลา 10 กว่าปี ที่ผ่านมาวงการอุตสาหกรรมของไทยได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว ไม่ว่าจะเป็นเพิ่มกำลังการผลิต การพัฒนาผลิตภัณฑ์รวมทั้งการก่อตั้งโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ อย่างไรก็ตามการพัฒนาดังกล่าวถ้าปราศจากการจัดการมลพิษสิ่งแวดล้อมที่ดีย่อมก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อมนานัปการ ได้แก่ มลพิษทางน้ำ อากาศ และดิน ตลอดจนคุณภาพชีวิตที่ด้อยลงของประชาชน ผลกระทบดังกล่าวสามารถเห็นเป็นรูปธรรมได้อย่างชัดเจน เช่น ไฟไหม้ที่โกดังเก็บสารเคมีในท่าเรือคลองเตย ปัญหาน้ำเน่าเสียในแม่น้ำเจ้าพระยา ทำจีน แม่กลองและลำน้ำพอง เป็นต้น สาเหตุที่ก่อให้เกิดปัญหามลพิษนั้น ส่วนหนึ่งเกิดจากน้ำเสียที่อยู่ในรูปสารอินทรีย์ที่ทิ้งลงสู่แหล่งน้ำและอีกส่วนหนึ่งมาจากวัตถุอันตรายต่างๆ ที่มาทั้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม อันได้แก่ โลหะหนัก ยาปราบศัตรูพืช สารไดออกซิน สารเคมีต่าง ๆ ฯลฯ

สำหรับการควบคุมดูแลแก้ไขปัญหามลพิษและการใช้วัตถุอันตรายนั้น ภาครัฐบาลได้มีการออกกฎหมาย กฎกระทรวง พระราชบัญญัติต่าง ๆ หลายฉบับ แต่ผลการบังคับใช้ยังขาดความชัดเจนดังจะเห็นปัญหาการเกิดมลพิษและผลกระทบจากวัตถุอันตรายอยู่เนืองๆ นอกจากนี้มาตรการที่นำไปสู่การแก้ไขปัญหาดังกล่าวอย่างจริงจังและยั่งยืนนั้นค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อนต้องอาศัยความเชี่ยวชาญทั้งด้านเทคโนโลยี และสังคมศาสตร์หลายสาขาวิชา และจะต้องมีความพร้อมทั้งด้านบุคลากร อุปกรณ์ เครื่องมือ และรูปแบบการบริหารจัดการที่เกี่ยวข้องกับหลายหน่วยงานเชื่อมโยงได้ทั่วประเทศ ซึ่งปัญหาดังกล่าวต้องการให้ทุกฝ่ายทั้งภาครัฐบาล เอกชน (โรงงานอุตสาหกรรม) สถาบันการศึกษา ร่วมมือกันในการจัดการ ควบคุมดูแล และขจัดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายให้ลดลงจนอยู่ในระดับมาตรฐานเพื่อการพัฒนาที่ยั่งยืนตลอดไป ในการแก้ไขปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายดังกล่าวได้มีรูปแบบการจัดการที่ประสบความสำเร็จและเป็นที่น่าสนใจอย่างยิ่งในสหรัฐอเมริกา คือศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย (Industry-University Cooperative Research Center : IUCRC) ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมโดยเฉพาะวัตถุอันตราย ซึ่งปัจจุบันดำเนินการ ณ สถาบันเทคโนโลยีนิวเจอร์ซีย์ (New Jersey Institute of Technology) มลรัฐนิวเจอร์ซีย์ ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีมหาวิทยาลัย 5 แห่ง ร่วมในเครือข่ายและมีโรงงานอุตสาหกรรม 40 แห่ง เป็นสมาชิก โดย National Science Foundation (NSF) ให้ทุนสนับสนุนบางส่วน ในศูนย์ IUCRC ดังกล่าวประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการหลายสาขาทั้งวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม วิศวกรรมเครื่องกล วิศวกรรมโยธา วิศวกรรมเคมี วิศวกรรมปฐพี สาธารณสุข สังคมศาสตร์ ดำเนินโครงการวิจัยที่โรงงานอุตสาหกรรมสามารถนำไปปฏิบัติได้ ซึ่งทุนสนับสนุนวิจัยมาจากค่าสมาชิกที่จ่ายโดยโรงงานอุตสาหกรรมที่ร่วมโครงการ นอกจากได้ผลงานที่สามารถนำไปปฏิบัติได้แล้วยังมีการถ่ายทอดความรู้เทคโนโลยี การฝึกอบรมต่าง ๆ เพื่อพัฒนาบุคลากรให้แก่โรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นสมาชิกอีกด้วย

จากผลสำเร็จของโครงการ IUCRC โดย ศ.ดร.เมธี เวชรัตน์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา และสิ่งแวดล้อม สถาบันเทคโนโลยีนิวเจอร์ซีย์ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการจัดการวัตถุอันตรายท่านหนึ่งและมีบทบาทสำคัญในการดำเนินการของ IUCRC ซึ่งได้รับเชิญให้ไปช่วยจัดตั้งเครือข่ายทำนองเดียวกับ IUCRC ที่ประเทศ อังกฤษ ฝรั่งเศส อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ ได้เสนอรูปแบบสำหรับประเทศไทยมายังสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และทางสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย เห็นว่ารูปแบบเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง สำหรับการพัฒนาโครงสร้างการแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในประเทศไทยด้วย จึงได้จัดงบประมาณเพื่อสนับสนุนโครงการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย ด้านการจัดการสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตราย ซึ่งเป็นที่มาของโครงการวิจัยนี้

## 1.2 เป้าหมาย

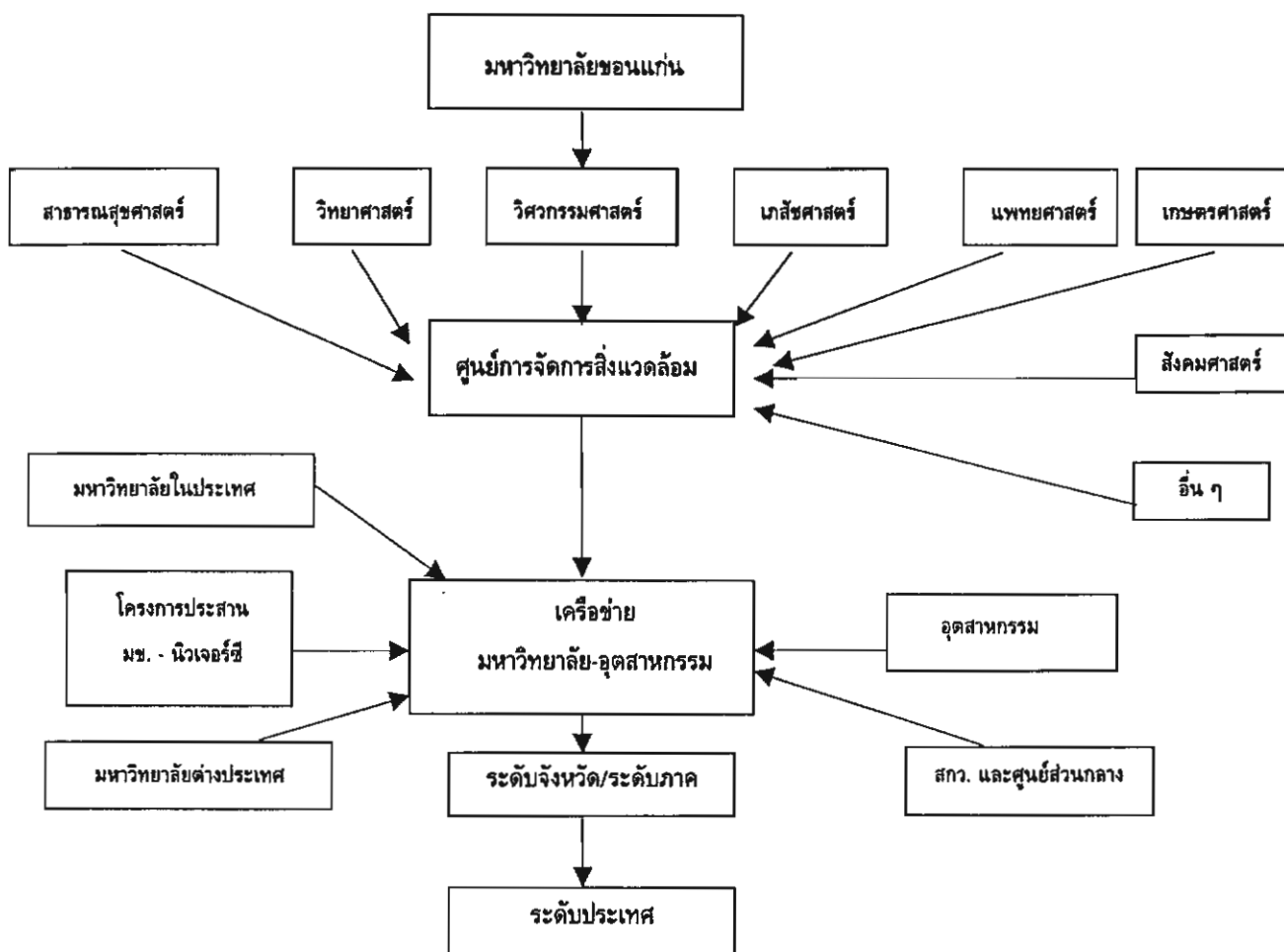
เป้าหมายของโครงการคือการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยขึ้นในประเทศไทย โดยเริ่มด้วยการพัฒนาโครงสร้างภายในมหาวิทยาลัย โดยรวมกลุ่มอาจารย์ในสาขาต่าง ๆ ที่สนใจ การจัดหาเครื่องมือ อุปกรณ์ที่จำเป็น ตลอดจนการพัฒนาหลักสูตรหรือโครงการฝึกอบรมที่เกี่ยวข้อง เมื่อพร้อมแล้วก็จะนำไปสู่การร่วมมือกับภาคอุตสาหกรรมและภาคราชการเพื่อนำไปปฏิบัติในสถานการณ์จริงในแต่ละท้องถิ่นและภูมิภาค ตลอดจนระดับชาติต่อไป โดยมีแนวทางดำเนินการ 3 ขั้นตอนกล่าวคือ

ขั้นที่ 1 มีเป้าหมายให้มหาวิทยาลัยรวมกลุ่มอาจารย์และนักวิจัยร่วมจัดทำ โครงการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมและวัตถุอันตรายในสถาบันของตน เช่น การจัดทำระบบข้อมูล การติดตามการใช้และการกำจัดสารเคมี วัตถุไวไฟต่าง ๆ ที่ใช้อยู่เป็นประจำ ตลอดจนการจัดทำระบบการจัดการแก้ไขปัญหามลพิษภายในมหาวิทยาลัย การจัดทีมแก้ปัญหาฉุกเฉินด้านนี้ ตลอดจนการพัฒนาหลักสูตร การอบรม การพัฒนาระเบียบ กฎเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นต้น

ขั้นที่ 2 เมื่อมหาวิทยาลัยดำเนินการขั้นที่ 1 ได้ผลดีแล้วก็จะขยายขอบเขตให้ครอบคลุมพื้นที่ในจังหวัดที่มหาวิทยาลัยตั้งอยู่ โดยจะต้องได้รับการสนับสนุนร่วมมือจากภาครัฐและเอกชนที่เกี่ยวข้องด้วย

ขั้นที่ 3 เมื่อมหาวิทยาลัยดำเนินการขั้นที่ 2 ได้ผลดีแล้ว ก็จะขยายขอบเขตให้เป็นเครือข่ายต่อเนื่องไปยังทุกภูมิภาคของประเทศ โดยพยายามยกระดับการจัดการ การวิจัย และการปฏิบัติการต่างๆ ให้ได้มาตรฐานสากล เพื่อสามารถประสานข้อมูลและการร่วมมือได้กับองค์กรทำนองเดียวกันในต่างประเทศ และเพื่อการจัดตั้งเป็น ศูนย์แห่งชาติต่อไป

รูปแบบโครงการเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย แสดงในรูปที่ 1.2-1



รูปที่ 1.2-1 รูปแบบโครงการเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัย

### 1.3 วัตถุประสงค์

ขอบเขตการศึกษาของโครงการนี้จะครอบคลุมขั้นตอนการดำเนินงานให้บรรลุเป้าหมายของโครงการขั้นที่ 1 คือให้มหาวิทยาลัยได้พัฒนาระบบการจัดการด้านของเสียจากสิ่งแวดลอมและวัตถุอันตราย ซึ่งประกอบด้วย การสร้างนโยบาย การดำเนินการ ความพร้อมทางบุคลากร สถานที่และเครื่องมือ อุปกรณ์การวิจัย และหลักสูตรฝึกอบรม ดังนั้น โครงการขั้นที่ 1 จึงมีวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

- 1) เพื่อสำรวจและพัฒนาฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดลอมและวัตถุอันตรายภายในมหาวิทยาลัย ซึ่งประกอบด้วย ทรัพยากรบุคคล เครื่องมือ อุปกรณ์ การจัดการที่ดำเนินการอยู่
- 2) เพื่อจัดทำฐานข้อมูลเพื่อติดตามการเคลื่อนไหวของวัตถุอันตรายที่ใช้อยู่ในมหาวิทยาลัยตั้งแต่เข้ามาจนกระทั่งออกไป
- 3) เพื่อเสนอรายการเครื่องมืออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการวิจัย และโปรแกรมการฝึกอบรม เพื่อสร้างความสามารถให้แก่ผู้วิจัยที่จะต้องปฏิบัติงานด้านการจัดการและแก้ปัญหาอุบัติเหตุจากวัตถุอันตราย
- 4) เพื่อจัดตั้งหน่วยช่วยเหลือฉุกเฉิน (Emergency Response Team) และจัดทำขั้นตอนการดำเนินการถ้ามีอุบัติเหตุด้านวัตถุอันตรายภายในมหาวิทยาลัย โดยกำหนดผู้รับผิดชอบ การฝึกอบรมผู้ปฏิบัติ และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องใช้ ตลอดจนการประสานงานกับหน่วยงานที่รับผิดชอบภายนอก
- 5) เพื่อสำรวจนโยบายของมหาวิทยาลัยในปัจจุบันเกี่ยวกับการจัดการด้านวัตถุอันตราย ถ้าไม่เหมาะสมหรือยังไม่มียุทธศาสตร์จะดำเนินการจัดทำนโยบายซึ่งแสดงการแก้ปัญหาในระยะสั้นและระยะยาวไว้อย่างชัดเจน
- 6) เพื่อเสนอโครงการแก้ไขปัญหของเสียจากสิ่งแวดลอมและวัตถุอันตรายภายในมหาวิทยาลัยที่เป็นรูปธรรม สามารถนำไปปฏิบัติได้
- 7) เพื่อเสนอแนวทางการจัดตั้งเครือข่ายศูนย์วิจัยร่วมอุตสาหกรรม-มหาวิทยาลัยในขั้นต่อไป

### 1.4 ขอบเขตของรายงาน

ขอบเขตของรายงานฉบับสมบูรณ์ ครอบคลุมผลการดำเนินงานในพื้นที่ศึกษา (มหาวิทยาลัยขอนแก่น) ตั้งแต่เริ่มดำเนินการ เดือนเมษายน 2540 จนถึง กรกฎาคม 2542 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1) ผลการสำรวจแหล่งกำเนิดวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น และแผนผังแสดงแหล่งกำเนิดวัตถุอันตราย โดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์
- 2) ผลการสำรวจข้อมูลวัตถุอันตรายประเภทสารเคมี และก๊าซในห้องปฏิบัติการของคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น
- 3) ผลการสำรวจปริมาณของเสียอันตรายและการศึกษาลักษณะสมบัติของของเสียอันตราย (น้ำเสีย) จากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

4) การจัดทำระบบข้อมูลวัตถุดิบในท้องปฏิบัติการ ได้มีการพัฒนาโปรแกรมแล้วเสร็จตั้งแต่เดือน ตุลาคม 2541 พร้อมทั้งทำการบันทึกข้อมูลตั้งยอดของสารเคมีที่มีอยู่ในห้องเก็บสารเคมีและท้องปฏิบัติการต่าง ๆ ของภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น หลังจากการพัฒนาโปรแกรมและบันทึกข้อมูลผลการสำรวจ สารเคมีแล้วนั้นได้มีการติดตั้งระบบข้อมูลวัตถุดิบให้กับภาควิชา และคณะวิชาที่มีความประสงค์ต้องการติดตั้ง ระบบเพื่อการใช้งานนอกจากนั้นยังจัดให้มีการอบรมการใช้งานระบบข้อมูลวัตถุดิบเพื่อเสริมสร้างทักษะและ ความรู้แก่บุคลากรที่ทำงานในด้านนี้ต่อไป

5) แผนการจัดตั้งหน่วยช่วยเหลือฉุกเฉินและแผนป้องกันเหตุฉุกเฉินจากสารเคมีและวัตถุดิบ โดย เสนอแผนป้องกันตอบโต้เหตุฉุกเฉิน และจัดทำคู่มือการปฏิบัติการโต้ตอบภาวะฉุกเฉินจากสารเคมีภายใน มหาวิทยาลัย รวมทั้งได้จัดทำแผนผังท้องปฏิบัติการต่าง ๆ ภายในมหาวิทยาลัย แสดงจุดติดตั้งถังเคมีและหัวฉีดดับเพลิง

6) เสนอแนวทางการจัดการของเสียอันตรายจากท้องปฏิบัติการสองทางเลือกคือ จากท้องปฏิบัติการโดย หน่วยงานกลาง และการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากท้องปฏิบัติการ ณ ท้องปฏิบัติการ

7) จัดทำโครงสร้างระบบการจัดการวัตถุดิบ ซึ่งประกอบด้วย องค์การจัดการวัตถุดิบ การดำเนินการในส่วนต่าง ๆ ขององค์การจัดการวัตถุดิบ ซึ่งครอบคลุมงานการจัดการของเสียอันตราย งาน ระบบข้อมูลสารเคมีและของเสียอันตราย และงานช่วยเหลือฉุกเฉิน

## 2. การสำรวจวัตถุอันตรายและของเสียอันตราย

---

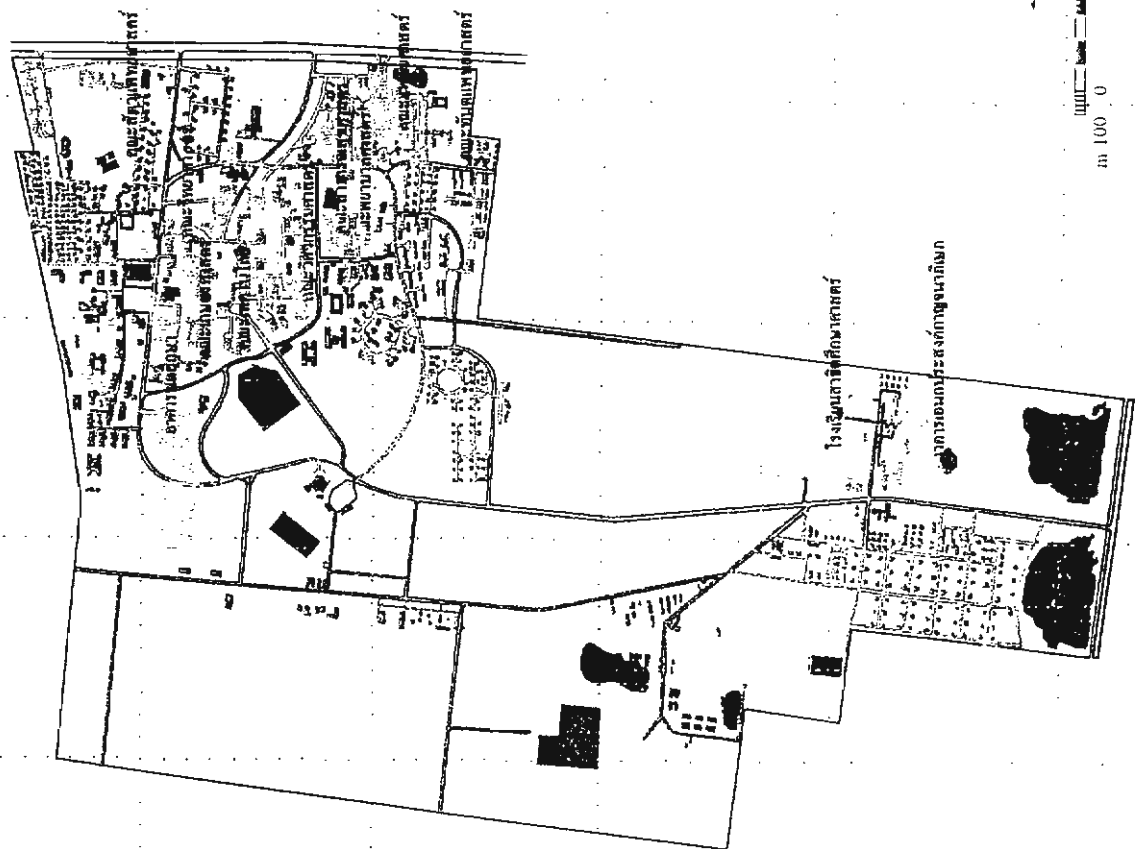
### 2.1 แหล่งกำเนิดวัตถุอันตราย

การศึกษาแหล่งกำเนิดวัตถุอันตรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่นซึ่งประกอบด้วย 16 คณะวิชา โดยใช้วิธีการสำรวจโดยแบบสอบถาม (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก 1) และการสำรวจจริงในภาคสนาม 14 คณะวิชา เนื่องจากมี 2 คณะวิชาที่ไม่มีห้องปฏิบัติการที่มีการใช้สารเคมี เพื่อรวบรวมข้อมูลสถานที่ตั้งแหล่งกำเนิดวัตถุอันตราย ชนิด และปริมาณสารอันตราย โดยทำการสำรวจตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2540 - กุมภาพันธ์ 2541 ขอบเขตการสำรวจครอบคลุมอาคารต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นดังแสดงในรูปที่ 2.1-1 และห้องปฏิบัติการในคณะต่าง ๆ รวม 16 คณะดังนี้

- 1) คณะเกษตรศาสตร์
- 2) คณะวิศวกรรมศาสตร์
- 3) คณะวิทยาศาสตร์
- 4) คณะศึกษาศาสตร์
- 5) คณะพยาบาลศาสตร์
- 6) คณะแพทยศาสตร์
- 7) คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (ไม่ได้ดำเนินการสำรวจ)
- 8) คณะเทคนิคการแพทย์
- 9) คณะสาธารณสุขศาสตร์
- 10) คณะทันตแพทยศาสตร์
- 11) คณะเภสัชศาสตร์
- 12) คณะเทคโนโลยี
- 13) คณะสัตวแพทยศาสตร์
- 14) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
- 15) คณะวิทยาการจัดการ (ไม่ได้ดำเนินการสำรวจ)
- 16) คณะศิลปกรรมศาสตร์

นอกจากนี้ยังทำการสำรวจหน่วยงานต่างๆ ของมหาวิทยาลัยที่คาดว่าจะเป็แหล่งกำเนิดของวัตถุอันตราย เพื่อให้ทราบสถานที่ตั้งและการจัดการในปัจจุบัน หน่วยงานต่างๆ เหล่านี้ ได้แก่ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ โรงเรียนสาธิตคณะศึกษาศาสตร์ งานซ่อมบำรุงเครื่องจักรกล กองอาคารและสถานที่ โรงกรองน้ำ เป็นต้น

**แผนผังมหาวิทยาลัยขอนแก่น**



รูปที่ 2.1-1 แผนผังอาคารต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

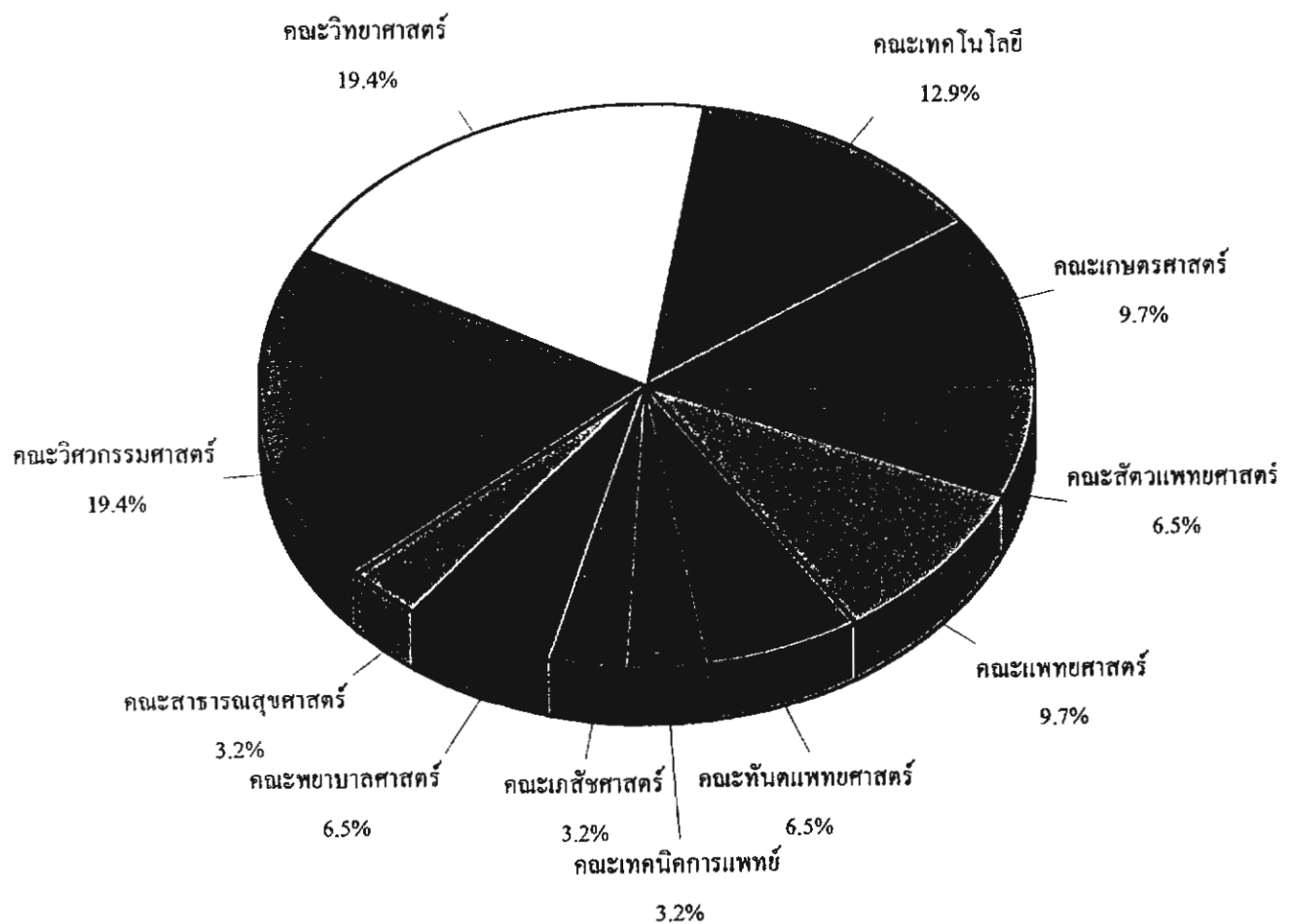
ผลการสำรวจข้อมูลแหล่งกำเนิดวัตถุอันตรายจาก 14 คณะ พบว่า 11 คณะ ที่มีการใช้สารเคมีที่จัดเป็นวัตถุอันตรายในการเรียนการสอน และจากอาคารเรียนทั้ง 14 คณะ จำนวน 56 แห่ง มีอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งสิ้น 31 แห่ง ซึ่งคิดเป็น 55.33% ของอาคารที่ทำการสำรวจ จากการสำรวจพบว่าคณะที่มีการเรียนการสอนด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเกือบ 100% ของจำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตราย โดยมีจำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตรายจากจำนวนอาคารเรียนทั้งหมดในแต่ละคณะดังตารางที่ 2.1-1 และสามารถแสดงสัดส่วนของห้องปฏิบัติการใช้สารเคมีในคณะต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 2.1-2

ตารางที่ 2.1-1 จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายของแต่ละคณะที่ทำการสำรวจ

| คณะ                   | จำนวนอาคารเรียนทั้งหมด (แห่ง) | จำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตราย (แห่ง) | จำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตรายเทียบกับจำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งหมด (%) | จำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตรายเทียบกับจำนวนอาคารเรียนทั้งหมดที่ทำการสำรวจ (%) |
|-----------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เกษตรศาสตร์        | 7                             | 3                                             | 9.70                                                                                            | 5.36                                                                                  |
| 2. เทคโนโลยี          | 5                             | 4                                             | 12.90                                                                                           | 7.14                                                                                  |
| 3. วิทยาศาสตร์        | 7                             | 6                                             | 19.40                                                                                           | 10.71                                                                                 |
| 4. วิศวกรรมศาสตร์     | 16                            | 6                                             | 19.40                                                                                           | 10.71                                                                                 |
| 5. สาธารณสุขศาสตร์    | 4                             | 1                                             | 19.40                                                                                           | 1.78                                                                                  |
| 6. พยาบาลศาสตร์       | 4                             | 2                                             | 3.20                                                                                            | 3.57                                                                                  |
| 7. เภสัชศาสตร์        | 1                             | 1                                             | 6.50                                                                                            | 1.78                                                                                  |
| 8. เทคนิคการแพทย์     | 1                             | 1                                             | 3.20                                                                                            | 1.78                                                                                  |
| 9. ทันตแพทยศาสตร์     | 2                             | 2                                             | 6.50                                                                                            | 3.57                                                                                  |
| 10. แพทยศาสตร์        | 3                             | 3                                             | 9.70                                                                                            | 5.36                                                                                  |
| 11. สัตวแพทยศาสตร์    | 2                             | 2                                             | 6.50                                                                                            | 3.57                                                                                  |
| 12.ศึกษาศาสตร์        | 1                             | 0                                             | 0.00                                                                                            | 0.00                                                                                  |
| 13. สถาปัตยกรรมศาสตร์ | 2                             | 0                                             | 0.00                                                                                            | 0.00                                                                                  |
| 14. ศิลปกรรมศาสตร์    | 1                             | 0                                             | 0.00                                                                                            | 0.00                                                                                  |
| รวม                   | 56                            | 31                                            | 100                                                                                             | 55.33                                                                                 |

หมายเหตุ : คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ และคณะวิทยาการจัดการมิได้ทำการสำรวจ

ส่วนหน่วยงานอื่นๆ นอกเหนือจากหน่วยงานที่ทำการเรียนการสอน พบว่ามีหน่วยงานที่ก่อให้เกิดของเสียอันตรายเป็นจำนวนค่อนข้างสูง ได้แก่ โรงพยาบาลศรีนครินทร์ โรงซ่อมรถมหาวิทยาลัย หน่วยซ่อมบำรุงหอพักนักศึกษา ศูนย์สุขภาพ อาคารโรงพยาบาลสัตว์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ ซึ่งหน่วยงานดังกล่าวเป็นหน่วยงานบริการของมหาวิทยาลัย มีการใช้วัสดุอุปกรณ์และโคกภัณฑ์ซึ่งก่อให้เกิดของเสียอันตราย และควรได้รับการบำบัดอย่างถูกต้องเช่นเดียวกับของเสียและวัตถุอันตรายจากห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยผลการสำรวจชนิดของเสียประเภทมูลฝอยอันตรายจากหน่วยงานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.1-2



รูปที่ 2.1-2 จำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตรายเมื่อเทียบกับจำนวนอาคารเรียนที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งหมด (%) ของคณะที่ทำการสำรวจ

ตารางที่ 2.1-2 ชนิดของของเสียอันตรายจากหน่วยงานต่างๆ

| หน่วยงาน                         | ชนิดของมูลฝอยอันตราย*    |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1. โรงพยาบาล                     |                          |
| - หน่วยตรวจผู้ป่วยนอก            | 1, 2, 3, 4, 5, 7         |
| - หอผู้ป่วย                      | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7      |
| - ห้องผ่าตัด                     | 1                        |
| - ห้องคลอดและหน่วยวางแผนครอบครัว | 1, 7                     |
| - หน่วยอุบัติเหตุฉุกเฉิน         | 1, 2, 3, 4, 7            |
| - หน่วยทันตกรรม                  | 3, 7                     |
| - หน่วยจุลทรรศน์คลินิก           | 1, 2, 3, 7               |
| - หน่วยเคมีคลินิก                | 1, 2, 3, 7               |
| - หน่วยภูมิคุ้มกันวิทยาคลินิก    | 1, 2, 3                  |
| - หน่วยพยาธิวิทยา                | 1, 2, 3                  |
| - หน่วยรังสีวินิจฉัย             | 2                        |
| - หน่วยรังสีรักษา                | 2                        |
| - หน่วยเวชศาสตร์นิวเคลียร์       | 2                        |
| 2. ศูนย์สุขภาพ                   | มูลฝอยติดเชื้อ           |
| 3. โรงซ่อมรถมหาวิทยาลัย          | น้ำมันเครื่อง, แบตเตอรี่ |
| 4. หน่วยซ่อมบำรุงหอพักนักศึกษา   | หลอดฟลูออเรสเซนต์        |

หมายเหตุ \* มูลฝอยอันตรายของโรงพยาบาลแบ่งแยกออกเป็นประเภทและชนิดต่างๆ ได้ ดังนี้

1. Pathological waste
2. Radioactive waste
3. Chemical waste
4. Sharp waste
5. Pharmaceutical waste
6. Pressurized container
7. Infectious waste

ข้อมูลจากการสำรวจสถานที่ตั้งของแหล่งกำเนิดวัตถุอันตรายทั้งหมดดังกล่าวนี้ได้ทำการเก็บรวบรวมจัดทำเป็นแผนที่โดยใช้ GPS (Global Positioning System) เป็นเครื่องกำหนดตำแหน่ง และแสดงรูปโดยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) โปรแกรมที่ใช้สำหรับการจัดทำระบบข้อมูล GIS นี้คือ โปรแกรม SPANS ซึ่งแผนที่แสดงการกระจายของสถานที่ที่เป็นแหล่งกำเนิดวัตถุอันตราย แสดงในรูปที่ 2.1-3



### 2.1.1 ชนิดของวัตถุอันตรายจากแหล่งกำเนิด

จากการสำรวจพบว่าคณะต่างๆ จำนวน 14 คณะ ซึ่งประกอบด้วยอาคารเรียนทั้งสิ้น 56 แห่ง มีการใช้วัตถุอันตราย 31 แห่ง การสำรวจชนิดของวัตถุอันตรายจากแหล่งกำเนิด ได้แบ่งประเภทของวัตถุอันตรายเป็น 9 กลุ่มใหญ่ๆ ตามการจัดแบ่งขององค์การพาณิชยนาวีระหว่างประเทศ ดังนี้

- 1) วัตถุระเบิด (Explosive)
- 2) ก๊าซ (Gas)
- 3) ของเหลวติดไฟได้ (Inflammable Liquids)
- 4) ของแข็งติดไฟได้ (Inflammable Solids)
- 5) สารออกซิไดซ์และสารออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์ (Oxidizing Substances and Organic Peroxides)
- 6) สารพิษและสารติดเชื้อ
  - 6.1) สารพิษ (Toxic or Poisonous)
  - 6.2) สารติดเชื้อ (Infectious Substances)
- 7) สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Substances)
- 8) สารกัดกร่อน (Corrosive)
- 9) สารอันตรายอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถจัดอยู่ในประเภทใดได้

ผลการสำรวจประเภทห้องปฏิบัติการ จำนวนห้องปฏิบัติการ ชนิดของวัตถุอันตรายที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ และการจัดการเบื้องต้น ในคณะและภาควิชาต่าง ๆ แสดงในภาคผนวก ก2

สำหรับการจัดการของเสียอันตรายที่ปฏิบัติในมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีเพียงภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชารังสี คณะแพทยศาสตร์ ในโรงพยาบาลศรีนครินทร์ ดังแสดงในตารางที่ 2.1-3 ส่วนห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ในคณะต่าง ๆ นั้นระบายทิ้งลงสู่ท่อระบายน้ำรวมของมหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.1-3 การจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้นในคณะและภาควิชาต่าง ๆ

| คณะ                | ภาควิชา                                                                            | การจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้น                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. เกษตรศาสตร์     | กีฏวิทยา, พืชไร่, ประมง, ปฐพีศาสตร์, พืชสวน, โรคพืชวิทยา, สัตวศาสตร์               | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 2. วิศวกรรมศาสตร์  | เครื่องกล, เคมี, สิ่งแวดล้อม, โยธา, อุตสาหการ                                      | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 3. วิทยาศาสตร์     | ฟิสิกส์, วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, ชีวเคมี, ชีววิทยา, จุลชีววิทยา                    | ไม่มี (ยกเว้นภาควิชาจุลชีววิทยามีการอบฆ่าเชื้อจุลินทรีย์)                                                                                                                                                                                                                                        |
|                    | เคมี                                                                               | แยกของเสียเป็น 2 ประเภท<br>1. น้ำล้างอุปกรณ์ มีการปรับ pH = 7 โดยใช้โซดาไฟ ก่อนระบายสู่ท่อระบายน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัย<br>2. สารเคมีหลังการทดลอง ปรับ pH = 12-13 โดยใช้โซดาไฟ น้ำตะกอนที่ได้ไปหล่อกับปูนซีเมนต์เพื่อฝังกลบ สำหรับน้ำใส ปรับ pH = 7 ก่อนระบายสู่ท่อระบายน้ำเสียรวมของมหาวิทยาลัย |
| 4. ศึกษาศาสตร์     | เทคโนโลยีการศึกษา                                                                  | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 5. พยาบาลศาสตร์    | การศึกษาวิจัยและบริหารการศึกษาศาพยาบาล<br>พื้นฐานการพยาบาล                         | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 6. แพทยศาสตร์      | นิติเวชศาสตร์, พยาธิวิทยา, เภสัชวิทยา, กายวิภาคศาสตร์, จุลชีววิทยา                 | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                    | ชีวเคมี                                                                            | - ขยะติดเชื้อ แยกทำลายในเตาเผาขยะ<br>- สารละลายกรดต่าง ปรับ pH เป็นกลางแล้วระบายสู่ท่อระบายน้ำเสียรวม<br>- สารละลายเข้มข้น บรรจุขวดเก็บไว้รอการนำไปทำลาย                                                                                                                                         |
|                    | รังสีวิทยา                                                                         | - มีการแยกขยะกัมมันตภาพรังสีใส่ภาชนะมิดชิดเพื่อรอการนำไปกำจัด                                                                                                                                                                                                                                    |
| 7. เทคนิคการแพทย์  | จุลทรรศน์คลินิก, เคมีคลินิก                                                        | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|                    | จุลชีววิทยาคลินิก                                                                  | มีการ Autoclave (อบฆ่าเชื้อโรคด้วยเครื่องสร้างความดันไอก่อนการล้างเครื่องแก้ว                                                                                                                                                                                                                    |
| 8. ทันตแพทยศาสตร์  | ปริทันตวิทยา, ทันตกรรมประดิษฐ์, ชีววิทยาช่องปาก, ทันตกรรมบูรณะ, วินิจฉัยโรคช่องปาก | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 9. สาธารณสุขศาสตร์ | โภชนวิทยา, วิทยาศาสตร์สุขภาพ                                                       | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 10. เภสัชศาสตร์    | เภสัชเคมี, พืชวิทยา, เภสัชพฤกษศาสตร์ และเภสัชวินิจฉัย, เภสัชอุตสาหกรรม             | ไม่มี                                                                                                                                                                                                                                                                                            |

ตารางที่ 2.1-3 (ต่อ) การจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้นในคณะและภาควิชาต่าง ๆ

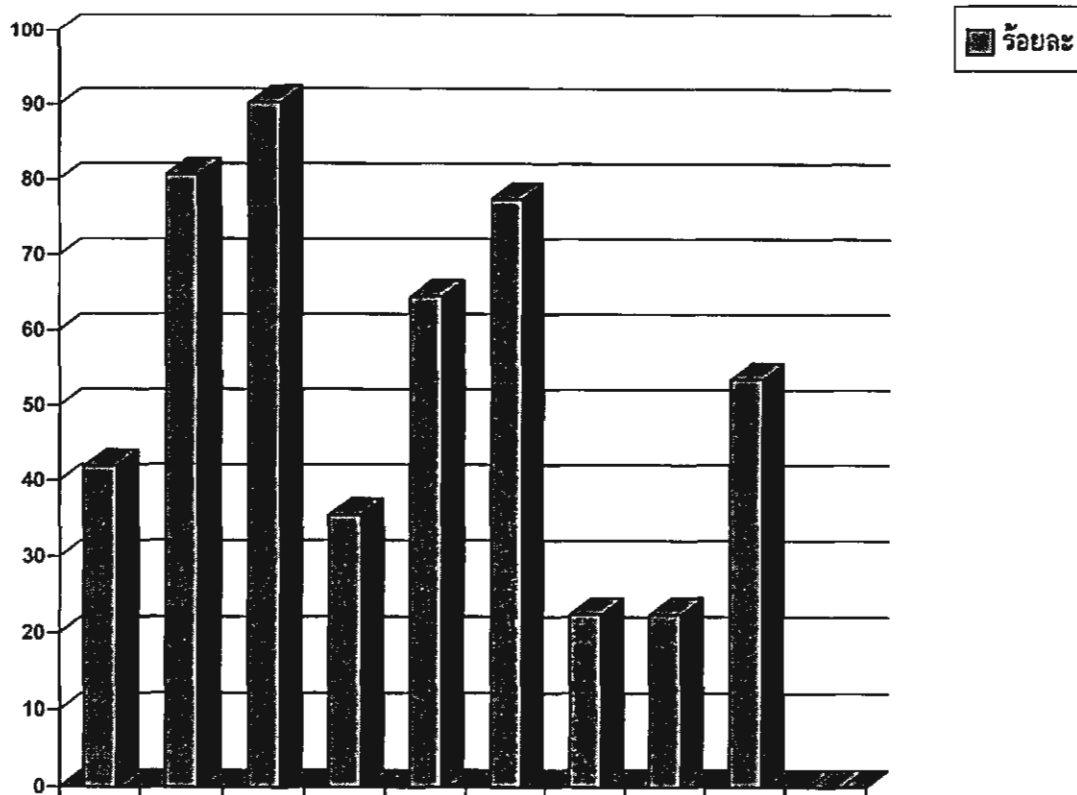
| คณะ                | ภาควิชา                                                                | การจัดการของเสียอันตรายเบื้องต้น                                  |
|--------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| 11. เทคโนโลยี      | เทคโนโลยีอาหาร, เทคโนโลยีธรณี                                          | ไม่มี                                                             |
|                    | เทคโนโลยีชีวภาพ                                                        | เก็บรวบรวมใส่ขวด ในกรณีเป็นสารพิษและตัวทำละลาย                    |
| 12. สัตวแพทยศาสตร์ | สัตววิทยา, กายวิภาคศาสตร์, พยาธิวิทยา, อายุรศาสตร์, สัตวแพทย์สาธารณสุข | ไม่มี                                                             |
|                    | เภสัชวิทยาและพิษวิทยา                                                  | ใช้ตู้ดูดไอระเหยควั่นพิษและเก็บสารที่ใช้แล้วไว้ในขวดบรรจุสารละลาย |
|                    | สัตวแพทย์สาธารณสุข                                                     | ทำการ Autoclave ก่อนทิ้ง                                          |
|                    | สัตวศาสตร์                                                             | ทำการเผารวบรวมใส่ถุงทิ้งลงถังขยะ                                  |

จากการศึกษาแหล่งกำเนิดมลพิษแยกตามประเภทของวัตถุอันตราย พบว่าจำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายจำพวกของเหลวติดไฟ ก๊าซ และสารพิษมีมากที่สุด ร้อยละ 90.32 80.64 และ 77.42 ตามลำดับเมื่อเทียบกับอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 2.1-4 และรูปที่ 2.1-4 ส่วนสารกัมมันตภาพรังสี ถึงแม้จะมีแหล่งกำเนิดอยู่น้อยแต่ก็นับว่าอันตรายและควรให้ความสำคัญในด้านการจัดการ

ตารางที่ 2.1-4 จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายจำแนกตามประเภทวัตถุอันตราย

| ประเภทวัตถุอันตราย                                                                       | จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตราย (แห่ง) | ร้อยละของจำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งหมด |
|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1. วัตถุระเบิด (Explosive)                                                               | 13                                       | 41.93                                             |
| 2. ก๊าซ (Gas)                                                                            | 25                                       | 80.64                                             |
| 3. ของเหลวติดไฟ (Inflammable Liquids)                                                    | 28                                       | 90.32                                             |
| 4. ของแข็งติดไฟ (Inflammable Solids)                                                     | 11                                       | 35.48                                             |
| 5. สารออกซิไดซ์ และสารออร์แกนิกเปอร์ออกไซด์ (Oxidizing Substances and Organic Peroxides) | 20                                       | 64.52                                             |
| 6. สารพิษและสารติดเชื้อ                                                                  |                                          |                                                   |
| 6.1 สารพิษ (Toxic or Poisonous)                                                          | 24                                       | 77.42                                             |
| 6.2 สารติดเชื้อ (Infectious Substances)                                                  | 7                                        | 22.58                                             |
| 7. สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Substances)                                           | 7                                        | 22.58                                             |
| 8. สารกัดกร่อน (Corrosives)                                                              | 29                                       | 53.55                                             |
| 9. สารอันตรายอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถจัดอยู่ในประเภทใดได้                                     | 0                                        | 0.00                                              |

หมายเหตุ : อาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งหมด 31 แห่ง



- หมายเหตุ : 1. วัตถุระเบิด (Explosive)
2. ก๊าซ (Gas)
3. ของเหลวติดไฟได้ (Inflammable Liquids)
4. ของแข็งติดไฟได้ (Inflammable Solids)
5. สารออกซิไดซ์และสารออกซิไดซ์อินทรีย์ (Oxidizing Substances and Organic Peroxides)
6. สารพิษและสารติดเชื้อ
- 6.1 สารพิษ (Toxic or Poisonous)
- 6.2 สารติดเชื้อ (Infectious Substances)
7. สารกัมมันตภาพรังสี (Radioactive Substances)
8. สารกัดกร่อน (Corrosive)
9. สารอันตรายอื่นๆ ซึ่งไม่สามารถจัดอยู่ในประเภทใดได้

รูปที่ 2.1-4 แผนภูมิแสดงการใช้สารอันตรายประเภทต่าง ๆ โดยแสดงเป็นค่าร้อยละระหว่างจำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายประเภทต่าง ๆ เทียบกับ จำนวนอาคารที่มีการใช้วัตถุอันตรายทั้งหมดของมหาวิทยาลัยขอนแก่น

## 2.2 การสำรวจวัตถุดิบทรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

การเก็บรวบรวมข้อมูลวัตถุดิบทรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น ได้ทำการสำรวจโดยใช้แบบฟอร์มมาตรฐาน (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ข1) เป็นเครื่องมือในการสำรวจ ชนิด และปริมาณสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ขอบเขตการสำรวจครอบคลุมคณะต่าง ๆ ที่มีการใช้สารเคมีในห้องปฏิบัติการ จำนวน 10 คณะ ได้แก่ คณะเกษตรศาสตร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ คณะเทคนิคการแพทย์ คณะทันตแพทยศาสตร์ คณะสาธารณสุขศาสตร์ คณะเภสัชศาสตร์ คณะเทคโนโลยี และคณะสัตวแพทยศาสตร์ รวมทั้งสิ้น 45 ภาควิชา ดังแสดงในภาคผนวก ข2

การสำรวจวัตถุดิบทรายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยใช้แบบสอบถามสำรวจชนิดของสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการของคณะต่าง ๆ จำนวน 10 คณะ 45 ภาควิชา ดังตารางที่ 2.2-1 พบว่าคณะที่มีชนิดของสารเคมีมากที่สุด คือ คณะวิทยาศาสตร์ จำนวน 3,898 รายการ ซึ่งในจำนวนนี้จัดเป็นวัตถุดิบทราย 2,079 รายการ รองลงมา คือ คณะเภสัชศาสตร์ จำนวน 1,106 รายการ จัดเป็นวัตถุดิบทราย 888 รายการ และคณะที่มีจำนวนรายการสารเคมีน้อยที่สุด คือ คณะสาธารณสุขศาสตร์ จำนวน 122 รายการ จัดเป็นวัตถุดิบทราย 115 รายการ โดยพบว่า ปริมาณสารเคมีทั้งชนิดของแข็งและของเหลวนั้นในคณะที่มีจำนวนรายการสารเคมีมาก ปริมาณสารเคมีก็มากตามไปด้วย ปริมาณสารเคมีชนิดของแข็งรวมทั้งสิ้นเป็น 6,107.73 กิโลกรัม และปริมาณสารเคมีชนิดของเหลวรวมทั้งสิ้น 19,969.34 ลิตร รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข3

นอกจากนี้ผลการสำรวจชนิดและปริมาณก๊าซที่ใช้ในคณะต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2.2-2 พบว่าชนิดของก๊าซที่ใช้ในห้องปฏิบัติการของคณะต่างๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่นมีทั้งสิ้น 10 ชนิด ได้แก่ มีเทน (ก๊าซหุงต้ม) อะเซติลีน ไฮโดรเจน อีเลียม ออกซิเจน อาร์กอน ไนโตรเจน คาร์บอนไดออกไซด์ ไนตรัสออกไซด์ และก๊าซผสม เมื่อพิจารณาการใช้ก๊าซ (ยกเว้นมีเทน) ในห้องปฏิบัติการ พบว่าส่วนใหญ่มีการใช้ก๊าซไนโตรเจนมากที่สุด จำนวน 51 ถัง (45 กก./ถัง) รองลงมาคือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จำนวน 39 ถัง (45 กก./ถัง) และก๊าซออกซิเจนจำนวน 31 ถัง (45 กก./ถัง) คณะวิทยาศาสตร์เป็นคณะที่มีการใช้ก๊าซไนโตรเจนมากที่สุด คือ 21 ถัง (45 กก./ถัง) รองลงมา คือ คณะเภสัชศาสตร์ 15 ถัง (45 กก./ถัง) ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์คณะวิทยาศาสตร์มีการใช้มากที่สุด คือ 19 ถัง (45 กก./ถัง) รองลงมา คือ คณะสัตวแพทยศาสตร์ 13 ถัง (45 กก./ถัง) และก๊าซออกซิเจนคณะสัตวแพทยศาสตร์มีการใช้มากที่สุด 19 ถัง (45 กก./ถัง) รองลงมา คือ คณะแพทยศาสตร์ 4 ถัง (45 กก./ถัง) รายละเอียดดังแสดงในภาคผนวก ข4 และ ข5

ตารางที่ 2.2-1 สารเคมีในห้องปฏิบัติการของคณะต่าง ๆ ในมหาวิทยาลัยขอนแก่น

| คณะ                            | จำนวนรายการสารเคมี  |                          | * ปริมาณสารเคมี  |                   |
|--------------------------------|---------------------|--------------------------|------------------|-------------------|
|                                | ทั้งหมด<br>(รายการ) | วัตถุอันตราย<br>(รายการ) | ของแข็ง<br>(กก.) | ของเหลว<br>(ลิตร) |
| 1. คณะเกษตรศาสตร์              | 333                 | 152                      | 131.17           | 313.44            |
| 2. คณะวิศวกรรมศาสตร์           | 179                 | 129                      | 146.32           | 175.22            |
| 3. คณะวิทยาศาสตร์              | 3,898               | 2,079                    | 3,131.18         | 7,089.43          |
| 4. คณะแพทยศาสตร์ <sup>1)</sup> | 226                 | 202                      | 150.88           | 368               |
| 5. คณะเทคนิคการแพทย์           | 136                 | 134                      | 55.98            | 209.72            |
| 6. คณะทันตแพทยศาสตร์           | 280                 | 259                      | 275.34           | 2,580             |
| 7. คณะสาธารณสุขศาสตร์          | 122                 | 115                      | 88.51            | 18.32             |
| 8. คณะเภสัชศาสตร์              | 1,106               | 888                      | 1,206.15         | 8,638.71          |
| 9. คณะเทคโนโลยี                | 662                 | 296                      | 643.72           | 291.61            |
| 10. คณะสัตวแพทยศาสตร์          | 648                 | 331                      | 278.48           | 284.89            |
| รวม                            | 7,587               | 4,625                    | 6,107.73         | 19,696.34         |

หมายเหตุ : จำนวนรายการสารเคมีที่ได้มีบางรายการที่ซ้ำกันเนื่องจากสำรวจจำนวนรายการในแต่ละภาควิชาโดยไม่ได้มีการแยกรายการที่ซ้ำกันออกไป

\* แสดงปริมาณสารเคมีที่คงเหลือในช่วงต้นภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2541

<sup>1)</sup> มีสารรังสี 5 รายการ



## 2.3 ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

การศึกษาของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ คณะผู้ศึกษาได้จำแนกของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ ประเภทอนินทรีย์ และประเภทอินทรีย์ เพื่อสะดวกในการพิจารณาวิธีการบำบัด โดยรายละเอียดลักษณะของเสียอันตรายทั้ง 2 ประเภทแสดงในตารางที่ 2.3-1 ของเสียอันตรายมีทั้งที่เป็นของเหลวและของแข็ง ส่วนใหญ่มีสถานะเป็นของเหลวหรือเป็นน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ

ตารางที่ 2.3-1 ลักษณะของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

| Classification          | Waste Reagent                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|-------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Inorganic waste reagent | 1) Waste reagent containing mercury<br>2) Waste reagent containing cyanide<br>3) Waste reagent containing fluoride and phosphoric acid<br>4) Waste reagent containing arsenic, chromium, heavy metals<br>5) Simple substances of alkali metals and hydrides<br>6) Waste reagent containing acid and alkali<br>7) Oxidizing agents, Reducing agents |
| Organic waste reagent   | 1) Combustible organic liquid, liquid containing halogen (chlorine), specialized combustible substances<br>2) Combustion-resistant organic liquid<br>3) Solid, explosive substances, agricultural pesticides                                                                                                                                       |

การดำเนินงานศึกษาวิจัยได้ทำการสำรวจปริมาณของเสียอันตรายและศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ 3 แห่ง ได้แก่ ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ และภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ โดยดำเนินการศึกษาใน 1 ปีการศึกษา (มิถุนายน 2539 - กุมภาพันธ์ 2540) ซึ่งผลการศึกษาวิจัย มีดังต่อไปนี้

### 2.3.1 ปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

#### 1) ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมีแบ่งเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ คือ ประเภทอนินทรีย์ ประเภทอินทรีย์ และประเภทอนินทรีย์รวมกับอินทรีย์ โดยในแต่ละประเภทได้แยกเป็นของเหลว คือ สารละลายเคมี และของแข็ง เช่น ผลึกที่ติดกระดาดกรอง เป็นต้น โดยพิจารณาเฉพาะของเสียประเภทสารเคมีที่เหลือภายหลังการทดลองเท่านั้น (ไม่รวมน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ที่ทำการทดลอง) โดยประเมินจากปริมาณสารเคมีที่ใช้เตรียมสำหรับ

ทำการทดลองและปฏิบัติการ ใน 1 ปีการศึกษา (มิถุนายน 2539 - กุมภาพันธ์ 2540) ผลการประเมินสรุปได้ดังตารางที่ 2.3-2 (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก1)

โดยพบว่ามีของเสียอยู่ในสถานะของเหลวหรือน้ำเสียทั้งหมด 3,400 ลิตร เป็นประเภทอินทรีย์มากที่สุด คือ 2,036 ลิตร รองลงมาคือประเภทอนินทรีย์รวมกับอินทรีย์ และประเภทอินทรีย์ ซึ่งมีปริมาณ 1,296 และ 68 ลิตร ตามลำดับ สำหรับของเสียที่อยู่ในสถานะของแข็งมีปริมาณทั้งหมด 42 กิโลกรัม เป็นประเภทอนินทรีย์รวมกับอินทรีย์ 21.1 กิโลกรัม ประเภทอินทรีย์ 18 กิโลกรัม และประเภทอนินทรีย์ 2.9 กิโลกรัม

ตารางที่ 2.3-2 ปริมาณของเสียอันตรายประเภทสารเคมี จากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ (ปีการศึกษา 2539)

| ห้องปฏิบัติการ   | รายวิชา                                                                                   | ภาควิชา  | ปริมาณของเสีย  |               |                |               |           |
|------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------|---------------|----------------|---------------|-----------|
|                  |                                                                                           |          | อนินทรีย์      |               | อินทรีย์       |               | รวม (กก.) |
|                  |                                                                                           |          | ของเหลว (ลิตร) | ของแข็ง (กก.) | ของเหลว (ลิตร) | ของแข็ง (กก.) |           |
| 1401, 1406       | Basic Organic Chemistry Laboratory (312 113)                                              | ต้น-ปลาย |                |               |                |               |           |
| 4405, 4407       | Analytical Chemistry Laboratory (313 142) และ Analytical Chemistry Laboratory I (312 243) | ปลาย     | 603            | 0.2           |                |               |           |
| 4507             | Practical Organic Chemistry (312 411)                                                     | ต้น-ปลาย |                |               |                |               |           |
|                  | Organic Chemistry Laboratory (312 216) และ Organic Chemistry Laboratory I (313 212)       | ต้น      |                |               | 13             | 3             | 30        |
| 1231             | General Chemistry Laboratory I (312 102)                                                  | ต้น      | 86             |               |                |               |           |
|                  | General Chemistry Laboratory II (312 104)                                                 | ต้น      | 102            | 2.6           |                |               |           |
| 1301, 1306, 1406 | General Chemistry Laboratory (312 106)                                                    | ปลาย     | 134            |               |                |               |           |
|                  | 313 348                                                                                   | ต้น-ปลาย | 49             |               | 2              |               | 50        |
| 4407             | Instrumental Analysis Laboratory (313 342)                                                | ต้น      | 43             |               |                |               |           |
|                  | Separation Technic & Chromatography Analysis Laboratory (313 346)                         | ปลาย     | 13             |               | 13             |               |           |
| 4208             | Inorganic Chemistry Laboratory I (313 122)                                                | ต้น      | 31             | 0.12          |                |               | 9         |
|                  | Inorganic Chemistry Laboratory II (313 322)                                               | ปลาย     |                |               |                |               | 56        |
| 4307             | Physical Chemistry (312 233) และ Biophysical Chemistry (312 234)                          | ต้น      | 570            |               | 1              | 5             | 414       |
|                  | Physical Chemistry Laboratory I (313 232)                                                 | ปลาย     |                |               |                |               |           |
|                  | Physical Chemistry Laboratory II (313 234)                                                | ต้น      | 96             |               | 39             | 5             | 134       |
|                  | รวม                                                                                       |          | 2,036          | 2.92          | 68             | 18            | 1,296     |
|                  |                                                                                           |          |                |               |                |               | 21.1      |

หมายเหตุ : ภาคการศึกษาต้น : (มิถุนายน - กันยายน 2539)

ภาคการศึกษาปลาย : (พฤศจิกายน 2539 - กุมภาพันธ์ 2540)

ที่มา : จากการสำรวจภาคสนามของคณะผู้ศึกษา

## 2) ห้องปฏิบัติการภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์

ผลการสำรวจปริมาณของเสียอันตรายประเภทสารเคมี จากห้องปฏิบัติการภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ โดยประเมินจากปริมาณสารเคมีที่เตรียมสำหรับใช้ในการทดลองและปฏิบัติการใน 1 ปีการศึกษา (มิถุนายน 2539 – กุมภาพันธ์ 2540) สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3-3 พบว่าใน 1 ปีการศึกษา มีของเสียประเภทอินทรีย์ปริมาณ 149 ลิตร และประเภทอนินทรีย์ 142 ลิตร ซึ่งทั้ง 2 ประเภทมีปริมาณใกล้เคียงกัน โดยรายละเอียดผลการสำรวจแสดงในภาคผนวก ก2

ตารางที่ 2.3-3 ปริมาณของเสียอันตรายประเภทสารเคมีของภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์

| รายวิชา                             | ปริมาณของเสีย    |                 |
|-------------------------------------|------------------|-----------------|
|                                     | อนินทรีย์ (ลิตร) | อินทรีย์ (ลิตร) |
| พื้นฐานเคมีทางเภสัชศาสตร์ (613 251) | 36               | 27              |
| การวิเคราะห์ยา 1 (613 252)          | 63               | 92              |
| การวิเคราะห์ยา 2 (613 351)          | 21               | 17              |
| วิชาในสาขาพิเศษ                     | 29               | 6               |
| รวม                                 | 149              | 142             |

อย่างไรก็ตามได้มีการศึกษาปริมาณสารเคมีภายหลังการทดลองและปริมาณน้ำล้างอุปกรณ์ภายหลังการทดลองของภาควิชาเภสัชเคมี และพิษวิทยา โดยเก็บรวบรวมข้อมูลจากสารละลายเคมีและน้ำล้างอุปกรณ์ที่เกิดขึ้นจริงจากการทดลองและปฏิบัติการใน 1 ปีการศึกษา (มิถุนายน 2541 – กุมภาพันธ์ 2542) พบว่า สารละลายเคมีภายหลังการทดลองมีปริมาณ 1,933 ลิตร และน้ำล้างอุปกรณ์มีปริมาณ 18,612 ลิตร ดังแสดงในตารางที่ 2.3-4

ตารางที่ 2.3-4 ปริมาณสารละลายเคมีภายหลังการทดลองและปฏิบัติการและน้ำล้างอุปกรณ์ ของภาควิชาเภสัชเคมี และภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์

| รายวิชา                                       | ปริมาณน้ำเสีย                               |                                 |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|
|                                               | สารละลายเคมีจากการทดลองและปฏิบัติการ (ลิตร) | น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ (ลิตร) |
| เคมีเชิงเภสัชศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (613 251)      | 186                                         | 6,499                           |
| การวิเคราะห์ยา 1 (613 252)                    | 1,231                                       | 9,224                           |
| การวิเคราะห์ยา 2 (613 351)                    | 101                                         | 1,307                           |
| การสังเคราะห์ยา (613 552)                     | 4                                           | 14                              |
| การแยกสกัดยา (613 551)                        | 46                                          | 235                             |
| เทคนิคการใช้เครื่องมือด้านวิเคราะห์ (613 555) | 197                                         | 854                             |
| Environmental Toxic Lab (614 651)             | 15                                          | 28                              |
| Toxicology (614 351)                          | 153                                         | 451                             |
| <b>รวม</b>                                    | <b>1,933</b>                                | <b>18,612</b>                   |

### 3) ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม เป็นห้องปฏิบัติการเคมีของน้ำและน้ำทิ้ง กิจกรรมในห้องปฏิบัติการแบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ กิจกรรมให้บริการตรวจสอบคุณภาพน้ำ ซึ่งปฏิบัติการโดยเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ การปฏิบัติการทดลองของนักศึกษาและกิจกรรมที่ทำโดยนักศึกษาที่ทำงานโครงการ ซึ่งของเสียที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เป็นประเภทอนินทรีย์ การสำรวจปริมาณของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ โดยพิจารณาน้ำเสียรวมทั้งที่เป็นสารละลายเคมีภายหลังการทดลองและปฏิบัติการและน้ำล้างอุปกรณ์ โดยรวบรวมข้อมูลจากการประเมินปริมาณน้ำใช้ทั้งหมดในอาคารในหลักการที่ว่า 80 % ของน้ำใช้เป็นน้ำทิ้งที่ลงท่อระบายน้ำจากอาคาร ทำการสำรวจปริมาณน้ำเสียในช่วงวันที่ 11 พฤศจิกายน - 16 ธันวาคม 2541 ซึ่งเป็นช่วงที่มีการใช้ห้องปฏิบัติการสูงสุด รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 2.3-5 จากกิจกรรมทั้ง 2 ประเภท พบว่ามีปริมาณน้ำทิ้งที่ลงท่อระบายน้ำสูงสุดวันละ 1,760 ลิตร และต่ำสุด 160 ลิตร คิดเป็นปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยต่อวัน คือ 973 ลิตร/วัน

ตาราง 2.3-5 ปริมาณการใช้น้ำของห้องปฏิบัติการเคมี ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

| วันที่     | ปริมาณของน้ำที่ใช้ในอาคาร<br>(ลิตร) | ปริมาณน้ำเสียที่ส่งต่อระบบน้ำ<br>(ลิตร) |
|------------|-------------------------------------|-----------------------------------------|
| 11 พ.ย. 41 | 2,200                               | 1,760                                   |
| 12 พ.ย. 41 | 1,000                               | 800                                     |
| 13 พ.ย. 41 | 1,500                               | 1,200                                   |
| 14 พ.ย. 41 | 200                                 | 160                                     |
| 15 พ.ย. 41 | 300                                 | 240                                     |
| 16 พ.ย. 41 | 2,000                               | 1,600                                   |
| 17 พ.ย. 41 | 2,200                               | 1,760                                   |
| 18 พ.ย. 41 | 1,500                               | 1,200                                   |
| 19 พ.ย. 41 | 1,000                               | 800                                     |
| 20 พ.ย. 41 | 1,000                               | 800                                     |
| 21 พ.ย. 41 | 400                                 | 320                                     |
| 22 พ.ย. 41 | 600                                 | 480                                     |
| 23 พ.ย. 41 | 2,000                               | 1,600                                   |
| 24 พ.ย. 41 | 1,600                               | 1,280                                   |
| 25 พ.ย. 41 | 3,900                               | 3,120                                   |
| 26 พ.ย. 41 | 1,800                               | 1,440                                   |
| 27 พ.ย. 41 | 2,000                               | 1,600                                   |
| 28 พ.ย. 41 | 300                                 | 240                                     |
| 29 พ.ย. 41 | 400                                 | 320                                     |
| 30 พ.ย. 41 | 500                                 | 400                                     |
| 1 ธ.ค. 41  | 700                                 | 560                                     |
| 2 ธ.ค. 41  | 800                                 | 640                                     |
| 3 ธ.ค. 41  | 1,500                               | 1,200                                   |
| 4 ธ.ค. 41  | 700                                 | 560                                     |
| 5 ธ.ค. 41  | 300                                 | 240                                     |
| 6 ธ.ค. 41  | 200                                 | 160                                     |
| 7 ธ.ค. 41  | 1,500                               | 1,200                                   |
| 8 ธ.ค. 41  | 2,200                               | 1,760                                   |
| 9 ธ.ค. 41  | 2,000                               | 1,600                                   |
| 10 ธ.ค. 41 | 900                                 | 720                                     |
| 11 ธ.ค. 41 | 1,200                               | 960                                     |
| 12 ธ.ค. 41 | 600                                 | 480                                     |
| 13 ธ.ค. 41 | 200                                 | 160                                     |
| 14 ธ.ค. 41 | 2,000                               | 1,600                                   |
| 15 ธ.ค. 41 | 1,400                               | 1,120                                   |
| 16 ธ.ค. 41 | 1,200                               | 960                                     |
| <b>รวม</b> | <b>43,800</b>                       | <b>35,040</b>                           |

### 2.3.2 ลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการ

#### 1) ห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

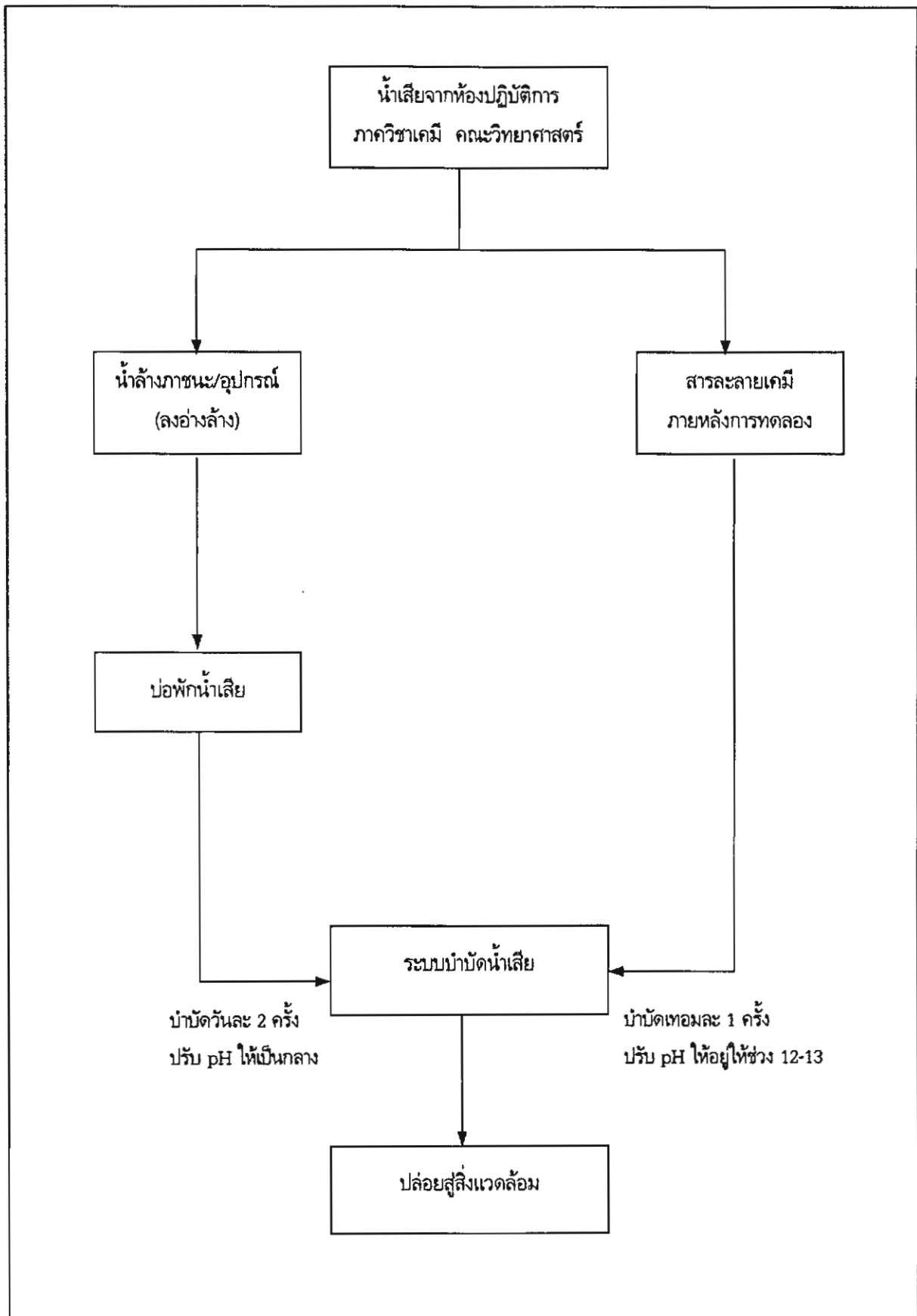
การศึกษาลักษณะสมบัติของน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ได้ทำการศึกษา น้ำเสีย 2 ส่วนคือ สารละลายเคมีภายหลังการทดลองไม่รวมน้ำล้างอุปกรณ์ โดยแยกใส่ภาชนะไว้เพื่อรอการบำบัด ตอนสิ้นภาคการศึกษาด้วยวิธีการปรับสภาพให้เป็นกลาง และน้ำล้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง ซึ่งน้ำส่วนนี้จะไหลลงสู่ท่อรวมน้ำเสียของอาคารเก็บไว้ในบ่อพัก แล้วทำการบำบัดวันละประมาณ 2 ครั้ง ด้วยวิธีการปรับสภาพให้เป็นกลาง ก่อนปล่อยลงสู่สิ่งแวดล้อม ดังแสดงในรูปที่ 2.3-1 โดยทำการศึกษาในภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2540 (เดือนพฤศจิกายน 2540-มกราคม 2541)

##### (1) วิธีการศึกษา

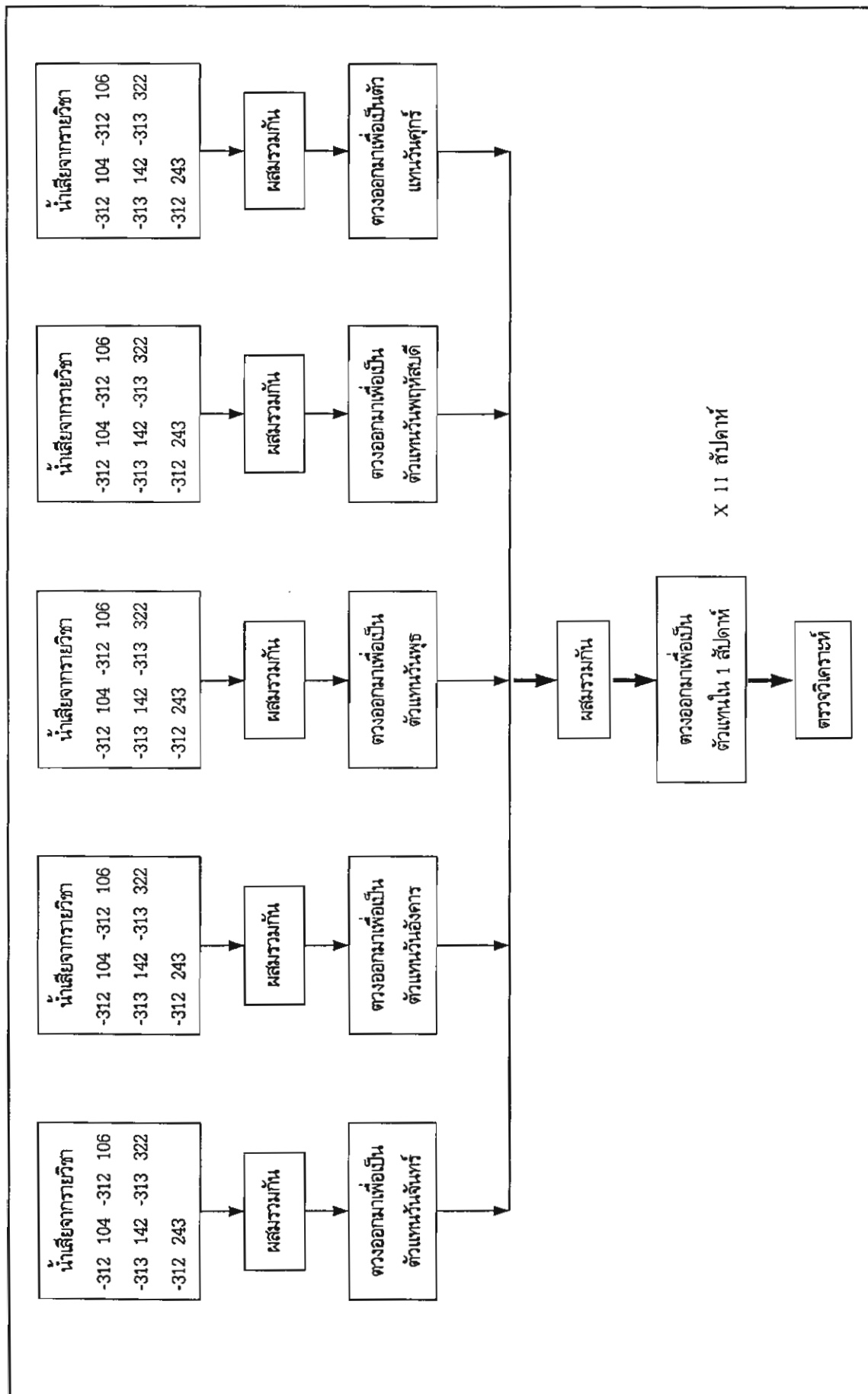
น้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองของรายวิชาที่มีการใช้สารเคมีประเภทอนินทรีย์เป็นส่วน ใหญ่จำนวน 5 รายวิชา (เคมีทั่วไป 312 104 เคมีทั่วไป 312 106 เคมีวิเคราะห์ 312 243 เคมีวิเคราะห์ 312 142 อนินทรีย์เคมี 313 322) โดยรายละเอียดเกี่ยวกับรายวิชาและการทดลองในแต่ละสัปดาห์ แสดงในภาคผนวก ก3 ในการสำรวจทำการเก็บรวบรวมน้ำเสียทุกวัน โดยในแต่ละวันจะนำน้ำเสียจากการทดลองมาผสมรวมกัน น้ำเสียจากการทดลองที่มีโซดาไฟจะไม่รวมกับน้ำเสียจากการทดลองอื่น จากนั้นตวงมาเพื่อเป็นน้ำตัวอย่างสำหรับการตรวจ วิเคราะห์การเก็บรวบรวมน้ำเสียดังแสดงในรูปที่ 2.3-2 โดยตรวจวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สารพิษ ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) และไซยาไนด์ (CN<sup>-</sup>) โลหะหนัก ได้แก่ปรอท (Hg) ตะกั่ว (Pb) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) แคดเมียม (Cd) สังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn)

สำหรับน้ำเสียที่เหลือจากการตวงออกไปเพื่อเป็นตัวอย่างน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลอง ในแต่ละสัปดาห์ นำมาผสมรวมกันเมื่อสิ้นภาคการศึกษา แล้วนำมาตรวจวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และ ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ ปรอท (Hg) โครเมียม (Cr) แมงกานีส (Mn) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn) และแคดเมียม (Cd) เนื่องจากน้ำเสียเหล่านี้เมื่อผสมรวมกันแล้วจะทำให้ลักษณะสมบัติเปลี่ยนไปได้ จึงต้องมีการตรวจวิเคราะห์เพื่อ หาลักษณะสมบัติอีกครั้ง

น้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง มาจากทุกรายวิชาที่เปิดสอนในภาคการศึกษาปลายปี การศึกษา 2540 ทำการรวบรวมน้ำเสียจากบ่อพักทุกวัน วันละ 2 ครั้ง (เช้า-บ่าย) ก่อนนำไปบำบัดเพื่อเป็นน้ำตัวอย่าง ภายใน 1 วัน เมื่อครบสัปดาห์จึงผสมรวมกันแล้วตวงออกมาเป็นน้ำตัวอย่างสำหรับตรวจวิเคราะห์ โดยตรวจ วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) สารพิษ ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) โลหะหนัก ได้แก่ ตะกั่ว (Pb) ทองแดง (Cu) โครเมียม (Cr) แคดเมียม (Cd) สังกะสี (Zn) และแมงกานีส (Mn)



รูปที่ 2.3-1 การจัดการน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการของภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์



## 2) ผลการศึกษา

ลักษณะสมบัติน้ำเสียที่ศึกษาได้แสดงรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ค4 ผลการศึกษาพบว่าน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองในแต่ละสัปดาห์แสดงดังตารางที่ 2.3-6 และรูปที่ 2.3-3 มีปริมาณสารพิษและโลหะหนักแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มีฤทธิ์เป็นกรด สารพิษ ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) มีปริมาณ 0-2.45 มก./ล. ซึ่งค่าสูงสุดสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเพียงเล็กน้อย (มาตรฐาน 0.5 มก./ล.) ไนโตรเจน (CN) มีค่าอยู่ในช่วง 0 - 49.10 มก./ล. (เฉลี่ย  $25.03 \pm 22.18$  มก./ล.) สำหรับโลหะหนัก พบว่าทุกชนิดมีปริมาณสูง โดยปรอท (Hg) มีปริมาณ 0 - 357 มก./ล. (เฉลี่ย  $54.45 \pm 106.41$  มก./ล.) ตะกั่ว มีปริมาณ 1.16 - 415.10 มก./ล. (เฉลี่ย  $117.58 \pm 129.49$  มก./ล.) ทองแดง (Cu) มีปริมาณ 0.60 - 294.12 มก./ล. (เฉลี่ย  $73.83 \pm 78.74$  มก./ล.) โครเมียม (Cr) มีปริมาณ 0.16 - 149 มก./ล. (เฉลี่ย  $79.88 \pm 44.23$  มก./ล.) แคดเมียม (Cd) มีปริมาณ 0.10 - 214.22 มก./ล. (เฉลี่ย  $71.12 \pm 77.78$  มก./ล.) สังกะสี (Zn) มีปริมาณ 0.28 - 274.10 มก./ล. (เฉลี่ย  $118.52 \pm 108.75$  มก./ล.) และแมงกานีส (Mn) มีปริมาณ 0.06 - 265 มก./ล. (เฉลี่ย  $88.32 \pm 78.91$  มก./ล.)

ตารางที่ 2.3-6 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษและโลหะหนักในสารละลายเคมีภายหลังการทดลอง

| ลำดับที่ | pH   | ฟอสฟอรัส<br>(P)<br>(มก./ล) | ไซยาไนด์<br>(CN)<br>(มก./ล) | ปรอท<br>(Hg)<br>(มก./ล) | ตะกั่ว<br>(Pb)<br>(มก./ล) | ทองแดง<br>(Cu)<br>(มก./ล) | โครเมียม<br>(Cr)<br>(มก./ล) | แคดเมียม<br>(Cd)<br>(มก./ล) | สังกะสี<br>(Zn)<br>(มก./ล) | แมงกานีส<br>(Mn)<br>(มก./ล) |
|----------|------|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1        | 0.74 | 0.00                       | 0.00                        | 0.00                    | 29.20                     | 112.00                    | 79.60                       | 0.16                        | 234.00                     | 85.00                       |
| 2        | 0.76 | 0.00                       | 49.10                       | 136.00                  | 415.00                    | 294.00                    | 91.00                       | 83.00                       | 1.88                       | 1.64                        |
| 3        | 7.78 | 0.03                       | 0.00                        | 0.00                    | 0.10                      | 0.12                      | 0.02                        | 0.02                        | 0.37                       | 0.03                        |
|          | 0.92 | 2.42                       | *                           | 0.00                    | 29.40                     | 11.70                     | 118.00                      | 13.10                       | 189.00                     | 78.50                       |
| 4        | 1.23 | 0.03                       | 0.00                        | 0.00                    | 1.63                      | 2.32                      | 31.00                       | 2.60                        | 70.00                      | 55.50                       |
|          | 0.59 | 0.08                       | *                           | 0.00                    | 0.40                      | 0.19                      | 4.36                        | 0.03                        | 5.60                       | 44.00                       |
| 5        | 5.06 | 0.00                       | 0.00                        | 0.00                    | 0.76                      | 27.40                     | 100.00                      | 0.12                        | 166.00                     | 1.00                        |
|          | 0.82 | 0.03                       | *                           | 106.00                  | 317.00                    | 95.00                     | 76.00                       | 214.00                      | 274.00                     | 167.00                      |
|          | 0.97 | 0.00                       | 0.00                        | 0.00                    | 0.86                      | 0.03                      | 53.20                       | 0.22                        | 0.10                       | 0.01                        |
| 6        | 0.69 | 0.00                       | *                           | 357.00                  | 139.00                    | 91.00                     | 97.00                       | 195.00                      | 187.00                     | 137.00                      |
|          | 0.67 | 0.01                       | 0.00                        | 0.00                    | 0.58                      | 0.02                      | 0.02                        | 0.04                        | 0.25                       | 92.00                       |
| 7        | 0.98 | 0.38                       | 33.70                       | 0.00                    | 87.60                     | 57.00                     | 54.00                       | 138.00                      | 150.00                     | 140.00                      |
|          | 0.90 | 0.09                       | 0.00                        | 0.00                    | 1.73                      | 31.50                     | 9.92                        | 0.03                        | 0.20                       | 0.98                        |
| มาตรฐาน  | 5-9  | 0.5                        | 0.2                         | 0.005                   | 0.2                       | 1.0                       | 0.5                         | 0.03                        | 5.0                        | 5.0                         |

ตารางที่ 2.3-6 (ต่อ) ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษและโลหะหนักในสารละลายเคมีภายหลังการทดลอง

| สัปดาห์ที่                          | pH        | ฟอสฟอรัส<br>(P)<br>(มก./ล) | ไนเตรด<br>(CN)<br>(มก./ล) | ปรอท<br>(Hg)<br>(มก./ล) | ตะกั่ว<br>(Pb)<br>(มก./ล) | ทองแดง<br>(Cu)<br>(มก./ล) | โครเมียม<br>(Cr)<br>(มก./ล) | แคดเมียม<br>(Cd)<br>(มก./ล) | สังกะสี<br>(Zn)<br>(มก./ล) | แมงกานีส<br>(Mn)<br>(มก./ล) |
|-------------------------------------|-----------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 8                                   | 0.96      | 1.20                       | 43.70                     | 0.00                    | 89.60                     | 35.00                     | 94.00                       | 109.00                      | 23.22                      | 79.00                       |
| 9                                   | 9.09      | 0.01                       | 0.00                      | 0.00                    | 3.05                      | 9.60                      | 1.60                        | 0.06                        | 0.34                       | 0.18                        |
|                                     | 1.16      | 1.75                       | 48.70                     | 0.00                    | 62.00                     | 24.00                     | 68.00                       | 33.00                       | 0.74                       | 53.00                       |
| 10                                  | 8.53      | 0.43                       | 0.00                      | 0.00                    | 1.28                      | 1.65                      | 0.22                        | 0.18                        | 0.18                       | 0.10                        |
| 11                                  | 4.69      | 0.00                       | 0.00                      | 0.00                    | 2.97                      | 19.00                     | 0.16                        | 0.10                        | 0.28                       | 0.06                        |
|                                     | 2.97      | 0.00                       | 0.00                      | 0.00                    | 57.20                     | 0.60                      | 0.54                        | 0.22                        | 0.56                       | 0.49                        |
| ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด**               | 0.59-9.09 | 0.00-2.45                  | 0.00-49.10                | 0.00-357                | 1.16-415.00               | 0.60-294.12               | 0.16-149                    | 0.10-219.22                 | 0.28-274.10                | 0.60-265                    |
| ค่าเฉลี่ย ±<br>ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน |           | 0.59 ± 0.89                | 25.03 ± 22.18             | 54.45 ± 106.41          | 117.58 ± 129.49           | 73.58 ± 78.74             | 79.88 ± 44.23               | 71.12 ± 77.78               | 118.52 ± 108.75            | 88.32 ± 78.91               |
| มาตรฐาน                             | 5-9       | 0.5                        | 0.2                       | 0.005                   | 0.2                       | 1.0                       | 0.5                         | 0.03                        | 5.0                        | 5.0                         |

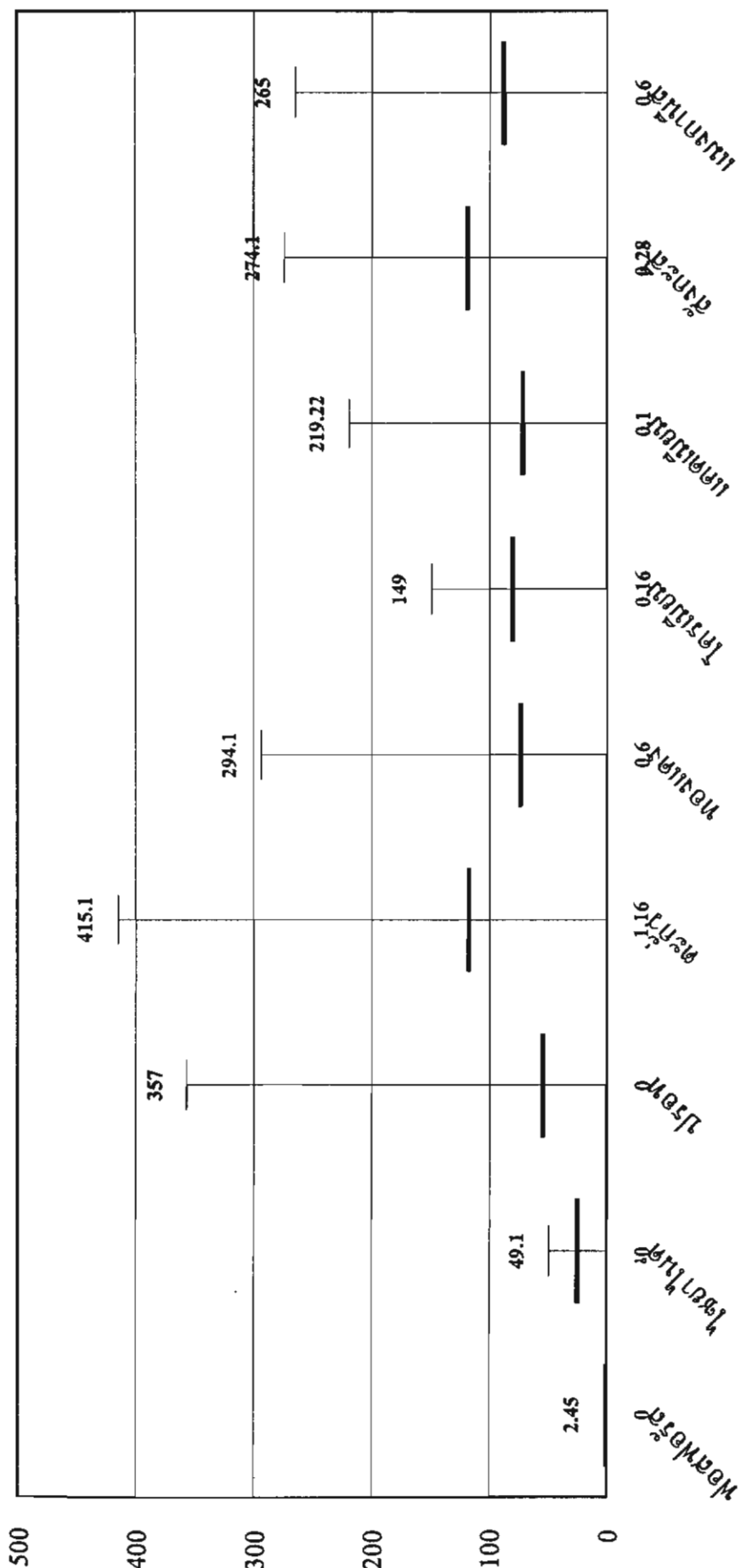
หมายเหตุ    ตัวอย่างน้ำที่มีไนเตรด

\* มีได้จากการตรวจวิเคราะห์

\*\* ในสัปดาห์ที่มีการแลกเปลี่ยนเป็น 2 ส่วน (สัปดาห์ที่ 2-9) ได้รวมปริมาณสารพิษและโลหะหนัก (ยกเว้น pH) ก่อนนำมาคำนวณค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

pH อยู่ในช่วง 0.59-9.09

ปริมาณ (มก./ล.)



สารพิษและโลหะหนัก      แทนค่าเฉลี่ย

รูปที่ 2.3-3 ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลอง

สำหรับน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองที่หลีกเลี่ยงการตวงออกไปเพื่อเป็นตัวอย่างในแต่ละสัปดาห์นั้น เมื่อนำมาผสมรวมกันแล้ววิเคราะห์ลักษณะสมบัติพบว่า ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีความเป็นกรด ปริมาณโลหะหนักที่ตรวจวิเคราะห์ทุกชนิดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ดังแสดงในตารางที่ 2.3-7

ตารางที่ 2.3-7 ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีรวม ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ภาควิชาเคมี  
ปีการศึกษา 2539

| ดัชนีที่ตรวจวิเคราะห์  | ผลวิเคราะห์ | มาตรฐานตามประกาศ<br>กระทรวงอุตสาหกรรม |
|------------------------|-------------|---------------------------------------|
| ค่าความเป็นกรด-ด่าง pH | 2.28        | 5-9                                   |
| ปรอท Hg                | 53.0        | $\leq 0.005$                          |
| โครเมียม Cr            | 27.0        | $\leq 0.5$                            |
| แมงกานีส Mn            | 32.9        | $\leq 5.0$                            |
| ตะกั่ว Pb              | 14.5        | $\leq 0.2$                            |
| สังกะสี Zn             | 44.8        | $\leq 5.0$                            |
| ทองแดง Cu              | 25.5        | $\leq 1.0$                            |
| แคดเมียม Cd            | 19.5        | $\leq 0.03$                           |

ผลการศึกษาวิเคราะห์ลักษณะสมบัติของน้ำเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2.3-8 ปริมาณสารพิษและโลหะหนักในน้ำเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองในแต่ละสัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนใหญ่มีฤทธิ์เป็นกลาง มีเพียง 2 สัปดาห์ ที่มีฤทธิ์เป็นกรดคือ สัปดาห์ที่ 6 และ 7 สารพิษ ได้แก่ ฟอสฟอรัส (P) มีปริมาณ 0.12 - 3.20 มก./ล. (เฉลี่ย  $0.79 \pm 1.01$  มก./ล.) สำหรับโลหะหนักพบว่าทุกชนิดมีปริมาณค่อนข้างต่ำ กล่าวคือ ตะกั่ว (Pb) มีปริมาณ 0.10 - 0.66 มก./ล. (เฉลี่ย  $0.29 \pm 0.16$  มก./ล.) ทองแดง (Cu) มีปริมาณ 0.26 - 4.40 มก./ล. (เฉลี่ย  $0.96 \pm 1.13$  มก./ล.) โครเมียม (Cr) มีปริมาณ 0.07 - 0.51 มก./ล. (เฉลี่ย  $0.22 \pm 0.12$  มก./ล.) แคดเมียม (Cd) มีปริมาณ < 0.02 - 0.65 มก./ล. (เฉลี่ย  $0.21 \pm 0.18$  มก./ล.) สังกะสี (Zn) มีปริมาณ 0.03 - 11.1 มก./ล. (เฉลี่ย  $1.89 \pm 3.01$  มก./ล.) และแมงกานีส (Mn) มีปริมาณ 0.05 - 0.46 มก./ล. (เฉลี่ย  $0.18 \pm 0.12$  มก./ล.)

ตารางที่ 2.3-8 ผลการตรวจวิเคราะห์สารพิษและโลหะหนักในน้ำเสียจากการล้างอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

| สัปดาห์ที่                          | pH        | ฟอสฟอรัส<br>(P) (มก./ล.) | ตะกั่ว<br>(Pb)<br>(มก./ล.) | ทองแดง<br>(Cu)(มก./<br>ล.) | โครเมียม<br>(Cr)<br>(มก./ล.) | แคดเมียม<br>(Cd)<br>(มก./ล.) | สังกะสี<br>(Zn)<br>(มก./ล.) | แมงกานีส<br>(Mn)<br>(มก./ล.) |
|-------------------------------------|-----------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------------------|------------------------------|
| 1                                   | 6.95      | 0.17                     | 0.10                       | 0.36                       | 0.51                         | 0.08                         | 0.61                        | 0.08                         |
| 2                                   | 6.40      | 0.49                     | 0.66                       | 0.58                       | 0.14                         | 0.36                         | 0.30                        | 0.14                         |
| 3                                   | 7.28      | 0.12                     | 0.21                       | 0.46                       | 0.30                         | 0.65                         | 0.52                        | 0.16                         |
| 4                                   | 7.18      | 0.64                     | 0.36                       | 4.40                       | 0.21                         | 0.32                         | 11.1                        | 0.06                         |
| 5                                   | 7.12      | 0.34                     | 0.20                       | 0.28                       | 0.34                         | 0.20                         | 0.42                        | 0.30                         |
| 6                                   | 2.85      | 0.29                     | 0.40                       | 0.26                       | 0.16                         | 0.29                         | 0.64                        | 0.46                         |
| 7                                   | 2.17      | 0.20                     | 0.38                       | 0.64                       | 0.12                         | 0.20                         | 0.38                        | 0.29                         |
| 8                                   | 5.07      | 0.26                     | 0.44                       | 1.35                       | 0.29                         | 0.16                         | 0.60                        | 0.20                         |
| 9                                   | 6.84      | 0.34                     | 0.14                       | 0.55                       | 0.10                         | 0.02                         | 2.35                        | 0.18                         |
| 10                                  | 6.23      | 3.20                     | 0.15                       | 0.70                       | 0.07                         | < 0.02                       | 2.55                        | 0.07                         |
| 11                                  | 7.10      | 2.60                     | 0.20                       | 1.15                       | 0.19                         | < 0.02                       | 1.28                        | 0.05                         |
| ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด                 | 2.17-7.28 | 0.12-3.20                | 0.10-0.66                  | 0.26-4.40                  | 0.07-0.51                    | <0.02-0.56                   | 0.30-11.1                   | 0.05-0.46                    |
| ค่าเฉลี่ย± ส่วน<br>เบี่ยงเบนมาตรฐาน |           | 0.79±1.01                | 0.29±0.16                  | 0.96±1.13                  | 0.22±0.12                    | 0.21±0.18                    | 1.89±3.01                   | 0.18±0.12                    |
| ค่ามาตรฐาน                          | 5-9       | ≤ 0.5                    | ≤ 0.2                      | ≤ 1.0                      | ≤ 0.5                        | ≤ 0.03                       | ≤ 5.0                       | ≤ 5.0                        |

หมายเหตุ \* เป็นค่าจากการวัดด้วย pH meter ภายหลังจากการผสมน้ำเสียประจำสัปดาห์

## 2) ห้องปฏิบัติการภาควิชาเภสัชเคมีและพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์

การศึกษาลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองของภาควิชาเภสัชเคมี ได้เลือกศึกษาเฉพาะรายวิชาที่มีการใช้สารประกอบโลหะหนัก ที่เปิดทำการสอนในภาคปลาย ปีการศึกษา 2539 (พฤศจิกายน 2539 - กุมภาพันธ์ 2540) ได้แก่ "การวิเคราะห์ยา 1" โดยรวบรวมน้ำเสียที่เป็นสารละลายเคมีภายหลังการทดลองที่เกิดขึ้นทั้งหมดในภาคการศึกษาปลาย และตรวจตัวอย่างน้ำมาตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ผลการตรวจวิเคราะห์เทียบกับมาตรฐานกระทรวงอุตสาหกรรม (ตารางที่ 2.3-9) พบว่า pH เป็นกรด ปริมาณปรอท สังกะสี และแมงกานีส อยู่ในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นปริมาณโครเมียมมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน คือ 0.05 มก./ล.

ตารางที่ 2.3-9 ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมี ภาควิชาเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์

| โลหะหนัก          | ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร) | มาตรฐานตามประกาศ<br>กระทรวงอุตสาหกรรม |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| pH                | 2.73                           | 5-9                                   |
| ปรอท (มก./ล.)     | 43                             | $\leq 0.005$                          |
| โครเมียม (มก./ล.) | 0.05                           | $\leq 0.5$                            |
| สังกะสี (มก./ล.)  | 65.4                           | $\leq 0.5$                            |
| แมงกานีส (มก./ล.) | 23.4                           | $\leq 0.5$                            |

นอกจากนี้ได้มีการศึกษาลักษณะสมบัติน้ำเสียของภาควิชาเภสัชเคมีและพิษวิทยา ในปีการศึกษา 2541 (มิถุนายน 2541 - กุมภาพันธ์ 2542) โดยศึกษาใน 8 รายวิชา (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค5) พบว่าลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองมีค่า pH 0.05-12.79 COD ปริมาณ 161-1,609,756 มก./ล. ปริมาณโลหะหนักได้แก่ Zn มีปริมาณ < 0.02-47.7 มก./ล. Cu มีปริมาณ < 0.02-0.15 มก./ล. Cd มีปริมาณ < 0.02-0.7 มก./ล. Cr มีปริมาณ < 0.02-1.26 มก./ล. Mn มีปริมาณ < 0.01-13.5 มก./ล. และ Pb มีปริมาณ < 0.05-0.25 มก./ล. (ตารางที่ 2.3-10) รวมทั้งได้ศึกษาลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์ของภาควิชาเภสัชเคมี และภาควิชาพิษวิทยา พบว่ามีค่า pH 2.14-12.55 COD มีปริมาณ 32-164,875 มก./ล. และปริมาณโลหะหนักได้แก่ Zn มีปริมาณ < 0.02-20.4 มก./ล. Cu มีปริมาณ < 0.02-0.05 มก./ล. Cd มีปริมาณ < 0.02-0.03 มก./ล. Cr มีปริมาณ < 0.02-0.14 มก./ล. Mn มีปริมาณ < 0.01-3.87 มก./ล. และ Pb มีปริมาณ 0-0.12 มก./ล. ดังตารางที่ 2.3-11 ซึ่งกล่าวได้ว่าส่วนใหญ่โลหะหนักจะไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานมีแต่ค่า COD และ pH ที่ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 2.3-10 ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทสารละลายเคมีภายหลังการทดลองและปฏิบัติการของภาควิชาเคมีและภาควิชาพิษวิทยา คณะเภสัชศาสตร์

| รายวิชา                                          | ปริมาณ<br>(ลิตร) | COD<br>(mg/l)    | pH         | ปริมาณโลหะหนัก (mg/l) |             |            |             |             |             |
|--------------------------------------------------|------------------|------------------|------------|-----------------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                  |                  |                  |            | Zn                    | Cu          | Cd         | Cr          | Mn          | Pb          |
| 1. เคมีเชิงมาลัสตรอนพื้นฐาน (613 251)            | 186              | 473-62,577       | 0.67-12.41 | < 0.02                | < 0.02-0.04 | < 0.02     | < 0.02-0.03 | < 0.01      | 0.03-0.1    |
| 2. การวิเคราะห์ยา 1 (613 252)                    | 1,231            | 422-321,292      | 0.12-10.24 | 0-47.7                | < 0.02-0.15 | < 0.02     | 0.06-0.79   | < 0.01-0.27 | < 0.05      |
| 3. การวิเคราะห์ยา 2 (613 351)                    | 101              | 161-105,590      | 0.33-12.08 | 0.04-17.6             | 0.01-< 0.02 | < 0.02     | 0.06-0.10   | < 0.01      | 0.02-0.03   |
| 4. การสังเคราะห์ยา (613 552)                     | 4                | 1,286-63,281     | 0.27-12.79 | 0.3-0.63              | 0.01-0.05   | < 0.02-0.7 | 0.11-0.26   | 0.02-13.5   | 0.01-0.21   |
| 5. Environmental Toxic Lab (614 651)             | 15               | 536-377,516      | 0.05-9.53  | < 0.02-5              | 0.01-0.03   | 0.01-0.05  | 0.07-0.14   | < 0.01-0.07 | 0.01-0.19   |
| 6. การแยกสกัดด้วยยา (613 551)                    | 46               | 16,475-1,609,756 | 1.44-6.52  | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02     | < 0.02      | < 0.01      | < 0.05      |
| 7. เทคนิคการใช้เครื่องมือด้านวิเคราะห์ (613 555) | 197              | 243.4-584,878    | 2.16-10.03 | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02     | < 0.02      | < 0.01      | < 0.05      |
| 8. Toxicology (614 351)                          | 153              | 15,487-256,155   | 2.16-7.19  | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02     | < 0.02-1.26 | < 0.01-0.77 | < 0.05-0.62 |
| ค่ามาตรฐาน *                                     | -                | ≤ 120            | ≤ 5-9      | ≤ 5.0                 | ≤ 1.0       | ≤ 0.03     | ≤ 0.5       | ≤ 5.0       | ≤ 0.2       |

หมายเหตุ : \* มาตรฐานนี้ตั้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525)

ตารางที่ 2.3-11 ลักษณะสมบัติน้ำเสียประเภทน้ำล้างอุปกรณ์ท้ายหลังการทดลองและปฏิบัติการของภาควิชาเคมีและภาควิชาฟิสิกส์ คณณาสถศาสตร์

| รายวิชา                                          | ปริมาณ<br>(ลิตร) | COD<br>(mg/l) | pH         | ปริมาณโลหะหนัก (mg/l) |             |             |             |             |             |
|--------------------------------------------------|------------------|---------------|------------|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                                                  |                  |               |            | Zn                    | Cu          | Cd          | Cr          | Mn          | Pb          |
| 1. เคมีเชิงเภสัชศาสตร์ขั้นพื้นฐาน (613 251)      | 6,499            | 96-9,657      | 2.30-7.57  | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02      | < 0.02-0.02 | < 0.01      | < 0.05-0.02 |
| 2. การวิเคราะห์ยา 1 (613 252)                    | 9,224            | 132-121,462   | 2.47-11.94 | < 0.02-20.4           | < 0.02-0.04 | < 0.02      | 0.02-0.06   | < 0.01-0.11 | < 0.05      |
| 3. การวิเคราะห์ยา 2 (613 351)                    | 1,307            | 32-44,230     | 2.14-12.55 | 0.02-8.4              | 0.01-< 0.02 | < 0.02      | 0.01-0.06   | < 0.01      | 0.01-0.02   |
| 4. การสังเคราะห์ตัวยา (613 552)                  | 14               | 322-4,148     | 6.68-8.27  | 0.02-0.19             | 0.01-0.05   | < 0.02-0.03 | 0.11-0.14   | < 0.01-3.87 | 0.02-0.03   |
| 5. Environmental Toxic Lab (614 651)             | 28               | 67-4,672      | 4.75-8.80  | 0.01-0.17             | 0.01-< 0.02 | < 0.02      | 0.01-0.12   | < 0.01-0.03 | 0.01-0.1    |
| 6. การแยกสกัดตัวยา (613 551)                     | 235              | 461-164,875   | 5.52-8.01  | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02      | < 0.02      | < 0.01      | < 0.05      |
| 7. เทคนิคการใช้เครื่องมือด้านวิเคราะห์ (613 555) | 854              | 126-8,787     | 3.21-9.08  | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02      | < 0.02      | < 0.01      | < 0.05      |
| 8. Toxicology (614 351)                          | 451              | 1,849-24,568  | 3.46-7.49  | < 0.02                | < 0.02      | < 0.02      | < 0.02-0.09 | < 0.01-0.23 | 0.11-0.12   |
| ค่ามาตรฐาน *                                     | -                | ≤ 120         | ≤ 5-9      | ≤ 5.0                 | ≤ 1.0       | ≤ 0.03      | ≤ 0.5       | ≤ 5.0       | ≤ 0.2       |

หมายเหตุ : \* มาตรฐานนี้ทั้งหมดจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525)

### 3) ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

ของเสียที่รวบรวมได้จากห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำการรวบรวมของเสียที่เกิดจากการวิเคราะห์ค่า COD เนื่องจากมีการใช้สารประกอบที่มีโลหะหนักมากที่สุด ผลการตรวจวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ปรอท โครเมียม และเหล็ก พบว่าเกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม ดังตารางที่ 2.3-12 พบว่า pH < 0.00 ซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรด ปรอทมีปริมาณสูงที่สุด ถึง 1,420 มก./ล. สำหรับเหล็กไม่มีการกำหนดในมาตรฐานประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมแต่มีกำหนดในมาตรฐานนิคมอุตสาหกรรมบางปูซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 10 มก./ล. เมื่อเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานพบว่าโลหะหนักทุกชนิด อยู่ในระดับเกินเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 2.3-12 ลักษณะสมบัติน้ำเสียจากการวิเคราะห์ค่า COD ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม  
คณะวิศวกรรมศาสตร์

| โลหะหนัก          | ความเข้มข้น (มิลลิกรัมต่อลิตร) | มาตรฐานตามประกาศ<br>กระทรวงอุตสาหกรรม |
|-------------------|--------------------------------|---------------------------------------|
| PH                | <0.00                          | 5-9                                   |
| ปรอท (มก./ล.)     | 1,420                          | ≤ 0.005                               |
| โครเมียม (มก./ล.) | 245                            | ≤ 0.5                                 |
| เหล็ก (มก./ล.)    | 780                            | -                                     |

นอกจากนี้ได้ทำการศึกษาลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำรวม อาคารภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาคปลาย ปีการศึกษา 2541 (พฤศจิกายน 2541 – กุมภาพันธ์ 2542) พบว่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์มีความแตกต่างแต่ละวันไม่มากนัก โดยค่า pH 6.6-7.4 ซึ่งมีค่าค่อนข้างเป็นกลาง BOD มีปริมาณ 15-36 มก./ล. COD มีปริมาณ 27.8-70.1 มก./ล. TKN มีปริมาณ 17.1-30.4 มก./ล. TS มีปริมาณ 240-284 มก./ล. และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn มีปริมาณ 0.04-0.51 มก./ล. Cu และ Cd มีปริมาณน้อยกว่า 0.02 มก./ล. Cr มีปริมาณน้อยกว่า 0.02-0.28 มก./ล. Mn มีปริมาณ 0.20-2.28 มก./ล. และ Pb มีปริมาณน้อยกว่า 0.05-0.05 มก./ล. ดังตารางที่ 2.3-13

รวมทั้งได้มีการศึกษาลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากกิจกรรมต่าง ๆ จากห้องปฏิบัติการภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม สามารถสรุปได้ดังตารางที่ 2.3-14 โดยมีรายละเอียดดังนี้ (ภาคผนวก ค6)

(1) ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากกิจกรรมการหาค่า BOD มีค่า pH 1.4-2.0 (เฉลี่ย 1.53) COD มีปริมาณ 240-341 มก./ล. (เฉลี่ย 319.59 มก./ล.) TKN มีปริมาณ 2.4-3.4 มก./ล. (เฉลี่ย 2.85 มก./ล.) ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn มีปริมาณ 0.04-0.18 มก./ล. (เฉลี่ย 0.08 มก./ล.) Cu มีปริมาณ 0.02-0.05 มก./ล. (เฉลี่ย 0.02 มก./ล.) และ Cd มีค่าปริมาณน้อยกว่า 0.02 มก./ล. Cr มีปริมาณ 0.05-0.09 มก./ล. (เฉลี่ย 0.06 มก./ล.) Mn มีปริมาณ 800-1,300 มก./ล. (เฉลี่ย 1,162.5 มก./ล.) ซึ่งมีค่าเกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามประกาศ

กระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525) ที่กำหนดไว้เพียง 5.0 มก./ล. และ Pb มีปริมาณ 0.09-0.26 มก./ล. (เฉลี่ย 0.17 มก./ล.)

(2) ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากกิจกรรมการหาค่า COD มีค่า pH 0.6-1.2 เฉลี่ย 0.89 มก./ล. COD มีปริมาณ 179-263 มก./ล. (เฉลี่ย 236.85 มก./ล.) TKN มีปริมาณ 490-525 มก./ล. (เฉลี่ย 504.14 มก./ล.) และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn มีปริมาณ 0.18-0.53 มก./ล. (เฉลี่ย 0.34 มก./ล.) Cu มีปริมาณ 0.19-0.29 มก./ล. (เฉลี่ย 0.26 มก./ล.) Cd มีปริมาณ 0.08-0.11 มก./ล. (เฉลี่ย 0.10 มก./ล.) Cr มีปริมาณ 150-230 มก./ล. (เฉลี่ย 200 มก./ล.) Mn มีปริมาณ 0.67-1.28 มก./ล. (เฉลี่ย 1.02 มก./ล.) Pb มีปริมาณ 1.8-3.0 มก./ล. (เฉลี่ย 2.52 มก./ล.) ซึ่งพบว่าค่า TKN และ Cr มีปริมาณสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมมาก โดยค่ามาตรฐานกำหนดไว้ไม่เกิน 100 มก./ล. และ 0.5 มก./ล. ตามลำดับ

(3) ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากกิจกรรมการหาค่า TKN มีค่า pH 11.4-12.9 มก./ล. (เฉลี่ย 11.91 ) COD มีปริมาณ 940-1,550 มก./ล. (เฉลี่ย 1,294.50 มก./ล.) TKN มีปริมาณ 14-28 มก./ล. (เฉลี่ย 21.67 มก./ล.) และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn มีปริมาณ 0.02-0.32 มก./ล. (เฉลี่ย 0.13 มก./ล.) Cu มีปริมาณ < 0.02-1.90 มก./ล. (เฉลี่ย 0.26 มก./ล.) Cd มีปริมาณน้อยกว่า 0.02-0.03 มก./ล. (เฉลี่ย 0.02 มก./ล.) Cr มีปริมาณ 0.06-0.34 มก./ล. (เฉลี่ย 0.15 มก./ล.) Mn มีปริมาณ 0.07-0.16 มก./ล. (เฉลี่ย 0.09 มก./ล.) Pb มีปริมาณ 0.05-0.94 มก./ล. (เฉลี่ย 0.29 มก./ล.) จากลักษณะสมบัติดังกล่าวพบว่าค่า COD มีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ 120 มก./ล. สูงมาก และ pH มีค่าความเป็นด่างสูง

(4) ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากกิจกรรมการหาค่า Grease and Oil มีค่า pH อยู่ระหว่าง 1.08-5.22 (เฉลี่ย 3.02) COD มีปริมาณ 900-1,321 มก./ล. (เฉลี่ย 1,089.53 มก./ล.) TKN มีปริมาณ 2.8-30 มก./ล. (เฉลี่ย 14.72 มก./ล.) และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn มีปริมาณ 0.04-0.56 มก./ล. (เฉลี่ย 0.21 มก./ล.) Cu มีปริมาณน้อยกว่า 0.02-0.19 มก./ล. (เฉลี่ย 0.07 มก./ล.) Cd มีปริมาณน้อยกว่า 0.02-0.04 มก./ล. (เฉลี่ย 0.02 มก./ล.) Cr มีปริมาณ 0.01-4.10 มก./ล. (เฉลี่ย 0.05 มก./ล.) Mn มีปริมาณ 0.05-13.20 มก./ล. (เฉลี่ย 3.56 มก./ล.) และ Pb มีปริมาณ 0.06-0.23 มก./ล. (เฉลี่ย 0.12 มก./ล.) จากลักษณะสมบัติดังกล่าวพบว่า COD มีปริมาณสูงเกินมาตรฐานมากซึ่งมาตรฐานกำหนดไว้ 120 มก./ล.

(5) ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากการผสมน้ำทิ้งจากทั้ง 4 กิจกรรมข้างต้นพบว่า มีค่า pH 1.28-5.80 (เฉลี่ย 2.47) COD มีปริมาณ 250-1,000 มก./ล. (เฉลี่ย 619.52 มก./ล.) TKN มีปริมาณ 8-285 มก./ล. (เฉลี่ย 98.69 มก./ล.) และปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ Zn มีปริมาณ 0.11-0.52 มก./ล. (เฉลี่ย 0.22 มก./ล.) Cu มีปริมาณ 0.06-1.88 มก./ล. (เฉลี่ย 0.44 มก./ล.) Cd มีปริมาณ 0.04-0.15 มก./ล. (เฉลี่ย 0.07 มก./ล.) Cr มีปริมาณ 0.10-60.0 มก./ล. (เฉลี่ย 26.75 มก./ล.) Mn มีปริมาณ 0.12-980 มก./ล. (เฉลี่ย 510.73 มก./ล.) และ Pb มีปริมาณ 0.20-1.60 มก./ล. (เฉลี่ย 0.58 มก./ล.)

จากผลการศึกษาลักษณะสมบัติน้ำเสียของห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม กล่าวได้ว่าน้ำเสียจากการปฏิบัติการเมื่อระบายลงรวมกับน้ำล้างต่าง ๆ และไปรวมกับน้ำจากส่วนอื่น ๆ ในที่ระบายน้ำรวมจึงเจือจางไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่ถ้าเมื่อพิจารณาน้ำเสียแยกตามการทดลองแล้วจะมีค่าสูงเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้ง อย่างไรก็ตามการวิเคราะห์นี้ไม่ได้ทำการวิเคราะห์ปรอทซึ่งมีสูงมากในน้ำเสีย จากการทดลอง COD ดังตารางที่ 2.3-12 ดังนั้นน้ำเสียจากการทดลองอื่น ๆ คงจะระบายทิ้งได้ตามปกติ (ในขณะที่ยังไม่มีระบบบำบัดของเสียอันตรายรองรับ) ยกเว้นน้ำเสียจาก COD ซึ่งควรมีการบำบัดตั้งจะกล่าวต่อไปในเรื่องการจัดการของเสียอันตราย และเมื่อมีระบบบำบัดรองรับแล้วซึ่งได้เสนอไว้ในแผนการจัดตั้งระบบบำบัดส่วนกลางของมหาวิทยาลัย น้ำเสียจากห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ควรจะดำเนินการตามแผนงานที่กำหนดให้

ตารางที่ 2.3-13 ลักษณะสมบัติน้ำทิ้งจากหอระเหยน้ำรวมอาคาร ของภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์

| ครั้งที่วันที่<br>เก็บและวิเคราะห์<br>ตัวอย่าง | ปริมาณ<br>(ลิตร) | pH        | BOD<br>(mg/l) | COD<br>(mg/l) | TKN<br>(mg/l) | TS<br>(mg/l) | ปริมาณโลหะหนัก (mg/l) |        |        |             |           |             |
|------------------------------------------------|------------------|-----------|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------------|--------|--------|-------------|-----------|-------------|
|                                                |                  |           |               |               |               |              | Zn                    | Cu     | Cd     | Cr          | Mn        | Pb          |
| 1. 16 พ.ย. 41                                  | 1,600            | 7.30      | 21.00         | 61.73         | 29.12         | 244          | 0.05                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.02        | 0.62      | 0.05        |
| 2. 17 พ.ย. 41                                  | 1,760            | 7.36      | 24.00         | 27.78         | 28.00         | 242          | 0.20                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.02        | 0.20      | < 0.05      |
| 3. 18 พ.ย. 41                                  | 1,200            | 7.12      | 28.80         | 65.70         | 19.04         | 256          | 0.05                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.02        | 0.54      | < 0.05      |
| 4. 23 พ.ย. 41                                  | 1,600            | 7.10      | 19.20         | 59.85         | 18.48         | 280          | 0.31                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.07        | 2.19      | 0.05        |
| 5. 24 พ.ย. 41                                  | 1,280            | 7.26      | 19.00         | 62.77         | 17.92         | 272          | 0.21                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.04        | 2.05      | 0.05        |
| 6. 25 พ.ย. 41                                  | 3,120            | 7.34      | 17.92         | 46.37         | 17.12         | 284          | 0.20                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.07        | 2.10      | 0.05        |
| 7. 30 พ.ย. 41                                  | 400              | 6.70      | 22.80         | 64.32         | 24.00         | 256          | 0.15                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.02        | 0.65      | 0.05        |
| 8. 1 ธ.ค. 41                                   | 560              | 6.84      | 21.00         | 67.42         | 26.38         | 252          | 0.51                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.28        | 0.31      | 0.09        |
| 9. 2 ธ.ค. 41                                   | 640              | 6.67      | 24.00         | 70.12         | 21.14         | 240          | 0.32                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.22        | 0.30      | 0.05        |
| 10. 7 ธ.ค. 41                                  | 1,200            | 7.21      | 19.00         | 58.70         | 24.72         | 278          | 0.05                  | < 0.02 | < 0.02 | < 0.02      | 0.62      | < 0.05      |
| 11. 8 ธ.ค. 41                                  | 1,760            | 7.18      | 24.00         | 60.72         | 30.44         | 284          | 0.05                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.04        | 1.86      | < 0.05      |
| 12. 9 ธ.ค. 41                                  | 1,600            | 7.05      | 15.00         | 52.22         | 28.62         | 269          | 0.04                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.07        | 2.06      | 0.05        |
| 13. 14 ธ.ค. 41                                 | 1,600            | 7.14      | 29.40         | 41.14         | 21.71         | 240          | 0.04                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.07        | 0.68      | < 0.05      |
| 14. 15 ธ.ค. 41                                 | 1,120            | 7.23      | 36.00         | 39.88         | 22.31         | 261          | 0.20                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.04        | 1.54      | < 0.05      |
| 15. 16 ธ.ค. 41                                 | 960              | 7.21      | 23.40         | 47.14         | 19.43         | 243          | 0.05                  | < 0.02 | < 0.02 | 0.02        | 2.28      | 0.05        |
| ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด                            | 560-1,760        | 6.67-7.36 | 15.00-36.00   | 27.78-70.12   | 17.12-30.44   | 240-284      | 0.04-0.51             | < 0.02 | < 0.02 | < 0.02-0.28 | 0.02-2.28 | < 0.05-0.05 |
| มาตรฐาน *                                      | -                | ≤ 5-9     | ≤ 20          | ≤ 120         | ≤ 100         | ≤ 500        | ≤ 0.5                 | ≤ 1.0  | ≤ 0.03 | ≤ 0.5       | ≤ 5.0     | ≤ 0.2       |

หมายเหตุ : \* มาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2525)



### 3. การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ

ของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการ ส่วนใหญ่จะเป็นสารละลายจากการทดลองปฏิบัติการ ประกอบด้วย สารเคมีหลายชนิด ซึ่งวิธีการบำบัดสารเคมีแต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ดังนั้นการจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการจึง จำเป็นต้องแยกประเภทของเสียออกเป็นกลุ่ม เพื่อความสะดวกในการบำบัด ในที่นี้จะเสนอการจัดการของเสีย อันตรายจากห้องปฏิบัติการ 2 ลักษณะ กล่าวคือ การจัดการของเสียอันตรายโดยมีหน่วยงานกลาง ซึ่งจัดตั้งขึ้น เฉพาะ เพื่อรับผิดชอบในการจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัย และอีกลักษณะหนึ่ง คือ การบำบัดของเสียอันตรายโดยห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ซึ่งเป็นการบำบัดเบื้องต้น ในระยะเริ่มต้นของการจัดการของเสีย อันตรายจากห้องปฏิบัติการคงจะอยู่ในลักษณะเช่นนี้ เพราะสามารถดำเนินการได้ทันที

#### 3.1 การจัดการของเสียอันตรายจากห้องปฏิบัติการโดยหน่วยงานกลาง

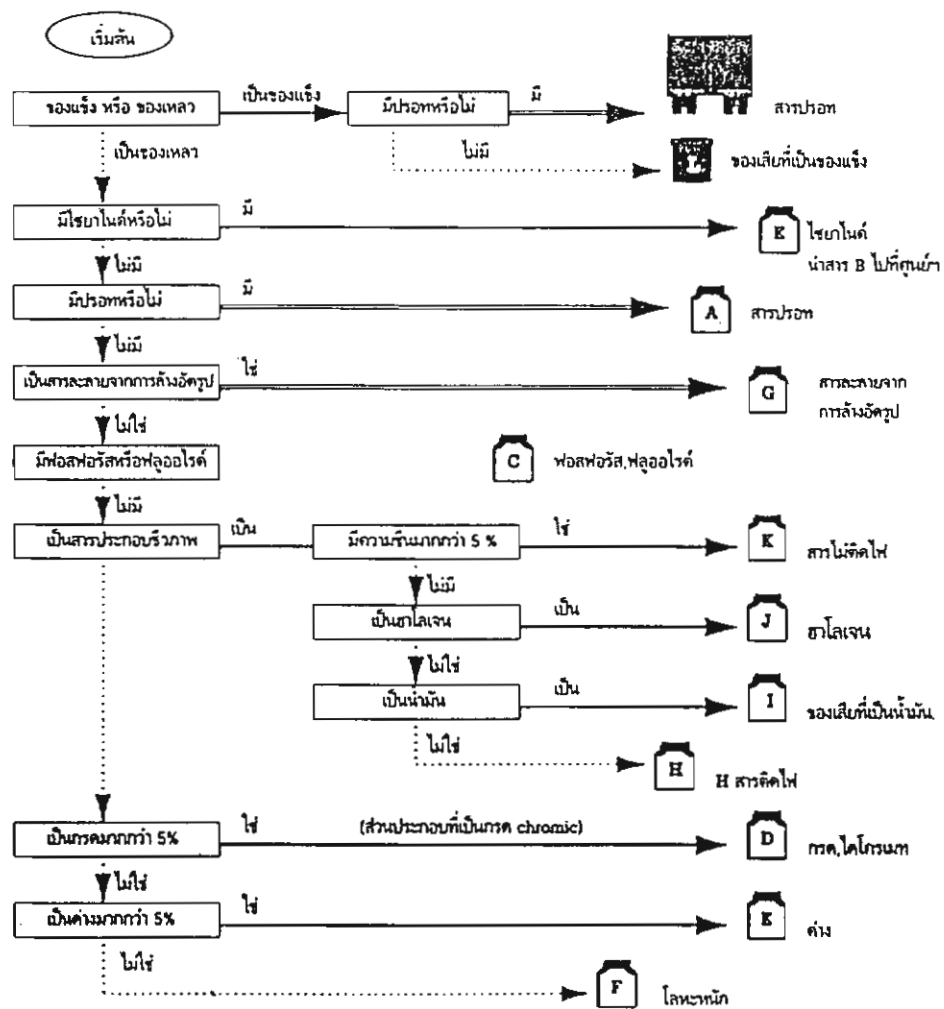
จากการศึกษาการจัดการของเสียอันตรายของมหาวิทยาลัยชอกโกโต โตเกียว และเกียวโต ประเทศญี่ปุ่น กล่าวได้ว่า ห้องปฏิบัติการเคมีจะมีลักษณะคล้ายกัน ดังนั้นจึงเสนอรูปแบบการจัดการของเสียอันตรายของ มหาวิทยาลัยในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีกรแยกประเภทของเสีย และการจัดการของเสียแต่ละประเภทดังแสดงในตารางที่ 3.1-1 และรูปที่ 3.1-1 ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 3.1-1 การแยกประเภทสารเคมีในน้ำเสียของมหาวิทยาลัยโตเกียว

| กลุ่ม | ลักษณะ (Descriptive)                                         | การจัดการ (Treatment)                                                                                                          |
|-------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A     | ปรอท (Mercury)                                               | ดูดซับสารปรอทโดยใช้ Chelate Resin และแยกปรอทออกเพื่อนำ กลับไปใช้ใหม่ (Absorption by Chelate Resin)                             |
| B     | ไซยาไนด์ (Cyanide)                                           | ย่อยสลายโดยใช้สารที่มีฤทธิ์ในการออกซิไดซ์เพื่อเปลี่ยนไซยาไนด์ให้ อยู่ในรูปฟอร์มอื่นที่ไม่เป็นอันตราย (Oxidative Decomposition) |
| C     | ฟลูออไรด์ สารประกอบฟอสฟอรัส (Fluoride, Phosphorus compounds) | ทำให้เกิดตะกอนโดยใช้แคลเซียมไฮดรอกไซด์และแยกตะกอนออกม ในรูปสารประกอบแคลเซียม (Calcification)                                   |
| D     | กรด (Acid, Dichromate acid)                                  | แยกแร่เหล็กออกโดยทำให้เกิดเป็นสารแม่เหล็ก (Ferrite Method)                                                                     |
| E     | ด่าง (Alkali)                                                | Ferrite Method                                                                                                                 |
| F     | โลหะหนัก (Heavy Metal)                                       | Ferrite Method                                                                                                                 |
| G     | สารละลายจากการล้าง-อัดภาพถ่าย (Photographic solutions)       | ทำลายในเตาเผา (Incineration)                                                                                                   |
| H     | ของเหลวติดไฟ (Combustible liquids)                           | Incineration                                                                                                                   |
| I     | น้ำมัน (Oil)                                                 | Incineration                                                                                                                   |
| J     | ฮาโลเจน (Halogen)                                            | Incineration                                                                                                                   |
| K     | ของเหลวไม่ติดไฟ (Incombustible liquids)                      | Incineration                                                                                                                   |
| L     | สารพิษที่เป็นของแข็ง (Toxic solids)                          | Incineration and others                                                                                                        |

ที่มา : "การจัดการของเสียในมหาวิทยาลัยโตเกียว" วารสารสิ่งแวดล้อม 2 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2540)

การแยกของเสียที่มาจากห้องทดลอง  
ศูนย์บำบัดของเสีย มหาวิทยาลัยโตเกียว



(ที่มา : การจัดการของเสียในมหาวิทยาลัยเกียวโต วารสารสิ่งแวดล้อม 2 (มกราคม-กุมภาพันธ์ 2540)

รูปที่ 3.1-1 การจัดการของเสียจากห้องปฏิบัติการของมหาวิทยาลัยโตเกียว

### 3.2 การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการ ณ ห้องปฏิบัติการ

การบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการซึ่งดำเนินการศึกษาเป็นต้นแบบสำหรับโครงการนี้ อันประกอบด้วย ห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ และห้องปฏิบัติการเภสัชเคมี คณะเภสัชศาสตร์ นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาการจัดการน้ำเสียรวมจาก 3 ห้องปฏิบัติการนี้ด้วย โดยหลักการบำบัด คือ การตกตะกอนด้วยปูนขาว ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) หรือโซดาไฟ ( $\text{NaOH}$ ) เพื่อเป็นแนวทางในการบำบัดของเสียรวม ณ หน่วยงานกลางต่อไป

#### 3.2.1 การบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

การบำบัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมีเสนอผลใน 2 รูปแบบ กล่าวคือการบำบัดที่ได้จากผลการศึกษาวิจัย สำหรับงานโครงการนี้ (ภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2540) และการบำบัดที่ภาควิชาเคมี (ดำเนินการปัจจุบัน)

##### 1) รูปแบบที่ 1 : การบำบัดจากผลการศึกษาวิจัย

การศึกษาวิจัยเริ่มโดยการรวบรวมน้ำเสียจากวิชาเคมีทั่วไป 312 104 เคมีทั่วไป 312 106 เคมีวิเคราะห์ 313 142 เคมีวิเคราะห์ 312 243 และอินทรีย์เคมี 313 322 ของภาคการศึกษาปลาย ปีการศึกษา 2540 ซึ่งลักษณะสมบัติน้ำเสียจะมี pH อยู่ในช่วง 2.28 และการปนเปื้อนด้วยโลหะหนักเป็นส่วนใหญ่

จากการศึกษาการตกตะกอนด้วยโซดาไฟ ( $\text{NaOH}$  50% W/V) พบว่าที่พีเอช 9.0 สามารถบำบัด Hg และ Pb ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน จากนั้นได้นำเฉพาะน้ำใสมาตกตะกอนอีกครั้งที่พีเอช 11.0 สามารถบำบัด Hg, Mn และ Pb ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน และเมื่อนำเฉพาะน้ำใสมาตกตะกอนครั้งที่ 3 ที่ พีเอช 12.0 สามารถบำบัด Hg Cr Mn และ Pb ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ดังตารางที่ 3.2-1

##### 2) รูปแบบที่ 2 : การบำบัดที่ดำเนินการปัจจุบัน

ปัจจุบันภาควิชาเคมีได้นำน้ำเสียจากการทดลองมาบำบัดแยกแต่ละรายวิชา โดยทำการบำบัดทุกสัปดาห์ด้วยโซดาไฟ ปรับพีเอชในช่วง 12-13

ดังนั้นการบำบัดน้ำเสียเบื้องต้นจากห้องปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งมีลักษณะสมบัติน้ำเสียที่ pH ต่ำมากและปนเปื้อนด้วยโลหะหนัก ควรดำเนินการดังนี้

- (1) รวมน้ำเสียภายหลังการทดลองแยกรายวิชาลงในถังพลาสติกโพลีเอทิลีน ขนาด 20 ลิตร ซึ่งน้ำเสียที่บรรจุควรอยู่ห่างจากขอบบนของภาชนะอย่างน้อย 2 นิ้ว
- (2) เติมน้ำ  $\text{NaOH}$  ปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 11-13 กวนเร็ว กวนช้า และทิ้งไว้ให้ตกตะกอนประมาณ 2 ชั่วโมง
- (3) แยกน้ำใสออกเพื่อปรับ pH ให้เป็นกลางก่อนระบายลงท่อน้ำทิ้ง
- (4) นำตะกอนที่ได้ไปจับโลหะหนักด้วยการหล่อกับปูนซีเมนต์ (Stabilization)