แนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

A DESIGN CONCEPT LABORATORY FOR CHEMISTRY IN FACULTY OF SCIENCE

ฐิติกร จุประชากรณ์

THITIKORN JUPRACHAKORN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาศิลปหัตถกรรม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2545

ISBN 974-324-005-5

แนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

A DESIGN CONCEPT LABORATORY FOR CHEMISTRY IN FACULTY OF SCIENCE

ฐิติกร จูประชากรณ์
THITIKORN JUPRACHAKORN

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 44106
วัน, เดือน, ปี 30 ต.ค. 2545

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-324-005-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A DESIGN CONCEPT LABORATORY FOR CHEMISTRY IN FACULTY OF SCIENCE

THITIKORN JUPRACHAKORN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION IN ARCHITECTURE
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2002

ISBN 974-324-005-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

A DESIGN CONCEPT LABORATORY FOR CHEMISTRY IN FACULTY OF SCIENCE

ชื่อนักศึกษา นายฐิติกร จูประชากรณ์

รหัสประจำตัว 40064030

ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา สถาปัตยกรรม

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์สุทัศน์ จุฬามาณี

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม

ผศ.สมพล ดำรงเสถียร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
อาจารย์สุทัศน์	จุฬามาณี	
ผศ.ดร.เลิศลักษณ์	กลิ่นหอม	
ผศ.สมพล	ดำรงเสถียร	
อาจารย์สุรศักดิ์	กังขาว	
รศ.ดร.ปรียาพร	วงศ์อนุตรโรจน์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 17 พฤษภาคม 2545 เวลา 14.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องสมาคมศิษย์เก่าบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 6 **เดือน** ก.ค. **พ.ศ.** 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	แนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี
นักศึกษา	นายฐิติกร จูประชากรณ์
รหัสประจำตัว	40064030
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	อาจารย์สุทัศน์ จุฬามาณี
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ผศ.สมพล ดำรงเสถียร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาแนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางกายภาพ พฤติกรรม และความต้องการของผู้ใช้และผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี โดยศึกษาจากห้องปฏิบัติการเคมีของสถาบันการศึกษา 4 แห่งคือ 1. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย 2. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลองหก จังหวัดปทุมธานี 3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 4. สถาบันราชภัฏพระนคร เพื่อนำผลการศึกษามาออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ให้สนองความต้องการของผู้ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยคือ นักศึกษาที่ใช้ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี อาจารย์ภาควิชาเคมี เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน และสถาปนิกผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่ แบบสังเกตโดยผู้วิจัย แบบสอบถามสำหรับนักศึกษา แบบสัมภาษณ์สำหรับอาจารย์ เจ้าหน้าที่ และสถาปนิก จากการศึกษาวิเคราะห์ตลอดจนเปรียบเทียบผลการวิจัยพบว่า

1. การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี

1.1 ควรมีการออกแบบเป็นห้องปฏิบัติการเคมีโดยเฉพาะ หากแยกเป็นอาคารเดี่ยวได้จึงจะถูกต้องตามหลักการออกแบบ

1.2 พื้นที่ใช้สอยไม่เพียงพอต่อปริมาณนักศึกษา

2. วัสดุก่อสร้าง

2.1 ผนังและเพดานควรมีผิวเรียบ ทาสีที่ทำความสะอาดได้สะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 พื้นห้อง ควรเป็นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก วัสดุปูพื้นควรทนทานต่อการรับน้ำหนัก ป้องกันการขีดข่วน ล้างทำความสะอาดง่าย และบริเวณที่ล้างตัวควรจะลดระดับลงจากพื้นห้อง

3. อุปกรณ์และครุภัณฑ์

3.1 พื้นผิวของโต๊ะปฏิบัติการ ต้องทนต่อการขีดข่วน ไม่มีรอยต่อ ล้างทำความสะอาดง่าย

3.2 การจัดวางโต๊ะควรมีช่องทางเดินที่สะดวก จัดแบบกลางห้อง ระยะห่างควรไม่น้อยกว่า 1.5 เมตร ควรมีช่องเก็บเก้าอี้ใต้โต๊ะ

4. ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร

4.1 ระบบการรักษาความปลอดภัย ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายต่อร่างกาย มือ และดวงตา

4.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย ควรเป็นระบบกำจัดแบบเคมี

5. พฤติกรรมและความต้องการของนักศึกษา

5.1 การเข้าถึงห้องปฏิบัติการเคมี ส่วนมากเมื่อมาถึงแล้วจะเข้าห้องปฏิบัติการทันที

5.2 โดยมากเมื่อเข้าห้องแล้วจะนั่งประจำที่เดิม

5.3 อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมีเพียงอุบัติเหตุเล็กน้อย ไม่ร้ายแรงต่อร่างกาย

5.4 ทางเดินภายในส่วนใหญ่มีความเหมาะสมดี

5.5 นักศึกษาให้ความสำคัญต่อแผ่นป้ายคำเตือนเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Design Concept Of Chemistry Laboratory In Faculty Of Science
Student	Mr. Thitikorn Juprachakorn
Student ID	40064030
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Architecture
Year	2002
Thesis Advisor	Mr. Sutad Chufamanee
Thesis Co-advisor	Assistant Professor Dr. Lertlak Klinhom
	Assistant Professor Sompol Damrongsatian

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the tendency about the opinions in design the basic chemical laboratory. And to study physical characteristic, behavior and demand of consumer and designer of chemical laboratory. By studying at the chemical laboratory from 4 institute namely: Chulalongkorn University 2. Ratchamongkol Klong Hok Technology Institute, Pathumthani Province 3. The King Mongkut's Institute of Technology, Lat Krabang 4. Rachaphat Phranakorn Institute. To be applied of what had been studied to design the basic chemical laboratory. The Faculty of Science, Bachelor Degree has corresponded the demand of consumer for this basic chemical laboratory.

Samples were students who used the basic chemical laboratory, Faculty of Science, Bachelor Degree and instructor who chemical subjects and officer in charge of the basic chemical laboratory and architecture design the basic chemical laboratory. The equipment used in this research were : questionnaire processed by the researcher, questionnaire for student, interviews form for instructor, officer in-charge and architecture. The research study has bring to compare the research outcome find that:

1. Choosing the proper place of establishing the chemical laboratory

1.1 The chemical lab should establish specifically. Building the chemical lab separately is the proper standard of design.

1.2 There is insufficient multipurpose area.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Construction material

2.1 Wall and ceiling should be plain, easy to paint and convenient for cleaning.

2.2 Flooring should be concrete support with iron, the flooring should durable for weight, can prevent from scratching, easy for cleaning. The rinse area should elevate the ground from the room.

3. Equipment and heavy equipment's

3.1 The surface of table use at the lab can stand from scratching, no linking, easy for cleaning

3.2 Provide a space in placing the table in the pathway along the center of the room, the distance should not less than 1.5 meters also provide a place for keeping the chair and table.

4. Services and support of the Building

4.1 Safety with equipment use as self defense, hand and eyes

4.2 Waste water eliminator should be a chemical system

5. Conduct and demand of the student

5.1 Mostly when approaching to the lab should enter inside the lab at once

5.2 Mostly when you are inside the lab should sit on your regular chair

5.3 Most of incident happened inside the lab are only minor and it is not serious

5.4 The pathway inside mostly is convenient

5.5 The student should be attentive to the notices posted in the lab

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ได้ข้อคิดคำแนะนำให้ถูกต้องเหมาะสมและสวยงาม ผู้วิจัยขอขอบพระคุณอาจารย์สุทัศน์ จุฬ้ามาณี, ผศ.ดร. เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และผศ. สมพล ดำรงเสถียร

ขอแสดงความกตัญญูต่อผู้มีพระคุณสูงสุด คือ "ครู" ของผู้วิจัย ตั้งแต่ครูคนแรกจนถึงครูคนปัจจุบัน กราบขอบพระคุณอาจารย์ เจ้าหน้าที่ สถาปนิก วิศวกรและนักศึกษาทุกท่านที่ได้สละเวลาตอบแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถาม เพื่อใช้ในการวิจัยครั้งนี้ และท่านเจ้าของเอกสารอ้างอิงทุกท่าน

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลงได้ด้วยดี หากปราศจากบุคคลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น ผู้วิจัยขอน้อมรำลึกด้วยความขอบพระคุณ

ผลงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ หากเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในสังคม ผู้วิจัยขอมอบความดีทั้งหลายแด่ผู้มีพระคุณ แต่หากมีข้อผิดพลาดประการใดผู้วิจัยขอน้อมไว้แต่เพียงผู้เดียว

ฐิติกร จูประชากรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	III
กิตติกรรมประกาศ	V
สารบัญ	VI
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี	8
2.2 แนวคิดทฤษฎี และหลักการในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม	10
2.3 การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี	13
2.4 วัสดุก่อสร้าง	17
2.5 อุปกรณ์และครุภัณฑ์	22
2.6 ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร	24
2.7 การซ่อมและบำรุงรักษา	52
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	61
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	66
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	66
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	67
3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ	68
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	69
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล	71
4.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม	72
4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	73
4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง	75
4.4 การวิเคราะห์การจัดห้องปฏิบัติการเคมี	76
4.5 การวิเคราะห์ระบบการรักษาความปลอดภัย	77
4.6 การวิเคราะห์ระบบการบำบัดน้ำเสีย	79
4.7 การวิเคราะห์ระบบน้ำใช้	80
4.8 การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า	81
4.9 การวิเคราะห์ระบบการระบายอากาศ	82
4.10 การวิเคราะห์ระบบแก๊ส	83
4.11 การวิเคราะห์ระบบป้องกันอัคคีภัย	84
4.12 การวิเคราะห์ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล	85
4.13 การวิเคราะห์การซ่อมและบำรุงรักษา	86
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	102
5.1 สรุปผลการวิจัย	102
5.2 การอภิปรายผล	105
5.3 ข้อเสนอแนะ	110
5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป	111
5.5 การนำเสนอแนวทางในการออกแบบ	112
5.5.1 แนวทางการออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้	112
5.5.2 โครงร่างในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	120
บรรณานุกรม	137
ภาคผนวก ก. เอกสารทางราชการที่ใช้ในการวิจัย	140
ภาคผนวก ข. แบบสอบถาม และแบบสัมภาษณ์	151
ประวัติผู้เขียน	164

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	แสดงระดับเสียงที่เหมาะสมสำหรับห้องประเภทต่างๆ	20
2.2	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดเสียงของวัตถุ	21
3.1	แสดงประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	67
3.2	แสดงแบบสอบถามได้รับคืนจากสถานศึกษา 4 แห่ง	69
4.1	แสดงจำนวนและค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม	72
4.2	แสดงค่าร้อยละของการเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	73
4.3	แสดงค่าร้อยละของการเลือกวัสดุก่อสร้างของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	75
4.4	แสดงค่าร้อยละของการจัดห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	76
4.5	แสดงค่าร้อยละของระบบการรักษาความปลอดภัยของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	77
4.6	แสดงค่าร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	79
4.7	แสดงค่าร้อยละของระบบน้ำใช้ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี	80
4.8	แสดงค่าร้อยละของระบบไฟฟ้าของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี	81
4.9	แสดงค่าร้อยละของระบบการระบายอากาศของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	82
4.10	แสดงค่าร้อยละของระบบแก๊สของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี.	83
4.11	แสดงค่าร้อยละของระบบป้องกันอัคคีภัยของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	84
4.12	แสดงค่าร้อยละของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	85
4.13	แสดงค่าร้อยละของการซ่อมและบำรุงรักษาของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
5.25	แสดงขนาดโต๊ะวางเครื่องชั่ง T – 4	131
5.26	แสดงขนาดโต๊ะเตรียมสารเคมี T – 5	131
5.27	แสดงขนาดโต๊ะวางเครื่องน้ำกลั่น T – 6	132
5.28	แสดงขนาดตู้เก็บสารเคมี T – 7	132
5.29	แสดงขนาดตู้อบแก้ว, ตู้อบสาร T – 8	133
5.30	แสดงขนาดกระดานบรรยาย T – 9	133
5.31	แสดงภาพไอโซเมตริกห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	134
5.32	แสดงภาพไอโซเมตริกห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	135
5.33	แสดงรูปทัศนียภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน	136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	แสดงการวิเคราะห์ความหมายของแนวความคิดในการออแบบ.....	10
2.2	แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์แนวความคิดในการออกแบบ.....	11
2.3	การจัดห้องปฏิบัติการเคมี แบบ Central Core.....	15
2.4	ตำแหน่งห้ององค์ประกอบห้องปฏิบัติการเคมี.....	15
2.5	แสดงพื้นที่ระหว่างโต๊ะปฏิบัติการทดลอง.....	17
2.6	โต๊ะปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.....	22
2.7	แสดงเครื่องแก้วที่ใช้เสมอในห้องปฏิบัติการ.....	25
2.8	แสดงฝักบัวล้างตัวในห้องปฏิบัติการเคมี.....	31
2.9	แสดงก๊อกน้ำล้างตา.....	31
2.10	ถังทรายสำหรับดับเพลิงในห้องปฏิบัติการเคมี.....	31
2.11	ผังการทำงาน FLOW DIAGRAM ระบบเลี้ยงตะกอนแบบเติมอากาศ.....	37
2.12	ผังการทำงาน (Flow Diagram) ระบบบำบัดแบบชีวเคมีและแบบเติมอากาศ...	38
2.13	แสดงขนาดหัวก๊อกน้ำในห้องปฏิบัติการเคมี.....	41
2.14	เครื่องทำน้ำกลั่นมีใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.....	41
2.15	การให้แสงสว่างในห้องปฏิบัติการเคมี.....	45
2.16	แสดงขนาดและรายละเอียดของตู้ดูดควัน.....	46
2.17	ตู้ดูดควันในห้องปฏิบัติการเคมี.....	47
2.18	แสดงขนาดหัวจ่ายแก๊สในห้องปฏิบัติการเคมี.....	48
2.19	ท่อจ่ายแก๊สบนโต๊ะปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.....	48
2.20	การติดตั้งตำแหน่งเครื่องดับเพลิงควรอยู่ใกล้ประตู.....	50
4.1	แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	89
4.2	แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.....	90
4.3	แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลอง 6 จังหวัดปทุมธานี.....	92
4.4	แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลอง 6 จังหวัดปทุมธานี.....	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.5	แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	95
4.6	แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	96
4.7	แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันราชภัฏพระนคร.....	98
4.8	แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันราชภัฏพระนคร.....	99
5.1	แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.....	112
5.2	แนวความคิดเกี่ยวกับการเลือกวัสดุ.....	113
5.3	แนวความคิดเกี่ยวกับอุปกรณ์และครุภัณฑ์.....	114
5.4	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย.....	115
5.5	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย.....	116
5.6	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบน้ำใช้.....	116
5.7	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า.....	117
5.8	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบการระบายอากาศ.....	117
5.9	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบแก๊ส.....	118
5.10	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบป้องกันอัคคีภัย.....	118
5.11	แนวความคิดเกี่ยวกับระบบการกำจัดสิ่งปฏิกูล.....	119
5.12	แนวความคิดเกี่ยวกับการซ่อมและบำรุงรักษา.....	119
5.13	แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน.....	120
5.14	แสดงผังบริเวณ.....	121
5.15	แสดงแปลนพื้นชั้นล่าง.....	122
5.16	แสดงแปลนพื้นชั้น 2 – 4 และแปลนหลังคา.....	123
5.17	แสดงแปลนห้องปฏิบัติการเคมี.....	124
5.18	แสดงท่อน้ำทิ้ง - น้ำใช้ - ท่อแก๊ส.....	125
5.19	แสดงรูปด้านภายนอก 1 และ 2	126
5.20	แสดงรูปด้านภายนอก 3 และ 4.....	127
5.21	แสดงรูปด้านภายใน 1,2,3 และ 4.....	128
5.22	แสดงขนาดโต๊ะปฏิบัติการเคมี T – 1.....	129
5.23	แสดงขนาดตู้เก็บของริมผนัง T – 2	130
5.24	แสดงขนาดโต๊ะอาจารย์ T – 3	130

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สถาปัตยกรรมเป็นศิลปะและวิทยาการของการก่อสร้างอาคาร ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อสนองความต้องการทางด้านการใช้สอย และการแสดงออกอย่างมีความหมายของมนุษย์ที่เจริญแล้ว แม้แต่ในสังคมหรือชุมชนที่มีความเป็นอยู่ง่ายๆ ไม่ซับซ้อนก็ยังต้องมีการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมเพื่อสนองการใช้สอยขั้นพื้นฐาน ส่วนในสังคมหรือกลุ่มชนที่ตั้งหลักแหล่งมั่นคงแล้ว และมีความเจริญทางวิทยาการของการก่อสร้าง สถาปัตยกรรมจะเป็นเครื่องบ่งชี้พัฒนาของสังคมที่แสดงความเป็นปึกแผ่นแน่นหนา และความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของสังคมหรือกลุ่มชนนั้นๆ

ประเภทของสถาปัตยกรรมขึ้นอยู่กับรูปแบบและกฎเกณฑ์ของสังคม ในอดีตอาจจำแนกประเภทของสถาปัตยกรรมตามบทบาทของผู้อุปถัมภ์งานสถาปัตยกรรมในแต่ละกลุ่มได้ ประเภทของสถาปัตยกรรมจึงมีขีดจำกัดเฉพาะอาคารของพระมหากษัตริย์หรือชนชั้นปกครองกับอาคารทางศาสนาเท่านั้น ส่วนในปัจจุบันเราอาจจำแนกประเภทของสถาปัตยกรรมเป็นหลายประเภทขึ้นตามกิจกรรมของมนุษย์ที่สนองต่อความต้องการทั้งทางกาย ทางความรู้สึกในจิตใจ และทางความคิดที่เกิดจากสติปัญญาและความรอบรู้ของมนุษย์ด้วย (ผุสดี ทิพทัส. 2538 : 1)

การออกแบบสภาพแวดล้อมทางกายภาพของสถาปัตยกรรมพัฒนาขึ้นจนเป็นที่ยอมรับกันในยุคนี้ ได้เน้นความสำคัญของข้อมูลพฤติกรรมมนุษย์ และถือว่าพฤติกรรมมนุษย์เป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญต่อการออกแบบ ซึ่งจากจุดนี้มักถูกมองข้ามไปในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบ โดยเน้นกันแต่ความเหมาะสมทางด้านเศรษฐกิจเท่านั้น ผลเสียจึงตกอยู่กับผู้ใช้อาคาร ซึ่งสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมในการใช้สอย ทำให้ประสิทธิภาพในการปฏิบัติหน้าที่ในอาคารลดลง

การจัดการเรียนการสอนวิชาเคมี ในระดับปริญญาตรีนั้นจะมีทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติ ซึ่งนักศึกษาวิชาเคมีต้องทำการทดลองทางเคมีด้วยตนเอง ในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานที่มีอุปกรณ์การทดลองที่เป็นเครื่องแก้ว สารเคมีประเภทต่างๆ รวมทั้งเครื่องมือและเชื้อเพลิงที่อาจเป็นอัตรายต่อร่างกายและตัวอาคารได้

การออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อความเหมาะสมตามความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง การใช้อุปกรณ์ต่างๆ ควรมีการเตรียมการจัดแบ่งเป็นระดับขั้นของความเสี่ยง เป็นห้องแต่ละประเภทหรือเตรียมการจัดแบ่งห้องปฏิบัติการเป็นกลุ่มๆ ตามสัดส่วนของการทำงาน เพราะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการนั้นมีหลายประเภทหลายสาขาวิชา จึงมีความเสี่ยงหรืออันตรายที่อาจเกิดขึ้นในหลายระดับ จากการปฏิบัติการแต่ละประเภท (Everett and Hughes. 1975: 5)

ในการจัดการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ระดับปริญญาตรี นักศึกษาจะต้องผ่านการเรียนวิชาเคมีเป็นวิชาพื้นฐานทางด้านวิทยาศาสตร์ ดังนั้นห้องปฏิบัติการเคมี เฉพาะสาขาวิชาจึงมีลักษณะแตกต่างกันออกไป ข้อมูลมาตรฐานทางสถาปัตยกรรมในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี สำหรับประเทศไทยนั้นนับว่าเป็นเรื่องใหม่ การออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีคณะวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรีเท่าที่ผ่านมาส่วนใหญ่ยึดถือมาตรฐานต่างๆ ตามแบบอย่างต่างประเทศ และข้อมูลในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีส่วนใหญ่นั้น จะอาศัยประสบการณ์ระหว่างผู้ออกแบบกับความต้องการของอาจารย์วิชาเคมีของสถานศึกษานั้นๆ โดยยังขาดความเป็นมาตราฐานของห้องปฏิบัติการเคมี

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะศึกษาแนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี เพื่อให้เกิดประโยชน์ใช้สอยและมีมาตราฐานความปลอดภัยสูงสุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรม และความต้องการประโยชน์ใช้สอยของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จากผู้ใช้และผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี
3. เพื่อเสนอแนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดเพื่อการวิจัยดังต่อไปนี้

Everett and Hughes (1975:1) ได้กล่าวว่า ตามปกติในการทดลองในห้องปฏิบัติการนั้นเป็นเรื่องของความเสี่ยงอันตราย เนื่องจากมีสารต่างๆ ที่เป็นอันตรายต่อร่างกาย อาจทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจน มีคาร์บอนไดออกไซด์มากไปในเลือด ภาวะหอบหืด อาการสลบ สารที่ทำให้เกิดมะเร็ง ผิวหนังอักเสบ น้ำตาไหล รวมทั้งเป็นอันตรายต่อวัสดุอุปกรณ์ ผนังอาคาร ผิวพื้น ฝ้าเพดาน อาจทำให้เกิดไฟไหม้ อาจเกิดการระเบิดจากสารที่ติดไฟง่าย และอาจทำให้ผนังพื้น ฝ้าเพดานเกิดการผุกร่อนจากสารเคมีที่มีฤทธิ์เป็นกรดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันตรายที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการ สามารถลดลงลงได้หากห้องปฏิบัติการนั้นได้รับการออกแบบอย่างเหมาะสม ซึ่งนอกจากจะต้องคำนึงถึงด้านความมั่นคงแข็งแรงแล้ว จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน และป้องกันการปนเปื้อนซึ่งจะมีผลต่อการทดลอง ห้องปฏิบัติการที่สมบูรณ์แบบควรเป็นห้องปฏิบัติการซึ่งอยู่ในอาคารชั้นเดียว แยกจากอาคารอื่น (Isolated Single – Storey Building) นอกจากนี้ยังได้กำหนดการพิจารณาในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีไว้ ดังต่อไปนี้

1. ที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี
2. ผนังและฝ้าเพดาน
3. พื้นห้องปฏิบัติการเคมี
4. พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการเคมี
5. การบริการสนับสนุน

จากแนวความคิดข้างต้น สอดคล้องกับแนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีของ Lewis (1962: 31) ว่าควรมีหลักการพิจารณาในสิ่งสำคัญ ดังต่อไปนี้

1. องค์ประกอบของห้องปฏิบัติการเคมี
2. การเลือกที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี
3. วัสดุก่อสร้าง
4. ทางสัญจร
5. ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร
6. อุปกรณ์และครุภัณฑ์
7. สุขภาพและความปลอดภัย

จากความคิดเห็นข้างต้นทั้ง 2 ทฤษฎีนั้น ผู้วิจัยได้สรุปเป็นแนวความคิดในการวิจัย โดยผู้วิจัยจะทำการศึกษาการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ดังนี้คือ

1. การเลือกที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี
2. วัสดุก่อสร้าง
3. อุปกรณ์และครุภัณฑ์
4. ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร
   - 4.1 ระบบความปลอดภัย
   - 4.2 ระบบการบำบัดน้ำเสีย
   - 4.3 ระบบน้ำใช้
   - 4.4 ระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การระบายอากาศ

4.6 ระบบสุญญากาศ

4.7 ระบบแก๊ส

4.8 ระบบป้องกันอัคคีภัย

4.9 ระบบการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล

4.10 การซ่อมและบำรุงรักษา

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร คือ

1.1.1 ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ของสถาบันระดับอุดมศึกษา

1.1.2 บุคลากร

- อาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมี
- เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี
- สถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี
- นักศึกษาภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง ดังนี้

1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี

4) สถาบันราชภัฏพระนคร

1.2.2 บุคลากร

- อาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมี 20 คน
- เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี 20 คน
- สถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี 4 คน
- นักศึกษาภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี100 คน

2. ตัวแปรที่มีผลต่อการวิจัย

2.1 ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการเคมี

- การเลือกที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี
- วัสดุก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อุปกรณ์และครุภัณฑ์
- ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร
- พฤติกรรมและความต้องการประโยชน์ใช้สอยห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัยครั้งนี้ จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้คือ

แนวความคิดในการออกแบบ หมายถึง ความคิดในระดับรูปธรรมและนามธรรมที่มุ่งในการแก้ปัญหาทางสถาปัตยกรรมของโครงการ ซึ่งได้มาจากการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการของผู้ใช้

ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี หมายถึง ห้องที่ใช้ในการสอนปฏิบัติการทางเคมี ที่เป็นวิชาพื้นฐานในหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต ของทบวงมหาวิทยาลัย

ผู้ใช้อาคาร หมายถึง

1. อาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมี หมายถึง อาจารย์ที่สอนวิชาปฏิบัติการเคมีที่อยู่ในวิชาพื้นฐาน ของคณะวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2544
2. เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง เจ้าหน้าที่ที่ทำหน้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติการเคมีของคณะวิทยาศาสตร์ ในปีการศึกษา 2544
3. นักศึกษา หมายถึง นักศึกษาที่กำลังศึกษาในคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรีปีการศึกษา 2544 ของ 4 สถาบัน

ผู้ออกแบบอาคาร หมายถึง สถาปนิกและวิศวกร ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องในการออกแบบหรือกำหนดรายละเอียดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง การวิเคราะห์หาความเหมาะสมในการกำหนดตำแหน่งของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

วัสดุก่อสร้าง หมายถึง ส่วนประกอบในการก่อสร้างห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี เพื่อให้ได้ความคงทนแข็งแรง และปลอดภัยต่อสารเคมี

อุปกรณ์และครุภัณฑ์ หมายถึง การเลือกชนิดหรือประเภทของอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ที่ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร

1. ระบบความปลอดภัย หมายถึง การป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับห้องปฏิบัติการและผู้ใช้อาคาร

2. ระบบบำบัดน้ำเสีย หมายถึง วิธีการกำจัดน้ำเสียที่ต้องการกำจัดออกจากห้องปฏิบัติการเคมี อย่างเหมาะสม

3. ระบบน้ำใช้ หมายถึง วิธีการจ่ายน้ำที่สะอาดไปใช้ในส่วนต่างๆ ของห้องปฏิบัติการเคมี ทั้งเพื่อการอุปโภคและบริโภค

4. ระบบไฟฟ้า หมายถึง วิธีการจ่ายพลังงานไฟฟ้าไปใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี เพื่อให้แสงสว่างและพลังงานไฟฟ้า สำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆได้อย่างปลอดภัย

5. การระบายอากาศ หมายถึง การเลือกวิธีการระบายอากาศที่เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการเคมี

6. ระบบสุญญากาศ หมายถึง การเลือกอุปกรณ์ระบบสุญญากาศที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเคมี

7. ระบบแก๊ส หมายถึง วิธีการจ่ายแก๊สไปใช้ในส่วนต่างๆในห้องปฏิบัติการเคมี

8. ระบบป้องกันอัคคีภัย หมายถึง วิธีการป้องกันอันตรายที่อาจเกิดจากเพลิงไหม้ ในห้องปฏิบัติการเคมี

9. ระบบการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล หมายถึง วิธีแยกประเภทการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูลจากห้องปฏิบัติการเคมี ให้ปลอดภัยต่อสภาพแวดล้อมสูงสุด

พฤติกรรมและความต้องการประโยชน์ใช้สอยห้องปฏิบัติการเคมี หมายถึง พฤติกรรมและความต้องทางด้านการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ของนักศึกษาในปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวางแผนการใช้ประโยชน์ห้องปฏิบัติการเคมี จำเป็นต้องใช้ข้อมูลจากการสำรวจห้องปฏิบัติการเคมีของสถานศึกษาที่มีอยู่ในปัจจุบันอันดับแรก การสำรวจไม่เพียงแต่พิจารณาสถานภาพที่เป็นอยู่เท่านั้น ยังต้องพิจารณาดูความเหมาะสมของสถานภาพ โดยนำไปเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียเพื่อนำผลที่ได้มาใช้พิจารณาวางแผนปรับปรุงห้องปฏิบัติการ ใหม่ให้ดีขึ้น

ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้ นอกจากการเก็บข้อมูลจากจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล สถาบันราชภัฏพระนครและสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังแล้ว ได้ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการเคมี ตลอดจนเอกสารและการวิจัยต่างๆ ผู้วิจัยพบว่า งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเคมี โดยตรงนั้นในประเทศไทยนั้นยังไม่มีปรากฏมีแต่งานวิจัยจากต่างประเทศ ผู้วิจัยจึงได้รวบรวมสาระสำคัญจำแนกเป็นหัวข้อดังนี้คือ

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี
2.2 แนวคิดทฤษฎี และหลักการออกแบบงานสถาปัตยกรรม
2.3 การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี
2.4 วัสดุก่อสร้าง
2.5 อุปกรณ์และครุภัณฑ์
2.6 ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร
    2.6.1 ระบบความปลอดภัย
    2.6.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย
    2.6.3 ระบบน้ำใช้
    2.6.4 ระบบไฟฟ้า
    2.6.5 ระบบวิศวกรรมเครื่องกล
    2.6.6 ระบบสุญญากาศ
    2.6.7 ระบบแก๊ส
    2.6.8 ระบบป้องกันอัคคีภัย
    2.6.9 ระบบจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล
2.7 การซ่อมและบำรุงรักษา
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 หลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเคมี

2.1.1 **หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย** มีแผนการศึกษาวิชาปฏิบัติการเคมีทั่วไป ซึ่งต้องใช้ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

2302113 ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(0-3-0)

รวม 1 หน่วยกิต 3 คาบ

ชั้นปีที่ 2 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

2302275 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1 1(0-3-0)

รวม 1 หน่วยกิต 3 คาบ

ชั้นปีที่ 2 ภาคการเรียนที่ 2 จำนวนหน่วยกิต

2302276 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 2 1(0-3-0)

รวม 1 หน่วยกิต 3 คาบ

2.1.2 **หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมีอุตสาหกรรม** สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีแผนการศึกษาประกอบด้วย วิชาปฏิบัติการเคมี ซึ่งต้องใช้ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ดังต่อไปนี้

ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

05101192 ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(0-3)

รวม 1 หน่วยกิต 3 คาบ

ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 2 จำนวนหน่วยกิต

05101152 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1(0-3)

05101102 ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 1(0-3)

รวม 2 หน่วยกิต 6 คาบ

ชั้นปีที่ 2 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

05102152 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1(0-3)

05102102 ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ 1(0-3)

รวม 2 หน่วยกิต 6 คาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 **หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลอง 6 จังหวัดปทุมธานี** มีรายละเอียดแผนการศึกษา ดังนี้

ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

13 – 020 – 101 เคมีทั่วไป 3(2 – 3 – 3)

13 – 020 – 109 ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1 3(3 – 0 – 3)

รวม 6 หน่วยกิต 6 คาบ

ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 2 จำนวนหน่วยกิต

13 – 020 – 101 เคมีทั่วไป 3(2 – 3 – 3)

รวม 3 หน่วยกิต 3 คาบ

2.1.4 **หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเคมี สถาบันราชภัฏพระนคร** มีรายละเอียดแผนการศึกษา ดังนี้

ชั้นปีที่ 1 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

4021109 ปฏิบัติการเคมีทั่วไป 1(0-3)

รวม 1 หน่วยกิต 3 คาบ

ชั้นปีที่ 2 ภาคการเรียนที่ 1 จำนวนหน่วยกิต

4022308 ปฏิบัติการเคมีอินทรีย์ 1 1 (0-3)

รวม 1 หน่วยกิต 3 คาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 แนวคิดทฤษฎี และหลักการในการออกแบบงานสถาปัตยกรรม

วิมลสิทธิ์ หรยางกูร (2537 : 291) ได้กล่าวถึง แนวความคิดในการออกแบบ ซึ่งหมายถึง แนวความคิดที่ใช้ในงานออกแบบ ในความหมายที่เป็นทั้งรูปธรรม (Design Concept) และนามธรรม (Program Matic Concept) ดังนี้

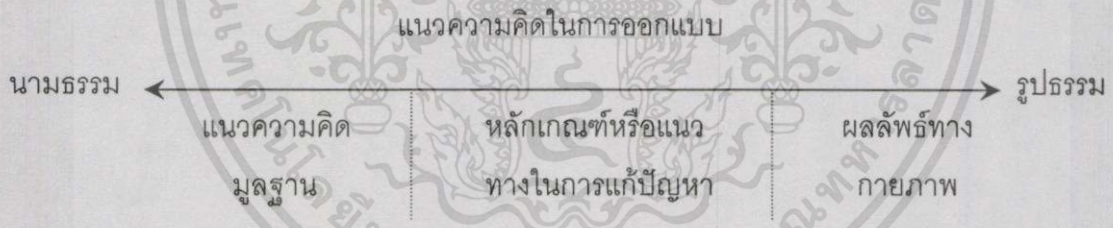
Design Concept หมายถึง ความคิดในระดับรูปธรรม ที่มุ่งใช้ในการแก้ปัญหาทางสถาปัตยกรรมของโครงการ โดยการเสนอเป็นผลลัพธ์ทางกายภาพที่ชัดเจน

Program Matic Concept หมายถึง ความคิดในระดับนามธรรม ที่มุ่งใช้ในการแก้ปัญหาทางด้านการใช้สอยของโครงการ โดยที่ยังไม่ชี้นำถึงผลลัพธ์ทางกายภาพที่ชัดเจน

ดังนั้น ความหมายของแนวความคิดในการออกแบบ แบ่งออกเป็น 3 ช่วงความหมาย ได้แก่

1. แนวความคิดมูลฐาน
2. หลักเกณฑ์หรือแนวทางในการแก้ปัญหา
3. ผลลัพธ์ทางกายภาพ

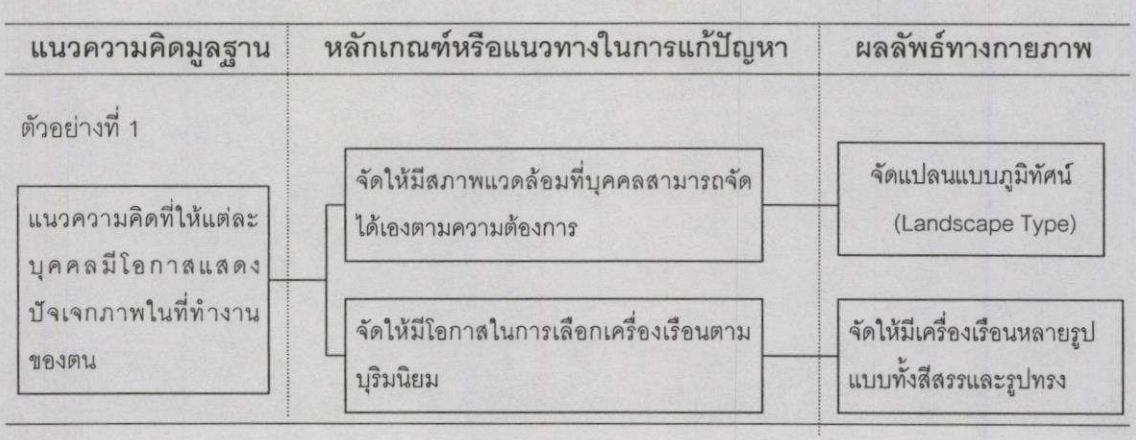
ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.1



ภาพที่ 2.1 แสดงการวิเคราะห์ความหมายของแนวความคิดในการออกแบบเป็น 3 ช่วง ซึ่งอยู่ใน พิสัยของความเป็นนามธรรมและรูปธรรม

จะเห็นได้ว่า การสนองตอบต่อแนวความคิดมูลฐานที่นำไปสู่ผลลัพธ์ทางกายภาพในงานออกแบบนั้น อาจอาศัยแนวทางที่เป็นหลักเกณฑ์ในการแก้ปัญหาได้หลายแนวทางด้วยกัน ซึ่งล้วนมีความสอดคล้องกับแนวความคิดมูลฐานที่ได้กำหนดไว้แล้ว ดังแสดงไว้ในภาพที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.2 แสดงตัวอย่างการวิเคราะห์แนวความคิดในการออกแบบเป็น 3 ช่วง ซึ่งอยู่ในพิสัยของความเป็นนามธรรมและรูปธรรม

ดังนั้นอาจกล่าวสรุปเนื้อหาของแนวความคิดในงานออกแบบได้ว่า แนวความคิดในการออกแบบมีขอบเขตของเนื้อหากว้างมาก อาจมีเนื้อหาสาระเกี่ยวข้องกับรายละเอียดทางด้านต่างๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์ สภาพแวดล้อม กิจกรรม อาคารและทรัพยากร โดยเฉพาะอย่างยิ่งแนวความคิดที่กำหนดโดยสถาปนิก อาจเน้นในลักษณะเฉพาะเป็นแนวความคิดเฉพาะประเภทอาคาร ซึ่งเป็นแนวทางแก้ปัญหาที่เป็นสาระสำคัญของโครงการ

ผุสดี ทิพทัส (2538 : 3) ได้กล่าวว่า เกณฑ์ในการพิจารณาประกอบการออกแบบสถาปัตยกรรมไว้ว่า สถาปัตยกรรมเป็นศิลปและวิทยาการของการก่อสร้างอาคาร ซึ่งสร้างขึ้นเพื่อสนองความต้องการทางด้านการใช้สอย และการแสดงออกอย่างมีความหมายของมนุษย์ที่เจริญแล้ว ซึ่งในการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมนั้น ก็ได้มีการค้นคว้าหาแนวทางมาตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 1 โดยวิทรูเวียส (Marcus Pollio Vitruvius) สถาปนิกและนักเขียนชาวโรมัน ได้ให้ข้อกำหนดเกี่ยวกับการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมและมีผู้ยึดถือแนวทางและนำมาปรับใช้กันในปัจจุบันอย่างแพร่หลาย ไว้ว่า

1. มีส่วนประกอบแต่ละส่วนที่สามารถนำมาประกอบกันได้อย่างเหมาะสม

2. ส่วนต่างๆ ของอาคารจะต้องมีขนาดที่เหมาะสมและเป็นสุดส่วนที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับส่วนอื่นๆ และกับตัวอาคารโดยส่วนรวม

3. ส่วนประกอบต่างๆ ของอาคารแต่ละส่วนต้องมีความสอดคล้องต้องกัน และทำให้อาคารเกิดความสมดุลโดยส่วนรวม

4. ส่วนประกอบทั้งหมดของอาคาร จะต้องได้รับการนำมาประกอบกันให้เป็นชุดเดียวกันที่เข้ากันได้ เช่นเดียวกับการเล่นดนตรีทั้งวงที่มีการเล่นประสานกัน

5. วัสดุก่อสร้างและส่วนประกอบต่างๆ ของอาคาร ต้องคำนึงถึงการใช้เงินลงทุนอย่างได้ผลคุ้มค่าด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตามงานสถาปัตยกรรมนั้น ส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับมนุษย์หรือเกิดขึ้นเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์จึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญ ในการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมและสิ่งที่จะใช้เป็นเกณฑ์หรือเป็นบรรทัดฐานในการพิจารณาประกอบแนวความคิดในการออกแบบนั้น มีอยู่หลายประการด้วยกัน ได้แก่

1. สภาพแวดล้อมและดินฟ้าอากาศ
    1.1 การกำหนดตำแหน่งที่ตั้งของอาคารลงในที่ดินที่จะทำการก่อสร้าง
    1.2 การพิจารณาสิ่งแวดล้อมข้างเคียง
    1.3 การออกแบบรูปทรงของตัวอาคาร และการจัดเนื้อที่ใช้สอยภาพใน
    1.4 การเจาะช่องบนผนังอาคาร การกันแดดและการควบคุมอุณหภูมิภายใน
2. การใช้สอย
    2.1 ประเภทของอาคารและจุดมุ่งหมายของการใช้สอย
    2.2 ลักษณะของการใช้สอย
    2.3 วิถีทางดำรงชีวิต มาตรฐานและระดับความเป็นอยู่ พื้นฐานทางวัฒนธรรมและขนบธรรมเนียมประเพณี
    2.4 ความต้องการเฉพาะของเนื้อที่ใช้สอย
    2.5 ลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้สอย
    2.6 การควบคุมและการรักษาความปลอดภัย
    2.7 การติดต่อ
    2.8 ความสะดวกคล่องตัวในการใช้สอยภายในเนื้อที่แต่ละส่วน
3. วัสดุก่อสร้าง ชนิดของโครงสร้างและวิธีการก่อสร้าง
4. งบประมาณและปัญหาทางด้านเศรษฐกิจในการก่อสร้าง
5. การแสดงลักษณะของอาคาร

รายละเอียดที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ล้วนเป็นเกณฑ์ขั้นพื้นฐานทั่วๆ ไปที่ใช้ประกอบในการออกแบบ เพราะงานสถาปัตยกรรมนั้นเมื่อสร้างขึ้นมาแล้วย่อมเป็นถาวรวัตถุ มีอายุยืนยาวเป็นเวลาหลายสิบปี ยกเว้นอาคารบางประเภทที่มีจุดประสงค์เพื่อให้ใช้เป็นงานชั่วคราว ดังนั้นงานสถาปัตยกรรมจึงมิใช่หมายถึง การออกแบบเฉพาะตัวอาคารเพียงอย่างเดียว ต้องรวมถึงสภาพแวดล้อมทางกายภาพทั้งหมด ที่เกี่ยวข้องกับมนุษย์ผู้ใช้สอยอาคาร ตลอดจนรูปแบบของอาคารที่น่าดูช่วยเชิดชู และส่งเสริมสภาพแวดล้อมส่วนรวมให้ดีขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี

Everett and Hughes (1975 : 5-9) ได้กล่าวว่า

ห้องปฏิบัติการทั่วไปควรอยู่ในลักษณะเปิดโล่ง ยกเว้นกิจกรรมบางประเภทที่อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อน เช่นการเตรียมตัวอย่าง การชั่ง การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา การวิเคราะห์สารเคมีที่เป็นพิษ

ห้องปฏิบัติการที่มีกิจกรรมเฉพาะควรแยกออกเป็นสัดส่วน เช่น ห้องปฏิบัติการที่ใช้รังสีควรแยกอาคารแตกหาก ห้องปฏิบัติการที่เป็นอันตราย ควรอยู่ในมุมอับของห้องปฏิบัติการที่มีเชื้อโรคอันตรายต้องมีประตู 2 ชั้นและมีระบบ Anti Lock ก่อนเข้าห้อง

การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการที่สมบูรณ์แบบควรเป็นห้องปฏิบัติการซึ่งอยู่ในอาคารชั้นเดียว แยกจากอาคารอื่น (Isolated Single - Storey Building) ซึ่งมีข้อดีดังนี้

1. ลดความรุนแรงของอันตรายลงเมื่อเกิดอุบัติเหตุ
2. สามารถควบคุมการเข้าออกห้องปฏิบัติการได้ง่าย
3. ลดจำนวนผู้ที่ได้รับหรือสัมผัส ไอละอองและฝุ่นของสารเคมี
4. ลดความยาวของท่อระบายอากาศไปยังท่อใหญ่ ซึ่งมีผลให้สารเคมีไม่ค้างในท่อนานเกินไป
5. ลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากการสั่นสะเทือน
6. มีความคล่องตัวในการขนส่งสารเคมีและกากสารเคมี
7. สามารถทำพื้นห้องปฏิบัติการให้แข็งแรงเพื่อรองรับของหนักๆ พอ

อย่างไรก็ตามบางแห่งอาจไม่สามารถตั้งห้องปฏิบัติการในอาคารชั้นเดียวได้และไม่สามารถแยกจากอาคารอื่นๆ ได้ จำเป็นต้องตั้งอยู่ในอาคารสูงซึ่งตำแหน่งที่ตั้งของห้องปฏิบัติการมีข้อดีข้อเสียแตกกต่างกัน กล่าวคือ ถ้าห้องปฏิบัติการอยู่ชั้นล่างต้องเสียค่าใช้จ่ายในการต่อปล่องระบายอากาศเสียสูง แต่ถ้าอยู่ชั้นบนๆ ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการต่อท่อระบายน้ำสูง และอาจก่อให้เกิดอันตรายจากการขนส่งสารเคมีและกากสารเคมี

การออกแบบ จัดสภาพหรือปรับปรุงห้องปฏิบัติการ ต้องคำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1. อาคารที่เป็นห้องปฏิบัติการ ต้องอยู่ห่างจากสถานประกอบการที่อยู่อาศัยหรือบริเวณที่เสี่ยงต่ออันตรายพอสมควร ทั้งนี้เพื่อลดอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากไฟไหม้และการระเบิด
2. อาคารต้องมั่นคงแข็งแรง โครงสร้างเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กที่ราชการกำหนด
3. ความสูงจากพื้นถึงเพดานโดยเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3 เมตร
4. อาคารที่สูงเกิน 3 ชั้น ต้องมีบันไดหนีไฟ
5. ต้องมีทางเดินโดยรอบกว้างไม่ต่ำกว่า 2 เมตร เพื่อใช้ในกรณีที่เกิดอัคคีภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ต้องมีประตูอย่างน้อย 2 ทาง ขนาดควรกว้างไม่น้อยกว่า 1.10 เมตร

7. อาคารห้องปฏิบัติการประเภทที่มีทางเดินกลางระหว่างห้อง สามารถลดความชื้นหรือละอองฝนที่อาจทำให้ตัวอย่างเสียหายระหว่างการเคลื่อนย้าย จากห้องหนึ่งไปอีกห้องหนึ่ง

ธงชัย ชิวปรีชา (2526 : 134 - 147) ได้กล่าวถึง การออกแบบและจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สรุปได้ว่า จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. จำนวนห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ไม่สามารถใช้ต่อเนื่องตลอดเวลาได้เหมือนกับห้องเรียนธรรมดา ควรมีช่วงเวลาสำหรับจัดเตรียมห้องปฏิบัติการใหม่ เพื่อใช้สำหรับนักศึกษากลุ่มต่อไป

2. ขนาดและตำแหน่งของห้องปฏิบัติการ จำนวนนักศึกษาจะเข้าทำการทดลองครั้งละ 30 คน ห้องปฏิบัติการควรมีพื้นที่ประมาณ 120 – 150 ตารางเมตร จึงจะปลอดภัยจากอุบัติเหตุ ส่วนตำแหน่งของห้องปฏิบัติการควรตั้งในบริเวณที่อากาศถ่ายเทได้สะดวก ไม่ถูกแสงแดดโดยตรง โดยเฉพาะในตอนบ่าย และห้องเก็บสารเคมีควรอยู่ในอาคารเดียวกันเพื่อสะดวกในการดูแลรักษาและนำวัสดุอุปกรณ์และสารเคมีไปใช้

3. มีบริเวณสำหรับทำกิจกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเรียนวิทยาศาสตร์ เช่น ฟังคำบรรยายสาธิตการทดลอง ทำกิจกรรมทดลองเป็นกลุ่มหรือเป็นรายบุคคล บริเวณสำหรับใช้เครื่องฉายแผ่นใส สไลด์ บริเวณเตรียมการทดลอง บริเวณทดลองเกี่ยวกับพืชและสัตว์ แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า น้ำและก๊าซเชื้อเพลิง

4. ครุภัณฑ์ เป็นพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ โต๊ะสาธิตการทดลอง โต๊ะและเก้าอี้สำหรับนักศึกษาทำการทดลอง ตู้หรือชั้นสำหรับใส่อุปกรณ์และสารเคมี กระดานชอล์ก ป้ายนิเทศ อ่างน้ำ รถเข็น

Richarson (1960 : 256 – 358) ได้กล่าวถึง หลักการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ทั่วๆ ไปให้มีความปลอดภัย สรุปได้ดังนี้

1. จำนวนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มีสูตรคำนวณหาจำนวนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ดังนี้

$$\text{จำนวนห้องปฏิบัติการเคมี} = \frac{\text{จำนวนนักศึกษาที่เรียนวิทยาศาสตร์ทั้งหมด}}{\text{จำนวนนักศึกษาในหนึ่งห้องตามเกณฑ์มาตรฐาน} \times \text{จำนวนคาบที่เรียนทุกวิชาในแต่ละสัปดาห์}}$$

2. ขนาดและส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ควรมีขนาดเหมาะสมกับจำนวนนักศึกษาที่จะเข้าทำการทดลองแต่ละครั้ง โดยมีเกณฑ์ว่า นักศึกษาหนึ่งคนควรใช้พื้นที่ใน

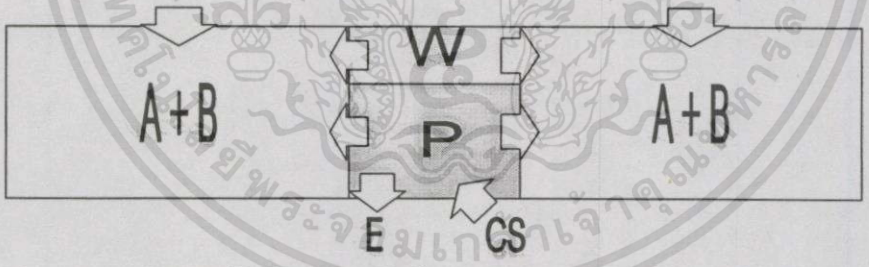
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียนวิทยาศาสตร์ 10.5 – 12.0 ตารางเมตร (35 – 40 ตารางฟุต) และภายในห้องควรมีส่วนประกอบคือ ตู้เก็บของ โต๊ะทำงานของอาจารย์และตู้เอกสาร โต๊ะสาธิตการทดลอง โต๊ะสำหรับนักศึกษา ศูนย์ปฏิบัติการซึ่งประกอบด้วย โต๊ะทดลองและม้านั่ง ชั้นหนังสือ และที่อ่านหนังสือที่จัดนิทรรศการ ตู้แสดงการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์

มาตรฐานการใช้พื้นที่และการจัดวางห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ธนู พลวัฒน์ (2526 : 43) กล่าวว่า ขนาดความจุของห้อง 50 คน พื้นที่ต่อนักศึกษาหนึ่งคนควรใช้เกณฑ์มาตรฐานแผนพัฒนาระยะที่ 5 คือ 3.5 ตารางเมตรต่อคน การจัดวางห้องปฏิบัติการเคมีควรจัดแบบ Central Core (ดูภาพที่ 2.3)

ภาพที่ 2.3 การจัดห้องปฏิบัติการเคมี แบบ Central Core

ตำแหน่งห้ององค์ประกอบห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีการแบ่งแยกห้องปฏิบัติการของนักศึกษากับห้องเตรียมอุปกรณ์ในการทดลองของเจ้าหน้าที่ เพื่อลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของนักศึกษา(ดูภาพที่ 2.4)



A = บริเวณปฏิบัติการของนักศึกษา
B = บริเวณชี้แจงก่อนปฏิบัติการ
E = บริเวณเก็บสารพิษกลาง
P = เตรียมอุปกรณ์การทดลอง
CS = ห้องเก็บของรวม
W = ห้องชั่ง

ภาพที่ 2.4 ตำแหน่งห้ององค์ประกอบห้องปฏิบัติการเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 43 – 48) ได้กล่าวถึงลักษณะของห้องปฏิบัติการสรุปได้ดังนี้

1. วัสดุก่อสร้างควรใช้วัสดุทนไฟ กระจกหน้าต่างที่แดดส่องเป็นกระจกตัดแสงผนัง เพดานและพื้นห้องควรทำด้วยวัสดุเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ไม่ลื่น ประตูห้องควรมีช่องกระจกให้มองเห็นภายในห้องได้ชัดเจน

2. การจัดแบ่งพื้นที่ปฏิบัติงาน ควรแยกส่วนที่เป็นห้องทดลองกับส่วนที่เก็บสารเคมีกับวัสดุอุปกรณ์ออกจากกัน ส่วนที่เป็นการทดลองควรจัดโดยหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนจากการทดลองต่างประเภทกัน ห้องปฏิบัติการทั่วไปควรอยู่ในลักษณะมีทางออกได้ 2 ทาง

3. ขนาดพื้นที่ปฏิบัติงาน ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทำงานการปฏิบัติงานในที่คับแคบมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุได้ง่าย FAO แนะนำขนาดห้องอย่างต่ำ 10 x 5.5 เมตร สำหรับปฏิบัติงาน 8 คน ในการวิเคราะห์ทางอาหารโดยไม่รวมพื้นที่สำหรับเครื่องมือวิเคราะห์

4. โต๊ะปฏิบัติการ การวางโต๊ะปฏิบัติการทำได้ 3 แบบคือ ชิดตามความยาวของผนัง กลางห้อง และยื่นจากผนัง การวางในลักษณะใดขึ้นอยู่กับกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ใช้ ที่สำคัญคือควรวางในลักษณะไม่ปิดทางออก โต๊ะปฏิบัติการไม่ควรมีชั้นวางสาร

5. อุณหภูมิห้องและระบบระบายอากาศ การทดลองบางอย่างต้องควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ การออกแบบให้อากาศระบายทางเดียวจะลดการปนเปื้อนจากห้องตรงข้ามได้

6. ระบบน้ำดื่มน้ำใช้ ควรแยกออกจากกันหรือมีอุปกรณ์ป้องกันการไหลย้อนกลับ สายยางที่ต่อกับเครื่องมือควรเป็นชนิดใสเพื่อให้เห็นว่ามีน้ำไหลเวียน

7. ระบบไฟฟ้าและแสงสว่าง ต้องเพียงพอทุกจุดในห้องสายไฟสำหรับแสงสว่างและระบบปรับอากาศและเครื่องมือวิทยาศาสตร์ควรแยกออกจากกัน มีสายดิน มีระบบตัดไฟอัตโนมัติ และควรมีเครื่องสำรองไฟสำหรับเครื่องมือด้วย

8. ระบบสุญญากาศ ควรต่อผ่าน HEPA Filter และ Liquid Trap เพื่อป้องกันเชื้อโรคและสารเคมีที่อาจจะเข้ามา หากเป็นงานที่เกี่ยวข้องกับสารก่อมะเร็ง ควรแยกระบบออกจากกัน

9. ระบบกำจัดของเสีย น้ำทิ้งจากการทดลองต้องผ่านระบบกำจัดของเสีย ก่อนปล่อยสู่สาธารณะ ท่อน้ำทิ้งควรเป็นวัสดุทนกรด เบส ทนตัวทำละลาย และไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่น

Sund and Trowbridge (1967 : 226 – 229) ได้กล่าวถึงลักษณะของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. ต้องมีพื้นที่ให้นักเรียน 34 – 35 ตารางฟุตหรือมากกว่านั้นต่อนักเรียน 1 คน

2. ต้องคำนึงถึงสิ่งแวดล้อมบริเวณโรงเรียน แหล่งของที่ตั้งของห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาขาต่างๆ ต้องสัมพันธ์กันมีห้องพัสดุ พื้นที่กลางแจ้ง แสงสว่าง

3. จำนวนห้องและการใช้ประโยชน์ ห้องเปิดตลอดและนักเรียนสามารถใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

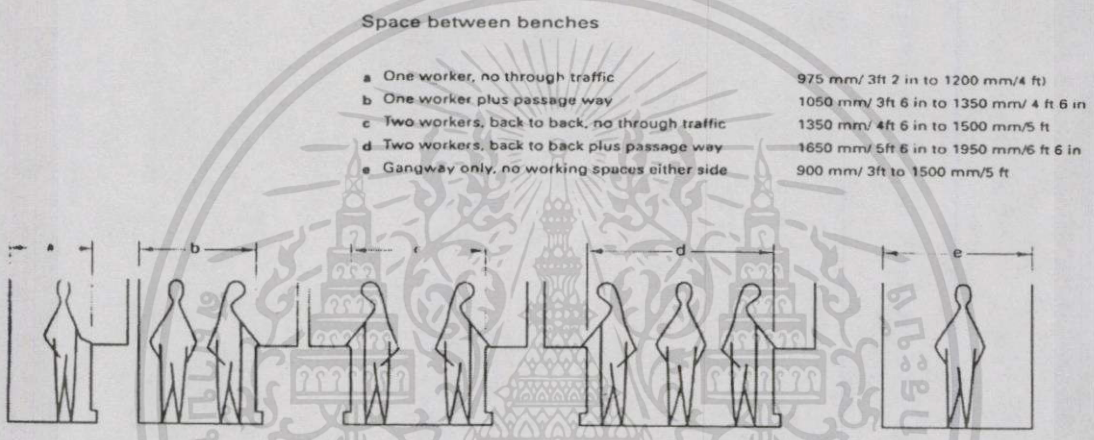
4. ต้องคำนึงถึงพื้นที่หน้าห้อง โคมไฟให้แสงสว่าง การระบายอากาศ ท่อประปา อ่างน้ำ สายไฟ ปลั๊กไฟ สำหรับนักเรียนให้เพียงพอ

5. ห้องเรียนต้องจัดให้น่าสนใจและดึงดูดความสนใจ

6. นักเรียนได้รับความสะดวกในการใช้วัสดุและมีจำนวนเพียงพอ

7. มีห้องสำหรับสร้างและซ่อมอุปกรณ์

Neufert (1982 : 291) กล่าวว่า มาตรฐานการจัดวางห้องปฏิบัติการต้องมีการจัดแบ่งประเภทของห้องปฏิบัติการ (เช่น เคมี ฟิสิกส์ และชีวะ) ต้องมีการแบ่งตามระดับชั้น (เช่น การวิจัย การเรียนการสอน และการทำงาน) และต้องแบ่งตามการจัดโต๊ะปฏิบัติการ



ภาพที่ 2.5 แสดงพื้นที่ระหว่างโต๊ะปฏิบัติการทดลอง

2.4 วัสดุก่อสร้าง

2.4.1 ผนังและเพดาน

Everett and Hughes (1975: 10-20) ได้กล่าวถึง วัสดุก่อสร้างในห้องปฏิบัติการเคมีต้องคำนึงถึงชนิดของวัสดุต่างๆ ดังต่อไปนี้

ผนังและเพดาน ควรเป็นผนังเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ทำความสะอาดง่าย ทนต่อกรดด่างและสารละลาย สามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้ และติดไฟได้ยาก โดยทั่วไปเป็นคอนกรีตทาทับด้วยสี สีควรเป็นสีที่ทนต่อสารเคมี ทำความสะอาดง่ายไม่ติดไฟ ส่วนที่เป็นกระจกที่แดดส่องและได้รับความร้อน ควรเป็นกระจกตัดและส่วนที่เป็นผนังกระจกควรเป็นกระจกนิรภัย

ชนิดของสีทาผนังและเพดาน คุณสมบัติของสีผาผนังจะแตกต่างกัน ตามองค์ประกอบของสารเคมี สีที่ทาและทำความสะอาดได้ง่าย ได้แก่ สีที่มีความเงา (Gloss Finishes) เพราะมีสัดส่วนของเม็ดสี (Pigment) น้อยและผิวไม่มีรู สีที่มีความคงทนต่อสารเคมีและใช้กันมากในห้องปฏิบัติการ ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

44106

1. Chlorinated–Rubber Base Paints เป็นส่วนผสมของ Chlorinated Rubber และ Plasticising Resins สารที่เป็น Plasticisers ต้องเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมี ทำให้คงทนต่อสารเคมี สีดังกล่าวมีความคงทนต่อสารละลายส่วนใหญ่ได้ดี แต่มักละลายหรืออ่อนตัว (Soften) สารละลายเหลวบางชนิด อุณหภูมิสูงสุดในการทำงานอย่างต่อเนื่องเท่ากับ 60°C

2. Epoxy–Resin-Based Paints มีความคงทนต่อด่างและสารละลายอินทรีย์หลายชนิด แต่จะทำให้พื้นผิวไม่เรียบ เมื่อสัมผัสน้ำบริสุทธิ์จะถูกทำลายโดยกรดแร่ (Mineral Acids) เข้มข้น นอกจากนี้สีดังกล่าวมีความคงทนต่อการถลอก และอุณหภูมิสูงสุดในสภาพการทำงานอย่างต่อเนื่องเท่ากับ 90°C คุณสมบัติในการนลดการปนเปื้อนไม่ลดลงแม้ผิวจะถลอก

3. Polyurethane Paints มีส่วนผสมมากมายหลายชนิด ดังนั้นคุณสมบัติจะแตกต่างกันไป แต่โดยรวมแล้วมีคุณสมบัติคล้ายกับ Epoxy–Resin-Based Paints

2.4.2 **พื้นห้อง**

ควรเป็นคอนกรีตเรียบและผสมวัสดุกันซึม บางจุดต้องเสริมเหล็กเป็นพิเศษ เพื่อวางเครื่องมือที่มีน้ำหนักมากและป้องกันการสั่นสะเทือน วัสดุปูพื้นควรทนต่อการรับน้ำหนัก ป้องกันการขีดข่วน ล้างทำความสะอาดง่าย รอยต่อต้องเชื่อมสนิท

นอกจากนี้ Everett and Hughes ได้กล่าวถึงชนิดของวัสดุสำหรับพื้น ที่นิยมใช้สำหรับห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปได้แก่

1. แผ่นไวนิล (Vinyl Sheet) ควรใช้เป็นแผ่น ไม่ควรใช้ชนิดกระเบื้องยาง เนื่องจากมีรอยต่อมาก แผ่นไวนิลนี้มีคุณสมบัติในการลดการปนเปื้อนได้ดี มีคุณสมบัติโค้งงอ เมื่อเชื่อมต่อระหว่างผนังและพื้น และสามารถเชื่อมต่อลอยผนังหรืออยู่กรณีที่ยึดติดกับพื้นโดยวิธีพ่นอากาศร้อน แต่ไม่ควรรองอุปกรณ์ที่มีน้ำหนักมากหรือทำให้ถลอกง่ายและสารอินทรีย์เหลว (Organic Liquids) เป็นเวลานานๆ

2. พรมปูพื้น (Linoleum) หากเป็นพรมน้ำมันที่ผสมไม้ก๊อกป่นที่มีคุณสมบัติดี อาจจะมาใช้ในการปฏิบัติการได้ ข้อเสียโค้งงอมาก มีปัญหาของรอยต่อ ไม่แนะนำให้ใช้ในห้องซึ่งล้างทำความสะอาดฆ่าเชื้อ (Disinfectant) อยู่เสมอ

3. กระเบื้องเซรามิคแก้ว (Viteous Ceramic Tiles) มักใช้ในห้องสัตว์ทดลอง และ Pilot Plants พื้นผิวที่เคลือบแก้วต้องสม่ำเสมอเพื่อลดการดูดซับน้ำ

4. เรซินสังเคราะห์ (Synthetic Resin Screeds) ซึ่งประกอบด้วยอีปอกไซด์ (Epoxide) และโปลีเอสเตอร์เรซิน และมี Filters ประเภทซิลิก้า และอลูมิเนียม เป็นวัสดุสำหรับพื้นที่มีคุณสมบัติเป็นที่น่าพอใจ โดยเฉพาะเมื่อรองรับของหนักและพื้นที่ไม่เรียบ นอกจากนี้คุณสมบัติการลดการปนเปื้อนไม่ลดลงแม้ผิวจะถลอกและสามารถโค้งงอได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ยางอัสฟัลต์ (Mastic Asphalts) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ชนิด คือ Rock Aggregate และ Bituminous Binder ซึ่งมีผลให้คุณสมบัติแตกต่างกัน คุณสมบัติโดยทั่วไปทนทาน (Hard – Wearing) ไม่เกาะฝุ่น (Dustless) ไม่ลื่น (Non – Slip) และไม่ยอมให้น้ำผ่านหาก ประกอบด้วย Sillceous Aggregate และ Binder ที่มีความทนต่อสารเคมี จะต้องมีความคงทนต่อกรดและด่างอ่อน ใช้ปูพื้นหนา 20 ซม. ข้อเสียคือ เสียรูปเมื่อรับของหนัก เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ทำปฏิกิริยาต่อน้ำมันและสารทำละลายและล้างสารปนเปื้อนในเนื้ออัสฟัลต์ออกยาก

2.4.3 **ห้องเก็บสารละลาย** ควรมีลักษณะดังนี้

1. ผนังอิฐหนา 23 ซม.
2. หลังคาคอนกรีตหนา 12.5 ซม.
3. มีตะแกรงระบายอากาศในระดับสูงและระดับต่ำ,ขนาด28ซ่องต่อตารางนิ้ว
4. พื้นห้องต้องมีทางระบายและธรณีประตูควรยกสูงเพื่อป้องกันสารเคมีไหล
5. ประตูเปิดออกด้านนอกทำด้วยเหล็กหนา 0.6 ซม.
6. หลอดไฟชนิดป้องกันไฟได้ และสวิตช์เปิดปิดควรอยู่นอกห้อง

การควบคุมเสียงภายในอาคาร สามารถกระทำได้ดังนี้คือ

1. การควบคุมเสียงรบกวนที่แหล่งกำเนิด เช่น ใช้เครื่องมือ เครื่องจักรที่มีเสียงไม่ดัง หรือแยกเครื่องที่มีเสียงดังออกต่างหาก โดยใช้วัสดุดูดซึมเสียงกั้นหรือห่อหุ้มเสียงไว้
2. ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนกั้นเสียง เพื่อลดการกระจายของเสียงจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่งโดยผนัง พื้น และฝ้าเพดาน
3. กำจัดเสียงรบกวน โดยการใช้วัสดุดูดซึมเสียงที่ไม่ต้องการลดเสียงสะท้อนภายในห้อง
4. ทำผนังสองชั้นให้ห้องที่มีเสียงดัง
5. แยกโครงสร้างของห้องที่มีเสียงดัง
6. ถ้าอยู่ในทิศทางลม ก็ใช้การพัดของลมพาเสียงออกไปจากห้องที่มีเสียงดัง
7. ใช้แนวต้นไม้ดูดกลืนไว้ชั้นหนึ่ง ในกรณีที่อาจรบกวนอาคารข้างเคียง

การควบคุมเสียงสั่นสะเทือน

ในส่วนห้องปฏิบัติการนั้น มีอุปกรณ์หลายชนิดที่อาจเกิดการชำรุดเสียหายได้ เมื่อมีการสั่นสะเทือนและความผิดพลาด ของการทดลองก็จะเกิดขึ้นได้ง่ายมากต้องมีการป้องกันโดย

1. แยกโครงสร้างของส่วนที่มีความสั่นสะท้อนมากๆ เช่น ห้องเครื่องกลโดยใช้ระบบพื้นลอยวางบนดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้วัสดุที่มีความยืดหยุ่นต่อแรงสั่นสะเทือน ได้แก่
   - Resilient Floor Unit
   - Resilient Coiling Hanger
   - Resilient Wall Isolator
   - Flexible Hose

วิเชียร สุวรรณรัตน์ (2531 : 74) กำหนดระดับเสียงที่เหมาะสมสำหรับห้องประเภทต่างๆ ไว้ ดังแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงระดับเสียงที่เหมาะสมสำหรับห้องประเภทต่างๆ

ประเภทของห้อง	เดซิเบล	หมายเหตุ
ห้องส่งวิทยุกระจายเสียง	25 – 30	
ห้องแสดงดนตรี	30 – 35	
โรงละคร	30 – 35	
โรงพยาบาล	35 – 40	
โรงภาพยนตร์	35 – 45	
ห้องเรียน	35 – 40	
สำนักงาน	35 – 40	
ห้องพิจารณาคดี	40 – 45	ในศาล
ภัตตาคาร	50 – 55	
ธนาคาร	45 – 55	

เมธี ปิลันธนานนท์ (2528 :113 – 114) ได้ให้ความเห็นในเรื่อง การป้องกันเสียงสะท้อน ไว้ว่า การออกแบบบริเวณที่เก็บเสียงหรือป้องกันเสียงสะท้อน เพื่อประโยชน์ในการเรียนการสอนและบริหารงาน มี 2 ประการด้วยกันคือ

1. เพื่อควบคุมเสียงเฉพาะที่ให้ผู้คนในที่นั้นได้ยินเสียงได้ดี
2. เพื่อป้องกันเสียงรบกวนจากภายนอก

ดังนั้น ควรจะต้องมีการวางแผนอาคารสถานที่ไว้ล่วงหน้า เช่น วางแผนให้ห้องเรียนที่จะอยู่ติดถนนนั้นเป็นบันไดขึ้นลงเสีย แทนที่จะเอาไปไว้ส่วนอื่นของอาคารและจัดพวกกิจกรรมที่มีเสียงอึกทึกไว้ในบริเวณสถานที่เดียวกัน เช่น โรงพละศึกษา โรงฝึกงาน ควรอยู่ใกล้กันพวกหนึ่ง ส่วนกิจกรรมที่ต้องการความเงียบก็ควรจัดพวกอยู่ในอีกเขตหนึ่ง เช่น สำนักงานบริหารห้องสมุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องเรียน เป็นต้น อย่างไรก็ดียังมีวิธีการป้องกัน หรือสกัดกั้นเสียงได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การปลูกหญ้าหรือทำสนามหญ้า ทำสวนหย่อม สวนป่า การปลูกต้นไม้หรือไม้พุ่มคั่น ก็สามารถลดเสียงอีกทีกลงได้

กล่าวโดยสรุปได้ว่า การควบคุมเสียงในอาคารสำหรับห้องเรียน จำเป็นต้องมีระบบป้องกันเสียงจากเสียงรบกวนภายนอกห้องเรียน เช่น เสียงรถยนต์ เสียงดังจากห้องข้างเคียง เสียงเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น โดยอาจใช้วัสดุอุปกรณ์ในการจัดตกแต่งห้องเรียน เพื่อป้องกันเสียงสะท้อนและวัสดุที่สามารถดูดซับเสียง เพื่อลดระดับของเสียงให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมเพราะถ้ามีเสียงรบกวนมากเกินไป จะทำให้นักศึกษาไม่มีสมาธิในการเรียน

นรมิตร ลิ่วธนมงคล (2538 : 254) กำหนดค่าสัมประสิทธิ์การดูดเสียงของวัตถุไว้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงค่าสัมประสิทธิ์การดูดเสียงของวัตถุ

ชนิดของวัตถุ	แถบคลื่นความถี่เสียง (ไซเคิล / วินาที)		
	128	512	2048
	ค่าสัมประสิทธิ์การดูดเสียง		
ผนังอิฐฉาบปูนและทาสี	0.012	0.017	0.023
ผนังอิฐไม่ฉาบปูน	0.024	0.030	0.049
พรม	0.090	0.200	0.270
สักหลาด	0.110	0.300	0.270
ผ้า ชนิด 340 กรัม/ตร.ม.	0.040	0.110	0.300
ผ้า ชนิด 475 กรัม/ตร.ม.	0.060	0.130	0.400
ผ้า ชนิด 610 กรัม/ตร.ม.	0.100	0.500	0.820
พื้นคอนกรีตหรือหินขัด	0.010	0.015	0.020
พื้นไม้	0.050	0.030	0.030
กระเบื้องยาง/ พรมพีวีซีปูนบนพื้นพรม	0.03 – 0.08		
กระจก/ แก้ว	0.035	0.027	0.020
หินอ่อน	0.010	0.010	0.015
เวที/ แท่นโชว์ (ขึ้นอยู่กับเฟอร์นิเจอร์)	0.25 – 0.75		
ม้านั่งบุนวม	0.50 – 1.00		
ปูนฉาบ/ ยิบซั่มผิวเรียบ	0.013	0.025	0.040
หนังสัตว์	0.020	0.030	0.040
เก้าอี้เหล็ก/ ไม้	0.150	0.170	0.020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มาของเสียงจะมาจากทั้งภายใน และภายนอกอาคาร ได้แก่ เสียงจากเครื่องปรับอากาศ เสียงโทรศัพท์ เสียงพิมพ์ดีด เสียงสนทนา เสียงจากอุปกรณ์ต่างๆ เสียงจากรถยนต์ เป็นต้น จากตารางที่ 2.4 การควบคุมเสียงสามารถทำได้โดย การเลือกใช้วัสดุในการทำพื้นผิวผนังห้อง ฝ้าเพดาน ให้เป็นพื้นผิวที่สามารถดูดซับเสียงได้มาก เช่น วัสดุที่อ่อนนุ่ม จะสามารถลดการสะท้อนของเสียงได้มากกว่าวัสดุที่แข็ง หรือการใช้ผนังกั้นเป็นส่วนๆ

สรุป การควบคุมเสียงภายในอาคารสามารถทำได้ดังนี้ คือ

1. ควบคุมเสียงรบกวนที่แหล่งกำเนิด เช่น ใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่มีเสียงไม่ดังหรือแยกเครื่องที่มีเสียงดังออกต่างหาก โดยใช้วัสดุดูดซึมเสียงกั้นหรือห่อหุ้มเสียงไว้
2. ใช้วัสดุที่เป็นฉนวนกั้นเสียง เพื่อลดการกระจายของเสียงจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง โดยผนังพื้นและฝ้าเพดาน
3. การกำจัดเสียงรบกวน โดยใช้วัสดุดูดซึมเสียงที่ลดเสียงสะท้อนภายในห้อง

2.5 อุปกรณ์และครุภัณฑ์

2.5.1 โต๊ะปฏิบัติการ

Everett and Hughess (1975: 16-20) พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการต้องแข็งแรง ทนต่อการขีดข่วน มีรูพรุนน้อย ล้างทำความสะอาดง่าย ไม่เป็นรอยด่างหรือเปื้อนง่าย เป็นแผ่นใหญ่หรือเป็นแผ่นติดต่อกันตลอดและเรียบ

ภาพที่ 2.6 โต๊ะปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของวัสดุสำหรับทำพื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการ มีดังนี้

1. เคลือบเมลามีน เช่น ฟอร์ไมกา (Formica) ทนความร้อนได้ 145° C ควรใช้วัสดุกันน้ำเป็นพื้นรองรับ เช่น ไม้อัดเคลือบเรซิน และเชื่อมต่อกับพื้นผิวการทำงานด้วยกาวยาง

2. แผ่นโปลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl– Chloride) ตัวอย่างเช่น Davic ทนอุณหภูมิในช่วง - 30° C ถึง 60° C ไม่เหมาะที่จะวางของร้อนๆ และเมื่อโดนไฟอาจหลอมละลายและเผาไหม้ให้แก๊สมีฤทธิ์กัดกร่อน มีลักษณะอ่อนถลอกง่าย

3. เหล็กสเตนเลสชนิด Fmd Grade Stainless Steel เหมาะสำหรับพื้นที่ซึ่งใช้เหล็กได้ ทนทานต่อสารเคมีได้ดีกว่า สเตนเลสที่ใช้ในบ้านทั่วๆ ไป แต่อาจถูกทำลายด้วยกรดไฮโดรคลอริกและสารเคมีบางชนิด

4. เรซินเสริมใยแก้ว (Glass– Fiber – Renforced) สามารถหลอมเป็นรูปร่างได้และใช้ได้ในอุณหภูมิถึง 95° C แม้จะอ่อนตัวที่ 135° C เป็นตัวต้านไฟ แต่อาจไหม้ไฟแล้วให้ควันที่มีฤทธิ์กัดกร่อน

5. โปลีโปรไพลีน (Polypropylene) อาจหลอมและอ่อนตัวที่อุณหภูมิ 145° C มีคุณสมบัติทนทานต่อสารเคมี จึงหากาวชนิดที่เหมาะสมยาก วัสดุนี้ไม่ทนไฟและเมื่อติดไฟจะเผาไหม้ ทนรอยขีดข่วนหรือรอยถลอกได้น้อยกว่าโปลีไวคลอไรด์

6. แลกเกอร์ประเภทเมลามีนและโปลียูรีเทน (Melamine and Polyurethane Lacquers) เหมาะสำหรับพื้นผิวที่มีการปนเปื้อนน้อย เนื่องจากทำความสะอาดยาก

7. ไพโรซีแรม (Pyroceram) เป็นเซรามิคประเภท Lithum Aluminium Silicate Glass ทนต่อสารเคมีสูง ไม่มีรูพรุนทนความร้อนได้ ทนต่อรอยขีดข่วนและทนต่อแรงกระแทกได้ดี

8. วัสดุคลุมประเภทใช้แล้วทิ้ง (Disposable Covering) เช่น โปลีไวนิลคลอไรด์ โปลีเธน เหมาะสำหรับใช้ชั่วคราวอาจมีปัญหาอันตรายและปัญหาการจำกัดเมื่อใช้แล้ว

2.5.2 การจัดวางโต๊ะปฏิบัติการ

Hain (1995 :13) ได้กล่าวว่า งานในห้องปฏิบัติการเป็นงานเกี่ยวกับการปฏิบัติการวิเคราะห์ ทดลองเท่านั้น ดังนั้น จึงไม่ควรมีโต๊ะสำหรับผู้ปฏิบัติงานนั่งทำงานประจำในห้องนั้น ส่วนที่เป็นห้องพัก ส่วนธุรการ สำหรับส่วนตัวอย่างและส่วนปฐมพยาบาล ควรแยกออกจากส่วนปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการควรมีทางออก 2 ทาง

การวางโต๊ะปฏิบัติการอาจทำได้ 3 รูปแบบ คือ วางชิดตามความยาวผนัง (Wall Bench) กลางห้อง (Island Bench) และยื่นจากผนัง (Peninsula) การวางในรูปแบบใดขึ้นอยู่กับกิจกรรมและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ตลอดจนลักษณะของห้องปฏิบัติการ ต้องไม่วางกีดขวางทางออกกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน ส่วนระยะห่างระหว่างโต๊ะไม่ควรน้อยกว่า 1.5 เมตร และควรมีช่องที่เก็บเก้าอี้ที่ใช้ในการปฏิบัติการ เพื่อมิให้กีดขวางทางเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของโต๊ะปฏิบัติการมีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ โดยทั่วไปขนาดของโต๊ะปฏิบัติการ ควรมีความลึกของส่วนปฏิบัติงาน 60 ซม. ไม่รวมพื้นที่ท่อแก๊ส เต้าเสียบไฟฟ้า ฯลฯ ส่วนความสูงควรมีขนาดพอเหมาะกับการปฏิบัติงานประมาณ 85 - 95 ซม.

2.6 ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร

2.6.1 ระบบการรักษาความปลอดภัย

Dewahl. (อ้างใน Lewis. 1962 : 15) กล่าวว่าโดยทั่วไปมีหลายลักษณะ สำหรับระบบที่เหมาะสมได้พิจารณาศึกษา 4 ระบบ ดังนี้คือ

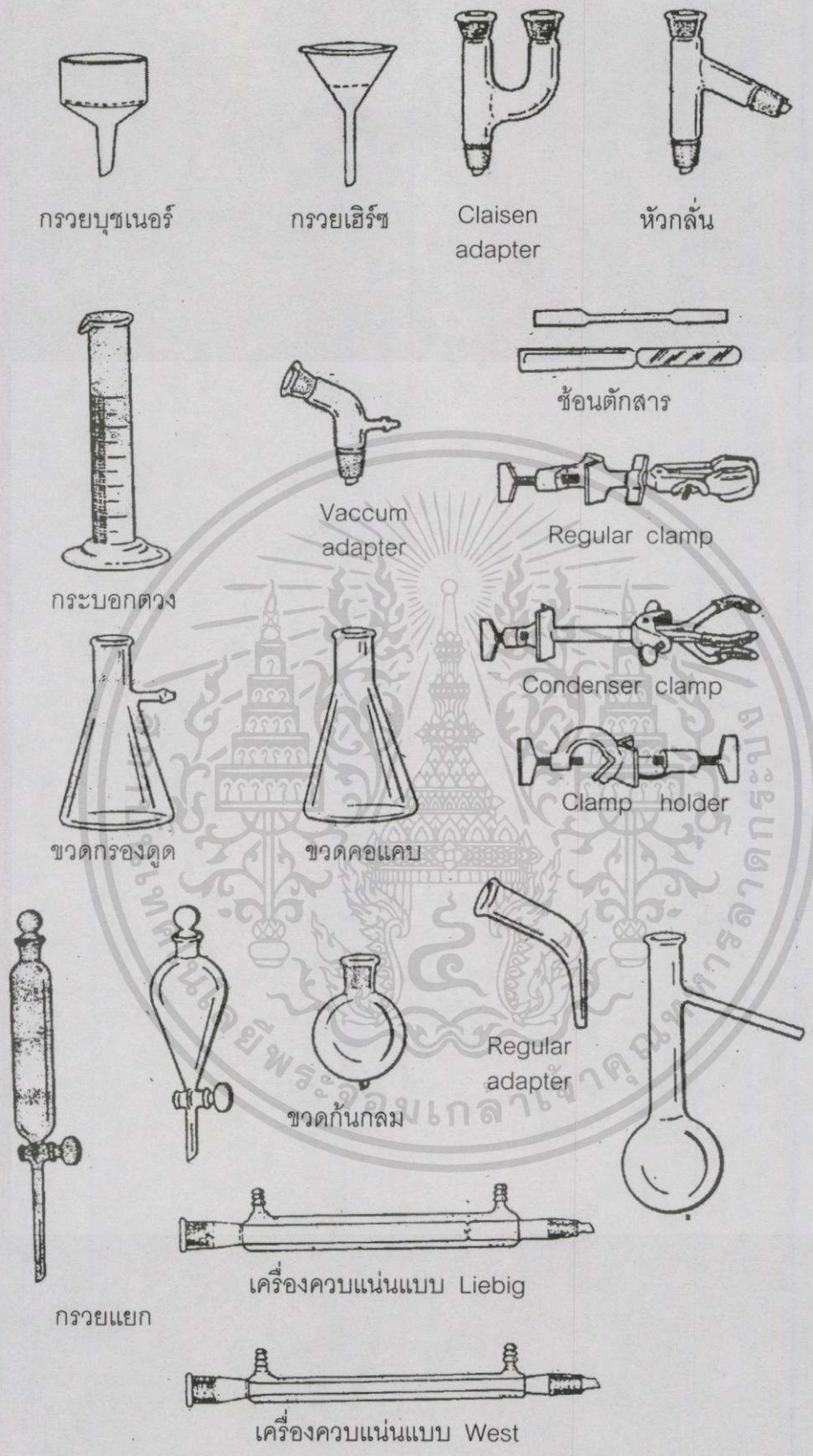
ระบบการรักษาความปลอดภัยตามปกติทั่วไป ประกอบด้วย

1. การป้องกันโดยเจ้าหน้าที่เวร – ยาม ซึ่งมีการตรวจตราตามจุดสำคัญๆ ตลอดเวลา 24 ชั่วโมง
2. ควบคุมการเข้า – ออกจากตัวอาคาร
3. ทำการจ่ายไฟจากแหล่งจ่ายไฟสำรองฉุกเฉิน เมื่อไฟฟ้าปกติดับ
4. ตรวจจับการรั่วของน้ำในอาคาร

การใช้อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ การทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการเคมีถ้าได้มีการวางแผนป้องกันอย่างดีแล้ว จะมีโอกาสเกิดอุบัติเหตุน้อยมาก อย่างไรก็ตามในการจัดห้องปฏิบัติการหรือทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการทุกครั้ง ควรจะได้สวมใส่หรือใช้อุปกรณ์ต่างๆ ที่จะช่วยป้องกันอันตรายจากอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี (2528 : 3 – 5) ได้กล่าวถึง อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ สรุปได้ว่า อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. อุปกรณ์ประจำห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่ควรติดตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการที่สำคัญได้แก่ สัญญาณเตือนไฟ เครื่องมือดับไฟ กระสอบและถังทรายสำหรับดับไฟ อ่างน้ำหรือที่อาบน้ำล้างตัว ในกรณีถูกสารเคมีหกรด สวิตซ์อัตโนมัติสำหรับตัดวงจร ตู้ใส่เครื่องมือปฐมพยาบาล อุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวควรมีให้พร้อมและอยู่ในสภาพที่จะใช้ได้เสมอ เมื่อเกิดอุบัติเหตุจะได้สามารถหยิบใช้ได้ทันที

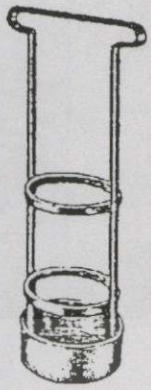
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



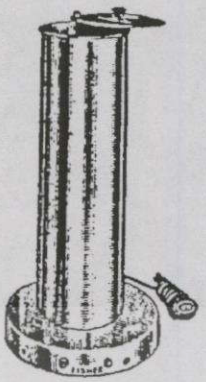
ภาพที่ 2.7 แสดงเครื่องแก้วที่ใช้เสมอในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

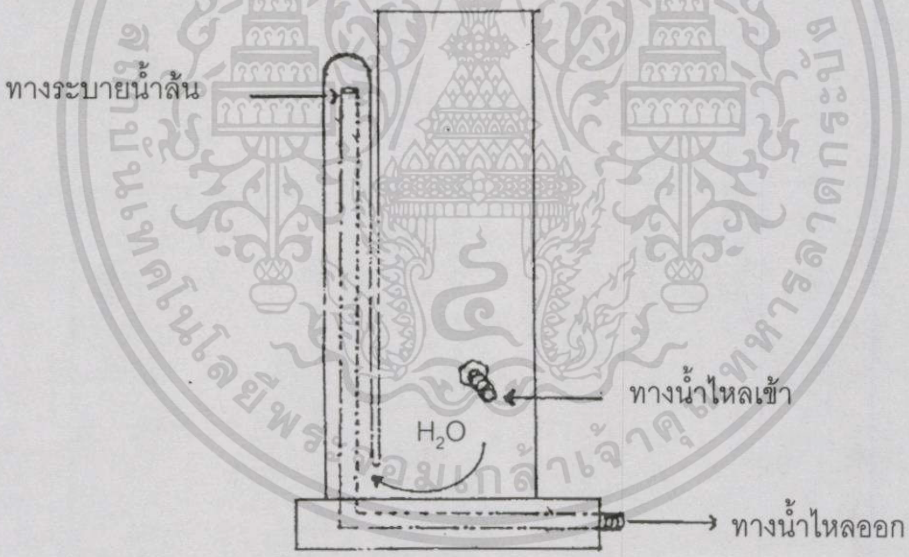
Pipette washer



Pipette holder



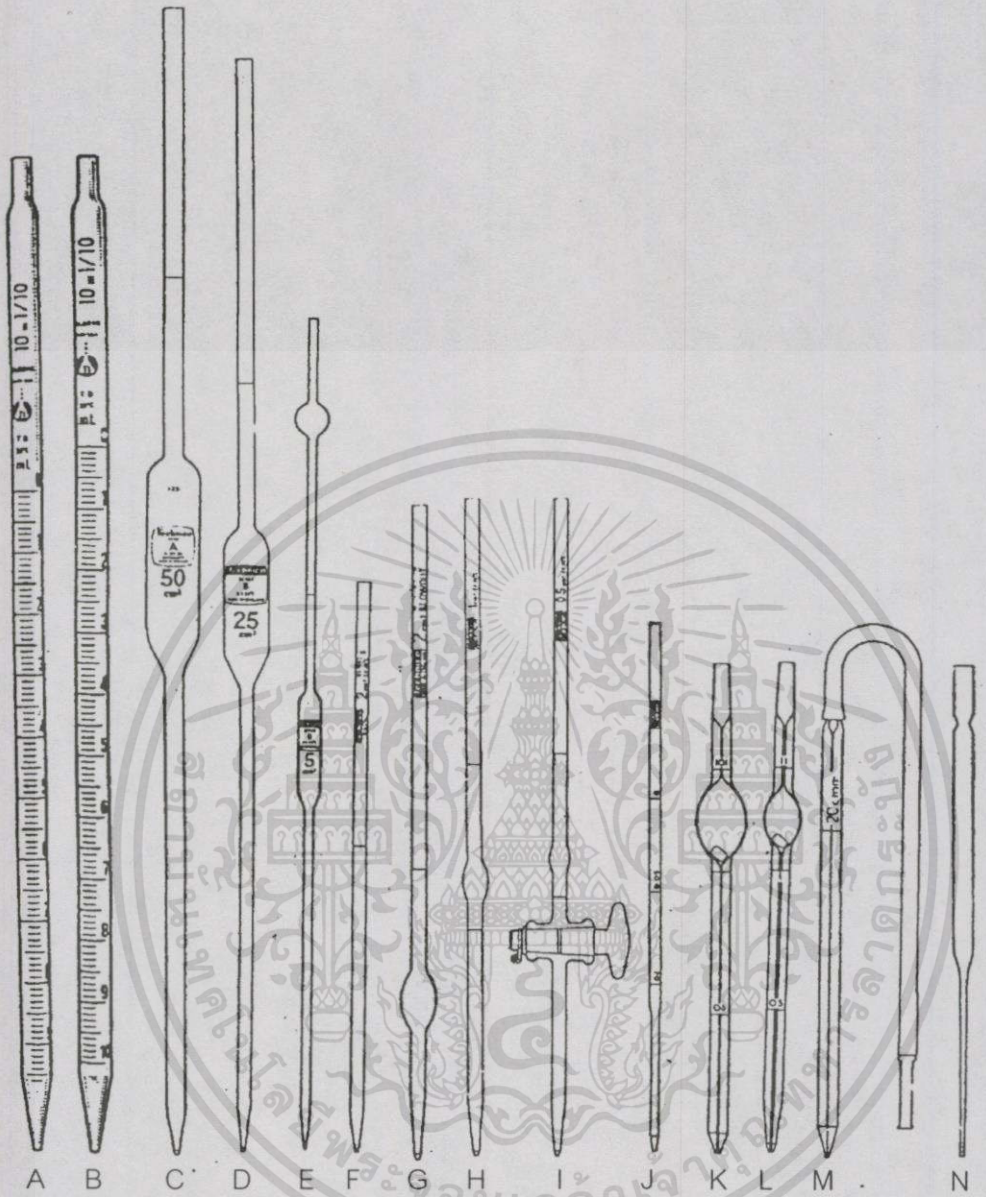
Pipette dryer



แสดงองค์ประกอบและหลักการทำงานของถังล้าง pipette

ภาพที่ 2.7 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แสดงรูปร่างของ pipette ชนิดต่าง

A = Serological pipette B = Mohr pipette

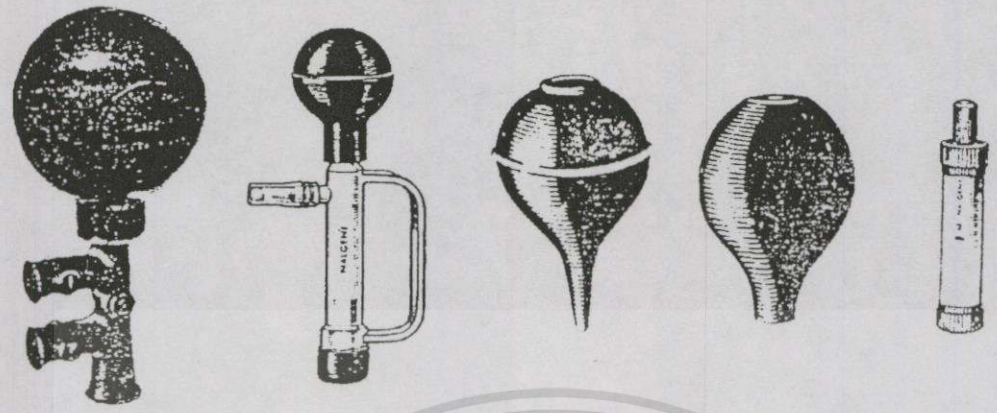
C,D,E,F = Volumetric pipette G,H = Ostwald - Folin pipette

I,J = Ostwald - Van slyke pipette K - M = Microtype pipette

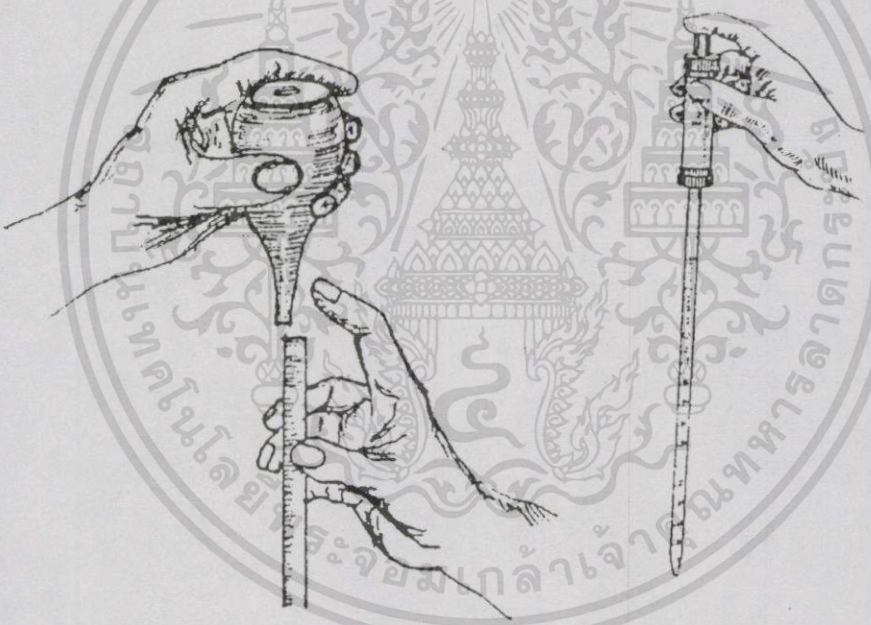
N = Pasteur pitette

ภาพที่ 2.7 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

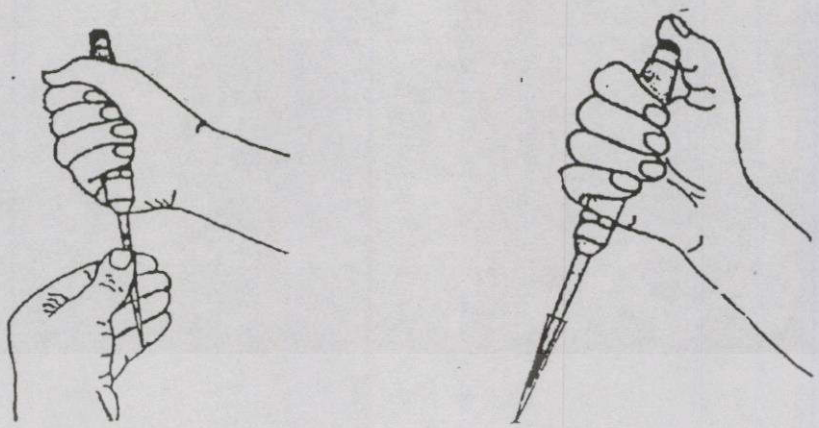


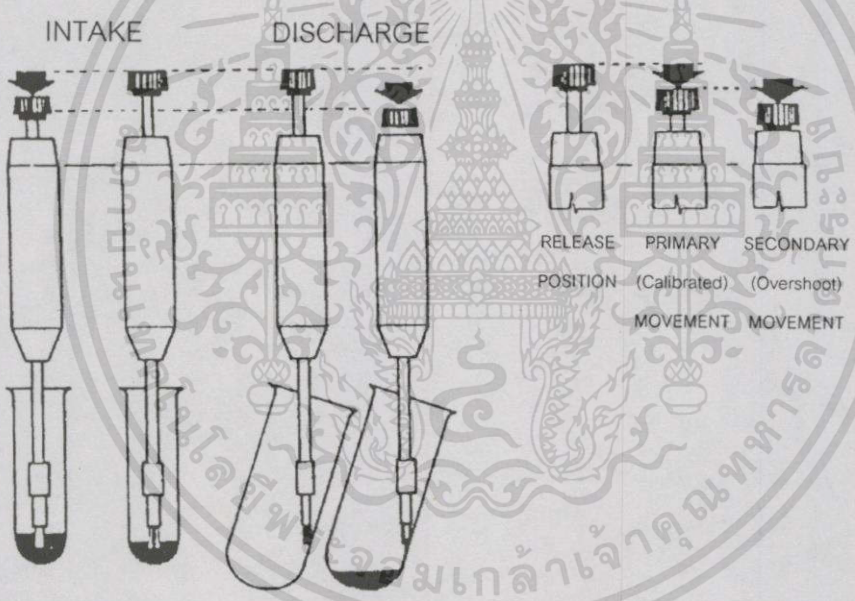
(ข)

แสดงชนิดต่างๆ ของ filler (ก) และการใช้ filler ดูดสารละลาย (ข)

ภาพที่ 2.7 (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



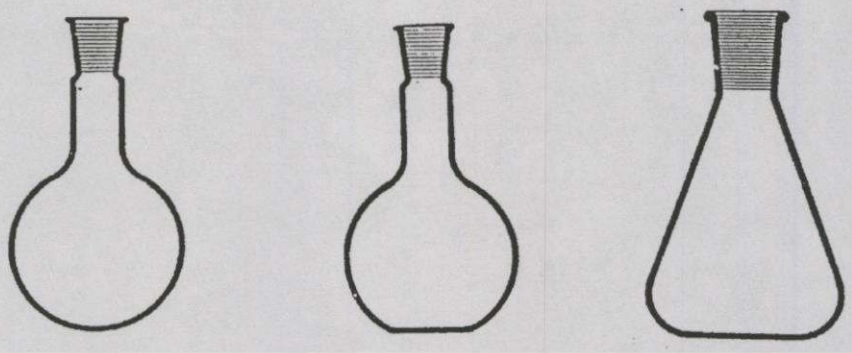


แสดงวิธีการใช้ automatic pipette

ภาพที่ 2.7 (ต่อ)

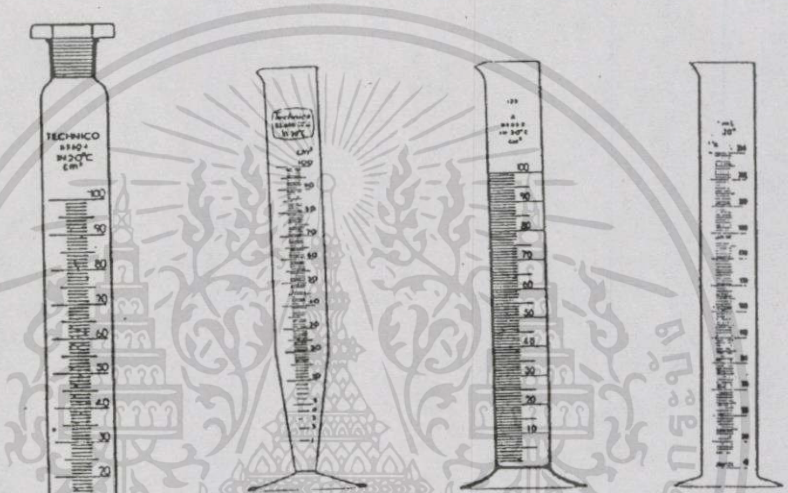
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ก)



Round bottomed flask Flat bottomed flask Conical flask

(ข)



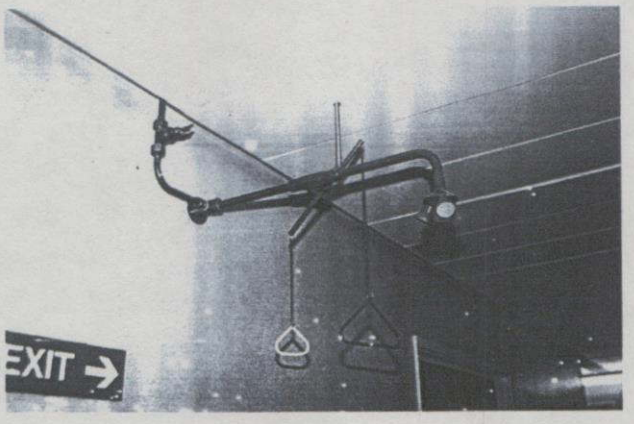
(ค)

Square form Conical form Tall form

แสดงลักษณะต่างๆ ของ flask (ก) measuring cylinder (ข) beaker (ค)

ภาพที่ 2.7 แสดงเครื่องแก้วที่ใช้เสมอในห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.8 แสดงฝักบัวล้างตัวในห้องปฏิบัติการเคมี

ที่มา Hain (1995 : 71)

ภาพที่ 2.9 แสดงก๊อกน้ำสำหรับล้างดวงตา

ที่มา Hain (1995 : 71)

ภาพที่ 2.10 ถังทรายสำหรับดับเพลิง ในห้องปฏิบัติการเคมี

ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. อุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะบุคคล ขณะทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการถ้าสวมใส่อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เหมาะสมก็สามารถลดอันตรายหรืออาจป้องกันอันตรายได้ อุปกรณ์ดังกล่าว แบ่งได้ดังนี้

2.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับดวงตา ดวงตาเป็นอวัยวะที่มีความสำคัญที่สุด ทุกครั้งที่ทำกิจกรรมในห้องปฏิบัติการควรสวมใส่แว่นตานิรภัย ซึ่งนอกจากจะช่วยลดอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นแล้ว ในการปฏิบัติการที่ใช้สารที่มีสมบัติทำให้เกิดการระคายเคือง เช่น กรด หรือ เบสเข้มข้น แว่นตานิรภัยยังป้องกันไม่ให้ตาสัมผัสกับไอของสารเหล่านั้นด้วย

2.2 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับมือ ถุงมือเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับมือ อาจแยกประเภทต่างๆ ได้ดังนี้

2.2.1 ถุงมือยาง ป้องกันการกัดกร่อนของสารต่างๆ เช่น กรด เบส ฯลฯ

2.2.2 ถุงมือหนัง ป้องกันของมีคมหรือเครื่องจักรโลหะต่างๆ

2.2.3 ถึงมือใยแก้วทนไฟ ป้องกันความร้อนที่เกิดจากภาชนะหรือสารเคมีบางชนิด

2.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับร่างกาย อุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันอันตรายที่นิยมใช้ได้แก่ เสื้อคลุม ผ้ากันเปื้อน และหมวก ซึ่งจะช่วยป้องกันและลดอันตรายในกรณีสารเคมีหกรดหรือกระเด็นออกมาจากภาชนะ การทดลองกับสารที่มีสมบัติในการกัดกร่อนสูง ควรสวมกางเกงขายาวและในกรณีที่ใช้สารที่เกิดปฏิกิริยาเคมีอย่างรุนแรง ซึ่งอาจมีการกระเด็นมากควรใช้ฉากนิรภัย (Safety Screen) กันไว้อีกชั้นหนึ่ง

2.4 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับการหายใจ ในการทดลองที่มีไอของสารพิษ เช่น ไอของตัวทำละลายอินทรีย์ ยาฆ่าแมลงหรือไอของสารกัดกร่อนควรใส่หน้ากากช่วยหายใจ

2.6.2 ระบบบำบัดน้ำเสีย

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis 1962:30-31) ได้กล่าวการบำบัดน้ำเสียต้องพิจารณาถึงปริมาณและชนิดของเสียที่ต้องการกำจัด ทั้งนี้เนื่องจากกากของเสียมีคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพตลอดจนพิษภัยแตกต่างกัน ระบบกำจัดน้ำเสียจากห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปมีดังนี้

1. ห้องปฏิบัติการควรจะมีระบบกำจัดน้ำเสียของห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะก่อนที่จะเข้าสู่ระบบกำจัดน้ำเสียรวมของอาคาร หรือท่อระบายน้ำ

2. ระบบกำจัดน้ำเสียของห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะมักเป็นระบบกำจัดแบบเคมี (Chemical Treatment)

3. ในกรณีที่ไม่มีระบบกำจัดน้ำเสียของห้องปฏิบัติการ โดยเฉพาะแต่มีระบบกำจัดน้ำเสียรวมประเภท Activated Sludge น้ำทิ้งจากห้องปฏิบัติการต้องมีความเป็นกรดด่าง สารพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำมัน ฯลฯ ในปริมาณสูงจนทำให้การทำงานของแบคทีเรียล้มเหลวเกิน (Bacteria Static Dose) ห้องปฏิบัติการที่ไม่มีระบบกำจัดน้ำเสียเลยนั้น ต้องระวังการปล่อยน้ำเสียเป็นพิเศษ โดยพยายามกำจัดสารพิษต่างๆ ปรับสภาพความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำทิ้ง และทำการเจือจางก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

ระบบบำบัดน้ำเสีย (Waste Water Treatment System) ที่ศึกษานำมาใช้กับห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี มี 2 ระบบ คือ

1. เป็นรูปแบบการบำบัดน้ำเสียชนิดเติมอากาศประสิทธิภาพสูงที่เรียกว่า Bio-Contact Aeration Activated Sludge Process ซึ่งรวมเอาระบบ Conventional Aeration Activated Sludge ซึ่งเลี้ยงจุลินทรีย์ชนิดแขวนลอยในน้ำ มาใช้รวมกันกับตะกอน จุลินทรีย์แผ่นพีวีซี สังเคราะห์ทำให้สามารถลดขนาดของระบบบำบัดให้เล็กลงได้ ระบบถังบำบัดเป็นระบบที่ซึ่งใช้ไฟเบอร์กลาสเสริมใยแก้วผสมเรซิน (Frp) เป็นวัสดุหลักในการทำตัวถัง ซึ่งให้คุณสมบัติในการป้องกันสนิม อุณหภูมิ และการรั่วซึมจากน้ำใต้ดินได้ดี มีความทนทานสูงและเหนียวสามารถซ่อมแซมได้ หากเกิดความเสียหายขึ้น

รายละเอียดทั่วไปของถัง

ถังโดยหลักของระบบจะประกอบไปด้วย ถังแยกกากและสิ่งปฏิกูล (Separation Tank) ถังเติมอากาศ (Aeration Tank) ถังตกตะกอนยกจุลินทรีย์และน้ำใส (Sedimentation Tank) ถังเพิ่มความเข้มข้นตะกอน (Sludge Concentration Tank) กล่องควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Box) กล่องตะแกรงดักขยะละเอียด (Screening Box)

น้ำเสียที่จากอาคาร ซึ่งหมายถึงน้ำส้วม น้ำเสียจากห้องน้ำ น้ำซักล้าง น้ำจากครัว และน้ำเสียอื่นๆ จะรวบรวมเข้าสู่ ถังแยกกากตะกอนลอยและสิ่งปฏิกูลหนัก รวมถึงขยะจะถูกดักที่ถังนี้ น้ำเสียเฉพาะช่วงระดับกลางก็จะไหลเข้าสู่บ่อสูบ ซึ่งจะมีเครื่องสูบน้ำเสียชนิดไม่อุดตัน หรือเครื่องสูบน้ำเสียตัดขณะทำการสูบน้ำเสียเข้ากล่องดักขยะละเอียด เพื่อแยกขยะออกซึ่งเป็นได้ทั้ง Automatic หรือ Manual ขึ้นกับการเลือกใช้จากนั้นจึงจะเข้ากล่องควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Box) เพื่อควบคุมน้ำเสีย 100 เปอร์เซ็นต์เข้า ถังเติมอากาศส่วนอีก 50 เปอร์เซ็นต์จะไหลย้อนเข้าถังแยกกากและสิ่งปฏิกูล (Separation Tank) ฉะนั้นหากเครื่องสูบน้ำเสียทำงานพร้อมกันทั้งสองเครื่องจะสามารถสูบน้ำเสียได้ถึง 3 เท่าของน้ำเสียเฉลี่ยต่อวัน น้ำเสียที่อยู่ในถังเติมอากาศ จะทำการเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ โดยอาศัยอากาศที่ให้โดยเครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator) จุลินทรีย์จะใช้อากาศเพื่อส่วนหนึ่งใช้ในการหายใจ อีกส่วนใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ในรูปของ BOD เพื่อการดำรงอยู่ของจุลชีพน้ำเสียจากถังก็จะไหลเข้าตะกอน (Sedimentation tank) ซึ่งจะทำหน้าที่แยกตะกอนจุลินทรีย์ที่จะตกลงสู่เบื้องล่างและน้ำใส ส่วนบนออกจากกัน โดยน้ำตะกอนที่อยู่ด้านล่างจะถูกสูบตะกอนไหลหลับเข้าสู่ถังเติมอากาศโดยวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Air Lift ซึ่งหลักการอัดอากาศเข้าเส้นท่อ และอากาศจะลอยตัวขึ้นนำน้ำตะกอนไปตามเส้นท่อได้ ไม่ทำให้ตะกอนแตกตัวเหมือนกับการใช้เครื่องสูบน้ำ ระบบที่นำตะกอนมาเวียนกลับมาใช้ในลักษณะนี้จึงถูกเรียก ระบบเลี้ยงตะกอนหรือระบบตะกอนเร่ง

รายละเอียดปลีกย่อยของส่วนต่าง ๆ

1. บ่อแยกกากและสิ่งปฏิกูล (Separation Tank) โดยหลักการของระบบแล้วหมายถึงถังที่มีลักษณะเป็นช่องๆ หรือ Compartment ซึ่งจะมี 1 หรือ 2 ช่อง ซึ่งช่องแรกจะทำหน้าที่ตกตะกอนหนัก และดักตะกอนลอยตามการออกแบบให้เหมาะกับระยะเวลาที่จะสูบออกพอเหมาะไม่บ่อยครั้งจนเกินไปและระบบไม่ใหญ่โตเกินความจำเป็น ส่วนช่องที่ 2 จะเป็นน้ำใสที่ยังสารแขวนลอยและสิ่งสกปรกที่เราต้องทำการบำบัดในระดับจุลชีพ ซึ่งในระบบที่เรานำเสนอจะใช้ลักษณะของท่อ Updown Pipe เป็นตัวแยกกากหนักและเบาดังกล่าว ระยะเวลาเก็บกักที่เราใช้เท่ากับ 4 ชม. ของปริมาณน้ำเสียเฉลี่ยต่อวัน มีค่าความสกปรก 250 มก./ล.

2. กล่องควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Box) ระบบเติมอากาศในถังเติมอากาศจะทำงานได้อย่างราบรื่น ไม่เกิดอาการซ็อคโหลด อันเนื่องมาจากการกระชากของปริมาณน้ำเสียที่ถูกสูบมาจากเครื่องสูบน้ำซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาดนั้นมีขนาดใหญ่เกินไปไม่สามารถควบคุมอัตราการสูบได้ตามที่เราต้องการ กล่องดังกล่าวจึงถูกออกแบบเพื่อให้การไหลของน้ำสม่ำเสมอ

3. ถังเติมอากาศ (Aeration Tank, AT/T) วัตถุประสงค์ของถังนี้ก็เพื่อเลี้ยงตะกอนจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติให้อยู่รอดได้ ด้วยเครื่องเติมอากาศใต้น้ำ ที่มีปริมาณอากาศใต้น้ำที่มีปริมาณอากาศที่พอเหมาะที่จะไม่ให้ตะกอนจุลินทรีย์จมลงหรือก่อให้เกิดการผสมกวนอย่างสมบูรณ์ พร้อมทั้งรักษาระดับออกซิเจนที่จำเป็นต่อการดำรงชีพของจุลินทรีย์ที่ มากกว่า 0.5 มก/ล กำหนดระยะเวลาการเติมอากาศไว้ที่ 6 ชม. ในการตอบสนองเพื่อเร่งการบำบัดน้ำเสียโสโครกอัตราที่เหมาะสมของน้ำโสโครก (อาหาร) กับจุลินทรีย์จะถูกรักษาไว้จุลินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียจะย่อยสลายความสกปรก หรือสารอินทรีย์ในรูปของบีโอดี เป็นอาหารเพื่อสร้างเซลล์ และเพื่อการดำรงชีวิตของเซลล์แบคทีเรีย ผลที่ได้จะเกิดปล้องหรือกลุ่มก้อนตะกอนของแบคทีเรีย ซึ่งใหญ่และหนักมีคุณสมบัติในการจมตัวได้ง่าย พร้อมที่จะแยกออกจากน้ำได้ง่ายในถังตกตะกอน นอกจากนี้ในถังเติมอากาศยังได้เพิ่มตัวกลางสังเคราะห์ Synthetic Media ที่เรียกกันในท้องตลาดว่า Cross Flow Media ในการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งในด้านชีวเคมี คือ เลี้ยงจุลินทรีย์ให้ยึดเกาะไว้บนแผ่นตัวกลางสังเคราะห์ (Fixed Film Media) ซึ่งมีพื้นที่ผิวมากขนาด 120 ตร.ม./ลบ.ม. และป้องกันการลัดวงจรของน้ำเสียที่เข้ามากับตะกอนจุลินทรีย์ไหลเวียนกลับ โดยมันจะทำหน้าที่ทำให้การไหลของน้ำในถังเติมอากาศมีลักษณะเป็นเกลียว Spiral Flow ด้วยเหตุนี้ ข้อได้เปรียบการบำบัดลักษณะนี้ ก็คือ ตะกอนจุลินทรีย์แขวนลอยที่เราต้องการ หากเกิดการพัดพาของกระแสน้ำอาจมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โอกาสหลุดหลายออกไปจากระบบได้ ระบบก็ยังจะมีการบำบัดโดยแบคทีเรีย ที่เกาะบนผิวตัวกลางสังเคราะห์ซึ่งจุลินทรีย์เหล่านี้ก็จะทำหน้าที่ในการเป็น Seed เพาะตัวเองเป็นจุลินทรีย์แขวนลอยต่อไปยังผลให้ร่นระยะเวลาในการเริ่มต้นระบบเลี้ยงเชื้อที่เราเรียกว่า การ Start - up จุลินทรีย์ที่เราต้องการในระบบได้แก่ Borticells, Zuguled, Aspidisca, Berc Ralla Amoeba ซึ่งชอบอยู่ในสภาพที่มีออกซิเจนเพียงพอ หน่วยที่ใช้เรียกตะกอน จุลินทรีย์ คือ MISS (Mixed Liquor Suspended Solid) หรือ เสมือนน้ำหนักของจุลินทรีย์/ปริมาตร มีหน่วยเป็น มก/ล. ซึ่งจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ เปรียบการเป็นการเพิ่มประชากรจำเป็นที่จะต้องกำจัดหรือถ่ายออกเป็นครั้งคราวเพื่อรักษาความหนาแน่นหรือความเข้มข้นให้คงที่ส่วนที่เรากำจัดออกเราเรียกว่า ตะกอนส่วนเกิน (Excess / Surplus Sludge) ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสีย ได้เพิ่มถังสำหรับเก็บกักและย่อยตะกอนไว้ด้วยทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้อย่างมากในการว่าจ้างรถเทศบาลมาสูบทิ้ง แต่จะใช้ระยะเวลาหลายปีแทน

ข้อมูลทั่วไปของถังเติมอากาศได้แก่

ขบวนการ Bio-Contact Aeration Activated Sludge ระยะเวลากักเก็บ 6 ชม. ภาระบรรทุกปริมาตรจุลินทรีย์ 0.71 กก. ภาระ บีโอดี/ปริมาตรถังเติมอากาศอายุตะกอน 7 วัน ความเข้มข้นตะกอน 2000 – 3000 มก./ล สัดส่วนปริมาณอาหาร/ปริมาณจุลินทรีย์ 0.2 – 0.4 กก. บีโอดี/กก. จุลินทรีย์ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถัง 2.5 ม.

อุปกรณ์ประกอบและท่อในถังเติมอากาศ

- เครื่องเติมอากาศใต้น้ำ (Submersible Aerator)
- ท่อดูดอากาศเข้าเครื่องเติมอากาศ (Suction Silencer)
- ท่อรับน้ำจาก Flow control Box 6 นิ้ว, PVC Class 13.5
- ท่อ By Pass จากถังแยกกากตะกอนเข้าถังเติมอากาศ 6 นิ้ว, PVC Class 13.5
- ท่อจากบ่อเติมอากาศเข้าบ่อกันกระเพื่อมในถังตกตะกอนขนาด 6 นิ้ว, PVC Class 13.5
- ท่อระบายอากาศระหว่างถัง 2 นิ้ว

4. ถังตกตะกอน (Sedimentation Bank) ถังนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะแยกน้ำใสและตะกอนจุลินทรีย์ออกจากกัน และทำการเวียนตะกอนเข้มข้นที่แยกได้สูบเข้าถึงเติมอากาศ วนเวียนลักษณะของน้ำเสียอายุตะกอน สารพิษอื่นๆ อุณหภูมิที่มีผลต่อประสิทธิภาพของการตกตะกอนรูปแบบของถังเป็นทรงกระบอก (Cylindrical Hopper Type) น้ำใสที่แยกได้จะไหลล้น ไปสู่รางระบายสาธารณะการออกแบบทั่วไปของถังนี้ จึงออกแบบที่จะลดความเร็วของน้ำให้นิ่งที่สุด โดยถังจากถังเติมอากาศจะเข้าสู่ช่องน้ำนิ่งก่อนจะจมตัวลงที่ก้น และถูกสูบตะกอนโดยวิธี Airlift ซึ่งจะมีท่อ ขนาด 4 – 6 นิ้ว ที่ก้นถังส่งไปช่องถังกระจาย และถังเติมอากาศต่อไป นอกจากนี้ยังเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scum Floating Skimmer ไว้ 2 ชุดต่อถังตกตะกอน 1 ถัง เพื่อทำหน้าที่ดูดตะกอนหรือไขมันที่ลอย โดยใช้ Airlift Pump จากเครื่องเป่าอากาศ ตัวเดียวกันกับที่ใช้ดูดตะกอนเวียนกลับทำให้ไม่ต้องเพิ่มเครื่องดูด Scum ต่างหากแต่หากจะมองอดีต เราจะไม่ใช้ Scum Skimmer กับระบบบำบัดขนาดเล็กเท่าไรด้วยเหตุผลทางวิศวกรรม แต่จะใช้กับบ่อตกตะกอนกลมที่ติดเครื่องตะกอนและรับได้กับปริมาณน้ำเสียนับ 1000 ลบ.ม/วัน หรือมิฉะนั้นก็ใช้แผ่นกันตะกอนลอยกักไว้ไม่ให้สิ่งแขวนลอยบนผิวน้ำลอยออกนอกระบบ

ข้อมูลทั่วไปของถังตะกอนได้แก่

ขบวนการ ระยะเวลาเก็บกัก ความลึกของถัง เวียร์โหลด Overflow Rate

อุปกรณ์ประกอบและท่อในถังตกตะกอน

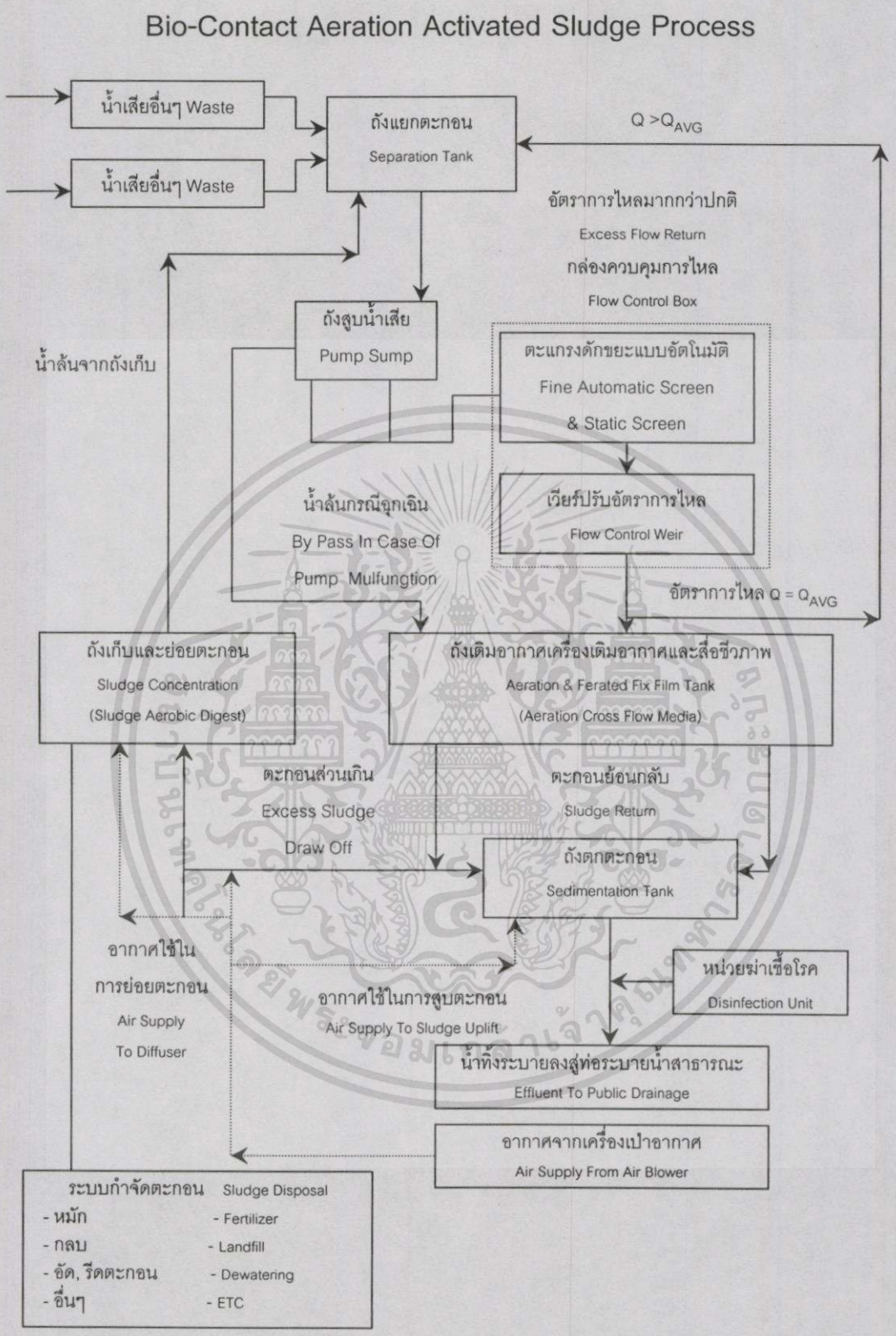
- บ่อกันกระเพื่อมขนาด 0.6 x1.5 ม.
- ท่อน้ำเข้าจากถังเติมอากาศเข้า ช่องน้ำนิ่ง 6 นิ้ว
- ท่อดูดตะกอนเวียนกลับโดย Airlift Method ขนาด 4 นิ้ว
- ท่อให้อากาศแก่ท่อดูดตะกอนเวียนกลับ ขนาด 32 มม.
- ท่อและ Scum Skimmer Unit 2 ชุด ต่อถังตกตะกอน 1 ถังพร้อมท่อจ่ายอากาศ
- แผ่นเวียร์น้ำล้นรอบถัง 2 ชั้น
- ช่องถังยกระดับตะกอนเวียนและ Scum Sludge

5. ถังเก็บกักและย่อยตะกอน (Sludge Concentration Tank) ปกติตะกอนส่วนเกินจากระบบ หากไม่จัดถังเฉพาะ เพื่อการนี้โดยเฉพาะแล้วผู้ควบคุมมักจะเลือกความสำคัญ ของหน่วยนี้ไป ทำให้การควบคุมระบบปราศจากการถ่ายตะกอนทิ้ง ถังชุดนี้จะทำหน้าที่รับตะกอนที่ถูกสูบออกมาจากก้นถังตกตะกอนด้วยการควบคุมวาว์ล มีระยะเวลาเก็บกัก 3.6 ชม. เทียบกับอัตราน้ำเสียไหลเข้าเฉลี่ย ถังนี้จะทำหน้าที่เหมือนถังตกตะกอนข้น ที่จะยอมให้น้ำใสไหลเข้าไปสู่ถังแรกเพื่อทำการบำบัดซ้ำได้ ทำให้ถังนี้ไม่มีโอกาสเต็มถังได้ เว้นแต่ตะกอนของแข็งที่เพิ่มขึ้นภายในถังประกอบด้วยหัวจ่ายอากาศ ซึ่งจะทำหน้าที่จายอากาศเพื่อให้ออกซิเจนกับตะกอนจุลินทรีย์ในการย่อยสลาย ความสกปรกที่ยังหลงเหลืออยู่ให้หมด พร้อมทั้งย่อยสลายจุลินทรีย์ด้วยกันสิ่งที่ได้จากขบวนการนี้ก็คือ ตะกอนข้นที่ปราศกลิ่น ปริมาตรลดลง สูบออกจากถังเพื่อนำไปทิ้ง ถมดิน ตากตะกอนรดน้ำต้นไม้เพื่อเป็นปุ๋ยได้โดยง่าย เพราะหากถังนี้ไม่มีการให้อากาศ นอกจากปริมาตรจะไม่ลดลงแล้วยังทำให้การสูบทิ้งมีปัญหา เพราะตะกอนที่จับเป็นก้อนแข็ง

อุปกรณ์ประกอบและท่อภายในถังเก็บตะกอน

- หัวจ่ายอากาศชนิด Coarse Bubble Diffuser
- หัวจ่ายอากาศชนิด GSP, ขนาด 1 นิ้ว
- ท่อไหลล้นเข้าถังแยกกากตะกอน 6 นิ้ว, PVC Class 3.5

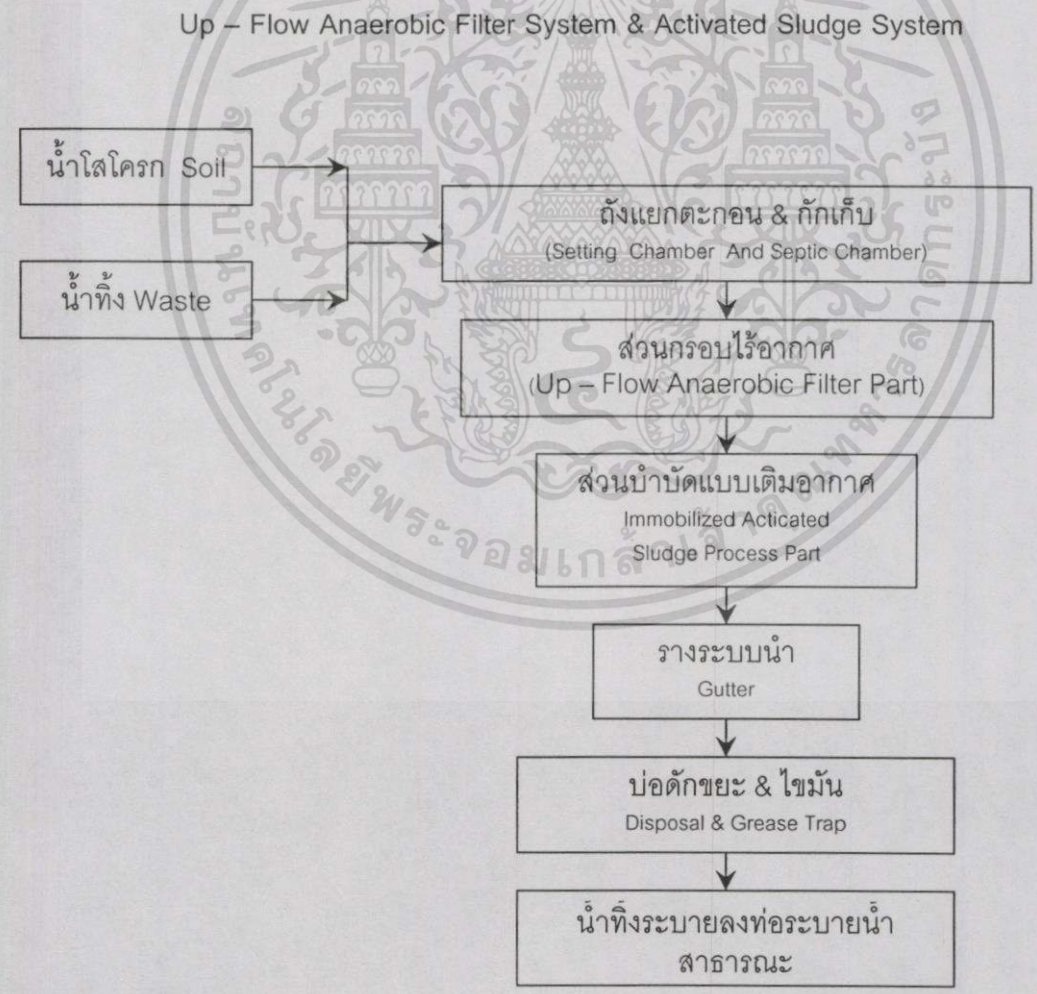
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.11 ผังการทำงาน FLOW DIAGRAM ระบบเลี้ยงตะกอนแบบเติมอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถังบำบัดน้ำเสียรวม (Household Sewage) แบบใช้อากาศเป็นตัวทำปฏิกิริยา ใช้บำบัดน้ำเสียรวมตั้งแต่น้ำปฏิกูลจากส้วม น้ำซักล้าง น้ำอาบ น้ำทิ้งจากครัวและน้ำทิ้งอื่นๆ ยกเว้นน้ำฝนหลักการทำงานถังบำบัดน้ำเสียรวมแบ่งปริมาตรภาพในออกเป็น 3 ส่วน ทำงานแบบต่อเนื่องกัน เริ่มจากน้ำเสียรวมผ่านเข้าส่วนแยกตะกอน และเก็บกัก (Settling Chamber And Septic Chamber) เพื่อทำหน้าที่แยกกากและสิ่งแปลกปลอมออกจากน้ำเสีย แล้วทำการย่อยสลายจากนั้นน้ำเสียก็จะไหลเข้าสู่ส่วนกรองไร้อากาศ (Up – Flow Anaerobic Filter Part) ซึ่งเป็นการทำงานผสมผสานระบบชีวเคมี เพื่อต้านทานผลจากน้ำซักล้างที่มีสารเคมีปะปนอยู่ เช่น ผงซักฟอก ฯลฯ ให้ปราศจากสารที่เป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อม แล้วไหลเข้าสู่ส่วนบำบัดแบบเติมอากาศ (Immobilized Activated Sludge Process)เพื่อลดมลสารต่างๆ โดยเฉพาะค่าบีโอดี และตะกอนน้ำทิ้งที่ผ่านการบำบัดแล้วจะกลายเป็นน้ำทิ้งที่ได้มาตรฐาน สามารถระบายสู่ท่อสาธารณะได้โดยไม่ทำลายสภาพแวดล้อม



ภาพที่ 2.12 ผังการทำงาน (Flow Diagram) ระบบบำบัดแบบชีวเคมีและแบบเติมอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.1 การกำจัดสารเคมี

สารเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีที่ไม่ต้องใช้แล้วเนื่องจากการเสื่อมสภาพเพราะหมดอายุใช้งาน สารเคมีที่เป็นของเสียจากการทดลอง และสารที่ไม่มีฉลากกำกับหรือฉลากกำกับชำรุดเสียหาย ไม่ควรเก็บสะสมไว้เพราะอาจมีการนำกลับมาใช้อีกครั้ง โดยรู้เท่าไม่ถึงการณ์ก็ได้ สารเคมีที่ไม่ต้องการใช้เหล่านี้ การกำจัดจะต้องทำให้ถูกวิธีและหลักการเสมอ

สุชาตา ชินะจิตร (2527 : 74) ได้กล่าวถึงสารที่จะทิ้งจากห้องปฏิบัติการว่า มีหลักการในการปฏิบัติ สรุปได้ดังนี้

1. ต้องไม่เทสารที่เข้ากันไม่ได้หรือทำปฏิกิริยารุนแรงลงไปด้วยกันในอ่างน้ำทิ้ง
2. ต้องไม่เทสารที่ไม่ผสมกับน้ำหรือทำปฏิกิริยากับน้ำลงอ่างน้ำทิ้ง เช่น อีเทอร์ หรือโซเดียม
3. การเทกรดหรือเบสลงอ่างน้ำทิ้ง ต้องไม่เกิน 500 ลูกบาศก์เซนติเมตร และชะล้างด้วยน้ำมากๆ อาจทำให้กรดหรือเบสสะเทินก่อนทิ้ง
4. สารเป็นพิษ เช่น ไซยาไนด์ ไม่ควรทิ้งลงท่อ ควรเก็บใส่ขวดแยกไว้ต่างหาก
5. ไม่เทสารข้นเหนียว ของแข็ง หรือไวไฟลงอ่างน้ำทิ้ง
6. ถ้ามีสารปริมาณมาก ควรรวบรวมเก็บไว้ แล้วหาวิธีเอากลับคืนมาใช้ต่อ
7. ถ้าเป็นสารที่มีอันตรายต่อระบบนิเวศน์ควรเปลี่ยนเป็นสารไม่มีอันตรายก่อนทิ้ง

พิภพ สุนทรสมัย (2542 : 69) ได้กล่าวถึงชนิดของท่อที่ใช้เดินท่อสารเคมี ควรเป็นท่อซีพีวีซี (CPVC - Chlorinated Polyvinyl Chloride) เป็นการผลิตท่อพลาสติกชนิดใหม่ที่ใช้อยู่ในการเดินท่อน้ำร้อน การเดินท่อสารเคมี มีอัตราปกติการต้านทานความร้อนได้ 180 องศาฟาเรนไฮต์ ในแรงดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งมากกว่าปกติของท่อพีวีซี ต้านทานความร้อนได้เพียง 73 องศาฟาเรนไฮต์ ในแรงดัน 100 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเท่ากัน

ศุภวรรณ ตันตยานนท์ (2527 : 1) ได้กล่าวถึงวิธีการทั่วๆ ไปสำหรับกำจัดสารเคมีไว้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. การเผาทิ้งเป็นวิธีที่ดีและใช้กันมาก สิ่งที่ต้องคำนึงไว้ให้มากสำหรับวิธีนี้คืออันตรายจากไฟ จะต้องนำไปเผาในที่ห่างไกลชุมชน ห่างจากตัวอาคารและควรจะขุดเป็นหลุมใหญ่จึงนำเอาสิ่งที่ต้องการเผาไปไว้ในหลุมนี้ พร้อมทั้งเชื้อเพลิงเวลาจุดไฟเผาก็ใช้วิธีต่อสายยางไปจุดในที่ที่ไกลจากหลุม และปลอดภัยพอ
2. การฝังเป็นวิธีที่ไม่ปลอดภัย เพราะสารอาจสลายตัว ซึ่งมีผลกระทบต่อระบบนิเวศน์ เช่น น้ำฝนอาจจะชะล้างลงสู่บ่อน้ำ จะก่อให้เกิดอันตรายต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทิ้งลงน้ำเป็นวิธีที่ใช้ต่อเมื่อสารที่จะทิ้งนั้นได้ตรวจสอบดูแล้วว่าจะไม่ทำให้เกิดอันตรายใดๆ ขึ้น รวมทั้งจะไม่ก่อให้เกดสารแขวนลอยอยู่ในน้ำด้วย

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2529 : 55) ได้ให้ข้อเสนอแนะวิธีการกำจัดสารเคมีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ดังต่อไปนี้

1. ค่อยๆ เติมสารเคมีนั้นอย่างช้าๆ ลงบนโซดาแอช (Na_2CO_3) หรือปูนขาวที่แห้งและมากเกินพอ แล้วจึงนำไปฝังดิน

2. ใช้สารอื่นดูดซับแล้วเก็บรวบรวมเพื่อนำไปเผา (ในกรณีที่เป็นของเหลวระเหยง่าย อาจใช้ขี้เลื่อยดูดซับ)

3. ผสมกับทรายหรือปูนแล้วนำไปฝังดิน

4. ทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมากๆ แล้วปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

5. ละลายในกรดหรือเบสเพื่อทำลายสมบัติ แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำ ก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

6. ละลายในตัวทำละลายที่ติดไฟได้ เช่น แอลกอฮอล์ แล้วเผาในเตาเผาขยะ

7. ผสมกับตัวรีดิวซ์ที่เหมาะสม แล้วทำให้เจือจางด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

8. ทำให้สะเทินด้วยกรอหรือเบส แล้วชะล้างด้วยน้ำปริมาณมากเกินพอก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

2.6.2.2 **การกำจัดของเสีย**

ประพิณ ออกเวหา (2524 : 95) ได้กล่าวถึงการกำจัดของเสียในห้องปฏิบัติการสรุปได้ดังนี้

1. ของเสียที่เป็นของแข็ง ทิ้งลงถังขยะที่มีฝาปิด

2. ของเสียที่เป็นของเหลวทั่วไปเททิ้งอ่างล้าง นอกจากสารเคมีที่ติดไฟง่ายต้องนำไปกำจัดนอกอาคาร

3. ของเสียที่เป็นก๊าซ กำจัดโดยเปิดหน้าต่างประตูให้กว้าง ถ้าเป็นก๊าซหนักต้องใช้พัดลมช่วยเป่าด้วย

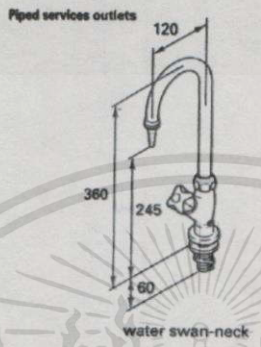
2.6.3 **ระบบน้ำใช้**

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis 1962: 33-34) กล่าวว่าหมายถึง วิธีการจ่ายน้ำที่สะอาดไปใช้ในส่วนต่างๆ ของอาคารทั้งเพื่อการบริโภคและอุปโภค เช่น การทำความสะอาดใช้ในระบบดับเพลิง ประกอบอาหาร ใช้ในระบบดับเพลิงประกอบอาหาร และใช้ในระบบทำความเย็นความร้อน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

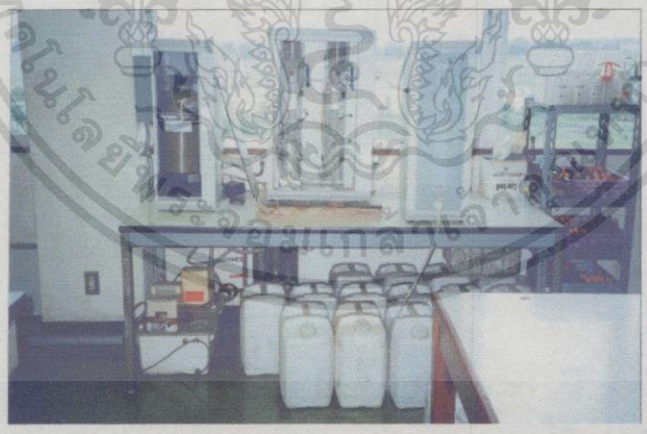
น้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มักจะเป็นน้ำเย็น น้ำร้อนใช้ต้มเอา แต่ก็ต้องมีหัวก๊อกเผื่อเมื่อใช้ระบบน้ำร้อนขึ้นมาด้วย โต๊ะปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนควรมีหัวก๊อก 1 หัวต่อโต๊ะ 1 ตัว ส่วนโต๊ะปฏิบัติการวิจัยต้องมีหัวก๊อกทุกๆ ความยาว 3 เมตร

หัวก๊อกในห้องปฏิบัติการควรมีหลายขนาดให้เลือกใช้ตามลักษณะงาน ควรมีหัวก๊อกขนาดใหญ่เพื่อใช้ในกรณีที่ต้องการน้ำปริมาณมาก เช่น เวลาฉุกเฉินต่างๆ



ภาพที่ 2.13 แสดงขนาดหัวก๊อกน้ำในห้องปฏิบัติการเคมี

น้ำกลั่นก็เป็นสิ่งจำเป็นในการเตรียมยาต่างๆ ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งควรมี เครื่องกลั่นใช้ซึ่งสามารถกลั่นน้ำได้ 4 – 8 ลิตรต่อชั่วโมง



ภาพที่ 2.14 เครื่องทำน้ำกลั่นมีใช้ในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

อ่างน้ำที่ใช้ในการปฏิบัติการเป็นสิ่งจำเป็นมาก ทุกๆ โต๊ะปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนจะต้องมีอ่างน้ำประจำไว้ และทุกๆ 3 เมตรของโต๊ะปฏิบัติการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อน้ำเสียที่ต่อเข้ากับอ่างจะต้องทำอย่างดี เพื่อไม่ต้องเปลี่ยนแปลงบ่อย และเลือกวัสดุที่ทนต่อสารเคมีต่างๆ ได้ดี เช่น Polythane และ Stainless ไส้กรองเศษผงในอ่างควรถอดทำความสะอาดได้

ระบบน้ำบาดาลสามารถนำมาใช้ได้ ในกรณีที่น้ำประปาเกิดขัดข้องก็สามารถใช้น้ำบาดาลได้ทันที

2.6.3.1 การใช้น้ำในห้องปฏิบัติการเคมี

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis. 1962 : 35) การใช้น้ำในห้องปฏิบัติการเคมีแบ่งเป็น 4 ชนิด คือ

1. น้ำกรอง (Filter Water) เป็นน้ำใช้โดยทั่วไป
2. น้ำอ่อน (Soft Water) จะกำจัดแคลเซียม ใช้กับเครื่องมือที่ไม่ต้องการให้มีตะกอนจับ
3. น้ำกลั่น ใช้กับการทดลอง ปฏิบัติการเคมีและเติมอุปกรณ์เครื่องจักรกล
4. น้ำสำหรับดับเพลิง มีเครื่องสูบน้ำจากถังเก็บน้ำข้างบน โดยมีน้ำสำรองไว้เพื่อการดับเพลิง

2.6.3.2 การจัดระบบการใช้น้ำในห้องปฏิบัติการเคมี

การจัดระบบการใช้น้ำในห้องปฏิบัติการเคมี ที่ควรคำนึงถึงดังต่อไปนี้

1. ควรสร้างถังพักและจ่ายน้ำไว้ชั้นบนของอาคาร หรือที่สูงเพื่อควบคุมแรงดันน้ำให้สม่ำเสมอ
2. ท่อน้ำที่เดินเข้าห้องปฏิบัติการต้องมีอุปกรณ์กันน้ำย้อนกลับ เพราะแรงดันน้ำไม่สม่ำเสมอจะก่อให้เกิดอุบัติเหตุในการกลั่นได้
3. สำหรับงานด้านจุลชีววิทยา สัตว์ทดลอง ซึ่งต้องระมัดระวังเรื่องการติดเชื้อ ระบบน้ำร้อยที่ใช้ล้างภาชนะและฆ่าเชื้อ ควรใช้ก๊อกน้ำที่ใช้เท้าเหยียบหรือใช้ข้อศอกผลัก
4. ห้ามใช้น้ำจากก๊อกในห้องปฏิบัติการดื่ม และไม่ควรวางถังน้ำดื่มในห้องปฏิบัติการ

2.6.4 ระบบไฟฟ้า

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis.1962 : 46-49) ในห้องปฏิบัติการ มีความสำคัญเนื่องจากให้แสงสว่างและพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัย

1. การเดินสายไฟฟ้า การติดตั้งสวิตซ์บอร์ด ปลั๊กเสียบ ฟิวส์มิเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ต้องดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเดินสายไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ ควรเดินในท่อพีวีซีให้หมด และควรแยกสายไฟสำหรับแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ออกจากกัน

3. เครื่องไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด ในห้องปฏิบัติการควรเป็นชนิดที่ป้องกันประกายไฟที่ทำให้ระเบิดได้ (Explosion Proof) และควรมีสายไฟต่อลงดิน ปลั๊กควรเป็นชนิดสามขาสำหรับต่อสายดิน และถ้าใช้ไฟฟ้า 2 ระบบคือ 110 V. และ 220 V. ให้ปลั๊กไฟที่ต่างชนิดกันเพื่อป้องกันการเสียบผิด นอกจากนี้เต้าเสียบควรอยู่เหนือระดับโต๊ะปฏิบัติการเล็กน้อย และควรอยู่ห่างจากก๊อกน้ำ

4. ระบบไฟของห้องปฏิบัติการ ควรติดตั้งระบบอัตโนมัติที่เหมาะสมเช่น Breaker หรือเครื่องมือตัดไฟอัตโนมัติ

5. เครื่องไฟฟ้าที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต้องมีอุปกรณ์ ปรับแรงดันไฟฟ้าประจำเครื่องมือ

6. ในกรณีที่มีเครื่องมือไฟฟ้าที่ต้องใช้ไฟฟ้าตลอดเวลา ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองที่ทำงานอัตโนมัติและมีความเร็วไม่สม่ำเสมอ

2.6.4.1 พัดลม

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis. 1962 : 49) พัดลมเป็นอุปกรณ์หนึ่งที่ใช้ในการระบายอากาศ ซึ่งมีอยู่หลายชนิด การเลือกใช้ควรพิจารณาเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน ตัวอย่างเช่น ชนิดระบายอากาศภายในชนิดดูดอากาศระบายออกนอกอาคาร ชนิดระบายฝุ่นและควัน

2.6.4.2 แสงสว่าง

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis.1962: 49-52) ห้องปฏิบัติการต้องมีแสงสว่างเพียงพอทุกจุด ความเข้มของแสงโดยทั่วไป 540 ลักซ์ ส่วนบริเวณที่ทำงานละเอียด 1,100 ลักซ์ หลอดที่ใช้โดยทั่วไป ใช้หลอดฟลูโอเรสเซนต์ยกเว้น บางแห่งที่จำเป็นควรใช้หลอดที่ป้องกันไฟได้ (Flame – Proof) หรือหลอดที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เช่น หลอดชนิด Cromptrom Clencilte

เสถียร วิชัยลักษณ์ และเอก สืบวงศ์ (2522 : 9) ได้จัดประเภทแสงสว่างออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แสงสว่างจากธรรมชาติ แสงสว่างนับเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับห้องเรียน แสงที่ดีที่สุด คือ แสงจากธรรมชาติ (แสงสะท้อนจากดวงอาทิตย์) ความเข้มของแสงสว่างจะต้องเท่ากันตลอด Flynn (1970 : 111) ได้ให้ความเห็นในเรื่องของแสงธรรมชาติที่ช่วยในการมองเห็นว่าแสงที่ส่องเข้าไปในอาคารซึ่งเรียกว่า Effective Depth ของห้องประมาณ 2 – 2.5 เท่าของความสูงจากพื้นถึงส่วนบนของหน้าต่าง (ในกรณีนี้ใช้ช่องเปิดที่ติดต่อกันหรือเกือบติดต่อกัน) ซึ่งหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความว่า พื้นที่ที่ลึกเข้ามาจากริมอาคารเป็นระยะประมาณ 5.10 – 6.40 เมตร จะได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติในระดับที่ช่วยในการมองเห็นได้ (ระดับความเข้ม 21 ฟุตแคนเดิลในวันที่ท้องฟ้าแจ่มใส) แสงสว่างจากธรรมชาติเป็นแสงโดยตรง (Direct Light) ดังนั้นการออกแบบส่วนป้องกันแสงแดดและแสงสว่างโดยตรงจากดวงอาทิตย์ให้กับอาคาร และยืดระยะเวลาการแผ่รังสีความร้อนจากภายนอกเข้าไปในอาคารจะเป็นการช่วยประหยัดพลังงานในด้านการปรับอากาศและการควบคุมความชื้น หากเป็นไปได้ห้องเรียนควรจะได้รับแสงสว่างธรรมชาติให้มากที่สุด แต่ถ้าแสงธรรมชาติสว่างไม่พออาจใช้ไฟฟ้าเข้ามาช่วย แสงสว่างนั้นจะต้องพอเหมาะกับสายตาไม่เกิดการระคายเคืองนัยน์ตา ไม่เกิดเงา การใช้สีสำหรับผนังและผ้าเพดาน มีส่วนช่วยในเรื่องแสงกับการมองเห็น สัดส่วนของห้องเรียนต้องะเป็นสัดส่วนกับช่องหน้าต่าง ข้อบัญญัติควบคุมการก่อสร้างอาคาร พ.ศ. 2522 กำหนดไว้ในข้อ 32 ว่า ช่องหน้าต่างมีพื้นที่ไม่น้อยกว่าร้อยละสิบของพื้นที่ห้องนั้นและในส่วนต่างๆ ของอาคาร จะต้องมีแสงสว่างและการระบายอากาศด้วยหน้าต่างหรือช่องแสงซึ่งมีพื้นที่ไม่น้อยกว่า 1 ใน 10 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยครึ่งหนึ่งของช่องแสงเหล่านี้ (นับตามพื้นที่) จะต้องเปิดได้ ในกรณีใดก็ตามต้องถ่ายเทอากาศได้ตลอดเวลา การควบคุมแสงตามธรรมชาติภายในอาคาร มีหลัก 3 ประการดังนี้

1. การเลือกวัสดุนำแสง เช่น กระจก หากใช้กระจกซึ่งสามารถตัดแสงได้มาก แสงที่ได้จะลดน้อยลงตามส่วน

2. การบังแสง โดยการทำกันสาด ติดม่านหน้าต่างหรือปลูกต้นไม้เพื่อบังแสงแดดได้มาก แสงที่ได้จะลดน้อยลงตามส่วนการเลือกสี หรือวัสดุสำหรับเฟอร์นิเจอร์ภายในอาคาร หรือสีของฝ้า เพดานและ ผนังภายใน เพื่อให้มีการสะท้อนแสงมากน้อยตามต้องการ

2. แสงประดิษฐ์ ควรเป็นแสงที่ใช้ไฟฟ้าช่วยให้แสงสว่าง แทนแสงธรรมชาติที่ไม่พอเพียงแบ่งเป็น

2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ ใช้กับห้องทำงานและห้องปฏิบัติการต่างๆ

2.2 หลอดอินคาเดเซนต์ ใช้กับห้องปฏิบัติการที่ติดตั้งอุปกรณ์การวิเคราะห์วิจัย Electron Microscope เนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ใช้การวิ่งของปรอททำให้เกิดแสง ซึ่งทำให้เครื่องมือเกิดความไม่เที่ยงได้

2.3 หลอดสปอตไลท์ ใช้กับกรณีที่ต้องการเน้นจุดที่ต้องการแสงสว่างมากๆ เช่นบริเวณสอนของห้องบรรยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.15 การให้แสงสว่างในห้องปฏิบัติการเคมี
ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

2.6.5 ระบบระบายอากาศ

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis. 1962:40 - 43) กล่าวว่า การระบายอากาศภายในห้องปฏิบัติการเคมีประกอบด้วย

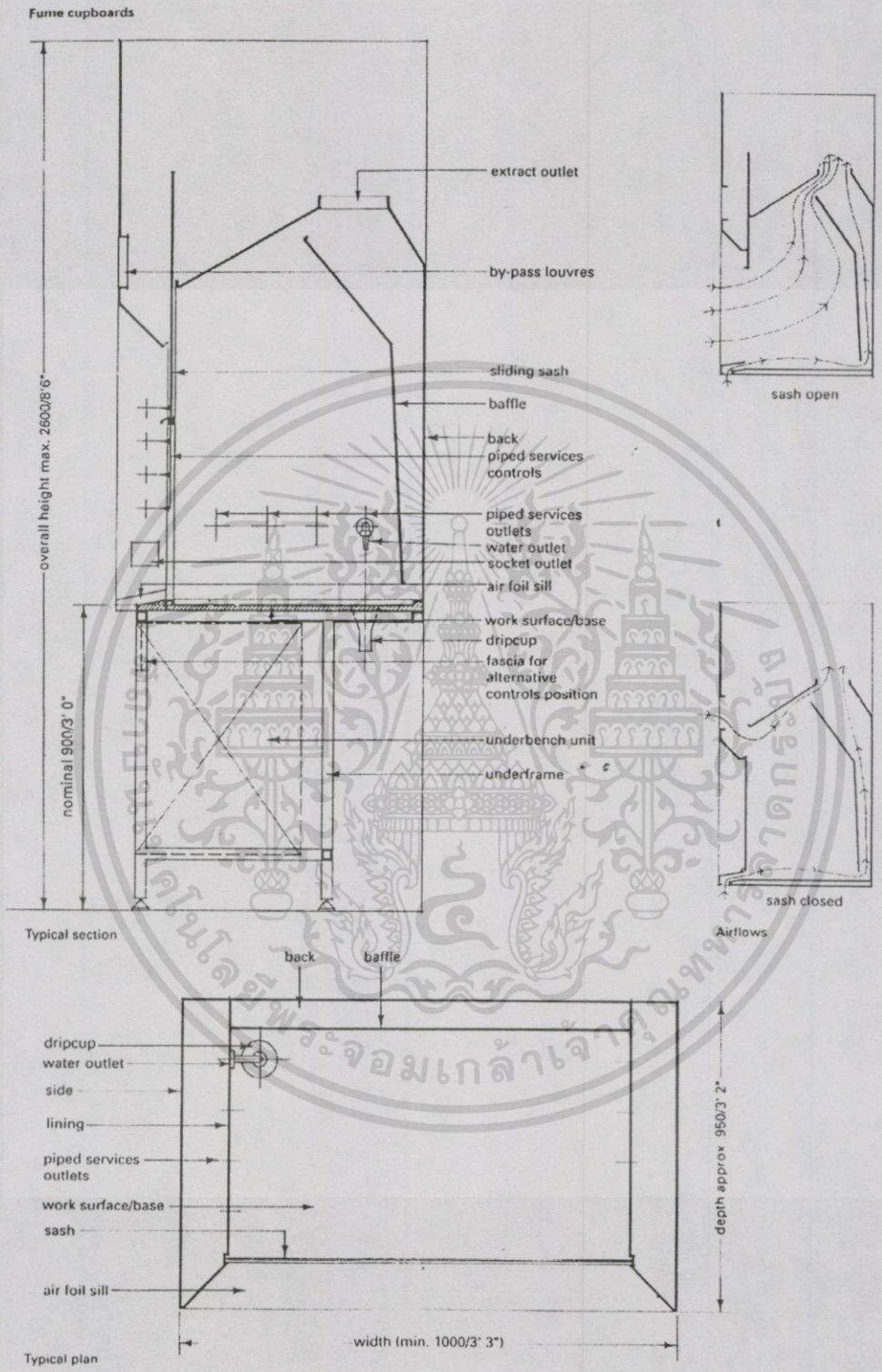
1. งานระบบปรับอากาศและระบายอากาศระบบระบายอากาศ ชนิดติดกระจกหรือผนังบริเวณนี้เหมาะสมเพื่อช่วยระบายอากาศ จะทำงานพร้อมกับการเปิดเครื่องปรับอากาศ

1.1 ห้องที่ไม่ได้ติดตั้งเครื่องปรับอากาศ แต่มีเจ้าหน้าที่ทำงานเป็นครั้งคราวอาจติดตั้งพัดลมโคจรแบบติดเพดานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16″

1.2 ห้องน้ำทุกห้อง เพื่อช่วยระบายอากาศเสียในห้องน้ำ

2. ระบบตู้ Hood ดูดควันห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการต่างๆ อาจเกิดควันหรือสารพิษจากการทดลองซึ่งสามารถจะกระจายไปในอากาศ จะมีการออกแบบ ตู้ควันซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพื่อที่เวลาจะทดลองสารที่มีเกิดควันหรือกลิ่นก็นำไปทดลองในตู้ควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 แสดงขนาดและรายละเอียดของตู้ดูดควัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.17 ตู้ดูดควันในห้องปฏิบัติการเคมี

ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ตู้ Hood ดูดควันประกอบด้วย

- ชุดตู้ Hood ทำด้วยไฟเบอร์กลาส ชนิดทนกรด – ด่าง พร้อมกระจกนิรภัยบริเวณหน้าตู้
- ท่อ Hood ทำด้วยไฟเบอร์กลาส ชนิดทนกรด – ด่าง
- ชุด Motor และ Blower ชนิดทนกรด – ด่าง ติดตั้งบริเวณชั้นหลังคาของอาคาร
- แก๊สประกอบการทดลอง
- แก๊สหุงต้ม หรือ แก๊สอะเซติลีน แล้วแต่ชนิดของการทดลอง
- อากาศอัด (Air Compressor)
- วาล์วควบคุมระยะไกลบริเวณหน้าตู้

2.6.6 ระบบสุญญากาศรวม

Everett and Hughes(1975 :29) กล่าวว่าต้องมีมาตรฐานเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ มีดังนี้

1. การใช้ระบบสุญญากาศรวมควรมี Hepf (High Efficiency Particulate Filter) เพื่อป้องกันเชื้อโรคและสารเคมีปนเปื้อนเข้าในระบบ

2. หากปฏิบัติงานเกี่ยวกับสารก่อมะเร็งควรใช้เครื่องนำสุญญากาศแยกต่างหาก

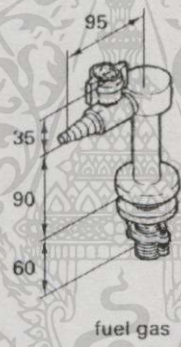
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 ระบบแก๊ส

Everett and Hughes (1975:28)กล่าวว่าการออกแบบเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA Standard No. 54 รวมเกี่ยวกับแก๊สและระบบท่อแก๊ส ซึ่งการออกแบบออกติดตั้งควรให้มีเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวในอนาคตไม่ว่าจะเป็นการจ่ายแก๊สในส่วนบริการหรือส่วนโต๊ะปฏิบัติการ โดยส่งจากห้องเก็บถังแก๊ส ซึ่งต้องอยู่ห่างจากตัวอาคารพอสมควร เพื่อไม่ให้อาคารได้รับอันตรายถ้าเกิดอุบัติเหตุแก๊สระเบิด

การเดินท่อแก๊สนั้นไม่ควรเดินในดิน ในอุโมงค์หรือตามร่องเพดานหรือบริเวณที่เป็นที่อับ เพราะเมื่อแก๊สรั่วอาจจะเกิดระเบิดได้ง่าย ท่อแก๊สควรเป็นท่อ Black Steel ยึดด้วยปลอกโลหะอ่อน

ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่ หรือการใช้แก๊สหลายชนิด เช่น แก๊สเชื้อเพลิง แก๊สไนโตรเจน แก๊สไฮโดรเจน และมีการต่อท่อแก๊สเข้ามาในห้องปฏิบัติการต้องติดตั้งและวางแนวท่อโดยช่างผู้ชำนาญ โดยเฉพาะท่อแก๊สและข้อต่อต่างๆ ต้องผลิตขึ้นโดยวัสดุที่ได้มาตรฐาน มีการติดตั้งวาล์วชนิด Non – Return และวาล์วลดความดัน ถ้าเป็นไปได้ควรติดตั้งเครื่องดักจับแก๊สและสัญญาณเตือนภัย



ภาพที่ 2.18 แสดงขนาดหัวจ่ายแก๊สในห้องปฏิบัติการเคมี

ภาพที่ 2.19 ท่อจ่ายแก๊สบนโต๊ะปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เป็นท่อสายอ่อนมีวาล์วควบคุมเปิด -ปิด แยกแต่ละท่อ

ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.8 ระบบป้องกันอัคคีภัย

Dewahl (อ้างใน Lewis.1962 : 15) กล่าวถึงระบบป้องกันอัคคีภัย เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับอาคารทั่วไป และโดยเฉพาะห้องปฏิบัติการในส่วนที่มีการใช้ไฟฟ้าแรงสูง ที่อาจจะทำให้เกิดอันตรายได้จึงควรมีการป้องกันแก้ไขดังต่อไปนี้

1. ตัวอาคารใช้วัสดุทนไฟ และวัสดุไม่ไหม้ไฟ
2. ติดตั้งระบบสัญญาณแจ้งเพลิงไหม้
3. ในห้องที่มีอุปกรณ์ที่ติดไฟหรือเชื้อเพลิง ควรมีเครื่องดับเพลิงพิเศษติดตั้งอยู่
4. การออกแบบระบบไฟฟ้าควรแยกออกเป็นส่วนๆ เพื่อสามารถตัดไฟได้ โดยส่วนอื่นๆ ยังสามารถใช้ไฟได้
5. ภายในอาคารควรมีระบบดับเพลิงเช่น ระบบสารเคมี ระบบท่อสายยางและมีอุปกรณ์ดับเพลิงติดตั้งกระจายตามจุดต่างๆ
6. เมื่อเกิดเพลิงไหม้ส่วนใด ต้องปิดกั้นส่วนนั้นไม่ให้ลุกลามต่อไป ก่อนทำการดับเพลิง
7. มีทางหนีไฟตามเทศบัญญัติ
8. ส่วนของอาคารที่มีความร้อนจากการปฏิบัติงาน ต้องมีการระบายความร้อนที่ดี
9. ในส่วนอาคารที่เป็นห้องปฏิบัติการ ควรมีสารเคมี เช่น Halon แทนน้ำ เนื่องจากน้ำจะทำความเสียหายแก่สารและอุปกรณ์ในการวิจัย

2.6.8.1 ระบบดับเพลิง

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis.1962 : 37) กล่าวว่าการวางแผนเตรียมการด้านการดับเพลิงและการเตือนภัยจะช่วยลดอันตรายและความเสียหายที่เกิดขึ้น ห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่หรือห้องปฏิบัติการมีเงินสนับสนุนเพียงพอ ควรมีอุปกรณ์ดับเพลิงต่างๆ ดังนี้

1. ควรมีระบบดับเพลิงติดตั้งอยู่กับที่ เช่น ระบบอัตโนมัติ Automatic Sprinkers หรือหัวท่อดับเพลิง
2. ห้องปฏิบัติการที่ไม่สามารถติดตั้งระบบดังกล่าว ควรมีเครื่องดับเพลิงที่ดับไฟได้ทั้งประเภท ก, ข และ ค. โดยมีเครื่องดับเพลิงประเภท ก 1 เครื่องต่อพื้นที่ 2500 ตารางฟุต เครื่องดับเพลิงประเภท ข 1 เครื่องต่อพื้นที่ 625 ตารางฟุต
3. ตำแหน่งเครื่องดับเพลิงควรอยู่ใกล้ประตู และควรทาสีให้เห็นสะดุดตา พร้อมติดป้ายวิธีใช้
4. ห้องเก็บวัตถุไวไฟ ของเหลวไวไฟหรือห้องแคบๆ ควรติดตั้งเครื่องดับเพลิงไว้ภายนอกห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.20 การติดตั้งตำแหน่งเครื่องดับเพลิงควรอยู่ใกล้ประตู

ที่มา คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

2.6.8.2 ระบบสัญญาณเตือนภัย

Hain (1995 :72) กล่าวว่าห้องปฏิบัติการควรมีระบบสัญญาณเตือนภัย ซึ่งอาจเป็นระบบสัญญาณเตือนภัยโดยอัตโนมัติ เช่น ระบบตรวจจับอัคคีภัย หรือระบบกริ่งฉุกเฉินซึ่งผู้ประสบเหตุหรือผู้กดแจ้งให้ผู้อื่นทราบ สัญญาณจะเตือนภัยควรจะได้ยินกันทั่วไม่ว่าอยู่ส่วนไหนของห้องปฏิบัติการ

ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัยมี 5 ส่วนใหญ่ๆ ซึ่งทำงานเชื่อมโยงกันได้แก่

1. ชุดจ่ายไฟ (Power Supply Unit) ชุดจ่ายไฟเป็นอุปกรณ์แปลงกำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟมาเป็นกำลังไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ปฏิบัติของระบบ

2. แผงควบคุม (Control Panel) เป็นส่วนควบคุมและตรวจสอบการงานของอุปกรณ์และส่วนต่างๆ ของระบบทั้งหมด จะประกอบด้วยวงจรตรวจคุมวงจรทดสอบทำงาน วงจรป้องกันระบบวงจรสัญญาณแจ้งการทำงานในภาวะปกติและภาวะขัดข้องของส่วนต่างๆ ของระบบ

3. อุปกรณ์เริ่มสัญญาณ (Initiation Device) เป็นอุปกรณ์ต้นกำเนิดของสัญญาณเตือนอัคคีภัย แบ่งเป็น 2 ชนิด

3.1 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณจากบุคคล (Manual Station) ได้แก่ สถานีแจ้งสัญญาณเตือนอัคคีภัยแบบใช้มือดึง หรือกด (Manual – Pull or Push Station) หรือแบบทุบกระจก (Break Glass Station)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 อุปกรณ์เริ่มสัญญาณโดยอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์อัตโนมัติที่มีปฏิกิริยาไวต่อสภาวะตามระยะต่างๆ ของการเกิดเพลิงไหม้ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับควัน (Smoke Detector) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน (Heat Detector) อุปกรณ์ตรวจจับเปลวไฟ (Flame Detector) สวิตซ์น้ำไหล (Water Flow Switch) ในท่อระบบพ่นน้ำ (Sprinkler) หรือท่อระบบดับเพลิง (Fire Hydrant) เป็นต้น

4. อุปกรณ์แจ้งสัญญาณด้วยเสียงและแสง (Audible & Visual Signaling Device) เป็นอุปกรณ์แจ้งสัญญาณให้ผู้อาศัย ผู้รับผิดชอบ หรือเจ้าหน้าที่ดับเพลิงได้ทราบว่ามีเหตุเพลิงไหม้เกิดขึ้น

5. อุปกรณ์ประกอบ (Auxiliary Device) เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเชื่อมโยงกับระบบอื่นที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม ป้องกันและดับเพลิงโดยจะถ่ายทอดสัญญาณระหว่างระบบเตือนอัคคีภัยกับระบบอื่น เช่น

5.1 ส่งสัญญาณกระตุ้นการทำงานของระบบบังคับลิฟต์ลงชั้นล่าง การปิดพัดลมในระบบปรับอากาศ เปิดพัดลมในระบบระบายอากาศเปลี่ยนแปลงเพื่อการควบคุมควันไฟ การควบคุมเปิดประตูทางออก เปิดประตูหนีไฟ ควบคุมระบบกระจายเสียงและการประกาศแจ้งข่าย เปิดระบบดังเพลิง เป็นต้น

5.2 รับสัญญาณจากระบบอื่นมากระตุ้น การทำงานของระบบสัญญาณเตือนอัคคีภัย เช่น จากระบบพ่อน้ำปั๊มดับเพลิง ระบบดับเพลิงด้วยสารเคมีชนิดอัตโนมัติ เป็นต้น

2.6.9 **ระบบการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล**

Hain (1995 :73) ได้กล่าวถึงการกำจัดขยะโดยใช้ห้องรวมขยะ มีลักษณะเป็นห้องรวมของขยะทั้งหมดภายในโครงการที่รอรถขนขยะมารับไปทำลายอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในการออกแบบได้พิจารณารายละเอียดดังนี้

1. ที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ประเจิดประเจ้อ

2. โครงสร้างของตัวห้องเป็นวัสดุที่แข็งแรง และผนังห้องเป็นผิวที่ทนทานน้ำไม่ซึม สามารถจะล้างทำความสะอาดได้มีการระบายน้ำได้ดี

3. เป็นชนิดปรับอากาศ (Refrigerated) เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิภายในห้อง ลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทำให้ลดการเน่าเปื่อยและกลิ่นเหม็นได้

4. ขนาดของห้องสามารถบรรจุขยะได้อย่างมิดชิด และพอเพียงต่อปริมาณขยะในแต่วันละ ขณะที่รอการกำจัด (ปริมาณขณะจะมีปริมาณ 0.4 ลิตร/ตารางเมตร/วัน)

5. ทำการติดตั้ง Compactor เพื่ออัดขยะให้แน่น ป้องกันขยะไม่ให้กองสูงและเกิดกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 การซ่อมและบำรุงรักษา

2.7.1 ข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการ

ธิติมา รุกขไชยศิริกุล (2533 : 7 - 8) ได้กล่าวว่าการเรียนวิชาเคมีนอกจากจะเรียนภาคทฤษฎีแล้วจะต้องเรียนภาคปฏิบัติควบคู่กันไปด้วย วัตถุประสงค์ของการเรียนภาคปฏิบัติก็เพื่อให้นักศึกษาได้สัมผัสกับสารประกอบและปฏิกิริยาชนิดต่างๆ ที่เรียนกันในห้องเรียน ตลอดจนได้เรียนรู้เทคนิคการทำปฏิบัติการและการใช้เครื่องมือชนิดต่างๆ

ในการเรียนภาคปฏิบัติ นักศึกษาควรปฏิบัติตามข้อแนะนำต่อไปนี้อย่างเคร่งครัด เพื่อให้การทดลองได้ผลดีหรือมีความผิดพลาดน้อยที่สุด และเพื่อความปลอดภัยแก่ตัวนักศึกษาเองและผู้อื่น

1. นักศึกษาจะต้องแต่งกายสุภาพ ห้ามสวมรองเท้าแตะเข้าห้องปฏิบัติการเคมี
2. นักศึกษาควรสวมเสื้อคลุมปฏิบัติการสีขาว พร้อมกับปักชื่อและรหัสที่อกเสื้อให้ชัดเจนทุกครั้งที่เข้าทำปฏิบัติการ
3. ห้ามสูบบุหรี่ในห้องปฏิบัติการ เพราะการสูบบุหรี่อาจทำให้สารที่ติดไฟได้ง่ายติดไฟได้
4. ห้ามนำอาหารหรือเครื่องดื่มมารับประทานในห้องปฏิบัติการ เพราะสารเคมีอาจปะปนกับอาหารที่รับประทานเข้าไป
5. ในการเข้าทำปฏิบัติการ นักศึกษาจะต้องไม่ทำการทดลองใดๆ ที่นอกเหนือไปจากการทดลองที่อาจารย์กำหนดให้ทำ และห้ามทำปฏิบัติการในเวลาอื่นที่ไม่ใช่เวลาปฏิบัติการของกระบวนวิชาที่เรียน
6. นักศึกษาจะต้องจดจำ และปฏิบัติตามคำเตือน และข้อระมัดระวังเกี่ยวกับอันตรายที่อาจเกิดขึ้นกับการทดลองต่างๆ ให้ได้
7. นักศึกษาจะต้องเข้าห้องปฏิบัติการตรงตามเวลา การมาสายเกินครึ่งชั่วโมงหลังจากเริ่มเวลาทดลองถือว่าขาดสำหรับการทดลองนั้น
8. ถ้าเวลาทำการทดลองมีไม่ถึงร้อยละ 80 ของเวลาทั้งหมด นักศึกษาจะไม่มีสิทธิเข้าสอบข้อเขียนปฏิบัติการ
9. นักศึกษาต้องอ่านคู่มือปฏิบัติการทดลองก่อนที่จะเข้าทำการปฏิบัติการทุกครั้ง และพยายามทำความเข้าใจถึงขั้นตอนการทดลองให้แจ่มแจ้ง นอกจากนี้นักศึกษาควรทำแผนงานเพียงสั้นๆ ระบุเครื่องมือและสารเคมีที่จะใช้ในการทดลอง รวมถึงสรุปขั้นตอนการดำเนินการทดลองนั้นๆ เพราะจะช่วยประหยัดเวลาในการทดลองและนักศึกษาจะทำการทดลองด้วยความเข้าใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. นักศึกษาจะต้องมีสมุด 1 เล่มสำหรับเขียนแผนงาน และบันทึกผลการทดลองที่เกิดขึ้น

11. ห้ามเทกรดหรือด่างเข้มลงในอ่างน้ำ แต่ควรทำให้เป็นกลางหรือทำให้เจือจางเสียก่อน สำหรับสารอินทรีย์ให้เทลงในภาชนะที่จัดไว้ให้

12.ห้ามทิ้งเศษแก้วและของแข็งต่างๆ ที่ไม่ต้องการ เช่น ไม้ขีดไฟ กระดาษกรองที่ใช้แล้ว เป็นต้น ลงในอ่างน้ำ ควรทิ้งในถังขยะหรือภาชนะที่จัดไว้ให้

13. หากนักศึกษาเกิดอุบัติเหตุขณะทำการทดลอง ต้องรายงานอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นต่ออาจารย์ผู้ควบคุม

14. ห้ามเคลื่อนย้ายสารเคมีทุกชนิด ถ้ามีหลอดหยดห้ามสับเปลี่ยนกันอย่างเด็ดขาด

15. นักศึกษาจะต้องชั่งหรือตวงสารเท่ากับจำนวนที่ต้องการจะใช้ในการทดลองเท่านั้น อย่าเทหรือตักสารออกมามากเกินไป เพราะจะทำให้สิ้นเปลืองโดยเปล่าประโยชน์ ในกรณีที่มีสารเหลือใช้ อย่าเทกลับลงในขวดเดิม ให้เทลงในภาชนะที่จัดไว้ให้

16. ควรใช้น้ำกลั่นในการทำการทดลองทุกครั้ง แต่อย่าใช้น้ำกลั่นฟุ่มเฟือยเกินความจำเป็น เช่น ใช้ล้างเครื่องแก้ว เป็นต้น

17. ในขณะทำการปฏิบัติการ นักศึกษาควรสวมแว่นนิรภัย (safety glasses) เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นกับตา และไม่ควรสวม contact lens

18. เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง ต้องทำความสะอาดโต๊ะปฏิบัติการ พร้อมทั้งตรวจสอบปิดน้ำและแก๊สก่อนออกจากห้องปฏิบัติการ

สุภาพ แก้วคำลา (2518 : 26) ได้เขียนข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. มีระเบียบเกี่ยวกับการเข้าไปใช้ และเบิกจ่ายอุปกรณ์
2. ต้องมีเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด
3. อาจารย์ต้องอยู่ดูแลและแนะนำอย่างใกล้ชิด
4. ปฏิบัติตามระเบียบอย่างเคร่งครัด
5. ในขณะปฏิบัติงาน ต้องกระทำอย่างระมัดระวังไม่ประมาท
6. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะปฏิบัติเป็นอย่างดี
7. ใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน
8. ถ้าใช้ไฟฟ้าเชื่อมโลหะ ต้องมีแว่นกันแสง หรือถ้าต้องผสมสารเคมี ต้องมีถุงมือปิดจมูก
9. อุปกรณ์ทุกชนิด ต้องมีการตรวจตรา ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. อุปกรณ์ทุกชนิดควรแยกเก็บเป็นหมวดหมู่ และเก็บอย่างมีระเบียบสะดวกต่อการนำมาใช้และเก็บคืนเข้าที่

11. หมั่นรักษาความสะอาดของเครื่องมือเครื่องใช้และสภาพแวดล้อมให้สะอาด

12. ก่อนใช้หรือหลังใช้ต้องสำรวจดูความเรียบร้อยก่อนทุกครั้ง

13. ถ้ายังไม่แน่ใจหรือใช้ไม่ถูกต้อง ต้องถามอาจารย์ผู้ควบคุมหรือเจ้าหน้าที่ให้แน่นอนเสียก่อน

14. ระมัดระวังและถือหลักปลอดภัยไว้ก่อนเสมอ

มังกร ทองสุขดี (2523 : 104 – 105) ได้กล่าวถึงห้องปฏิบัติการทดลองวิทยาศาสตร์ที่มีความปลอดภัย สรุปได้ดังนี้

1. ต้องมีมาตรการที่รัดกุมในการใช้ การเก็บรักษาวัสดุอุปกรณ์ทุกอย่างในห้องปฏิบัติการ

2. ควรมีการเตรียมการไว้สำหรับดับเพลิง จัดให้มีเครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับดับเพลิงไว้ในห้องปฏิบัติการและจัดให้มีทางออกฉุกเฉินในแต่ละห้องปฏิบัติการ

3. ในห้องปฏิบัติการต้องมีแสงสว่างเพียงพอ

4. สวิตซ์ตัดตอนควรติดตั้งไว้ในที่สะดวกต่อการใช้ ควรติดตั้ง เครื่องตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติไว้สำหรับห้องปฏิบัติการทดลอง

5. ต้องจัดระบบการถ่ายเทอากาศ ความร้อน และตู้ควันไว้ให้พร้อม

6. กระจกนิรภัยควรติดตั้งไว้ที่โต๊ะเพื่อการสาธิต และควรจัดเตรียมแว่นนิรภัยไว้สำหรับอาจารย์ นักศึกษา และผู้มาเยี่ยม

7. ควรมีการติดตั้งระบบน้ำประปาให้พร้อมมูล

8. ควรมีการติดตั้งตู้ยาในห้องปฏิบัติการ เพื่อการปฐมพยาบาลได้ทันท่วงที

9. วัสดุสารเคมีอันตรายและเครื่องมือไฟฟ้า จะต้องบอกวิธีการใช้และการเก็บรักษาไว้อย่างชัดเจน

10. ในห้องปฏิบัติการ อาจารย์ควรทำแผ่นป้ายชี้แจงวิธีป้องกันอุบัติเหตุต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น

11. ควรสำรวจตรวจสอบระบบการป้องกันอุบัติเหตุที่จัดเตรียมไว้ในห้องปฏิบัติการอย่างน้อยปีละครั้ง

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 155 – 156) ได้กล่าวถึงอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการเคมี สรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การถูกความร้อนหรือของเหลวลวก เกิดจากผิวหนังถูกเครื่องแก้วที่ร้อนหรือสารเคมีที่กระฉอกจากภาชนะหรือมือจุ่มลงในสารเคมีโดยไม่ใส่เครื่องป้องกันหรือผิวหนังถูกไอพิษ

2. ผิวหนังถูกแก้วบาด เกิดจากความประมาณ ไม่ระวังในการใช้เครื่องแก้ว เช่น เมื่อเสียบหลอดแก้วเข้าไปในจุก อาจถูกแก้วบาดได้

3. การรับสารเคมีที่เป็นพิษทางปาก เกิดจากการปฏิบัติไม่ถูกต้องต้องเช่น ใช้ปากดูดปิเปต กิน ดื่ม หรือสูบบุหรี่ ในห้องปฏิบัติการ

4. การรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย ในห้องปฏิบัติการที่มีการถ่ายเทอากาศไม่ดีเวลาผสมสาร หรือถ่ายสารที่ระเหยง่าย จะทำให้สารพิษเข้าสู่ร่างกายได้ นอกจากนี้ สารเคมีอาจกระเด็นเข้าตา หรือถูกผิวหนังและเสื้อผ้า ซึ่งเกิดจากการไม่ได้ใช้เครื่องป้องกันตัว

Creedy (1978 : 1) กล่าวว่าการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ มีส่วนประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ การเก็บสิ่งของต่างๆ จะต้องเก็บให้ถูกวิธี การเก็บอุปกรณ์และสารเคมีเป็นเรื่องที่สำคัญที่ควรศึกษา

Donald (1977 : 27 - 28) กล่าวถึงการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการดังนี้

1. ครูควรแนะนำระเบียบเกี่ยวกับความปลอดภัยและสารที่อันตรายรวมถึง วิธีการเก็บ การใช้ การแก้ไขอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการ และให้นักเรียนปฏิบัติตามอย่างเคร่งครัด

2. ในห้องปฏิบัติการ ควรมีแสงสว่าง การระบายอากาศที่ดี มีอุปกรณ์ป้องกันอันตราย มีที่ใส่อุปกรณ์แตก และของเสียที่เป็นของเหลว

2.7.2 **ข้อควรคำนึงในเรื่องระบบท่อน้ำในอาคาร**

1. ตำแหน่งของท่อ Main ต้องเดินผ่านไปตามตึก ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเดินในท่อหรือเดินชิดกับฝ้าเพดาน ในชั้นต่ำสุดของอาคาร

2. ไม่ควรให้มีการต่อข้ามกัน ไม่ว่าจะเป็นการต่อทางตรงหรือทางอ้อม

3. การป้องกันการไหลกลับของระบบจ่ายน้ำโดยวิธีการคือ

3.1 โดยการป้องกันไม่ให้มีฟองอากาศหรือช่องว่างในท่อหรืออากาศรั่วไหล

3.2 โดยการติดตั้ง Valve ควบคุมและปรับอากาศหรือฟองอากาศในท่อ

3.3 จากระบบการจ่ายน้ำโดยทั่วไปจะแยกเป็น 2 แบบ คือ มาต่อรวมกันเพื่อเพิ่มแรงดันของน้ำ และทำการไหลกลับไม่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 **พัดลม มีข้อควรระวังรักษา ดังนี้**

1. อย่าเดินเครื่องนานเกินไป จะทำให้เครื่องร้อนและเครื่องเสียเร็ว

2. ทำความสะอาดพัดลม ไม่ให้มีฝุ่นสะสม เพื่อป้องกันไม่ให้พัดลมสึกกร่อนและมีความเร็วไม่สม่ำเสมอ

3. ติดตั้งพัดลมให้สะดวกต่อการทำงาน ไม่สูงหรือต่ำจนเกินไป มีทิศทางและความเร็วที่เหมาะสม

2.7.4 **ตู้ดูดควัน มีข้อควรระวังรักษาดังนี้**

1. ก่อนใช้ควรตรวจสอบให้แน่ใจว่าพัดลมทำงานปกติ

2. ต้องตรวจสอบประสิทธิภาพของตู้ดูดควันอยู่เสมอ

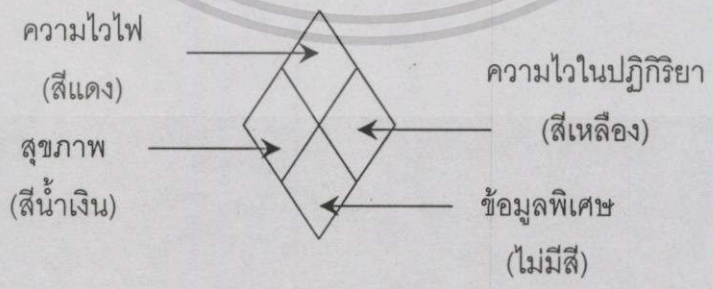
3. ต้องทำความสะอาดตู้ดูดควันอย่างสม่ำเสมอเพื่อป้องกันความเสียหาย

4. สำหรับอุปกรณ์ที่วางในตู้ดูดควัน ควรวางในจุดที่ปล่อยสารอยู่ลึกด้านหน้าของตู้ดูดควันอย่างน้อย 15 ซม. เพื่อป้องกันสารเคมีเล็ดรอดออกมา

5. ห้ามใช้ตู้ดูดควันเป็นตู้เก็บสารเคมี หรือเครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ ที่ไม่ได้ใช้

2.7.5 **ขนาดความรุนแรงของสารอันตราย**

อุมาพร สุขม่วง (2542 : 12 – 13) พิชัย โตวิวิชญ์ และคณะ (ม.ป.ป : 24 – 33) และ (Mahn. 1991 : 163 – 164) ได้กล่าวถึงขนาดความรุนแรงของสารอันตรายดังนี้ ในการบอกขนาดของความอันตรายของสารเคมีนั้นจะเขียนฉลากติดข้างขวดหรือภาชนะเพื่อบอกถึงความเป็นพิษ ความไวไฟ และความไวในปฏิกิริยา โดยอาศัยหลักสากล ตามระบบมาตรฐาน NFPA (The Nation Fire Protection Association) กำหนดให้สารอันตรายต้องมีฉลากรูปสี่เหลี่ยมข้าวหลามตัด โดยแบ่งออกเป็น 4 ช่อง แต่ละช่องระบุถึงอันตรายที่เกี่ยวข้องดังนี้



ความรุนแรงแต่ละช่อง จะให้เป็นตัวเลข จาก 0 ถึง 4 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดความรุนแรงเกี่ยวกับสุขภาพ

0 ปลอดภัยมากที่สุด

1 อาจทำให้เกิดการระคายเคือง

2 อาจทำให้ทุพพลภาพชั่วคราว

3 เกิดอันตรายและบาดเจ็บอย่างร้ายแรง

4 อันตรายมากที่สุด อาจทำให้ตายหรือบาดเจ็บอย่างถาวร

ขนาดความรุนแรงเกี่ยวกับความไวไฟ

0 ไม่ติดไฟ

1 ต้องทำให้ร้อนก่อนจึงจะติดไฟ

2 ต้องทำให้ร้อนหรือแตะกับสิ่งที่อุณหภูมิสูง จะติดไฟ

3 ติดไฟได้ทุกสถานะ ของอุณหภูมิห้องปกติ

4 ระเหยเป็นไอที่ความดันบรรยากาศ และพร้อมที่จะติดไฟในอุณหภูมิรอบๆ

ขนาดความรุนแรงเกี่ยวกับความไวในปฏิกิริยา

0 มีเสถียรภาพและความอยู่ตัวมากที่สุด

1 อยู่ตัวแต่สลายได้ในที่อุณหภูมิสูง และความดันสูง หรืออาจทำปฏิกิริยากับน้ำ

2 ปกติไม่อยู่ตัว และพร้อมจะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีอย่างรุนแรง แต่ไม่ถึงกับเกิดการระเบิดกัมปนาท

3 ไม่อยู่ตัว เกิดปฏิกิริยาระเบิดธรรมดา หรือระเบิดกัมปนาทอย่างรุนแรง

4 รุนแรงที่สุดจนอาจทำให้เกิดระเบิดกัมปนาทหรือระเบิดธรรมดาได้ที่อุณหภูมิและความดันปกติ

2.7.6 **ลักษณะการเป็นพิษของสารเคมี**

สุชาตา ชินะจิตร (2520 : 19 – 22) ได้กล่าวถึงอาการที่เกิดจากพิษของสารเคมีสรุปได้ดังนี้

1. โลหะ (Metals) โลหะทุกชนิดมีโทษต่อร่างกาย เช่น ไอของปรอทเมื่อเข้าสู่กระแสเลือดจะแสดงอาการเป็นพิษ คือ หงุดหงิด มือเท้าสั่น ความจำเสื่อม

2. เปอร์ออกไซด์ (Peroxide) ไม่เสถียร เมื่อมีความเข้มมากจะเกิดการระเบิดได้

3. ไฮโดรคาร์บอน (Hydrocarbons) เช่น เบนซินเมื่อเข้าสู่ร่างกายทางผิวหนังหรือสูดไอเข้าไปจะทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะจนถึงไม่รู้สึกตัว

4. กรด (Acid) กรดกัดกร่อนทำให้เกิดการระคายผิวหนัง ตา จมูก

5. เบส (Base) จะกัดผิวหนังเป็นอันตรายต่อตาและปอดและระคายเยื่อจมูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พวกเฮไลด์ (Halide) ไอของสารพวกนี้ทำให้แสบตา ระคายจมูก โบรมีน กัดผิวหนังไหม้ได้

7. สารอินทรีย์ (Organic Compound) เช่น สารพวกไนโตร มีผลต่อส่วนประกอบของเลือด ทำให้ไม่สามารถทำหน้าที่ขนส่งออกซิเจนได้ตามปกติ

8. ตัวทำละลายอินทรีย์ (Organic Solvent) เมื่อสูดดมเข้ามากๆ ทำให้เวียนศีรษะ คลื่นไส้ อาจหมดสติได้

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2531 : 70 – 73) กล่าวถึงการแบ่งลักษณะการเกิดพิษของตัวทำละลายอินทรีย์กลุ่มต่างๆ สรุปได้ดังนี้

1. กลุ่มสารประกอบไฮโดรคาร์บอนอิ่มตัว (Saturated Hydrocarbon) ไอระเหยจะออกฤทธิ์กดประสาททำให้มีอาการง่วงและงุนงง อาจเกิดผลเรื้อรังต่อระบบประสาทส่วนกลาง

2. กลุ่มอโรมาติกไฮโดรคาร์บอน (Aromatic Hydrocarbon) สารที่สำคัญที่สุดคือ เบนซิน ถ้าได้รับในปริมาณสูงอาจมีผลถึงตายได้โดยเกิดจากระบบหายใจล้มเหลว ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงไม่ถึงขั้นที่เป็นอันตรายแก่ชีวิต อาจมีผลทำลายระบบประสาทส่วนกลาง (CNS Function Disorder) และทำลายระบบการทำงานของตับ ถ้าได้รับสารนี้ระยะยาวทำให้เกิดเป็นมะเร็งได้กับอวัยวะบางส่วนของร่างกาย

3. กลุ่มผลิตภัณฑ์ของผสมปิโตรเลียม (Mixtures of Volatile Petroleum Products) สารพวกนี้มีพิษมากต่อระบบหายใจและสมองส่วน Parasympathetic ถ้าได้รับเข้าไปในปริมาณสูงจะเกิดพิษชนิดรุนแรงทันที ถ้าได้รับสารนี้เป็นเวลานานจะทำให้เกิดอาการกล้ามเนื้ออ่อนแรง (Myasthenia) อาการกระตุก (Ataxia) อ่อนเพลีย นอนไม่หลับ มีอาการทางประสาทในสตรีบางครั้งมีความผิดปกติทางรอบเดือน

4. กลุ่มคลอโรไฮโดรคาร์บอน (Chlorohydrocabons) มีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและเป็นพิษต่อตับ ไต ถ้าได้รับในปริมาณสูงจะเกิดอันตรายรุนแรงทำให้ปวดศีรษะ ตาพร่ามัว คลื่นไส้ อาเจียน และหมดสติ

5. กลุ่มแอลกอฮอล์ (Alcohol) สารกลุ่มนี้มีพิษน้อยกว่าตัวทำละลายในกลุ่มอื่น ยกเว้นเมทิลแอลกอฮอล์ที่มีความเป็นพิษสูงมากต่อประสาทตาและม่านตา ทำให้ตาบอด สำหรับแอลกอฮอล์อื่นๆ เมื่อสัมผัสเป็นประจำอาจมีผลเรื้อรัง ทำให้เกิดความระคายเคืองต่อเยื่อบุของระบบทางเดินหายใจและระบบประสาทตาและทำให้การมองเห็นสีอาจผิดปกติได้

6. กลุ่มอีเทอร์ (Ethers) จะก่อให้เกิดการระคายเคืองแก่เยื่อบุของตาและทางเดินหายใจตอนบน พิษเฉียบพลันอาจทำให้เกิดหลอดลมอักเสบ ปอดอักเสลบ ไตเสีย ส่วนพิษเรื้อรังอาจมีอาการคลื่นไส้ ตามองเห็นภาพผิดปกติ เกิดอารมณ์เฉื่อยชาไร้ความรู้สึก นอนไม่หลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กลุ่มเอสเทอร์ (Esters) สารในกลุ่มนี้มีพิษทำให้งุนงง และหมดสติได้ ถ้าได้รับหรือสูดดมบ่อยๆ

8. กลุ่มคีโตน (Ketones) มีพิษและเป็นอันตรายต่อระบบประสาท ถ้าได้รับเข้าสู่ร่างกายหรือสูดดมบ่อยๆ จะเกิดการสะสมในร่างกายได้ เนื่องจากการขับถ่ายออกได้ช้ามาก ทำให้เกิดพิษเรื้อรัง

9. กลุ่มไกลคอลและไกลคอลอีเทอร์ (Glycol and Glycolether) พวกไดเอทิลีนไกลคอลมีความเป็นพิษเมื่อได้รับทางปากมีผลต่อระบบประสาทส่วนกลางและไตพิษเรื้อรังที่เกิดคือ มีผลต่อระบบประสาทและเซลล์เม็ดเลือดแดง

ชัยยุทธ ชวลิตนิธิกุล และสุมาลี ชนะชาญมงคล (2539 : 8 – 13) กล่าวถึงลักษณะการเกิดพิษของสารเคมีสรุปได้ดังนี้ ผลกระทบที่เกิดจากสารเคมีได้แก่ การระคายเคือง การแพ้สารเคมี การขาดออกซิเจน การง่วงซึมและหมดสติ การเกิดปฏิกิริยาในร่างกาย การเกิดมะเร็ง ผลต่อพันธุกรรม การเกิดอันตรายต่อทารกในครรภ์ ในคนรุ่นต่อไป และการเกิดฝุ่นในปอด

พิมล เรียนวัฒนา (2542 : 11 – 12) ได้กล่าวถึงการเป็นพิษของสารเคมีโดยทั่วไป และลักษณะความเป็นพิษของโลหะที่เกิดจากโลหะบางชนิด การเข้าสู่ร่างกาย และการเกิดโรค ไว้ดังนี้ อาการเฉียบพลัน (Acute Effect) เป็นอาการที่ร่างกายแสดงออกมาภายหลังจากได้รับสารเคมีเข้าไปได้ไม่นาน ส่วนอาการเรื้อรัง (Chronic Effect) เป็นอาการที่ร่างกายแสดงออกมาซึ่งเป็นผลจากร่างกายได้รับสารเคมีเข้าไปทีละน้อย และสะสมจนมีระดับของสารเคมีที่สูงพอที่จะทำให้เป็นอันตรายถึงชีวิตได้ ส่วนลักษณะความเป็นพิษของโลหะที่เกิดจากโลหะบางชนิด การเข้าสู่ร่างกายและการเกิดโรค เป็นดังนี้

1. นิเกิล (Ni) เข้าสู่ร่างกายทางปาก และจมูก เป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจทำให้เกิดโรคมะเร็ง

2. ดีบุก (Sn) เข้าสู่ร่างกายทางปาก ถ้าอยู่ในรูปโลหะไม่เป็นพิษ ถ้าอยู่ในรูปดีบุกอินทรีย์มีพิษร้ายแรง

3. สารหนู (As) เข้าสู่ร่างกายทางปาก ผิวหนังเป็นพิษต่อระบบย่อยอาหาร ระบบกล้ามเนื้อ ระบบขับถ่ายและระบบผิวหนัง ทำให้เกิดโรคไข้ดำ

4. แมงกานีส (Mn) เข้าสู่ร่างกายทางปาก เป็นอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ

5. โครเมียม (Cr) ในรูป Cr^{6+} เข้าสู่ร่างกายทางจมูก ผิวหนังเป็นพิษต่อผิวหนัง ตา ปลายจมูก ปอดทำให้เกิดโรคปอดอักเสบ ผนังกั้นในจมูกทะลุ และมะเร็งปอด

6. โคบอลต์ (Co) เข้าสู่ร่างกายทางจมูก ปาก ผิวหนัง เป็นพิษต่อ ปอด ไต และผิวหนัง ทำให้เกิดโรคทางผิวหนัง อาเจียนเบื่ออาหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ไซยาไนด์ (CN) เข้าสู่ร่างกายทางจมูกเป็นพิษต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้ชีพจรเต้นเร็ว ปวดศีรษะ อาเจียน

8. ปรอท (Hg) เข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก เป็นพิษต่อระบบทางเดินอาหารและเนื้อเยื่อที่มีไขมันสูง เช่น ระบบสมอง ระบบประสาท ระบบกล้ามเนื้อ ทำให้เป็นโรคมินามาตะ

9. แคดเมียม (Cd) เข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก เป็นพิษต่อตับ ไต ตา ปวดสันหลัง ทำให้เป็นโรคอิไตอิไต

10. สังกะสี (Zn) เข้าสู่ร่างกายทางปาก เป็นพิษต่อระบบย่อยอาหาร เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียน

11. เงิน (Ag) เข้าสู่ร่างกายทางปาก จมูก เป็นพิษต่อผิวหนัง ตา เยื่อหุ้มนิวเคลียส ทำให้เกิดโรค Argyia เป็นจุดคล้ำๆ ตามผิวหนัง และตา

จากข้อมูลข้างต้นสรุปได้ว่าสารเคมีแต่ละชนิดมีอันตรายแตกต่างกันไป อันตรายของสารเคมีนั้นแบ่งออกเป็นหลายประการ ประการแรกคือ การรับสารเคมีเข้าสู่ร่างกายซึ่งอาจเกิดอันตรายอย่างเฉียบพลันหรือเกิดอาการเรื้อรัง อันตรายอีกประการคือสารเคมีอาจทำให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม

2.7.7 **การปฏิบัติเมื่อสารเคมีหก**

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์ (2538 : 4 – 5) ได้กล่าวถึงข้อปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกไว้ดังนี้

1. สารที่เป็นของแข็ง เมื่อสารเคมีที่เป็นของแข็งหก ควรใช้แปรงกวาดรวมกับใส่ในช้อนตัก หรือกระดาษแข็งก่อน แล้วจึงนำไปใส่ภาชนะ

2. สารละลายที่เป็นกรดเมื่อกรดหกให้เจือจางด้วยน้ำก่อนแล้วโรยโซดาแอซ หรือเทสารละลายเบสเพื่อทำให้กรดเป็นกลางต่อจากนั้นจึงล้างด้วยน้ำสะอาด

3. สารละลายที่เป็นเบส เมื่อสารเคมีที่เป็นเบสหกต้องเทน้ำลงไปเพื่อลดความเป็นเบสแล้วเช็ดให้แห้งโดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับซับน้ำบนพื้น พยายามอย่าให้กระเด็นขณะเช็ด เนื่องจากสารละลายเบสจะทำให้พื้นลื่น เมื่อล้างด้วยน้ำหลายๆ ครั้ง แล้วยังไม่หายควรใช้ทรายโรยบริเวณที่หก แล้วเก็บกวาดทรายออกไปจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

4. สารที่ระเหยง่าย เมื่อสารเคมีที่ระเหยง่ายหกจะระเหยกลางเป็นไออย่างรวดเร็ว บางชนิดติดไฟได้ง่าย บางชนิดเป็นอันตรายต่อผิวหนังและปอด ทำความสะอาดดังนี้

4.1 ถ้าสารที่หกมีปริมาณน้อย ใช้ผ้าเช็ดออก

4.2 ถ้าสารที่หกมีปริมาณมากทำให้แห้ง โดยใช้ไม้ที่มีปุยผูกที่ปลายสำหรับเช็ดถู เมื่อเช็ดแล้วนำมาใส่ถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. สารที่เป็นน้ำมัน สารพวกนี้เช็ดออกได้ด้วยน้ำมากๆ เมื่อเช็ดออกแล้วจะทำให้พื้นลื่น จึงต้องล้างแล้วนำมาใส่ถัง

6. สารปรอท เนื่องจากปรอทเป็นสารที่เป็นอันตราย ต่อระบบประสาททำให้มีอาการทางประสาท เมื่อได้รับมากๆ อาจพิการหรือตายได้ เมื่อปรอทหกควรปฏิบัติดังนี้

6.1 กวาดสารปรอทมากองรวมกัน

6.2 เก็บสารปรอทโดยใช้เครื่องดูด

6.3 ถ้าพื้นที่สารหกมีรอยแตกหรือรอยร้าว จะมีปรอทเข้าไปอยู่ข้างใน จึงไม่สามารถเก็บปรอทด้วยเครื่องดูดดังกล่าวได้ ควรปิดรอยแตกด้วยพื้นหนาๆ เพื่อกันการระเหยของปรอทหรืออาจใช้กำมะถันพรมลงไปเพื่อเปลี่ยนเป็นสารประกอบซัลไฟด์ แล้วเก็บกวาดอีกครั้ง

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัทรจันทร์ ใจสว่าง (2525 : ง – จ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "อุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น" กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์วิทยาศาสตร์ที่ทำการสอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จำนวน 454 คนจากโรงเรียนรัฐบาลและโรงเรียนราษฎร์ ในกรุงเทพมหานคร จำนวน 79 โรงเรียน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า อาจารย์วิทยาศาสตร์ ร้อยละ 69.60 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นและร้อยละ 34.80 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากกว่า 3 ครั้ง จำนวนครั้งของการเกิดจากการทดลองวิทยาศาสตร์ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เกิดขึ้นสูงกว่าระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 และระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นจากการทดลองบ่อยครั้งมากที่สุด คือ ไฟไหม้ รองลงมาคือถูกสารเคมีกัด ส่วนสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุมากที่สุด คือ นักเรียนเล่นเล่อ และจากการตอบแบบสอบถามของอาจารย์พบว่า การป้องกันอุบัติเหตุและการแก้ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุในการทดลองวิทยาศาสตร์ที่ใช้มากที่สุดคือ ฝึกนักเรียนให้ทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งที่ใช้เสร็จ

สมศรี เชี๊ยกสาด (2527 : ง – ฉ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "อุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์เคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 127 คนจากโรงเรียนรัฐบาล ในกรุงเทพมหานคร ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า โรงเรียนสหศึกษามีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูเพศหญิง การปฏิบัติการเคมีในห้องปฏิบัติการเคมีเฉพาะ การปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยครูที่ไม่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอนมีอัตราการเกิดอุบัติเหตุสูงกว่าการปฏิบัติการเคมีที่สอนโดยอาจารย์ที่เคยเข้ารับการอบรมการสอนเคมีในระดับชั้นที่สอน การปฏิบัติการเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีอัตราการเกิดอุบัติเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูงกว่าการปฏิบัติการเคมีในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 ลักษณะอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นมากที่สุด คือ ถูกสารเคมีกัด และถูกความร้อนลวก ส่วนสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุสูงสุดคือ ผู้ทดลองเล่นเล่ออาจารย์เคมีป้องกันอุบัติเหตุโดยการอธิบายสมบัติของสารเคมี และวิธีใช้ที่นักเรียนไม่เคยคุ้นเคยก่อนใช้ทุกครั้ง อาจารย์เคมีแก้ไขอุบัติเหตุไฟไหม้โดยใช้ผ้าเปียกน้ำคลุมทับบริเวณไฟฟหม้ที่เกิดจากแอลกอฮอล์ ใช้ทรายกลบบริเวณไฟไหม้ที่เกิดจากสารเคมี ปิดสวิตซ์หรือตัดคัดเอาท์เมื่อเกิดไฟไหม้ที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้าแก้ไขอุบัติเหตุที่ผิวหนังถูกกรดและเบสโดยใช้น้ำล้างมากๆ แก้ไขอุบัติเหตุจากการถูกของมีคมบาดโดยปฐมพยาบาลเบื้องต้น แก้ไขอุบัติเหตุที่ถูกความร้อนลวกโดยใช้ยาแก้ไฟลวกหาบริเวณที่ถูกความร้อนลวก แก้ไขอุบัติเหตุที่เกิดจากการระเบิดโดยนำผู้ป่วยส่งโรงพยาบาลถ้าได้รับบาดเจ็บมาก

ดิเรก หุ่นสุวรรณ์ (2530 : ง – จ) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย" กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 6 โปรแกรมวิทยาศาสตร์ จำนวน 414 คน จากโรงเรียนรัฐบาลในกรุงเทพมหานคร ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบวัดความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยและแบบวัดเจตคติต่อความปลอดภัย ผลปรากฏว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีต่ำคิดเป็นร้อยละ 46.34 โดยได้คะแนนในด้านการใช้สารเคมีอย่างปลอดภัยร้อยละ 44.76 การใช้อุปกรณ์การทดลองอย่างปลอดภัยร้อยละ 51.27 และเทคนิคการดำเนินการทดลองอย่างปลอดภัยร้อยละ 45.28 ในด้านเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีพบว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายมีเจตคติต่อความปลอดภัยกับความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี พบว่าไม่มีความสัมพันธ์กัน

Young (1970 : A829 -A838) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย ของรัฐอิลินอยส์ในปีการศึกษา 1968 – 1969 " กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์เคมีในรัฐอิลินอยส์จำนวน 20 คน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า

1. อาจารย์เคมีร้อยละ 71.4 ตอบว่าไม่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นเลยต่อห้อง ต่อสัปดาห์
2. อาจารย์เคมีร้อยละ 51.4 ตอบว่ามีอุบัติเหตุร้ายแรงเกิดขึ้นอย่างน้อยปีละ1 ครั้ง
3. การใช้เทคนิคการทดลองไม่เหมาะสม และมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมากในเรื่องต่อไปนี้
   3.1 แผลไฟไหม้ ซึ่งเกิดจากการจับหลอดทดลองหรือโลหะที่ร้อนจัด
   3.2 แผลที่ถูกกรดและเบสกัด
   3.3 หลอดทดลองแตก เนื่องจากการใช้ที่จับหลอดไม่เหมาะสม
   3.4 การเผาสารในหลอดทดลองโดยไม่ถูกวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การนำสารเคมีกลับคืนผิดขวด หรือการใช้สารเคมีผิด

3.6 การทดสอบก๊าซโดยใช้วิธีไม่เหมาะสม

Young (1971: A349 – A356) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การทำสำรวจเกี่ยวความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมี ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายของรัฐอิลินอยส์ในปีการศึกษา 1969 – 1970 " ตัวอย่างประชากร คือ อาจารย์เคมีในรัฐอิลินอยส์ ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า

1. มีอุบัติเหตุใหญ่เกิดขึ้น 156 ครั้ง
2. อุบัติเหตุใหญ่ที่เกิดขึ้นโดยเฉลี่ยมีอัตราการเกิด 0.54 ครั้งต่อห้องต่อปี
3. อาจารย์เคมีร้อยละ 65.3 ตอบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นอย่างน้อย 1 ครั้งต่อสัปดาห์
4. อาจารย์เคมีร้อยละ 56.6 ไม่ทราบเกี่ยวกับเรื่องความรับผิดชอบของครูที่เกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในระหว่างการสอน

Woodburn (1981 : 1089A – 1090A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจเกี่ยวกับกระบวนการในด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ และเครื่องมือที่ปลอดภัยและองค์ประกอบที่เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุในโรงเรียนมัธยมศึกษา" ของรัฐเนราสกา ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยมีวัตถุประสงค์ในการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาองค์ประกอบของความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และต้องการทราบถึงธรรมชาติที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ ตัวอย่างประชากรได้แก่ อาจารย์วิทยาศาสตร์ในรัฐเนบราสกาจำนวน 300 คนจากโรงเรียน 16 โรงเรียน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม และทำการสัมภาษณ์ ผลปรากฏว่า

1. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นร้อยละ 80.72 เกิดจากการทดลองที่ใช้ความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี และร้อยละ 19.28 มีสาเหตุมาจากการผ่าตัด สัตว์เลี้ยง เครื่องไฟฟ้า เครื่องจักรกล
2. อุบัติเหตุใหญ่ที่เกิดขึ้นร้อยละ 77.65 เกิดจากการทดลอง 19 การทดลองและมี 14 การทดลองที่อาจารย์วิทยาศาสตร์เลือกให้นักเรียนทดลอง ซึ่งลดอุบัติเหตุได้ถึงร้อยละ 75.00
3. จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสบการณ์การทำงานของครู ขนาดของโรงเรียนและขนาดของชั้นเรียน โดยพบว่าถ้ามีนักเรียนในชั้นเรียนมากจะเกิดอุบัติเหตุมาก
4. วิชาเคมีและวิชาวิทยาศาสตร์กายภาพจะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าวิชาฟิสิกส์
5. อุบัติเหตุเกิดขึ้นกับนักเรียนระดับ 3 มากกว่าระดับ 4 ถึง 1.83 เท่า
6. ห้องเรียนที่ใช้เรียนบรรยาย และปฏิบัติรวมกันจะเกิดอุบัติเหตุมากกว่าห้องเรียนที่ใช้ปฏิบัติการเพียงอย่างเดียว
7. อัตราส่วนพื้นที่ในห้องต่อนักเรียนเพิ่มขึ้น จะเกิดอุบัติเหตุน้อยลงและถ้าห้องปฏิบัติการมีอัตราส่วนพื้นที่ต่อนักเรียนมากกว่า 40 ตารางฟุตต่อนักเรียน 1 คน จะเกิดอุบัติเหตุน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นระหว่าง

8.1 อาจารย์ที่มีความรู้ และไม่รู้ในเรื่องการรับผิดชอบตามกฎหมาย

8.2 โรงเรียนที่มีและไม่มี การรักษาความปลอดภัยในโรงเรียน

8.3 อาจารย์ที่ได้รับการอบรมและไม่ได้รับการอบรมด้านความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

Ekpo (1981 : 3516A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "การสำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมีในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลาย" ของรัฐอลาบามา ประเทศสหรัฐอเมริกา และเสนอชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมี กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์ที่สอนเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจำนวน 52 คน จากโรงเรียนระดับ 9 – 12 ของรัฐอาลาบามา ดำเนินการวิจัยโดยการรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบสอบถาม ผลปรากฏว่า

1. อาจารย์ร้อยละ 73 มีความเห็นว่า ชุดการสอนเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทดลองเคมีสำหรับโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนปลายเป็นสิ่งจำเป็น

2. นักเรียนส่วนมากขาดความรู้ที่ถูกต้องในการใช้ประโยชน์ของเครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ และขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากเครื่องมือและอุปกรณ์

3. โรงเรียนส่วนมากมีการเก็บสารเคมี และการทำลายสารเคมีด้วยวิธีการที่ไม่เหมาะสม

4. อาจารย์ขาดการบันทึกเกี่ยวกับอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น หลายโรงเรียนมีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอ และขาดคนที่จะทำหน้าที่ปฐมพยาบาลในขั้นต้น

Dombrowski , Joanne Morgan (1983 : 720 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ผลจากการให้ความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แก่นักเรียนระดับมัธยมศึกษา แผนก วิทยาศาสตร์" กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 19 ห้องเรียน ซึ่งเรียนวิชาชีวะวิทยาและเคมี ดำเนินการวิจัยโดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม ทั้ง 2 กลุ่มนี้ จะมีการทดสอบก่อนการทดลอง หลังจากนั้นให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยแก่กลุ่มทดลองเป็นเวลา 1 สัปดาห์ ส่วนกลุ่มควบคุมไม่ให้ความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย หลังจากนั้นก็นำทั้ง 2 กลุ่มมาทดสอบหลังจากทดลองเสร็จแล้ว โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมของนักเรียนทั้ง 2 กลุ่ม ขณะปฏิบัติการทดลองซึ่งทำติดต่อกันหลายสัปดาห์แล้วนำผลบันทึกพฤติกรรมมาวิเคราะห์ทางสถิติ ผลปรากกว่านักเรียนที่ได้รับความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติอย่างปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีพฤติกรรมในการปฏิบัติตนอย่างปลอดภัยในการทดลองมากกว่ากลุ่มควบคุม

Kramer, Beryl Majorie Cayzer (1984 : 1358 – A) ได้ทำการวิจัยเรื่อง "ความสัมพันธ์ระหว่างอาจารย์ วิทยาศาสตร์เกี่ยวกับความปลอดภัยกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัยของอาจารย์ตามการรับรู้ของนักเรียน" กลุ่มตัวอย่าง คือ อาจารย์วิทยาศาสตร์สอนระดับชั้นมัธยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษาจำนวน 145 คน และนักเรียนที่สอนโดยอาจารย์วิทยาศาสตร์ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างประชากร จำนวน 8,003 คน ดำเนินการวิจัยโดยการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการใช้แบบวัดความรู้ของอาจารย์เกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ และแบบวัดการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนของอาจารย์ เพื่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ ผลปรากฏว่าคะแนนของความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของอาจารย์ไม่มีความสัมพันธ์กับคะแนนการรับรู้ของนักเรียนเกี่ยวกับการปฏิบัติตนเพื่อความปลอดภัย

จากการวิจัยในต่างประเทศเท่าที่กล่าวมานี้จะเห็นว่าโรงเรียนส่วนใหญ่มีอุบัติเหตุเกิดขึ้นน้อย ที่มีอุบัติเหตุเนื่องจากอาจารย์ไม่ทราบหน้าที่ ความรับผิดชอบในระหว่างสอน และไม่บันทึกอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น มีเครื่องมือปฐมพยาบาลไม่เพียงพอขาดเครื่องมือปฐมพยาบาลเบื้องต้น นักเรียนส่วนมากขาดความรู้เกี่ยวกับอันตรายจากอุปกรณ์และการใช้เครื่องมือในการป้องกันอุบัติเหตุ อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่เกิดจากความร้อน เครื่องแก้ว และสารเคมี จำนวนครั้งที่เกิดอุบัติเหตุขึ้นอยู่กับประสบการณ์ในการทำงานของครู ขนาดของโรงเรียนและขนาดของชั้นเรียน จำนวนนักเรียนในชั้นมากมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นมาก ห้องที่ใช้เรียนปฏิบัติการโดยเฉพาะมีอุบัติเหตุเกิดขึ้นน้อยกว่าห้องที่เรียนบรรยายและปฏิบัติการรวมกัน

จากการศึกษางานวิจัยทั้งในประเทศและต่างประเทศพบว่ามีการสำรวจเกี่ยวกับความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในลักษณะของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้น สาเหตุที่ทำให้เกิดอุบัติเหตุ และความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัย แต่ยังไม่มีการวิจัยเกี่ยวกับการจัดสภาพของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรีให้ปลอดภัยจากอุบัติเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษา แนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ซึ่งการวิจัยได้ใช้ระเบียบวิธีวิจัยแบบเชิงพรรณนา (Descriptive Research) โดยมีขั้นตอนในการวิจัยไว้ดังนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

3.4 การเก็บรวมรวมข้อมูล

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

1.1 ประชากร คือ

1.1.1 ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ของสถาบันระดับอุดมศึกษา

1.1.2 บุคลากรในห้องปฏิบัติการเคมีประกอบด้วย

1) อาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมี

2) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี

3) สถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี

4) นักศึกษาภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

1.2 กลุ่มตัวอย่าง

1.2.1 ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ซึ่งผู้วิจัยเลือกแบบเจาะจง ดังนี้

1) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี

4) สถาบันราชภัฏพระนคร

1.2.2 บุคลากรที่เป็นกลุ่มตัวอย่างในห้องปฏิบัติการเคมี ประกอบด้วย

1) อาจารย์ผู้สอนวิชาปฏิบัติการเคมี จำนวน 20 คน

2) เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี จำนวน 20 คน

3) สถาปนิกและวิศวกรผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี จำนวน 4 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) นักศึกษาภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน 100 คน

ตารางที่ 3.1 กลุ่มตัวอย่างจำแนกตามสถาบัน ปีการศึกษา 2544

สถาบัน	อาจารย์	น.ศ.ปี 1	น.ศ.ปี 2	เจ้าหน้าที่	หมายเหตุ
1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	30	81	79	4	1 ห้องเรียน
2. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลอง 6 จังหวัดปทุมธานี	30	57	43	5	1 ห้องเรียน
3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	60	60	60	6	1 ห้องเรียน
4. สถาบันราชภัฏพระนคร	7	72	71	2	1 ห้องเรียน
รวม	127	270	253	17	**4ห้องเรียน**

รวมอาจารย์และนักศึกษาที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง 140 คน จากประชากร 667 คนคิดเป็นร้อยละ 20.98

จากตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่าง โดยกำหนดให้จำนวนอาจารย์และเจ้าหน้าที่สถาบันละ 10 คน เป็นกลุ่มตัวอย่าง ส่วนนักศึกษากลุ่มตัวอย่างกำหนดให้จำนวนสถาบันละ 25 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ศึกษาขอบเขตเนื้อหาที่เกี่ยวกับข้อมูลในการใช้พื้นที่ต่างๆ ของห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี การจัดสภาพและการใช้อาคารสถานที่จากหนังสือ เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

2. ผู้วิจัยได้สร้างแบบสอบถาม โดยสร้างข้อความในแบบสอบถามให้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระและครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

โดยแบบสอบถาม ทั้งหมด 57 ข้อ แบ่งออกเป็นตอนๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลสถานภาพส่วนตัว ทั้งหมดมี 4 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานคณะวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งอาคาร 12 ข้อ
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง 3 ข้อ
ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดห้องปฏิบัติการเคมี 5 ข้อ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นต่อส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร โดยแบ่งออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบการรักษาความปลอดภัย 7 ข้อ
ส่วนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย 3 ข้อ
ส่วนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบน้ำใช้ 3 ข้อ
ส่วนที่ 4 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า 5 ข้อ
ส่วนที่ 5 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบระบายอากาศ 4 ข้อ
ส่วนที่ 6 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบแก๊ส 2 ข้อ
ส่วนที่ 7 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบป้องกันอัคคีภัย 3 ข้อ
ส่วนที่ 8 ข้อมูลเกี่ยวกับระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล 3 ข้อ
ส่วนที่ 9 ข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อมและบำรุงรักษา 10 ข้อ

3. ผู้วิจัยได้สร้างแบบสัมภาษณ์ ใช้สัมภาษณ์อาจารย์ เจ้าหน้าที่ 1 ชุด สถาปนิกและวิศวกรอีก 1 ชุด โดยสร้างข้อความในแบบสัมภาษณ์ ให้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระและครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

3.3 การตรวจสอบเครื่องมือ

1. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามทั้ง 2 ชุดที่สร้างเสร็จแล้วนำเสนอต่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมทำการตรวจสอบและแก้ไขความถูกต้องของเนื้อหาและความชัดเจนในข้อคำถาม

2. ดำเนินการแก้ไขแบบสอบถามอีกครั้ง แล้วจึงขอความอนุเคราะห์จากผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา (Content Validity) และสำนวนภาษาที่ใช้

3. หลังจากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาดำเนินการแก้ไขแบบสอบถามร่วมกับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมอีกครั้ง แล้วจึงให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมตรวจสอบอีกเพื่อปรับปรุงแก้ไขก่อนนำแบบสอบถามไปทดลองใช้เพื่อหาปัญหาและข้อผิดพลาดในการตอบแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. ผู้วิจัยติดต่อทำหนังสือจากงานบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ขอความร่วมมือในการทำการวิจัยไปยังสถาบันต่างๆ เพื่อขอความร่วมมือเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม ดังนี้

1.1 ภาควิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.2 ภาควิชาเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

1.3 ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.4 ภาควิชาเคมี สถาบันราชภัฏพระนคร

2. ผู้วิจัยนำแบบสอบถามที่ได้แก้ไขแล้วไปสอบถามกลุ่มตัวอย่างเพื่อเก็บข้อมูลในการวิจัย

3. ผู้วิจัยออกติดตามเก็บรวบรวมแบบสอบถาม ที่ผู้ตอบแบบสอบถามกรอกข้อมูลแบบสอบถามเรียบร้อยแล้ว จนครบจำนวนแบบสอบถามด้วยตนเอง โดยแจกแบบสอบถามไปทั้งหมด 100 ฉบับ ได้คืนมา 100 ฉบับ เมื่อคัดฉบับที่เสียหรือไม่สมบูรณ์ออกแล้ว คงเหลือที่ใช้ได้ 87 ฉบับ คิดเป็น 87.00 % ของที่แจกไปทั้งหมด

ตารางที่ 3.2 จำนวนแบบสอบสอบถามได้รับคืนจากสถานศึกษา 4 แห่ง

นักศึกษา	กลุ่มตัวอย่าง	ได้รับคืน	ร้อยละ
1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	25	25	100
2. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลอง 6 จังหวัดปทุมธานี	25	23	92
3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย			
4. สถาบันราชภัฏพระนคร	25	22	88
	25	23	92
รวม	100	93	93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบ เพื่อสรุปผลการวิจัยครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์เป็นรายข้อ โดยวิธีการดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามแบบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว ได้เสนอผลสรุปเป็นค่าร้อยละของคำตอบ โดยใช้เกณฑ์ความต้องการของคนส่วนมาก กล่าวคือ คำตอบใดที่มีค่าร้อยละสูงสุด ถือเอาคำตอบนั้นมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ เนื่องจากแต่ละข้อคำถามจะมีจำนวนคำตอบไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับประเด็นของคำถาม เช่น บางข้อมีให้เลือกเพียง 2 คำตอบ บางข้อมีให้เลือกถึง 7 คำตอบ แต่เลือกคำตอบได้เพียงคำตอบเดียว จึงต้องใช้คำตอบที่มีค่าร้อยละสูงที่สุดมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามแบบเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ ได้เสนอผลสรุปเป็นค่าร้อยละของคำตอบ โดยใช้เกณฑ์ความต้องการของคนส่วนมาก คือ เกินกว่าครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ 50 ของผู้ใช้ มาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ เนื่องจากผู้ตอบมีโอกาสเลือกตอบหรือเลือกความต้องการได้ตั้งแต่ 1 ข้อ จนกระทั่งครบทุกข้อ ทุกคำตอบมีโอกาสถูกเลือกเท่ากัน ดังนั้นจึงถือว่าเกณฑ์ที่นำมาใช้ในการออกแบบได้ คือ เกณฑ์ที่ผู้ใช้มีความต้องการเกินกว่าครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ 50 ขึ้นไป

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว แต่เป็นคำถามแบบปลายเปิดที่ต้องตอบเป็นค่าตัวเลข ความสูง ดำเนินการดังนี้

3.1 นำคำตอบที่ได้มาหาความถี่ เช่น ผู้ใช้ต้องการห้องปฏิบัติการมีความสูง 3.00 เมตร 4.00 เมตร 5.00 เมตร นำคำตอบของแต่ละคนมาหาความถี่ ก็จะพบว่ามีผู้ต้องการห้องปฏิบัติการมีความสูง 3.00 เมตร จำนวนกี่คน 4.00 เมตรจำนวนกี่คน จนกระทั่ง 5.00 เมตร จำนวนกี่คน

3.2 นำความถี่นั้นมาทำเป็นค่าร้อยละเพื่อเสนอผลสรุปของคำตอบ โดยใช้เกณฑ์ความต้องการของคนส่วนมาก กล่าวคือ คำใดมีค่าร้อยละสูงที่สุดถือเอาคำตอบนั้นมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ เนื่องจากแต่ละข้อคำถาม ผู้ตอบมีโอกาสตอบได้เพียงคำตอบเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลครั้งนี้ ผู้วิจัยดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้และนำเสนอในรูปแบบตารางประกอบคำบรรยายดังนี้

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูลสถานะภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลวัสดุก่อสร้าง

4.4 การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดห้องปฏิบัติการเคมี

4.5 การวิเคราะห์ข้อมูลการรักษาความปลอดภัย

4.6 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารระบบบำบัดน้ำเสีย

4.7 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารระบบน้ำใช้

4.8 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารระบบไฟฟ้า

4.9 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารระบบระบายอากาศ

4.10 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารระบบแก๊ส

4.11 ระบบป้องกันอัคคีภัย

4.12 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล

4.13 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคารการซ่อมและบำรุงรักษา

เพื่อความสะดวกในการเขียนตาราง ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ ดังนี้

1. สจล. หมายถึง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
2. ราชมงคล หมายถึง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี
3. จุฬาฯ หมายถึง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
4. ราชภัฏ หมายถึง สถาบันราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

4.1.1 สถานะภาพผู้ตอบแบบสอบถาม

ตารางที่ 4.1 จำนวนและค่าร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

สถานภาพ	จำนวน	ร้อยละ
1. เพศ		
ชาย	37	42.53
หญิง	50	57.47
2. ปัจจุบันท่านมีอายุ		
16 – 20 ปี	82	94.41
21 – 25 ปี	5	5.59
3. สถานภาพปัจจุบัน		
นักศึกษาชั้นปี 1	42	48.43
นักศึกษาชั้นปี 2	45	50.57
4. สถานศึกษา		
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง	25	28.73
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล	20	22.99
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	20	22.99
สถาบันราชภัฏพระนคร	22	25.29

จากตารางที่ 4.1 ผลจากการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง พบว่าจำนวนนักศึกษาที่เป็นเพศชายร้อยละ 42.53 เพศหญิงร้อยละ 57.47 นักศึกษาอยู่ในช่วงอายุ 16 - 20 ปี ร้อยละ 94.41 อายุ 21 - 25 ปี ร้อยละ 5.59 เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 ร้อยละ 48.43 ชั้นปีที่ 2 ร้อยละ 50.57 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร้อยละ 28.73 สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลองหก จังหวัดปทุมธานี และจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ร้อยละ 22.99 เท่ากัน และสถาบันราชภัฏพระนคร ร้อยละ 25.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การวิเคราะห์ข้อมูลการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน

ตารางที่ 4.2 ค่าร้อยละของการเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ลักษณะของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน					
ห้องปฏิบัติการเฉพาะวิชา	-	22.99	22.99	25.29	71.27
ห้องปฏิบัติการรวมหลายวิชา	-	-	-	-	-
ห้องเรียนดัดแปลงเป็นห้องปฏิบัติการ	28.73	-	-	-	28.73
2. จำนวนนักศึกษาต่อห้อง					
35-40 คน	28.73	22.99	22.99	25.29	100
3. ปัญหาในการต้องรอคอยการใช้ห้อง					
เคย เนื่องจาก ยังมีผู้ปฏิบัติการอยู่	1.14	1.14	1.14	1.14	4.56
ไม่เคย	27.59	21.85	21.85	24.15	95.44
4. ลักษณะห้องปฏิบัติการกับทางเดิน					
Single Corridor	28.73	22.99	22.99	25.29	100
5. ชั้นที่อยู่ของห้องปฏิบัติการ					
ชั้นล่าง	-	22.99	-	-	22.99
สูงกว่าชั้นที่ 3 ขึ้นไป	28.73	-	22.99	25.29	77.01
6. พื้นที่ปฏิบัติการ					
คับแคบ	1.14	17.24	1.14	17.24	36.76
ไม่เป็นส่วนตัว	27.59	-	21.85	-	49.44
ขาดระเบียบการวางครุภัณฑ์	-	-	-	1.14	1.14
คล่องตัว สะดวกสบายดี	-	5.74	-	6.89	12.66
7. ภายในอาคารมีบันไดขึ้น – ลง เพียงพอแล้ว	28.73	22.99	22.99	25.29	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
8. ทางเดินหน้าห้องปฏิบัติการเคมี					
กว้างมาก	1.14	1.14	-	1.14	3.42
เล็ก คับแคบ	-	21.85	5.75	24.15	51.75
กว้างแต่ใช้เป็นที่วางของ	27.59	-	-	-	27.59
อื่นๆ เช่นเป็นที่นอนของสุนัข	-	-	17.24	-	17.24
9. เวลาของวิชาปฏิบัติการเคมี					
เพียงพอแล้ว	27.59	22.99	22.99	25.29	98.86
มากไป	1.14	-	-	-	1.14
10. ห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีประตูเข้าออก					
ทางเดียว	3.42	-	-	-	3.42
2 ทาง	-	17.24	22.99	25.29	65.52
3 ทาง	25.31	5.75	-	-	31.06
11. ความสูงจากพื้นถึงเพดาน					
เพดานต่ำ อึดอัด	-	3.42	-	17.24	20.66
เพดานสูงมากเกินไป	-	-	22.99	8.05	31.14
สูงโปร่งพอดี	28.73	19.57	-	-	48.30
12. ควรมีห้องพักสำหรับเฝ้าคอยการทดลอง					
ไม่จำเป็น	1.14	22.99	3.42	25.29	52.84
จำเป็น	27.59	-	19.57	-	47.16

จากตารางที่ 4.2 การสำรวจพบว่าเกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีเป็นห้องปฏิบัติการเฉพาะวิชา ร้อยละ 71.27 มีความจุของจำนวนนักศึกษา 35-40 คน และการจัดวางห้องเป็นแบบ Single Corridor ทั้ง 4 สถาบัน ปัญหาในการรอคอยห้องปฏิบัติการเพียงร้อยละ 4.56 ห้องปฏิบัติการเคมีอยู่ชั้นล่างร้อยละ 71.27 พื้นที่ในการปฏิบัติการไม่เป็นส่วนตัวร้อยละ 41.44 บันไดมีเพียงพอแล้ว ทางเดินหน้าห้องปฏิบัติการเคมีเล็ก คับแคบร้อยละ 51.75 เวลาในการปฏิบัติการเพียงพอแล้วร้อยละ 98.86 ต้องการให้มีประตู 2 ทาง ร้อยละ 65.62 ความสูงของเพดานสูงโปร่งพอดีร้อยละ 48.30 ไม่จำเป็นต้องมีห้องพักคอยสำหรับนักศึกษาร้อยละ 52.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง

ตารางที่ 4.3 ค่าร้อยละของการเลือกวัสดุก่อสร้างของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ปัญหาของผนังห้องปฏิบัติการเคมี					
ไม่มีปัญหา	28.73	22.99	2.29	24.15	78.16
เก่า แตกร้าว ผุกร่อน	-	-	17.24	-	17.24
สีหลุดกร่อน	-	-	3.46	1.14	4.60
2. ปัญหาของพื้นห้องปฏิบัติการเคมี					
ไม่มีปัญหา	24.14	22.99	17.26	11.49	75.88
ขรุขระไม่เรียบ	4.59	-	4.59	12.66	21.84
ต่างระดับ	-	-	-	1.14	1.14
ลื่นเมื่อมีน้ำหก	-	-	1.14	-	1.14
3. ปัญหาของพื้นผิวของโต๊ะปฏิบัติการเคมี					
ไม่มีปัญหา	12.65	11.49	6.91	12.65	43.70
ผิวไม่เรียบ	12.65	-	4.59	4.59	21.83
มีรอยขีดข่วน	1.14	4.59	11.49	6.91	24.13
มีรอยไหม้	2.29	6.91	-	1.14	10.34

จากตารางที่ 4.3 ผลสำรวจพบว่าผนังห้องปฏิบัติการที่มีปัญหามากคือเก่า แตกร้าว ผุกร่อน ร้อยละ 17.24 พื้นห้องที่มีปัญหามากคือ ขรุขระไม่เรียบร้อยละ 21.84 และปัญหาของผิวโต๊ะปฏิบัติการเคมี คือ มีรอยขีดข่วนร้อยละ 24.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การวิเคราะห์การจัดห้องปฏิบัติการเคมี

ตารางที่ 4.4 ค่าร้อยละของการจัดห้องปฏิบัติการเคมีของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. โต๊ะปฏิบัติการเคมี ควรมีลักษณะ					
ติดตายตัวกับพื้น	28.73	22.99	22.99	25.28	100
2. ระยะห่างของโต๊ะ แต่ละโต๊ะ					
คับแคบ	-	17.24	-	-	17.24
เหมาะสมดี	27.59	5.75	22.99	25.29	81.62
ห่างมากเกินไป	1.14	-	-	-	1.14
3. ขนาดของโต๊ะปฏิบัติการ					
เล็ก แออัด	-	-	-	17.24	17.24
เหมาะสมดี	27.59	22.99	22.99	8.05	81.62
กว้างมากไป	1.14	-	-	-	1.14
4. ที่ว่างใต้โต๊ะปฏิบัติการ ควรใช้วาง					
เก้าอี้	28.73	22.99	22.99	25.29	100
ที่ทิ้งขยะ	1.14	1.14	1.14	2.29	5.59
อุปกรณ์	22.99	-	22.99	25.29	71.27
5. โต๊ะปฏิบัติการเคมี แบ่งเป็นโต๊ะละ					
4 คน	-	-	8.05	2.29	10.34
6 คน	-	5.75	2.29	4.59	12.63
8 คน	28.73	17.24	12.66	18.41	77.03

จากตารางที่ 4.4 พบว่านักศึกษาต้องการให้โต๊ะปฏิบัติการเคมี เป็นโต๊ะที่ติดตายตัวกับพื้น ร้อยละ 100 ระยะห่างของโต๊ะเหมาะสมดีแล้ว ร้อยละ 81.62 ขนาดของโต๊ะเหมาะสมดี ร้อยละ 81.62 ที่ว่างใต้โต๊ะควรมีไว้วางเก้าอี้ ร้อยละ 100 โต๊ะปฏิบัติการเคมี ควรแบ่งเป็นโต๊ะละ 8 คน ร้อยละ 77.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การวิเคราะห์ระบบการรักษาความปลอดภัย

ตารางที่ 4.5 ค่าร้อยละของระบบการรักษาความปลอดภัยของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ควรมียามไว้ในเวลา					
ไม่จำเป็นต้องมี	-	4.59	6.91	-	11.50
เฉพาะกลางวัน	-	6.91	9.17	8.05	24.13
เฉพาะกลางคืน	-	11.49	6.91	11.49	29.89
ตลอด 24 ชั่วโมง	28.73	-	-	5.75	34.48
2. ควรมีการควบคุมบริเวณทางเข้า – ออก					
บุคคลภายนอกห้ามเข้า	20.68	22.99	-	24.15	67.82
บุคคลภายนอกต้องแลกบัตร	-	-	17.24	-	17.24
ตรวจบัตรเฉพาะกลางคืน	8.05	-	5.75	-	13.80
ไม่จำเป็นต้องตรวจ	-	-	-	1.14	1.14
3. อุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการเคมี					
ไม่มีปัญหา	28.73	22.99	17.24	5.75	74.71
เก่า ชำรุด	-	-	5.75	19.54	25.29
4. ระบบสัญญาณเตือนภัยควรมี					
กริ่งสัญญาณ	28.73	22.99	17.24	24.15	93.11
ไม่จำเป็น ตัวใครตัวมัน	-	-	5.75	1.14	6.89
5. การควบคุมเพลิงไหม้ควรใช้ระบบ					
ระบบตรวจควัน	14.93	1.14	5.75	5.75	27.57
ระบบตรวจจับความร้อน	1.14	2.29	11.49	11.49	26.41
ระบบสายฉีด	6.91	9.19	2.29	4.59	22.98
ระบบถังดับเพลิง	5.75	10.37	3.46	3.46	22.99
6. ควรมีการป้องกันภัยจากสิ่งแวดล้อม					
แสงแดด	4.59	-	-	-	4.59
ความร้อนจากดวงอาทิตย์	22.99	17.24	11.49	13.80	65.52
เสียงรบกวนจากภายนอก	-	2.29	9.21	11.49	22.99
ลมธรรมชาติ	1.15	3.46	2.29	-	6.90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

การจัดสภาพ	ส.จ.ล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
7. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเสมอๆ					
หกล้อมจากพื้นต่างระดับ	-	-	2.29	-	2.29
สารเคมีหกใส่ผิวหนัง	-	-	1.14	4.59	5.73
อื่นๆ คือ ไม่เคย	28.73	22.99	19.56	20.70	91.98

จากตารางที่ 4.5 พบว่านักศึกษาต้องการให้มียามรักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมงร้อยละ 34.48 ควรควบคุมทางเข้าออกบุคคลเพื่อไม่ให้ภายนอกเข้า ร้อยละ 67.82 อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มีปัญหาร้อยละ 74.71 สัญญาณเตือนภัยใช้ระบบกริ่งสัญญาณ ร้อยละ 93.11 การควบคุมเพลิงไหม้อันดับแรก ควรใช้ระบบตรวจจับควัน ร้อยละ 26.41 ควรมีการป้องกันภัยจากความร้อนดวงอาทิตย์ ร้อยละ 65.52 ไม่เคยมีการเกิดอุบัติเหตุ ร้อยละ 91.98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบบำบัดน้ำเสีย

ตารางที่ 4.6 ค่าร้อยละของระบบบำบัดน้ำเสียของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ระบบบำบัดน้ำเสียห้องปฏิบัติการเคมี					
ไม่จำเป็น	-	-	-	1.14	1.14
ต้องมีลักษณะเฉพาะ	28.73	22.99	22.99	18.40	93.11
ใช้ระบบทั่วไปเหมือนบ้านพักอาศัย	-	-	-	5.75	5.75
2. สารที่ถูกปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการ					
กรด – ด่าง	28.73	22.99	22.99	22.99	97.70
สารพิษ	-	-	-	2.30	2.30
3. หากไม่มีการบำบัดน้ำเสีย ผลกระทบคือ					
กลิ่นเหม็น	28.73	22.99	22.99	22.99	100
น้ำเน่าเสีย	28.73	22.99	20.52	19.37	91.61
ตกตะกอนในท่อระบายน้ำ	26.43	22.99	21.83	21.83	93.08

จากตารางที่ 4.6 พบว่าระบบบำบัดน้ำเสียห้องปฏิบัติการเคมี ต้องมีลักษณะเฉพาะ ร้อยละ 93.11 สารพิษที่ปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการเคมี คือ กรด-ด่าง ร้อยละ 97.70 ผลกระทบจากการไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ กลิ่นเหม็น ร้อยละ 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบน้ำใช้

ตารางที่ 4.7 ค่าร้อยละของระบบน้ำใช้ของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ปัญหาการใช้น้ำ					
ไม่มีปัญหา	28.73	22.99	21.85	19.54	93.11
ไหลค่อย	-	-	1.14	5.75	6.89
ไหลแรงเกินไป	-	-	-	2.29	3.44
2. จำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการ					
มีเพียงพอ	28.73	21.85	20.70	24.13	95.43
ไม่เพียงพอ	-	1.14	2.29	1.14	4.57
3. โต๊ะปฏิบัติการมีก๊อกน้ำ อัตราส่วน					
1 ก๊อก ต่อ 1 โต๊ะ	24.14	21.85	19.53	20.70	86.22
อื่นๆ 2 ก๊อก ต่อ 1 โต๊ะ	4.59	1.14	3.46	4.59	13.78

จากตารางที่ 4.7 พบว่าไม่ปัญหาการใช้น้ำ ร้อยละ 93.11 จำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการมีเพียงพอ ร้อยละ 95.43 อัตราส่วนของก๊อกน้ำต่อโต๊ะปฏิบัติการ เท่ากับ 1:1 ร้อยละ 86.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 4.8 ค่าร้อยละของระบบไฟฟ้าของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. การใช้ไฟฟ้า					
แสงสว่าง	28.73	22.99	22.99	25.29	100
พัดลม	28.73	22.99	22.99	25.29	100
เครื่องมือทดลอง	28.73	22.99	22.99	25.29	100
2. ปัญหาแสงสว่าง					
สว่างมากเกิน	-	-	2.29	2.29	4.58
เพียงพอ	28.73	22.99	20.70	20.71	93.13
ไม่เพียงพอ	-	-	-	2.29	2.29
3. พัดลมภายในห้องปฏิบัติการ					
ตั้งโต๊ะ	-	-	-	2.29	2.29
ตั้งพื้น	-	-	2.29	2.29	4.58
แขวนเพดาน	28.73	22.99	20.70	20.71	93.13
4. คุณสมบัติหลอดไฟฟ้า					
มีความสว่างพอทุกๆ โต๊ะ	28.73	22.99	22.99	25.29	100
ทำความสะอาดง่าย	28.73	22.99	22.99	25.29	100
ใช้หลอดไฟฟ้าทั่วไป	-	-	1.14	2.29	3.43
ป้องกันไฟได้	28.73	22.99	22.99	25.29	100
แสงสปอทไลต์	-	-	-	1.14	1.14
5. ความต้องการแสงสว่างจากไฟฟ้า					
โคมไฟติดเพดาน	28.73	22.99	20.70	22.99	95.41
โคมแขวน	-	-	2.29	2.30	4.59

จากตารางที่ 4.8 พบว่าการใช้ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการเคมี ใช้กับแสงสว่าง พัดลมและเครื่องมือทดลอง ร้อยละ 100 ไม่มีปัญหาในเรื่องของแสงสว่าง ร้อยละ 93.13 พัดลมควรเป็นแบบแขวนเพดาน ร้อยละ 93.13 คุณสมบัติหลอดไฟฟ้า ควรมีความสว่างพอทุกๆ โต๊ะ ทำความสะอาดง่าย และป้องกันไฟได้ ร้อยละ 100 ต้องการใช้โคมไฟแบบติดเพดาน ร้อยละ 95.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบการระบายอากาศ

ตารางที่ 4.9 ค่าร้อยละของระบบการระบายอากาศของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. การระบายอากาศในห้องปฏิบัติการ					
ติดพัดลมเพดาน	21.85	22.99	22.99	25.29	93.11
ติดเครื่องปรับอากาศ	5.75	-	-	-	5.75
ใช้ลมธรรมชาติ	1.14	-	-	-	1.14
2. ในการสัญจรทางตั้ง					
บันได	-	20.70	11.50	22.99	55.19
ทางลาด	-	2.29	11.49	2.29	16.08
ลิฟต์	28.73	-	-	-	28.83
2. ความจุของลิฟต์ที่ใช้ในอาคาร					
6 คน	5.75	-	-	-	5.75
10 คน	4.59	-	-	-	4.59
15 คน	17.24	22.99	17.24	25.29	82.76
20 คน	1.15	-	5.75	-	6.90
4. ในการใช้พื้นที่โถงพักคอย					
ใช้วางตู้เอกสาร	28.73	22.99	-	11.49	63.21
พื้นที่เล็กคับแคบ		-	11.49	-	1149
แสงสว่างไม่พอ		-	3.46	-	3.46
อื่นๆ มีสุนัขมานอน		-	8.04	13.80	21.84

จากตารางที่ 4.9 พบว่านักศึกษาต้องการติดพัดลมเพดานระบายอากาศ ร้อยละ 93.11 ความจุของลิฟต์ได้ 15 คน ร้อยละ 82.76 ปัญหาของการใช้พื้นที่โถงพักคอย คือการวางตู้เอกสาร ร้อยละ 63.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10 การวิเคราะห์ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบแก๊ส

ตารางที่ 4.10 ค่าร้อยละของระบบแก๊สของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. การใช้พลังงานแก๊สควรมาจากแหล่ง					
แก๊สบรรจุถังเก็บไว้ใต้โต๊ะ	1.14	2.29	-	3.44	6.87
เดินท่อแก๊สจากห้องเก็บถังแก๊ส	27.59	20.70	22.99	21.85	93.13
2. ปัญหา ในการใช้แก๊ส					
แก๊สรั่ว	-	3.44	-	-	3.44
แก๊สออกไม่สม่ำเสมอ	28.73	19.55	22.99	25.29	96.56

จากตารางที่ 4.10 พบว่านักศึกษาต้องใช้พลังงานแก๊สจากการเดินท่อจากห้องเก็บแก๊ส ร้อยละ 93.13 ปัญหาของการใช้แก๊สออกไม่สม่ำเสมอ ร้อยละ 96.56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. 11 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบป้องกันอัคคีภัย

ตารางที่ 4.11 ค่าร้อยละของระบบป้องกันอัคคีภัยของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ควรติดตั้งสัญญาณเตือนภัยระบบ					
กริ่งสัญญาณ	26.43	22.99	22.99	25.29	97.71
ตรวจควัน	21.85	22.99	22.99	25.21	93.13
จับความร้อน	26.43	22.99	22.99	25.29	95.41
ตรวจแก๊ส	1.14	-	2.29	2.29	5.72
2. วิธีป้องกันเพลิงไหม้					
ใช้วัสดุทนไฟ	28.73	22.99	22.99	25.29	100
ติดตั้งสัญญาณเพลิงไหม้	25.29	22.99	22.99	25.29	96.56
ใช้ถังดับเพลิง	28.73	22.99	22.99	25.29	100
มีทางหนีไฟ	26.43	22.99	22.99	25.29	97.71
3. ควรจะติดตั้งถังดับเพลิงไว้ที่					
ใกล้ประตูห้องปฏิบัติการ	22.99	21.83	17.07	15.92	78.20
หน้าลิฟต์	5.75	-	-	-	5.75
ใกล้บันได	-	-	4.59	-	4.59
โต๊ะเจ้าหน้าที่ ร.ป.ภ.	-	1.14	-	9.19	10.34
อื่นๆ ทุกโต๊ะปฏิบัติการเคมี	-		1.14	-	1.14

จากตารางที่ 4.11 พบว่าต้องการให้ติดสัญญาณเตือนภัยอันดับแรกคือ กริ่งสัญญาณ ร้อยละ 97.71 วิธีป้องกันเพลิงไหม้โดยใช้วัสดุทนไฟและใช้ถังดับเพลิง ร้อยละ 100 ควรติดถังดับเพลิงไว้ใกล้ประตู ร้อยละ 78.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล

ตารางที่ 4.12 ค่าร้อยละของระบบกำจัดสิ่งปฏิกูลของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การจัดสภาพ	สจล..	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1. ถังหรือที่รองรับขยะมูลฝอย					
เป็นพลาสติก	1.14	2 .29	1.14	1.14	5.74
เป็นสแตนเลส	27.58	22.99	22.99	21.85	94.27
แข็งแรง	28.73	22.99	22.99	25.29	100
ทำความสะอาดได้ง่าย	28.73	22.99	22.99	25.29	100
น้ำหนักเบา	28.73	22.99	22.99	25.29	100
ไม่เป็นสนิม	28.73	22.99	22.99	25.29	100
มีที่หิ้ว	28.73	22.99	22.99	17.24	91.95
2. ประเภทของขยะในอาคารปฏิบัติการ					
ขยะทั่วไป	28.73	22.99	22.99	25.29	100
กากสารเคมี	28.73	22.99	22.99	25.29	100
3. วิธีเก็บรวบรวมขยะควรใช้วิธีใด					
แยกขยะประเภทต่างๆ	28.73	22.99	22.99	25.29	100

จากตารางที่ 4.12 พบว่านักศึกษามีความต้องการถังหรือที่รองรับขยะ ที่มีลักษณะแข็งแรง ทำความสะอาดง่าย น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิมร้อยละ 100 เท่ากัน ประเภทของขยะมีทั้งขยะทั่วไปและกากสารเคมี ร้อยละ 100 ใช้วิธีแยกประเภทขยะร้อยละ 100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.13 การวิเคราะห์ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร การซ่อมและบำรุงรักษา

ตารางที่ 4.13 ค่าร้อยละของการซ่อมและบำรุงรักษาของนักศึกษาคณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

การดำเนินการ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
1 ควบคุมการใช้ – เก็บอุปกรณ์					
มาก	17.24	-	-	-	17.24
เพียงพอ	11.49	20.70	19.55	-	51.74
น้อย	-	2.29	3.44	25.29	31.02
2 มีเครื่องดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิง					
มาก	19.55	11.49	17.24	-	48.28
เพียงพอ	9.18	10.36	5.75	3.44	28.73
น้อย	-	1.14	-	21.85	22.99
3 มีแสงสว่างเพียงพอ					
มาก	3.44	-	-	-	3.44
เพียงพอ	25.29	20.70	22.99	24.15	93.13
น้อย	-	2.29	-	1.14	3.43
4 แผงสวิตซ์ตัดไฟสะดวกต่อการใช้งาน					
เพียงพอ	28.73	22.99	22.99	21.85	96.56
น้อย	-	-	-	3.44	3.44
5 การถ่ายเท					
มาก	-	-	-	3.44	3.44
เพียงพอ	28.73	22.99	22.99	18.41	93.12
น้อย	-	-	-	3.44	3.44
6 มีแว่นหรือหน้ากากป้องกันดวงตา					
มาก	5.74	8.05	1.14	2.29	17.22
เพียงพอ	22.99	14.94	14.94	11.49	66.68
น้อย	-	-	6.91	9.19	16.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

การดำเนินการ	สจล.	ราชมงคล	จุฬาฯ	ราชภัฏ	รวม
7 ระบบน้ำประปา					
มาก	3.44	8.05	12.48	11.49	35.46
เพียงพอ	25.29	14.94	10.51	8.05	58.79
น้อย	-	-	-	5.75	5.75
8 ตู้ยา เพื่อการปฐมพยาบาล					
เพียงพอ	9.19	8.05	1.14	8.05	26.43
น้อย	19.54	14.94	21.85	17.24	73.57
9 มีการบอกวิธีใช้สารเคมีและเครื่องไฟฟ้า					
มาก	-	11.49	3.44	24.15	39.08
เพียงพอ	25.29	11.50	14.94	1.14	52.87
น้อย	3.44	-	4.61	-	8.05
10 มีแผ่นป้ายบอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุ					
มาก	6.89	9.19	1.14	-	17.22
เพียงพอ	16.09	13.80	18.41	-	48.30
น้อย	5.75	-	3.44	25.29	34.48

จากตารางที่ 4.13 พบว่ามีการควบคุมการใช้ - เก็บอุปกรณ์ เพียงพอ ร้อยละ 51.74 มีเครื่องดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงมาก ร้อยละ 48.28 มีแสงสว่างเพียงพอ ร้อยละ 93.13 มีแผงสวิตซ์ตัดไฟเพียงพอ ร้อยละ 96.56 การถ่ายเทอากาศ เพียงพอ ร้อยละ 93.12 มีแว่นหรือหน้ากากป้องกันดวงตา เพียงพอ ร้อยละ 66.68 ระบบน้ำประปา เพียงพอ ร้อยละ 58.79 ตู้ยาเพื่อการปฐมพยาบาลมีน้อย ร้อยละ 76.57 มีวิธีการใช้สารเคมีและเครื่องไฟฟ้า เพียงพอ ร้อยละ 52.87 แผ่นป้ายบอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุ เพียงพอ ร้อยละ 48.30

จากการทำการวิจัยโดยวิธีการสังเกต ผู้วิจัยได้ทำการสังเกตกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยทั้ง 4 สถาบัน ดังนี้

1. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1.1 การเลือกที่ตั้ง ลักษณะเป็นอาคารดัดแปลงจากอาคารเรียน อยู่ชั้นที่ 4 มี 2 ห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องกว้าง 8 เมตร ยาว 24 เมตร สูงถึงฝ้าเพดาน 3.50 เมตร มีระเบียงทางเดินกว้าง 2 เมตร ประตูเข้า – ออก 2 ทาง มีความจุนักศึกษา 48 คนต่อห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัสดุก่อสร้าง ผนังเป็นผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสี ฝ้าเพดานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กของพื้นชั้นบน ฉาบปูนเรียบทาสีพื้นเป็นพื้นกระเบื้องยาง

1.3 อุปกรณ์และครุภัณฑ์ โต๊ะปฏิบัติการใช้ไม้อัดตีโครงบุผิวด้วยแผ่นลามิเนต มีอ่างล้างอุปกรณ์ 2 อ่างต่อ 1 โต๊ะ ท่อจ่ายแก๊ส 4 หัวต่อ 1 โต๊ะ ปลั๊กไฟ 4 จุดต่อ 1 โต๊ะ ใต้โต๊ะปฏิบัติการเป็นลิ้นชักและตู้เก็บของ สามารถเก็บเก้าอี้ใต้โต๊ะได้ การจัดวางโต๊ะปฏิบัติการจัดแบบกลางห้อง (Island Bench) ระยะห่างระหว่างโต๊ะ 1.50 เมตร ขนาดโต๊ะกว้าง 1.580 เมตร ยาว 3.00 เมตร สูง 0.90 เมตร

1.4 รักษาความปลอดภัย

– มีเจ้าหน้าที่เวรยาม 24 ชั่วโมง อุปกรณ์ช่วยลดอันตรายจากอุบัติ ได้แก่ ถังดับเพลิง ถังทราย ส่วนที่ล้างตัวไม่สามารถใช้งานได้ เนื่องจากไม่มีการทำช่องน้ำทิ้งไว้ จึงปิดไว้เป็นการถาวร มีตู้ยาปฐมพยาบาล มีหน้ากากห้องกันดวงตาและถุงมือยาง

– ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียทั่วไป การกำจัดสารเคมีทำโดยการทำให้เจือจางแล้วเทลงท่อน้ำทิ้ง สำหรับสารที่เป็นอันตรายจะรวบรวมแล้วจัดจ้างให้บริษัทกำจัดสารเคมีมานำไปกำจัด

– ระบบน้ำใช้ มีหัวก๊อก 2 ก๊อกต่อ 1 โต๊ะ

– ระบบไฟฟ้า ใช้กับอุปกรณ์การทดลอง พัดลม แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่เพดานและที่โต๊ะปฏิบัติการ

– ระบบระบายอากาศ โดยใช้พัดลมเพดาน 12 ตัว ตู้ดูดควัน 4 ตู้

– ระบบแก๊ส ใช้แก๊สจากห้องเก็บแก๊สนอกอาคาร มีวาว์ลควบคุมก่อนถึงโต๊ะปฏิบัติการ

– ระบบป้องกันอัคคีภัย มีการติดตั้งสัญญาณเตือนภัยที่หน้าห้องปฏิบัติการ ติดตั้งถังแก๊สดับเพลิงจำนวน 2 ถังต่อ 1 ห้องอยู่ใกล้ประตู

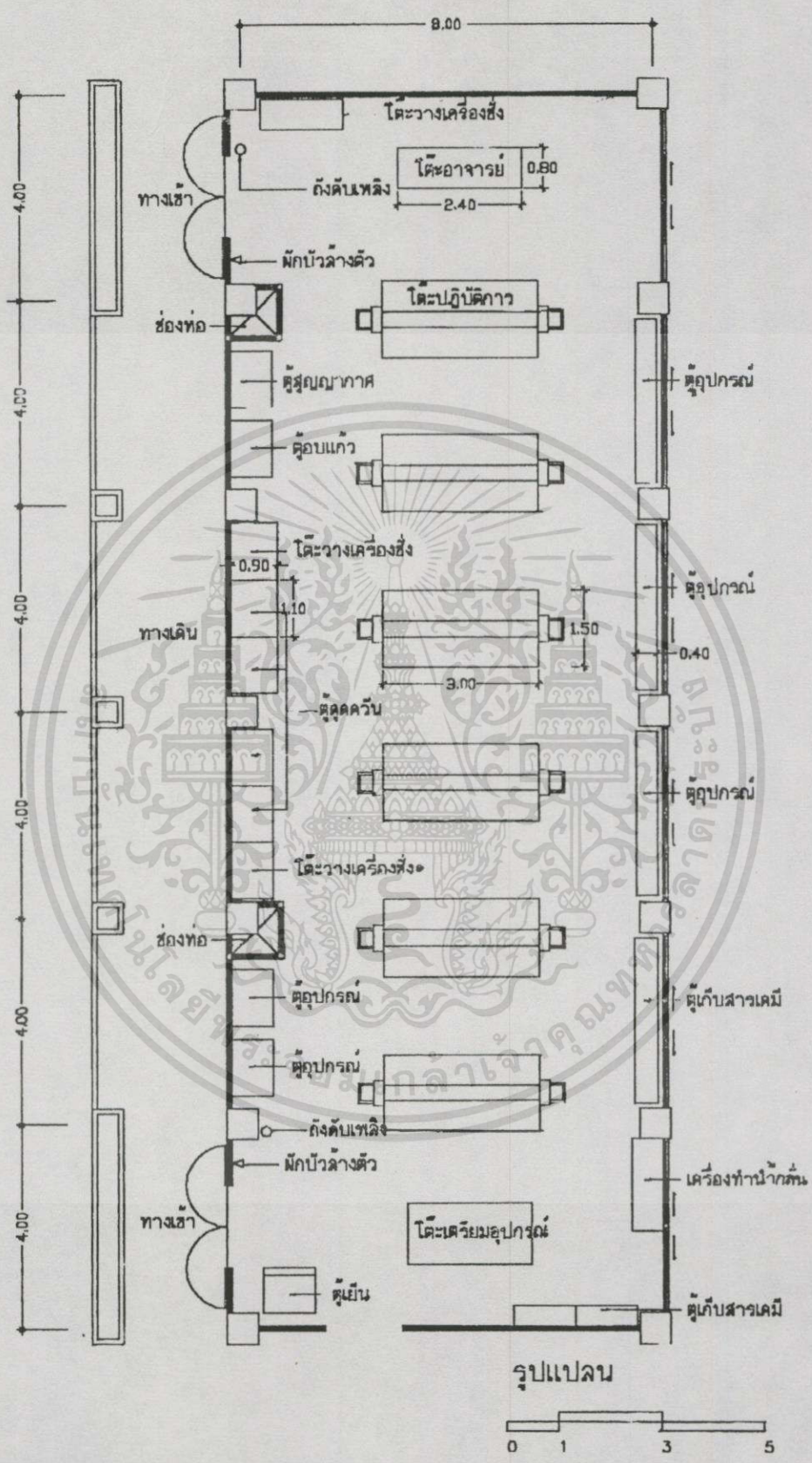
– การกำจัดสิ่งปฏิกูล กำจัดโดยใช้ห้องขยะรวมรอรถขยะมาเก็บไปกำจัด

– การซ่อมบำรุงและรักษา มีการตรวจอุปกรณ์ทุกสัปดาห์ เมื่อพบข้อเสียหายจึงจัดส่งทำการซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี

2.1 การเลือกที่ตั้ง เป็นอาคารปฏิบัติการสูง 4 ชั้น มีห้องปฏิบัติการชั้นละ 2 ห้อง ขนาดของห้องกว้าง 8 เมตร ยาว 16 เมตร สูง 3 เมตร ระเบียงทางเดินกว้าง 2 เมตร ประตูเข้า – ออก 2 ทาง ความจุ 32 คน

2.2 วัสดุก่อสร้าง ผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสี ฝ้าเพดานเป็นยิบซัมแผ่นเรียบแขวนโครงที – บาร์ พื้นเป็นกระเบื้องยาง

2.3 อุปกรณ์และครุภัณฑ์ โต๊ะปฏิบัติการใช้ไม้บุผิวด้วยแผ่นลามิเนต มีอ่างล้างอุปกรณ์ 2 อ่างต่อ 1 โต๊ะ ท่อจ่ายแก๊ส 4 หัวต่อ 1 โต๊ะ ปลั๊กไฟ 4 จุดต่อ 1 โต๊ะ ใต้โต๊ะปฏิบัติการเป็นตู้เก็บของ สามารถเก็บเก้าอี้ใต้โต๊ะได้ การจัดโต๊ะแบบกลางห้อง (Island Bench) ระยะห่างระหว่างโต๊ะ 1.50 เมตร ขนาดโต๊ะกว้าง 1.50 เมตร ยาว 4.20 เมตร สูง 0.90 เมตร

2.4 การรักษาความปลอดภัย

– ไม่มียารักษาความปลอดภัย มีอุปกรณ์ดับเพลิง เช่น ถังดับเพลิง 2 ถังต่อ 1 ห้อง ไม่มีถังทราย ไม่มีที่ล้างตัว มีตู้ยาปฐมพยาบาล มีหน้ากากป้องกันดวงตา และถุงมือยาง

– ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียทั่วไป การทิ้งสารเคมีโดยการทำให้เจือจางแล้วจึงเทลงท่อน้ำทิ้ง สารอันตรายจะรวบรวมแล้วจ้างบริษัทกำจัดสารเคมีนำไปกำจัด

– ระบบน้ำใช้ มีหัวก๊อก 2 ก๊อกต่อ 1 โต๊ะ

– ระบบไฟฟ้า ใช้กับอุปกรณ์การทดลอง พัดลม แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนซ์ที่เพดาน แต่ส่วนใหญ่ใช้แสงสว่างธรรมชาติ

– ระบบระบายอากาศ ใช้พัดลมเพดาน 6 ตัว และตู้ดูดควัน 2 ตู้

– ระบบแก๊ส ใช้แก๊สจากถังแก๊สที่เก็บไว้ใต้อ่างล้างอุปกรณ์ แก๊ส 1 ถังต่อ 1 โต๊ะ

– ระบบป้องกันอัคคีภัย ติดตั้งถังแก๊สดับเพลิง 2 ถังใกล้ประตู

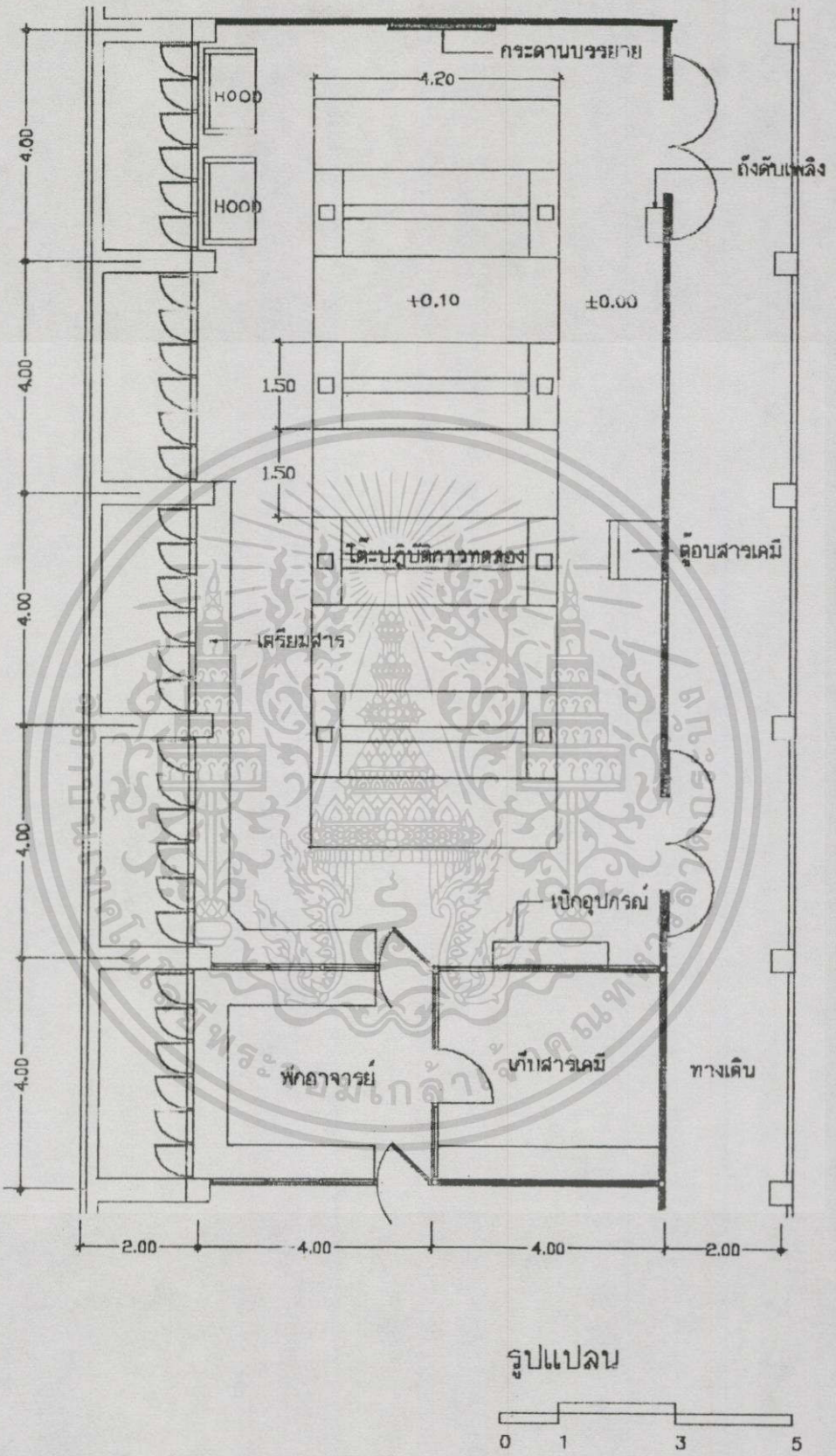
– การกำจัดสิ่งปฏิกูล ใส่ถังพลาสติก แล้วไปเทในห้องขยะรวมรอรถขยะมาเก็บไปกำจัด

– การซ่อมบำรุงและรักษา มีการตรวจอุปกรณ์ทุกสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.3 แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล คลอง 6 จังหวัดปทุมธานี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.1 การเลือกที่ตั้ง อยู่บนอาคารเรียนชั้นที่ 7 มี 2 ห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องกว้าง 15 เมตร ยาว 19 เมตร สูง 4 เมตร ประตูเข้า – ออก 2 ทาง ทางเดินหน้าห้องกว้าง 2 เมตร มีความจุนักศึกษาได้ 64 คน

3.2 วัสดุก่อสร้าง ผนังก่ออิฐฉาบปูนทาสี ฝ้าเพดานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กของพื้นชั้นบน ฉาบปูนเรียบทาสี พื้นเป็นกระเบื้องยาง

3.3 อุปกรณ์และครุภัณฑ์ โต๊ะปฏิบัติการใช้ไม้อัด MDF บุผิวด้วยลามิเนต มีอ่างล้างอุปกรณ์ 3 อ่างต่อ 1 โต๊ะ ท่อจ่ายแก๊ส 4 หัวต่อ 1 โต๊ะ โต๊ะปฏิบัติการ 1 โต๊ะต่อนิสิต 4 คน จำนวน 16 โต๊ะ ขนาดโต๊ะกว้าง 1.20 เมตร ยาว 2.40 เมตร สูง 0.90 เมตร

3.4 การรักษาความปลอดภัย

– มีเจ้าหน้าที่เวรยาม 24 ชั่วโมง อุปกรณ์ลดอันตรายจากอุบัติเหตุได้แก่ ถังดับเพลิง ถังทราย ที่ล้างตัว 2 ที่ ที่ล้างตา 2 ที่ ตู้ยาปฐมพยาบาล มีหน้ากากป้องกันดวงตาและถุงมือยาง

– ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียทั่วไป กำจัดสารเคมีโดยวิธีทำให้เจือจ่างก่อนเทลงท่อน้ำทิ้ง สำหรับสารอันตรายจะรวบรวมแล้วรอให้บริษัทกำจัดสารเคมีไปกำจัด

– ระบบน้ำใช้ มีหัวก๊อก 1 ก๊อกต่อ 1 โต๊ะ

– ระบบไฟฟ้า ใช้กับอุปกรณ์การทดลอง พัดลม แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซต์ที่เพดาน

– ระบบระบายอากาศ โดยใช้พัดลมตั้งพื้น 6 ตัว ตู้ดูดควัน 6 ตู้

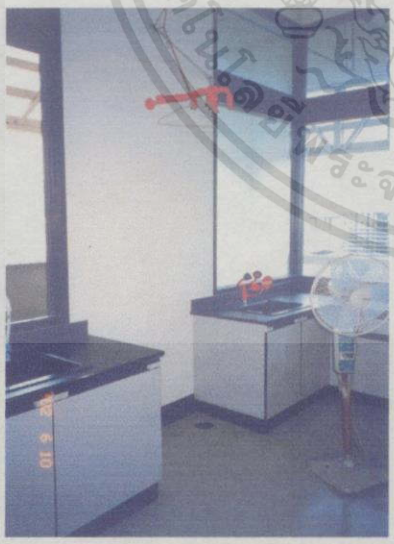
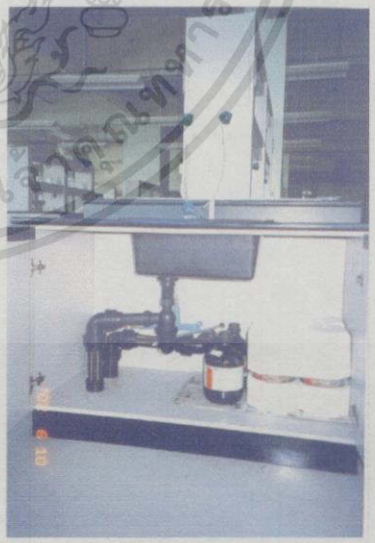
– ระบบแก๊ส ใช้แก๊สจากถังแก๊สใต้อ่างล้างอุปกรณ์

– ระบบป้องกันอัคคีภัย ติดตั้งสัญญาณเตือนภัย วางถังดับเพลิง 2 ถังไว้ที่พื้น

– การกำจัดสิ่งปฏิกูล กำจัดโดยใช้ห้องขยะรวมและรอรถขยะมาเก็บไปกำจัด

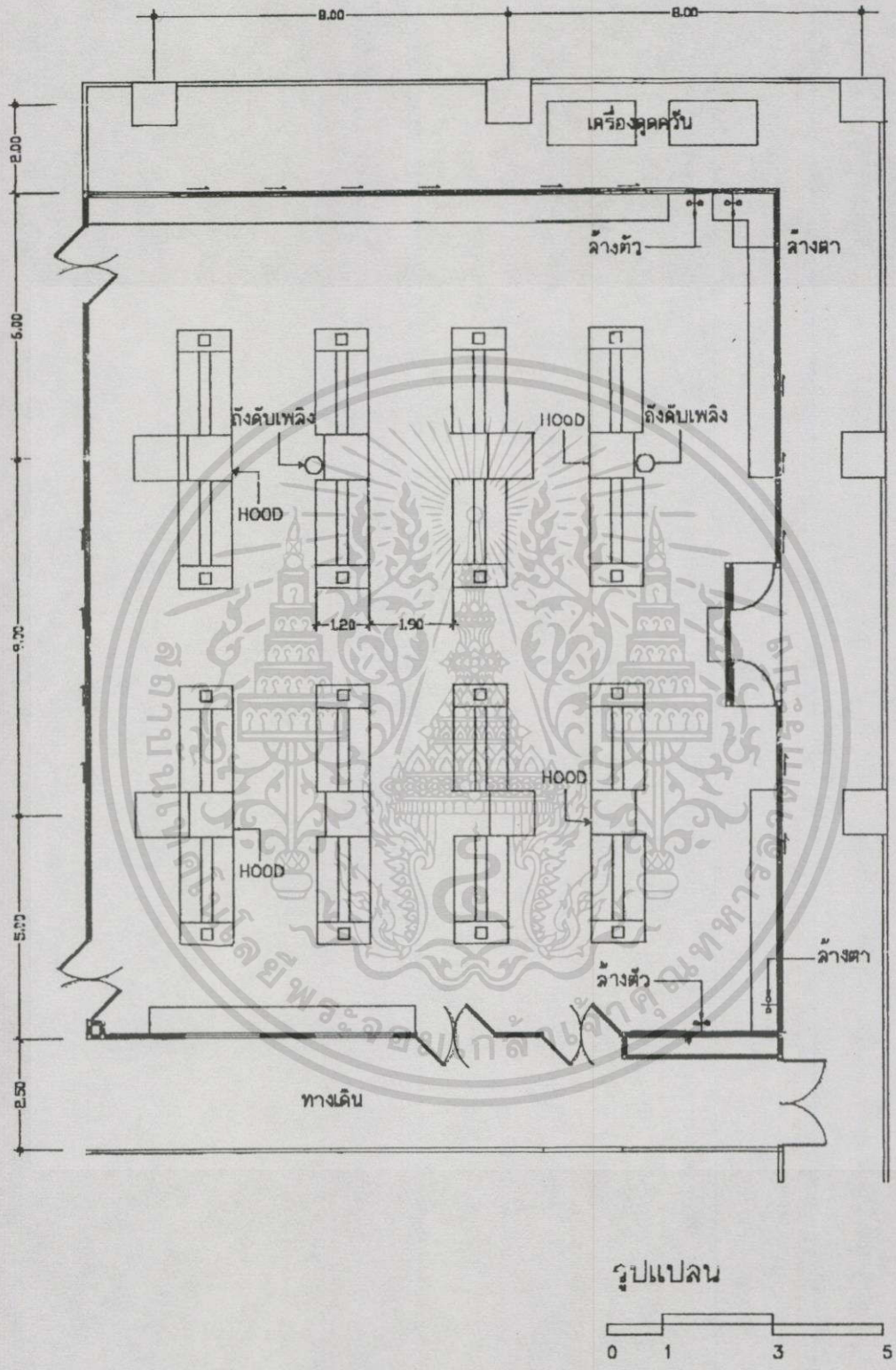
– การซ่อมบำรุงและรักษา มีการตรวจและซ่อมโดยเจ้าหน้าที่ทุกวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.5 แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สถาบันราชภัฏพระนคร

4.1 การเลือกที่ตั้ง เป็นอาคารเรียนดัดแปลงเป็นห้องปฏิบัติการอยู่ชั้นล่าง มี 2 ห้องปฏิบัติการ ขนาดของห้องกว้าง 8 เมตร ยาว 12 เมตร สูง 3 เมตร ประตูทางเข้า – ออก ความจุนักศึกษา 36 คน

4.2 วัสดุก่อสร้าง ผนังก่ออิฐฉาบปูนเรียบทาสี ฝ้าเพดานเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กของพื้นชั้นบน ฉาบปูนเรียบทาสี พื้นเป็นพื้นหินขัดมัน

4.3 อุปกรณ์และครุภัณฑ์ โต๊ะปฏิบัติการใช้ได้อัดดีโครง ทำสีธรรมชาติ มีอ่างล้างอุปกรณ์ 3 อ่างต่อ 1 โต๊ะ หัวจ่ายแก๊ส 4 หัวต่อ 1 โต๊ะ ปลั๊กไฟ 1 ปลั๊กต่อ 1 โต๊ะ ใต้โต๊ะใช้เก็บเก้าอี้ จัดโต๊ะแบบกลางห้อง โต๊ะ 1 โต๊ะต่อนักศึกษา 6 คน ขนาดโต๊ะกว้าง 1.00 เมตร ยาง 3.00 เมตร สูง 0.90 เมตร

4.4 การรักษาความปลอดภัย

– ไม่มียารักษาความปลอดภัย อุปกรณ์ช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุได้แก่ ถังดับเพลิง ถุงมือยาง ตู้ยาปฐมพยาบาล

– ระบบบำบัดน้ำเสีย เป็นบ่อบำบัดน้ำเสียทั่วไป กำจัดสารเคมีโดยการทำให้เจือจางก่อนเทลงท่อน้ำทิ้ง ส่วนสารอันตรายรวบรวมแล้วจ้างให้บริษัทกำจัดสารเคมีนำไปกำจัด

– ระบบน้ำใช้ มีหัวก๊อก 1 ก๊อกต่อ 1 โต๊ะ

– ระบบไฟฟ้า ใช้กับอุปกรณ์การทดลอง พัดลม แสงสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซต์ที่เพดาน

– ระบบระบายอากาศ ใช้พัดลมเพดาน 4 ตัว ตู้ดูดควัน 1 ตู้

– ระบบแก๊ส ใช้แก๊สจากถังแก๊สใต้อ่างล้างอุปกรณ์

– ระบบป้องกันอัคคีภัย ติดตั้งถังดับเพลิง 1 ถังต่อ 1 ห้อง

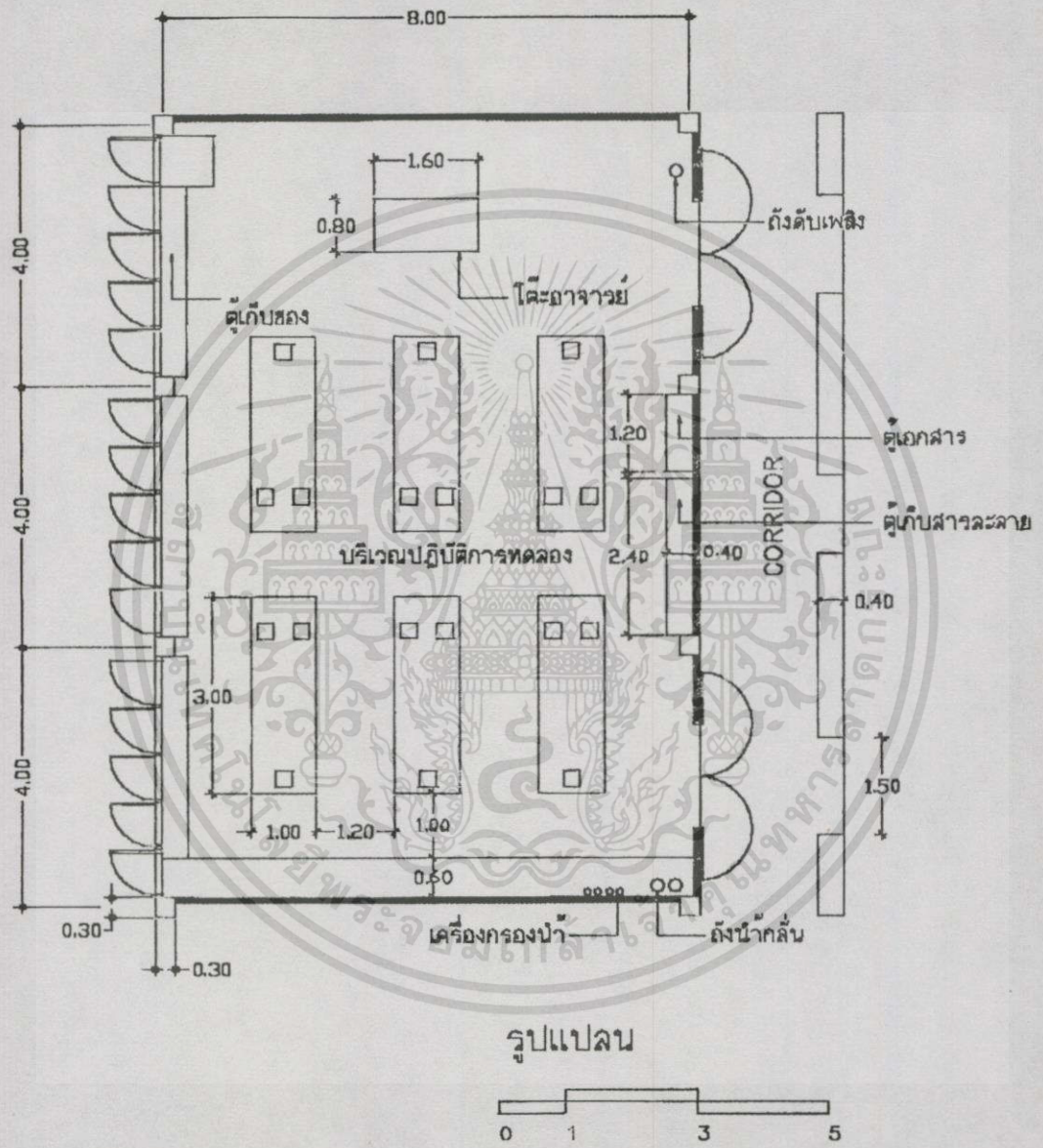
– การกำจัดสิ่งปฏิกูล โดยการเก็บรวมไปทิ้งในถังขยะรวมรอรถขยะนำไปกำจัด

– การซ่อมบำรุงและรักษา มีการตรวจอุปกรณ์ทุกสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.7 แสดงการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.8 แสดงแปลนการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน สถาบันราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาวิจัย โดยการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง ทั้ง 3 กลุ่ม ดังนี้

1. อาจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์
2. เจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการเคมี ปีการศึกษา 2544
3. สถาปนิกผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี

จากการสัมภาษณ์อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาเคมี สรุปได้ดังนี้

1. การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี

เรื่องของระดับชั้นของอาคารไม่ผลต่อการปฏิบัติการ แต่ควรจะแยกจากอาคารอื่นๆ ควรจะอยู่ชั้นบนสุด เพื่อการระบายอากาศที่ดี

2. วัสดุก่อสร้าง

ควรเป็นวัสดุที่แข็งแรงทนต่อสารเคมีต่างๆ ทำความสะอาดง่าย

3. การจัดโต๊ะปฏิบัติการเคมี

ควรจัดแบบกลางห้อง ผิวของโต๊ะควรมีผิวเรียบทำความสะอาดง่าย ทนกรดด่าง ทนรอยขีดข่วน

4. ระบบรักษาความปลอดภัย

ควรมีอุปกรณ์ป้องกันร่างกายนักศึกษาเพียงพอต่อจำนวนนักศึกษามีระบบป้องกันเพลิงไหม้ต่างๆ

5. ระบบบำบัดเสีย

ส่วนใหญ่เป็นระบบบำบัดน้ำเสียทั่วไป การทิ้งสารเคมีนั้นจะทำให้เจือจางก่อนทิ้งลงท่อน้ำทิ้ง ส่วนสารที่เป็นอันตรายจะให้รวบรวมให้บริษัทกำจัดสารเคมี รับไปกำจัดโดยจะจ้างเป็นครั้งคราว ซึ่งไม่บ่อยครั้งอาจจะ 2 ปีต่อครั้ง

6. ระบบน้ำใช้

ควรมีแรงดันที่เพียงพอ ปริมาณก๊อกต่อนักศึกษาต้องเพียงพอและก๊อกน้ำที่ล้างตัวจะต้องมีสำรองไว้เมื่อเกิดอุบัติเหตุ แต่ต้องทำพื้นที่เฉพาะสำหรับการระบายน้ำ

7. ระบบไฟฟ้า

ควรมีจุดควบคุมเพื่อตัดตอนกรณีเกิดอุบัติเหตุ ซึ่งอยู่ในตำแหน่งที่เปิด - ปิดได้ง่าย

8. การระบายอากาศ

ควรเป็นลมธรรมชาติ โดยใช้พัดลมเพดานและตู้ดูดควันช่วยในการระบายอากาศ

9. ระบบแก๊ส

ควรมีวาว์ลควบคุมก่อนที่จะเข้าสู่โต๊ะปฏิบัติการ มีที่เก็บถังแก๊สที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. ระบบป้องกันอัคคีภัย

ควรมีอุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัยที่เพียงพอ ตามมาตรฐานควรมีถังทราบอยู่ทุกโต๊ะปฏิบัติการ

11. ระบบจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล

ควรมีการแยกประเภทของขยะ เป็นขยะทั่วไปหรือเศษแก้ว

12. การซ่อมแซมและบำรุงรักษา

เมื่อตรวจว่ามีอุปกรณ์เสียหาย ก็จะแจ้งฝ่ายซ่อมบำรุงจัดส่งไปทำการซ่อม

ในเรื่องการเกิดอุบัติเหตุนั้นส่วนใหญ่เป็นอุบัติเหตุเล็กๆ เช่น แก้วแตกบาดมือนักศึกษาเท่านั้น

จากการสัมภาษณ์สถาปนิก สรุปได้ดังนี้

1. การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมี

ควรตั้งอยู่ในทิศทางด้านใต้ลม เพื่อป้องกันกลิ่นและควันรบกวนอาคารอื่นๆ ขนาดขึ้นอยู่กับงบประมาณและปริมาณของนักศึกษา เมื่อได้ขนาดของห้องปฏิบัติการก็จะระบุตำแหน่งของครุภัณฑ์ แล้วจัดส่งให้บริษัทที่ทำอุปกรณ์และครุภัณฑ์นำไปจัดทำรายละเอียด

2. งานระบบจำเป็นต้องปรึกษากับบริษัทผู้กำหนดงานระบบต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

2. เพื่อศึกษาพฤติกรรม และความต้องการประโยชน์ใช้สอยของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จากผู้ใช้และผู้ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี

3. เพื่อเสนอแนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างประชากรในการวิจัยครั้งนี้ คือ อาจารย์ประจำภาควิชาเคมีและ เจ้าหน้าที่ฝ่ายดูแลรักษาห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ในมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 40 คน นักศึกษาระดับปริญญาตรีภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ซึ่งเป็นนักศึกษาที่สุ่มมาจากในสถาบันศึกษาทั้ง 4 แห่ง จำนวน 100 คน สถาปนิก บริษัท โซลิด ยูลิตี้ จำกัด ผู้ที่ออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี จำนวน 4 คน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือแบบสอบถาม ซึ่งผู้วิจัยได้จัดทำขึ้น โดยศึกษาจากงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยแบบสอบถาม ทั้งหมด 57 ข้อ แบ่งออกเป็นตอนๆ ดังนี้

ตอนที่ 1 เป็นคำถามเกี่ยวกับข้อมูลสถานภาพส่วนตัว ทั้งหมดมี 4 ข้อ

ตอนที่ 2 เป็นแบบสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ โดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1	ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งอาคาร	12 ข้อ
ส่วนที่ 2	ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง	3 ข้อ
ส่วนที่ 3	ข้อมูลเกี่ยวกับการจัดห้องปฏิบัติการเคมี	5 ข้อ

ตอนที่ 3 เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นต่อส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร โดยแบ่งออกเป็น 9 ส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบการรักษาความปลอดภัย	7	ข้อ
ส่วนที่ 2	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย	3	ข้อ
ส่วนที่ 3	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบน้ำใช้	3	ข้อ
ส่วนที่ 4	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า	5	ข้อ
ส่วนที่ 5	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบระบายอากาศ	4	ข้อ
ส่วนที่ 6	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบแก๊ส	2	ข้อ
ส่วนที่ 7	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบป้องกันอัคคีภัย	3	ข้อ
ส่วนที่ 8	ข้อมูลเกี่ยวกับระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล	3	ข้อ
ส่วนที่ 9	ข้อมูลเกี่ยวกับการซ่อมและบำรุงรักษา	10	ข้อ

ผู้วิจัยได้สร้างแบบสัมภาษณ์ ใช้สัมภาษณ์อาจารย์ เจ้าหน้าที่ 1 ชุด สถาปนิกและวิศวกร อีก 1 ชุด โดยสร้างข้อความในแบบสัมภาษณ์ ให้สอดคล้องและครอบคลุมเนื้อหาสาระและครอบคลุมกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ขอหนังสือแนะนำตัวจากบัณฑิตวิทยาลัย ไปขอความร่วมมือจากสถานศึกษาทั้ง 4 แห่ง เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างประชากร

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามแบบเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว จะเสนอผลสรุปเป็นค่าร้อยละของคำตอบ โดยใช้เกณฑ์ความต้องการของคนส่วนมาก กล่าวคือ คำตอบใดที่มีค่าร้อยละสูงสุด ถือเอาคำตอบนั้นมาใช้เป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

2. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามแบบเลือกตอบได้มากกว่า 1 ข้อ จะเสนอผลสรุปเป็นค่าร้อยละของคำตอบ โดยใช้เกณฑ์ความต้องการของคนส่วนมาก คือ เกินกว่าครึ่งหนึ่งหรือร้อยละ 50 ของผู้ใช้ มาเป็นเกณฑ์ในการออกแบบ

3. การวิเคราะห์ข้อมูลจากคำถามเลือกตอบได้เพียงข้อเดียว แต่เป็นคำถามแบบปลายเปิดที่ต้องตอบเป็นค่าตัวเลข จะเสนอผลเป็นค่าร้อยละของค่าตอบเช่นเดียวกับข้อ 1

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

1. การเลือกที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าเกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีเป็นห้องปฏิบัติการเฉพาะวิชา ร้อยละ 71.27 มีความจุของจำนวนนักศึกษา 35 - 40 คน และการจัดวางห้องเป็นแบบ Single Corridor ทั้ง 4 สถาบัน ปัญหาในการรอคอยห้องปฏิบัติการเพียงร้อยละ 4.59 ห้องปฏิบัติการเคมีอยู่ชั้นที่ 3 ขึ้นไป ร้อยละ 77.01 พื้นที่ในการปฏิบัติการไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นส่วนตัวร้อยละ 49.44 บันไดมีเพียงพอแล้ว ทางเดินหน้าห้องปฏิบัติการเคมีเล็ก คับแคบ ร้อยละ 51.75 เวลาในการปฏิบัติการเพียงพอแล้วร้อยละ 98.86 ต้องการให้มีประตู 2 ทาง ร้อยละ 65.52 ความสูงของเพดานสูงโปร่งพอดีร้อยละ 48.30 ไม่จำเป็นต้องมีห้องพักคอยสำหรับนักศึกษาร้อยละ 52.84

2. วัสดุก่อสร้าง

จากผลวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าผนังห้องปฏิบัติการที่มีปัญหามากคือ เก่า แตกร้าว ผุกร่อน ร้อยละ 17.24 พื้นห้องที่มีปัญหามากคือ ขรุขระไม่เรียบร้อยละ 21.84 และปัญหาของผิวโต๊ะปฏิบัติการเคมี คือ มีรอยขีดข่วนร้อยละ 24.13

3. อุปกรณ์และครุภัณฑ์

จากการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่านักศึกษาต้องการให้โต๊ะปฏิบัติการเคมี เป็นโต๊ะที่ติดตายตัวกับพื้นร้อยละ 100 ระยะห่างของโต๊ะเหมาะสมดีแล้ว ร้อยละ 81.62 ขนาดของโต๊ะเหมาะสมดีร้อยละ 81.62 ที่ว่างใต้โต๊ะควรมีไว้วางเก้าอี้ ร้อยละ 100 โต๊ะปฏิบัติการเคมี ควรแบ่งเป็นโต๊ะละ 8 คน ร้อยละ 77.03

4. ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร

4.1 ระบบความปลอดภัย

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่านักศึกษาต้องการให้มียามรักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง ร้อยละ 34.48 ควรควบคุมทางเข้าออกบุคคลเพื่อไม่ให้ภายนอกเข้า ร้อยละ 67.82 อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มีปัญหา ร้อยละ 74.71 สัญญาณเตือนภัยใช้ระบบกริ่งสัญญาณ ร้อยละ 93.11 การควบคุมเพลิงไหม้อันดับแรก ควรใช้ระบบตรวจจับควัน ร้อยละ 27.57 ควรมีการป้องกันภัยจากความร้อนดวงอาทิตย์ ร้อยละ 65.52 ไม่เคยมีการเกิดอุบัติเหตุ ร้อยละ 91.98

4.2 ระบบการบำบัดน้ำเสีย

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าระบบบำบัดน้ำเสียห้องปฏิบัติการเคมีต้องมีลักษณะเฉพาะ ร้อยละ 93.11 สารพิษที่ปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการเคมี คือ กรด - ด่าง ร้อยละ 97.70 ผลกระทบจากการไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ กลิ่นเหม็น ร้อยละ 100

4.3 ระบบน้ำใช้

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าไม่ปัญหาการใช้น้ำ ร้อยละ 93.11 จำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการ มีเพียงพอ ร้อยละ 95.43 อัตราส่วนของก๊อกน้ำต่อโต๊ะปฏิบัติการ เท่ากับ 1:1 ร้อยละ 86.22

4.4 ระบบไฟฟ้า

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าการใช้ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการเคมี ใช้กับแสงสว่าง พัดลมและเครื่องมือทดลอง ร้อยละ 100 ไม่มีปัญหาในเรื่องของแสงสว่าง ร้อยละ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

93.13 พัดลมควรเป็นแบบแขวนเพดาน ร้อยละ 93.13 คุณสมบัติหลอดไฟฟ้า ควรมีความสว่างพอทุกๆ โต๊ะ ทำความสะอาดง่าย และป้องกันไฟได้ ร้อยละ 100 ต้องการใช้โคมไฟแบบติดเพดาน ร้อยละ 95.41

4.5 การระบายอากาศ

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่านักศึกษาต้องการติดพัดลมเพดานระบายอากาศ ร้อยละ 93.11 ความจุของลิฟต์ได้ 15 คน ร้อยละ 82.76 ปัญหาของการใช้พื้นที่โถงพักคอย คือการวางตู้เอกสาร ร้อยละ 63.21

4.6 ระบบแก๊ส

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่านักศึกษาต้องใช้พลังงานแก๊สจากการเดินท่อจากห้องเก็บแก๊ส ร้อยละ 93.13 ปัญหาของการใช้แก๊สออกไม่สม่ำเสมอ ร้อยละ 96.56

4.7 ระบบป้องกันอัคคีภัย

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่าต้องการให้ติดสัญญาณเตือนภัยอันดับแรกคือ กริ่งสัญญาณ ร้อยละ 97.71 วิธีป้องกันเพลิงไหม้โดยใช้วัสดุทนไฟและใช้ถัง ดับเพลิง ร้อยละ 100 ควรติดถังดับเพลิงไว้ใกล้ประตู ร้อยละ 78.20

4.9 ระบบการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่านักศึกษามีความต้องการถังหรือที่รองรับขยะที่มีลักษณะแข็งแรง ทำความสะอาดง่าย น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิมร้อยละ 100 เท่ากัน ประเภทของขยะมีทั้งขยะทั่วไปและกากสารเคมี ร้อยละ 100 ใช้วิธีแยกประเภทขยะร้อยละ 100

4.10 การซ่อมและบำรุงรักษา

จากการวิเคราะห์ ผู้ตอบแบบสอบถามพบว่ามีการควบคุมการใช้ - เก็บอุปกรณ์เพียงพอ ร้อยละ 51.74 มีเครื่องดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิงมาก ร้อยละ 48.28 มีแสงสว่างเพียงพอ ร้อยละ 93.13 มีแผงสวิตซ์ตัดไฟเพียงพอ ร้อยละ 96.56 การถ่ายเทอากาศ เพียงพอ ร้อยละ 93.12 มีแว่นหรือหน้ากากป้องกันดวงตา เพียงพอ ร้อยละ 66.68 ระบบน้ำประปาเพียงพอ ร้อยละ 58.79 ตู้ยา เพื่อการปฐมพยาบาลมีน้อย ร้อยละ 73.57 มีวิธีการใช้สารเคมีและเครื่องไฟฟ้า เพียงพอ ร้อยละ 52.87 แผ่นป้ายบอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุ เพียงพอ ร้อยละ 48.30

5.2 อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่องแนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ทำให้ทราบถึงการใช้ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน และทราบความต้องการของผู้ใช้ โดยอภิปรายดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเลือกที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี

ผู้ใช้ต้องการให้ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีเป็นห้องปฏิบัติการเฉพาะวิชา มีความจุของการจัดวางห้องเป็นแบบ Single Corridor ห้องปฏิบัติการเคมีควรอยู่ชั้นล่าง ต้องการให้มีประตู 2 ทาง ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีของ Everett and Hughes (1995 : 5 - 9) ได้เสนอความเห็นในเรื่องนี้ว่า การเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการที่สมบูรณ์แบบควรเป็นห้องปฏิบัติการซึ่งอยู่ในอาคารชั้นเดียว แยกจากอาคารอื่น (Isolated Single - Storey Building) ต้องมีประตูอย่างน้อย 2 ทาง ขนาดควรกว้างไม่น้อยกว่า 1.10 เมตร

2. วัสดุก่อสร้าง

สภาพผนังห้องปฏิบัติการที่มีปัญหามากคือ เก่า แตกร้าว ผุกร่อน ร้อยละ พื้นห้องที่มีปัญหามากคือ ขรุขระไม่เรียบและปัญหาของผิวโต๊ะปฏิบัติการเคมี คือ มีรอยขีดข่วน ซึ่ง Everett and Hughes (1975: 10 - 20) ได้กล่าวถึง ผนังและเพดาน ควรเป็นผนังเรียบ ไม่ดูดซึมน้ำ ทำความสะอาดง่าย ทนต่อกรดด่าง และสารละลาย สามารถป้องกันสัตว์กัดแทะได้ และติดไฟได้ยาก โดยทั่วไปเป็นคอนกรีตทาทับด้วยสี สีควรเป็นสีที่ทนต่อสารเคมี ทำความสะอาดง่ายไม่ติดไฟ ส่วนที่เป็นกระจกที่แดดส่องและได้รับความร้อน ควรเป็นกระจกตัดและส่วนที่เป็นผนังกระจกควรเป็นกระจกนิรภัย ชนิดของสีทาผนังและเพดาน คุณสมบัติของสีผาผนังจะแตกต่างกัน ตามองค์ประกอบของสารเคมี สีที่ทาและทำความสะอาดได้ง่าย ได้แก่ สีที่มีความเงา (Gloss Finishes) เพราะมีสัดส่วนของเม็ดสี (Pigment) น้อยและผิวไม่มีรู

3. อุปกรณ์และครุภัณฑ์

นักศึกษาต้องการให้โต๊ะปฏิบัติการเคมี เป็นโต๊ะที่ติดตายตัวกับพื้น ระยะห่างของโต๊ะเหมาะสมดีแล้ว ขนาดของโต๊ะเหมาะสมดี ที่ว่างใต้โต๊ะควรมีไว้วางเก้าอี้ โต๊ะปฏิบัติการเคมีควรแบ่งเป็นโต๊ะละ 8 คน ซึ่งในเรื่องนี้ Hain (1995 : 13) ได้กล่าวว่า ขนาดของโต๊ะปฏิบัติการมีผลต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานและอาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้ โดยทั่วไปขนาดของโต๊ะปฏิบัติการควรมีความลึกของส่วนปฏิบัติงาน 60 ซม. ไม่รวมพื้นที่ท่อแก๊สเต้าเสียบไฟฟ้า ฯลฯ ส่วนความสูงควรมีขนาดพอเหมาะกับการปฏิบัติงานประมาณ 85 - 95 ซม.

4. ส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร

4.1 ระบบความปลอดภัย

นักศึกษาต้องการให้มียามรักษาความปลอดภัยตลอด 24 ชั่วโมง ควรควบคุมทางเข้าออกบุคคลเพื่อไม่ให้ภายนอกเข้า อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่มีปัญหาสัญญาณเตือนภัยควรใช้ระบบกริ่งสัญญาณ การควบคุมเพลิงไหม้อันดับแรก ควรใช้ระบบตรวจจับควัน ควรมีการป้องกันภัยจากความร้อนดวงอาทิตย์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2528 : 3 – 5) ได้ กล่าวถึง อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ สรุปได้ว่า อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ แบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. อุปกรณ์ประจำห้องปฏิบัติการ อุปกรณ์ช่วยลดอันตรายจากอุบัติเหตุที่ควรติดตั้งไว้ในห้องปฏิบัติการที่สำคัญได้แก่ สัญญาณเตือนไฟ เครื่องมือดับไฟ กระสอบและถังทรายสำหรับดับไฟ อ่างน้ำหรือที่อาบน้ำล้างตัว

2. อุปกรณ์ที่ใช้เฉพาะบุคคล

2.1 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับดวงตา

2.2 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับมือ

2.3 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับร่างกาย

2.4 อุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่เกิดกับการหายใจ

4.2 ระบบการบำบัดน้ำเสีย

ระบบบำบัดน้ำเสียห้องปฏิบัติการเคมี ต้องมีลักษณะเฉพาะ สารพิษที่ปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการเคมี คือ กรด-ด่าง ผลกระทบจากการไม่มีระบบบำบัดน้ำเสีย คือ กลิ่นเหม็น ซึ่ง Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis.1962 : 30 - 31) ได้กล่าวการบำบัดน้ำเสียต้องพิจารณาถึงปริมาณและชนิดของเสียที่ต้องการกำจัด ทั้งนี้เนื่องจากกากของเสียมีคุณสมบัติทางเคมี ทางกายภาพตลอดจนพิษภัยแตกต่างกัน ห้องปฏิบัติการที่ไม่มีระบบกำจัดน้ำเสียเลยนั้น ต้องระวังการปล่อยน้ำเสียเป็นพิเศษ โดยพยายามกำจัดสารพิษต่างๆ ปรับสภาพความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำทิ้ง และทำการเจือจางก่อนปล่อยลงสู่ท่อระบายน้ำ

4.3 ระบบน้ำใช้

ผู้ใช้ไม่ปัญหาการใช้น้ำ จำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการ มีเพียงพอ อัตราส่วนของก๊อกน้ำต่อโต๊ะปฏิบัติการ เท่ากับ 1 : 1

Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis. 1962: 33-34) กล่าวว่าหมายถึง วิธีการจ่ายน้ำที่สะอาดไปใช้ในส่วนต่างๆ ของอาคารทั้งเพื่อการบริโภคและอุปโภค เช่น การทำความสะอาดใช้ในระบบดับเพลิง ประกอบอาหาร ใช้ในระบบดับเพลิงประกอบอาหาร และใช้ในระบบทำความเย็น ความร้อน เป็นต้น

น้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่มักจะเป็นน้ำเย็น น้ำร้อนใช้ต้มเอา แต่ก็ต้องมีหัวก๊อกเผื่อเมื่อใช้ระบบน้ำร้อนขึ้นมาด้วย โต๊ะปฏิบัติการสำหรับการเรียนการสอนควรมีหัวก๊อก 1 หัว ต่อโต๊ะ 1 ตัว ส่วนโต๊ะปฏิบัติการวิจัยต้องมีหัวก๊อกทุกๆ ความยาว 3 เมตร

หัวก๊อกในห้องปฏิบัติการควรมีหลายขนาดให้เลือกใช้ตามลักษณะงาน ควรมีหัวก๊อกขนาดใหญ่เพื่อใช้ในกรณีที่ต้องการน้ำปริมาณมาก เช่น เวลาฉุกเฉินต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อน้ำเสียที่ต่อเข้ากับอ่างจะต้องทำอย่างดี เพื่อไม่ต้องเปลี่ยนแปลงบ่อย และเลือกวัสดุที่ทนต่อสารเคมีต่างๆ ได้ดี เช่น Polythane และ Stainless ไส้กรองเศษผงในอ่างควรถอดทำความสะอาดได้

4.4 ระบบไฟฟ้า

การใช้ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการเคมี ใช้กับแสงสว่าง พัดลมและเครื่องมือทดลอง ไม่มีปัญหาในเรื่องของแสงสว่าง พัดลมควรเป็นแบบแขวนเพดาน คุณสมบัติหลอดไฟฟ้า ควรมีความสว่างพอทุกๆ โต๊ะ ทำความสะอาดง่าย และป้องกันไฟได้ ต้องการใช้โคมไฟแบบติดเพดาน ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis 1962 : 46-49) ในห้องปฏิบัติการมีความสำคัญเนื่องจากให้แสงสว่างและพลังงานไฟฟ้าสำหรับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ดังนั้นเพื่อความ ปลอดภัย

1. การเดินสายไฟฟ้า การติดตั้งสวิตซ์บอร์ด ปลั๊กเสียบ ฟิวส์มิเตอร์ หม้อแปลงไฟฟ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ต้องดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

2. การเดินสายไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการ ควรเดินในท่อพีวีซีให้หมด และควรแยกสายไฟสำหรับแสงสว่าง ระบบปรับอากาศ และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ออกจากกัน

3. เครื่องไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิด ในห้องปฏิบัติการควรเป็นชนิดที่ป้องกันประกายไฟที่ทำให้ระเบิดได้ (Explosion Proof) และควรมีสายไฟต่อลงดิน ปลั๊กควรเป็นชนิดสามขาสำหรับต่อสายดิน และถ้าใช้ไฟฟ้า 2 ระบบคือ 110 V. และ 220 V. ให้ปลั๊กไฟที่ต่างชนิด-กันเพื่อป้องกันการเสียบผิด นอกจากนี้เต้าเสียบควรอยู่เหนือระดับโต๊ะปฏิบัติการเล็กน้อย และควรอยู่ห่างจากก๊อกน้ำ

4. ระบบไฟของห้องปฏิบัติการ ควรติดตั้งระบบอัตโนมัติที่เหมาะสมเช่น Breaker หรือเครื่องมือตัดไฟอัตโนมัติ

5. เครื่องไฟฟ้าที่ไวต่อการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าต้องมีอุปกรณ์ ปรับแรงดันไฟฟ้าประจำเครื่องมือ

6. ในกรณีที่มีเครื่องมือไฟฟ้าที่ต้องใช้ไฟฟ้าตลอดเวลา ควรมีเครื่องปั่นไฟสำรองที่ทำงานอัตโนมัติและมีความเร็วไม่สม่ำเสมอ

4.5 การระบายอากาศ

นักศึกษาต้องการติดพัดลมเพดานระบายอากาศ ซึ่งควรจะมีระบบตู้ดูดควันไว้ ภายในห้องปฏิบัติการเคมีด้วย ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis. 1962 : 40 - 43) กล่าวว่า ระบบตู้ Hood ดูดควันห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ ห้องปฏิบัติการต่างๆ อาจเกิดควันหรือสารพิษจากการทดลองซึ่งสามารถจะกระจายไปในอากาศ จะมีการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบตู้ควัน ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมาก เพื่อที่เวลาจะทดลองสารที่มีเกิดควันหรือกลิ่นก็นำไปทดลองในตู้ควัน

4.6 ระบบแก๊ส

นักศึกษาต้องใช้พลังงานแก๊สจากการเดินท่อจากห้องเก็บแก๊ส ปัญหาของการใช้แก๊สออกไม่สม่ำเสมอ ซึ่ง Everett and Hughes (อ้างใน Lewis. 1962 : 30 - 31) กล่าวว่า แก๊สและระบบท่อแก๊ส ซึ่งการออกแบบออกติดตั้งควรให้มีเผื่อไว้สำหรับการขยายตัวในอนาคตไม่ว่าจะเป็นการจ่ายแก๊สในส่วนบริการหรือส่วนโต๊ะปฏิบัติการ โดยส่งจากห้องเก็บถังแก๊ส ซึ่งต้องอยู่ห่างจากตัวอาคารพอสมควร เพื่อไม่ให้อาคารได้รับอันตรายถ้าเกิดอุบัติเหตุแก๊สระเบิด

4.7 ระบบป้องกันอัคคีภัย

สัญญาณเตือนภัยอันดับแรก คือ กริ่งสัญญาณ วิธีป้องกันเพลิงไหม้โดยใช้วัสดุทนไฟและใช้ถังดับเพลิง ควรติดถังดับเพลิงไว้ใกล้ประตู ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Syska and Hennessy (อ้างใน Lewis.1962 : 37)กล่าวว่าการวางแผนเตรียมการด้านการดับเพลิงและการเตือนภัยจะช่วยลดอันตรายและความเสียหายที่เกิดขึ้น ห้องปฏิบัติการขนาดใหญ่หรือห้องปฏิบัติการมีเงินสนับสนุนเพียงพอ ควรมีอุปกรณ์ดับเพลิงต่างๆ ตำแหน่งเครื่องดับเพลิงควรอยู่ใกล้ประตูและควรทาสีให้เห็นสะดุดตาพร้อมติดป้ายวิธีใช้

4.8 ระบบการจัดเก็บและกำจัดสิ่งปฏิกูล

นักศึกษามีความต้องการถังหรือที่รองรับขยะ ที่มีลักษณะแข็งแรง ทำความสะอาดง่าย น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิมร้อยละ ประเภทของขยะมีทั้งขยะทั่วไปและกากสารเคมี ใช้วิธีแยกประเภทขยะ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Hain (1995 :73) ได้กล่าวถึงการกำจัดขยะโดยใช้ห้องรวมขยะ มีลักษณะเป็นห้องรวมของขยะทั้งหมดภายในโครงการที่รอรถขนขยะมารับไปทำลายอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในการออกแบบได้พิจารณารายละเอียดดังนี้

1. ที่ตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ไม่ประเจิดประเจ้อ

2. โครงสร้างของตัวห้องเป็นวัสดุที่แข็งแรง และผนังห้องเป็นผิวที่ทนทานน้ำไม่ซึม สามารถจะล้างทำความสะอาดได้มีการระบายน้ำได้ดี

3. เป็นชนิดปรับอากาศ (Refrigerated) เพื่อที่จะรักษาอุณหภูมิภายในห้อง ลดการเจริญเติบโตของแบคทีเรียทำให้ลดการเน่าเปื่อยและกลิ่นเหม็นได้

4. ขนาดของห้องสามารถบรรจุขยะได้อย่างมิดชิด และพอเพียงต่อปริมาณขยะในแต่วันละ ขณะที่รอการกำจัด (ปริมาณขณะจะมีปริมาณ 0.4 ลิตร/ตารางเมตร/วัน)

5. ทำการติดตั้ง Compactor เพื่ออัดขยะให้แน่น ป้องกันขยะไม่ให้กองสูงและเกิดกลิ่นเหม็นรบกวนบริเวณนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.9 การซ่อมและบำรุงรักษา

ควรมีการควบคุมการใช้ - เก็บอุปกรณ์ ควรมีเครื่องดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิง มีแสงสว่างเพียงพอ มีแผงสวิตซ์ตัดไฟเพียงพอ การถ่ายเทอากาศ เพียงพอ มีแว่นหรือหน้ากากป้องกันดวงตา ระบบน้ำประปา ตู้ยา เพื่อการปฐมพยาบาลมีน้อย มีวิธีการใช้สารเคมีและเครื่องไฟฟ้า และมีแผ่นป้ายบอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสุภาพ แก้วคำลา (2518 : 26) ได้เขียนข้อควรปฏิบัติในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. มีระเบียบเกี่ยวกับการเข้าไปใช้ และเบิกจ่ายอุปกรณ์
2. ต้องมีเครื่องแต่งกายที่เหมาะสมกับงานแต่ละชนิด
3. อาจารย์ต้องอยู่ดูแลและแนะนำอย่างใกล้ชิด
4. ปฏิบัติตามระเบียบอย่างเคร่งครัด
5. ในขณะปฏิบัติงาน ต้องกระทำอย่างระมัดระวังไม่ประมาท
6. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่จะปฏิบัติเป็นอย่างดี
7. ใช้เครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน
8. ถ้าใช้ไฟฟ้าเชื่อมโลหะ ต้องมีแว่นกันแสง หรือถ้าต้องผสมสารเคมี ต้องมีถุงมือปิดจมูก
9. อุปกรณ์ทุกชนิด ต้องมีการตรวจตรา ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพดีเสมอ
10. อุปกรณ์ทุกชนิดควรแยกเก็บเป็นหมวดหมู่ และเก็บอย่างมีระเบียบสะดวกต่อการนำมาใช้และเก็บคืนเข้าที่
11. หมั่นรักษาความสะอาดของเครื่องมือเครื่องใช้และสภาพแวดล้อมให้สะอาด
12. ก่อนใช้หรือหลังใช้ต้องสำรวจดูความเรียบร้อยก่อนทุกครั้ง
13. ถ้ายังไม่แน่ใจหรือใช้ไม่ถูกต้อง ต้องถามอาจารย์ผู้ควบคุมหรือเจ้าหน้าที่ให้แน่นอนเสียก่อน
14. ระมัดระวังและถือหลักปลอดภัยไว้ก่อนเสมอ

5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัย เรื่อง แนวความคิดในการออกแบบของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลจากแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ แบบสังเกต นำมาทำการวิเคราะห์ และสรุปผลการวิจัย ได้ผลตามรายละเอียดในบทสรุปข้างต้น ในส่วนของข้อเสนอแนะผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะความคิดเห็นเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรีควรมีการศึกษา ในเรื่องหลักสูตร นโยบายต่างๆ เปรียบเทียบกับความต้องการใช้สอยของผู้ปฏิบัติการด้วย เพื่อให้มีความเหมาะสมดับประโยชน์ใช้สอยที่แท้จริง

2. การจัดสภาพแวดล้อมภายในห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน ควรจัดให้มีพื้นที่เพียงพอเหมาะสมกับการปฏิบัติการทดลอง และมีความเป็นอิสระ ตลอดจนองค์ประกอบต่างๆ เช่น การระบายอากาศ แสงสว่าง เสียงรบกวน เป็นต้น ควรมีการจัดให้มีความเหมาะสมเช่นกัน ซึ่งจะทำให้การปฏิบัติการทดลองเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

3. ผู้บริหารควรหาทางปรับปรุงแก้ไขห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ซึ่งควรเป็นห้องปฏิบัติการโดยเฉพาะ และมีสิ่งอำนวยความสะดวกต่อการใช้ พร้อมทั้งมีเครื่องมือไว้สำหรับป้องกันอุบัติเหตุ ติดตั้งไว้ประจำในห้องปฏิบัติการเคมีด้วย

5.4 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ในการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป ดังนี้

1. เพื่อให้ได้ผลการวิจัยที่ละเอียดขึ้น ซึ่งการวิจัยนี้ยังไม่มียังขาดอยู่ เช่น ระบบการประหยัดพลังงาน ระบบเทคโนโลยีอาคาร

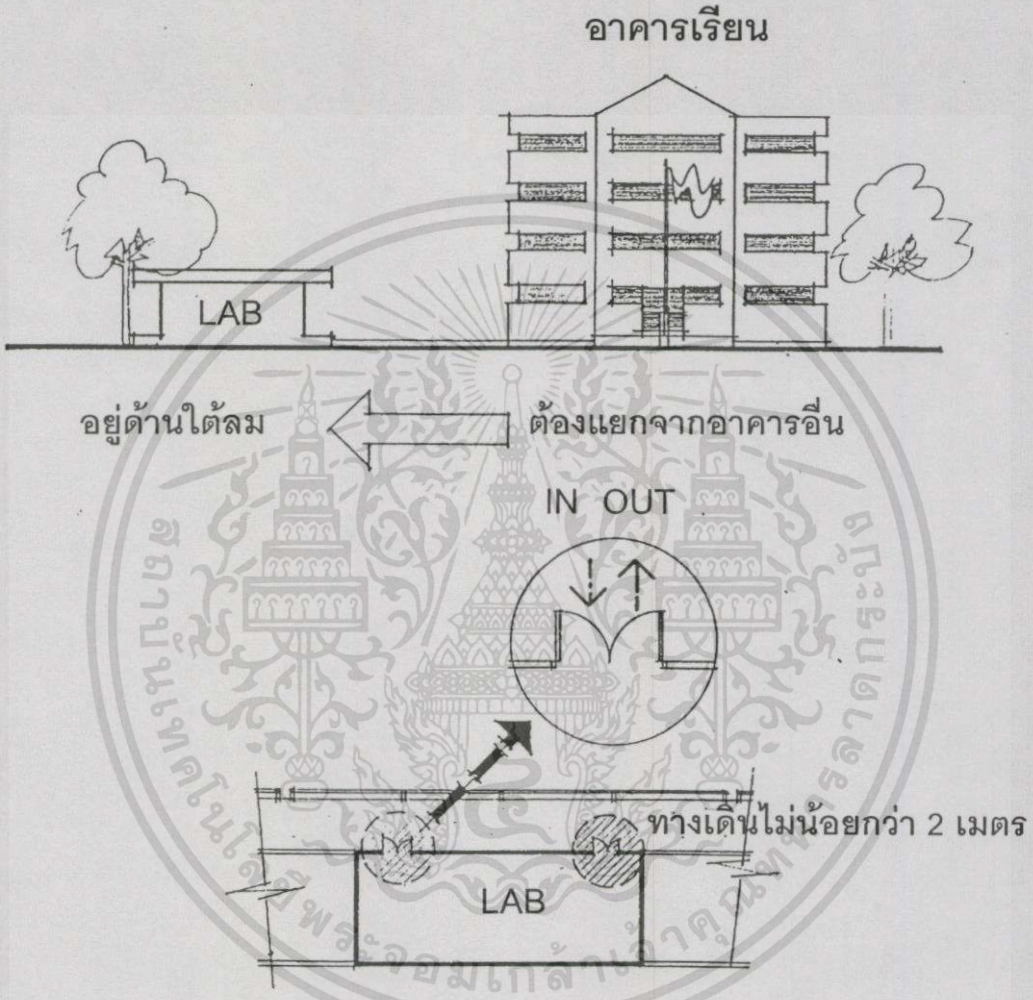
2. ในการวิจัยครั้งต่อไปควรจะใช้ระยะเวลามากกว่านี้ เพื่อให้ได้ข้อมูลให้มากที่สุดในการเสนอการวิจัย

3. ในการวิจัยครั้งนี้ไม่ได้ทำการศึกษาอัตราส่วนนักศึกษาต่อการใช้ระบบเทคโนโลยีอาคาร ควรจะมีการศึกษาข้อกำหนดต่าง ๆ ของงานระบบในการวิจัยครั้งต่อไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

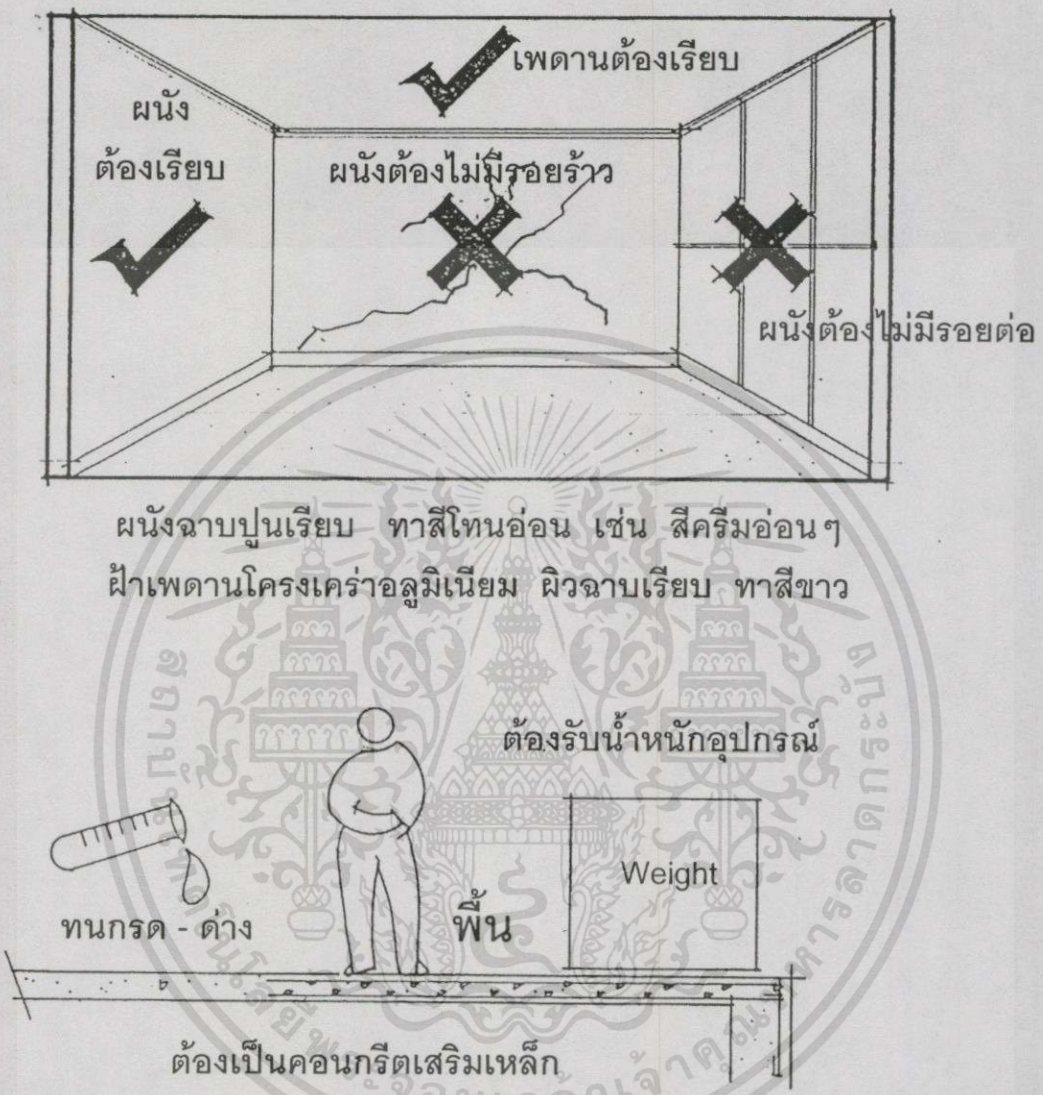
5.5 การนำเสนอแนวทางในการออกแบบ

5.5.1 แนวทางการออกแบบให้เหมาะสมกับพฤติกรรมของผู้ใช้



ภาพที่ 5.1 แนวความคิดเกี่ยวกับการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



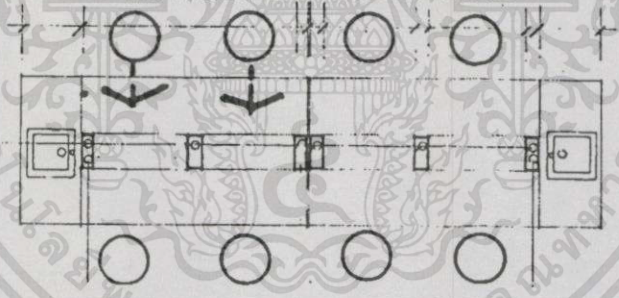
ภาพที่ 5.2 แนวความคิดเกี่ยวกับการเลือกวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โต๊ะปฏิบัติการเคมีสูง 0.19 ม. กว้าง 1.20 ม. ยาว 2.40 ม.

เก้าอี้กลม ϕ 30 ซม. ปรับระดับความสูงได้

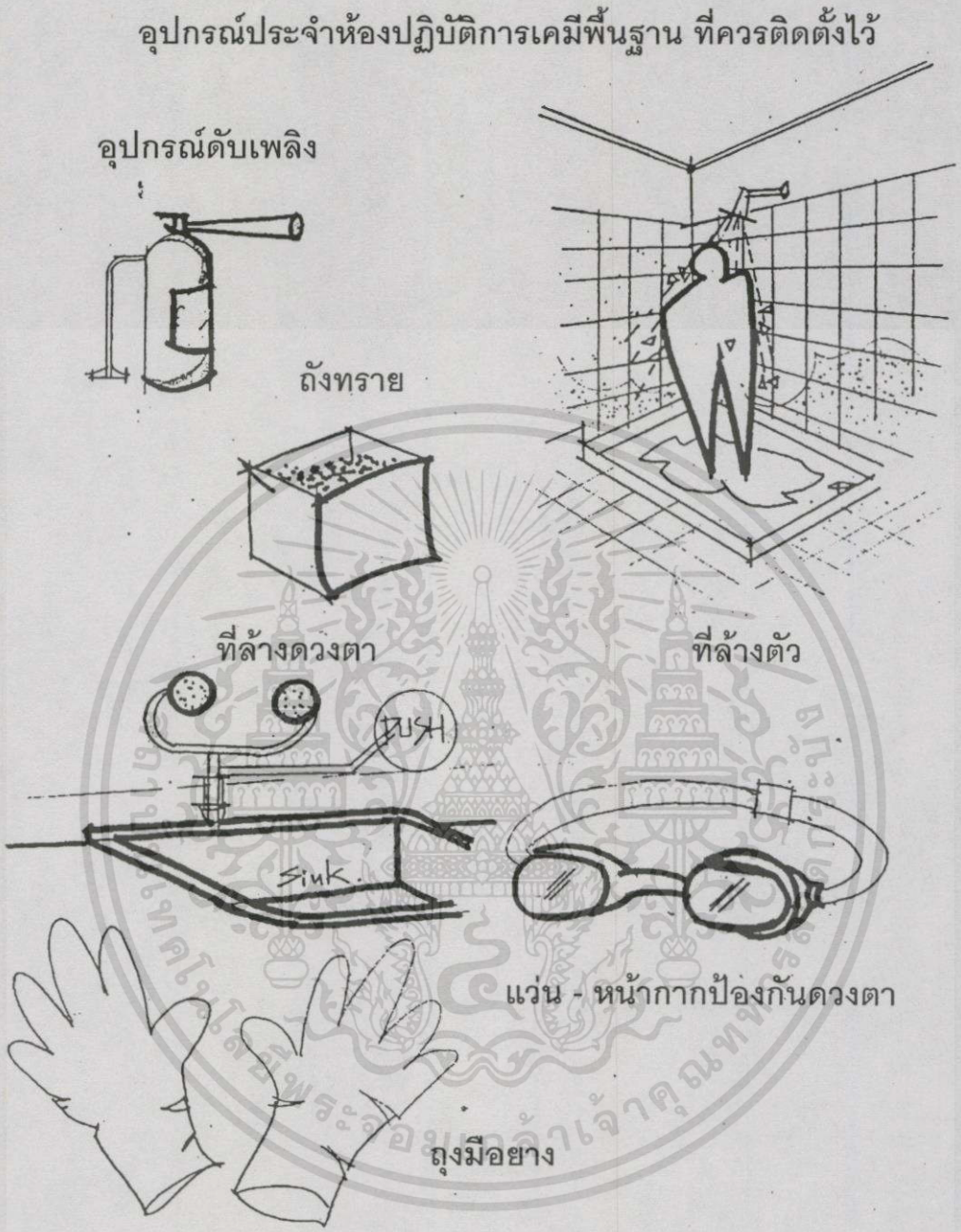
ที่ว่างใต้โต๊ะสำหรับเก็บเก้าอี้



พื้นผิวโต๊ะปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน บุด้วยลามิเนตสีดำ

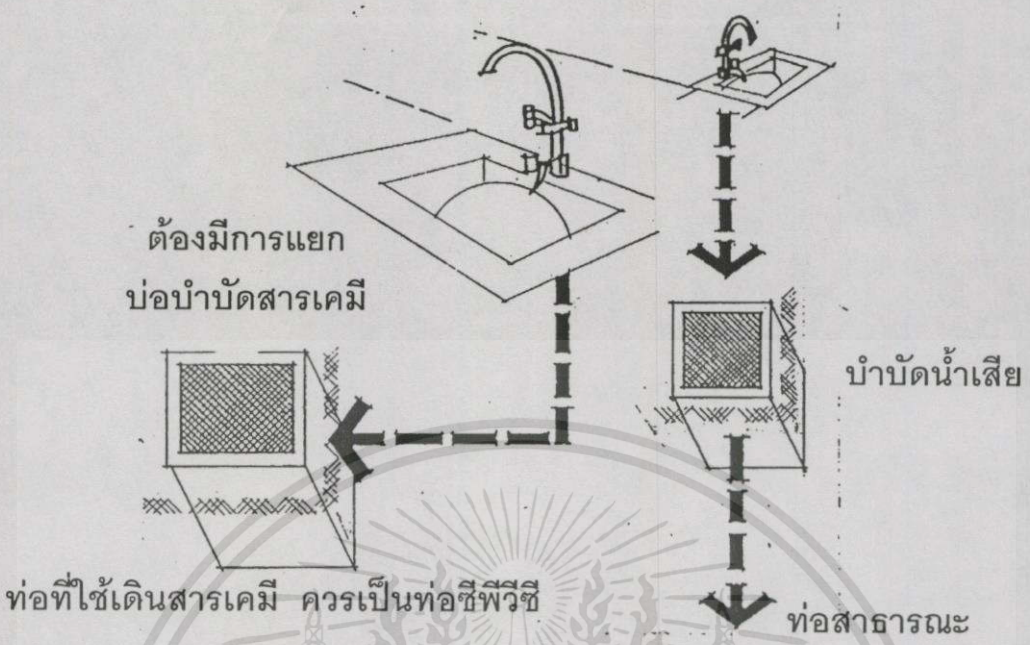
ภาพที่ 5.3 แนวความคิดเกี่ยวกับอุปกรณ์และครุภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

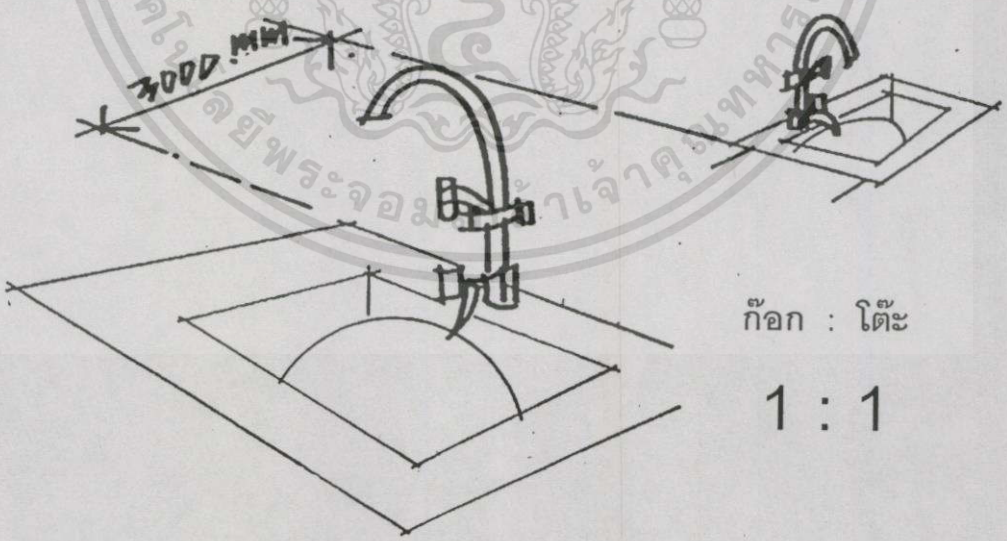


ภาพที่ 5.4 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

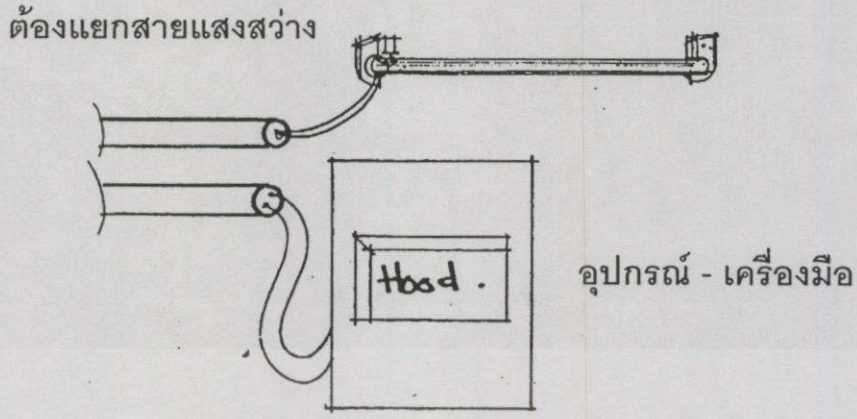


ภาพที่ 5.5 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบบำบัดน้ำเสีย



ภาพที่ 5.6 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบน้ำใช้

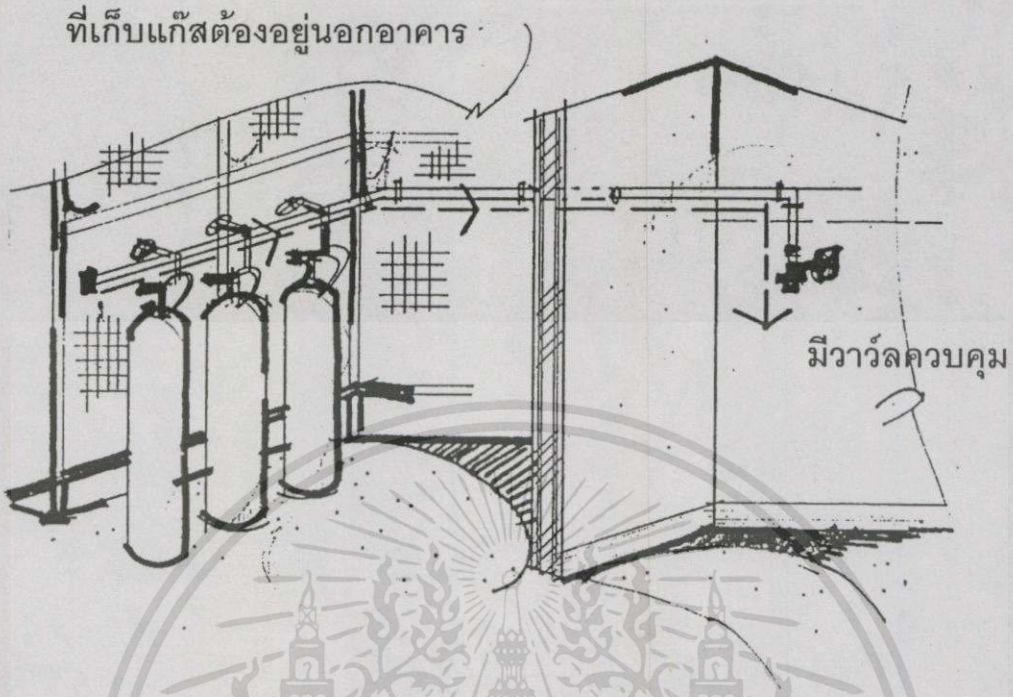
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



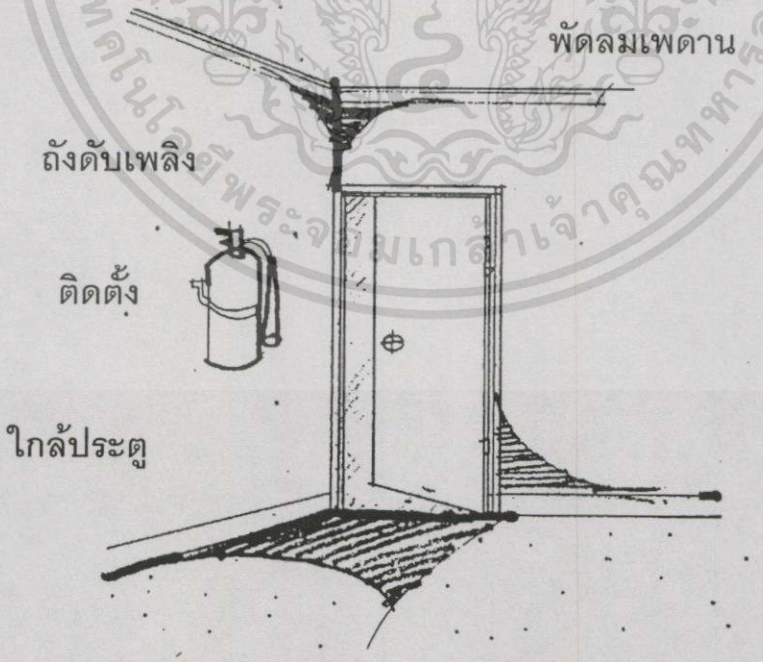
ภาพที่ 5.7 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบไฟฟ้า

ภาพที่ 5.8 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบการระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

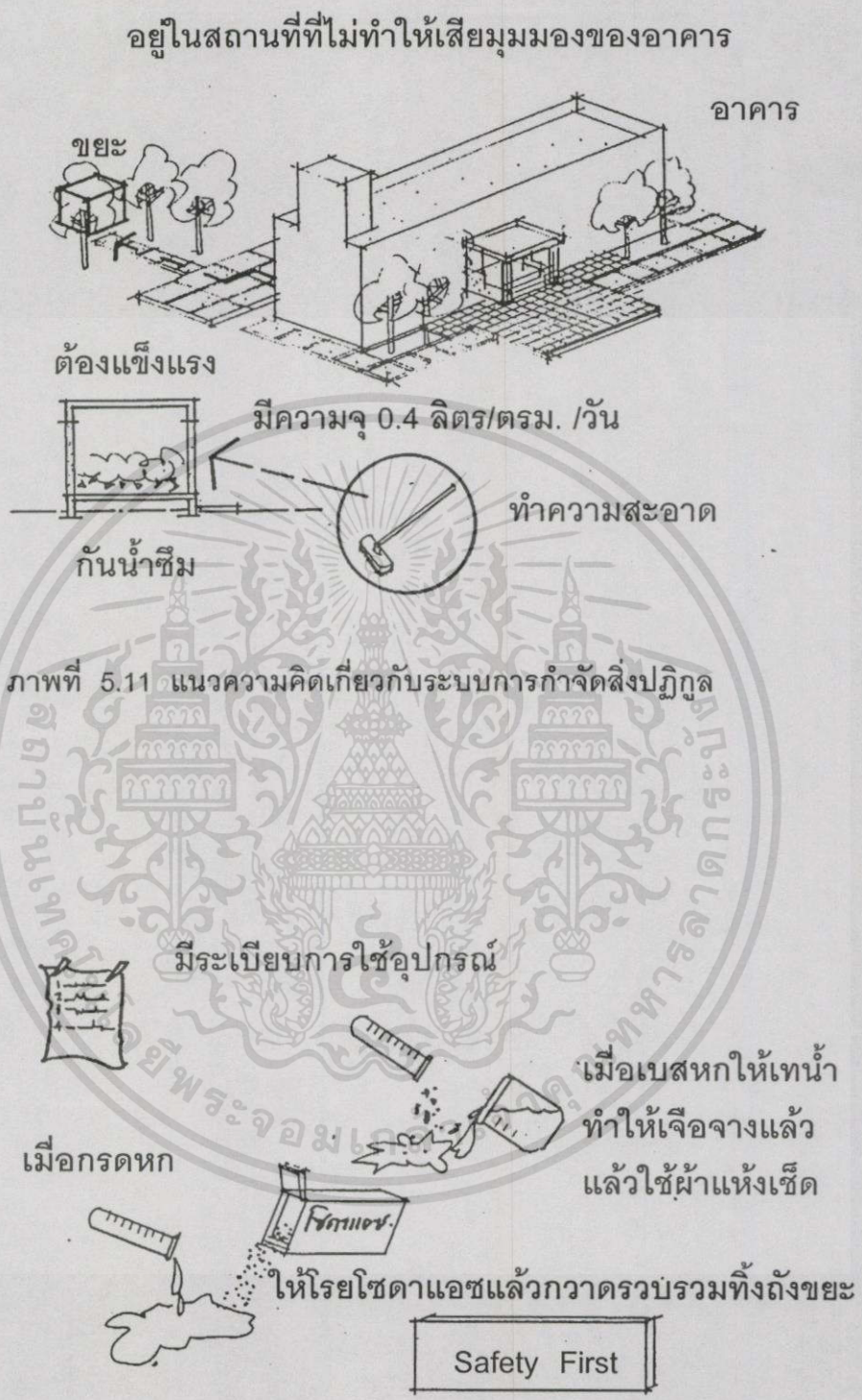


ภาพที่ 5.9 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบแก๊ส



ภาพที่ 5.10 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบป้องกันอัคคีภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

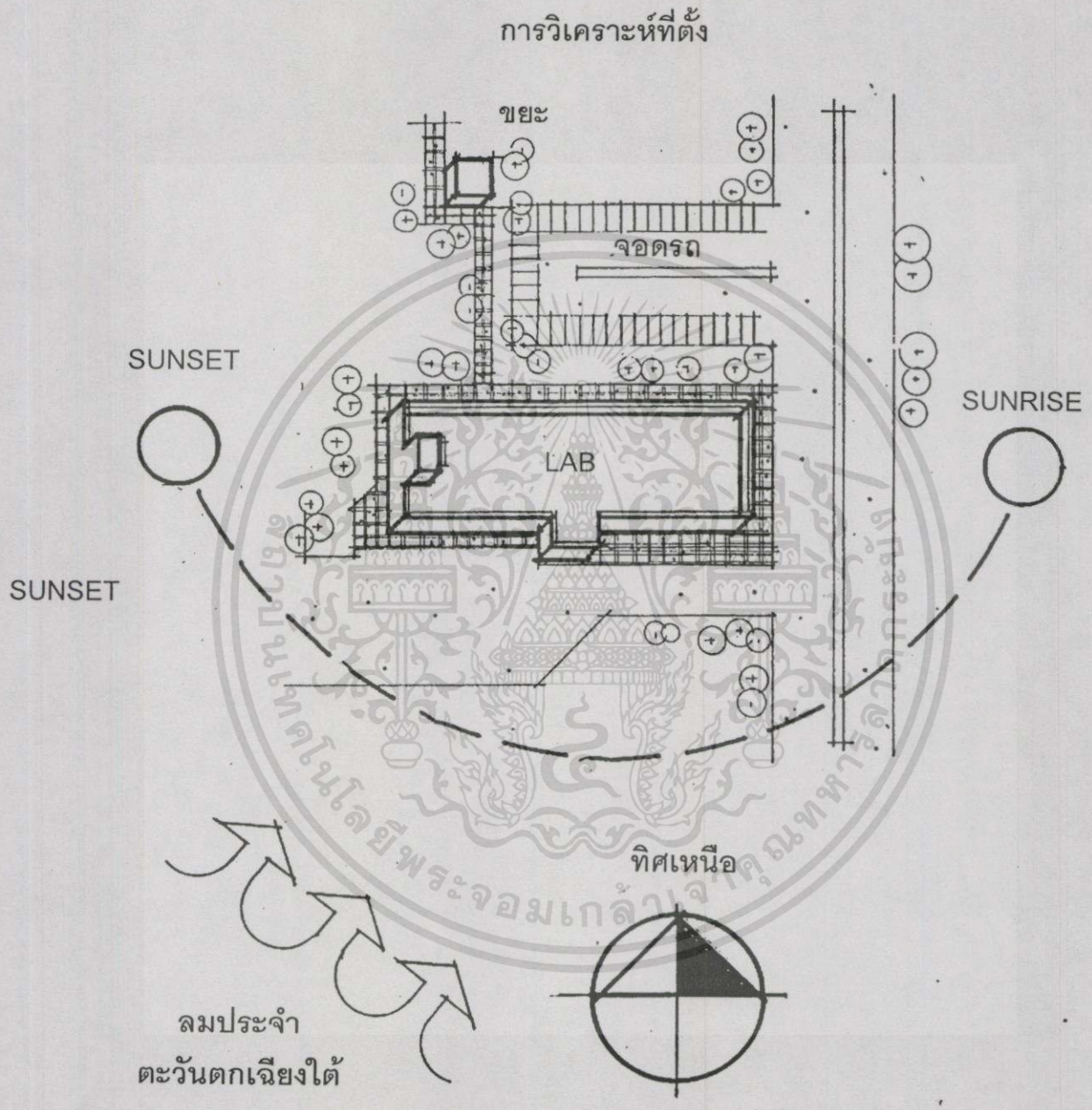


ภาพที่ 5.11 แนวความคิดเกี่ยวกับระบบการกำจัดสิ่งปฏิกูล

ภาพที่ 5.12 แนวความคิดเกี่ยวกับการซ่อมและบำรุงรักษา

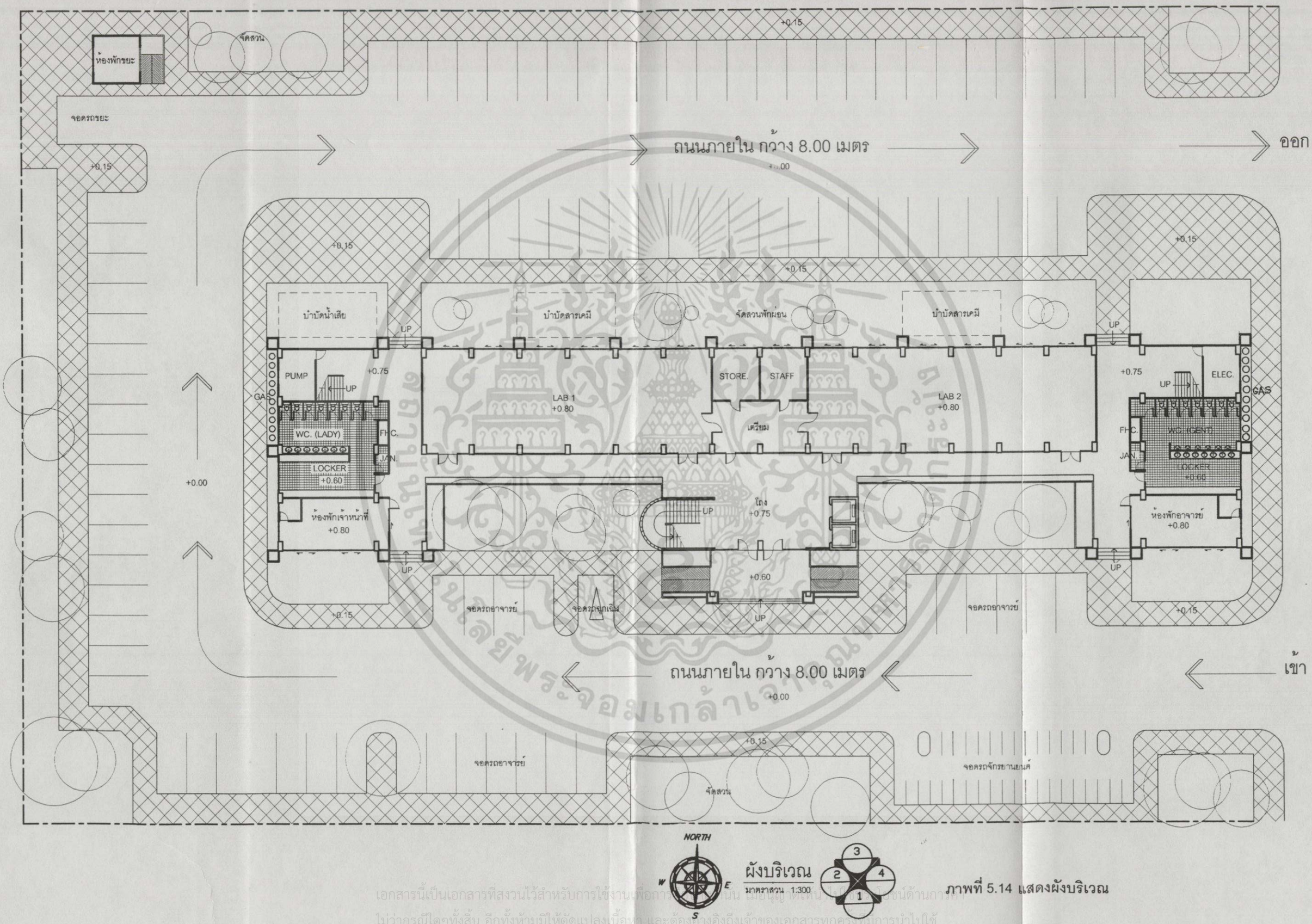
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.2 โครงร่างในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี



ภาพที่ 5.13 แนวความคิดในการออกกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



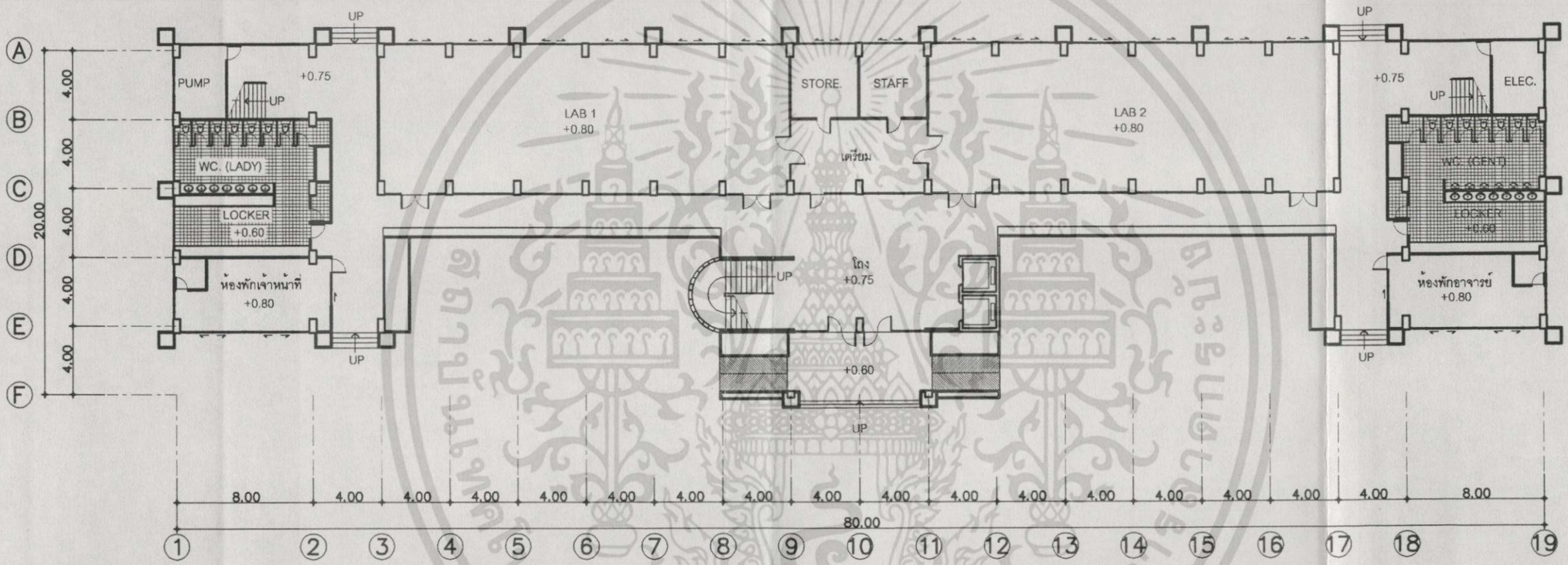
NORTH

ผังบริเวณ

มาตราส่วน 1:300

ภาพที่ 5.14 แสดงผังบริเวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

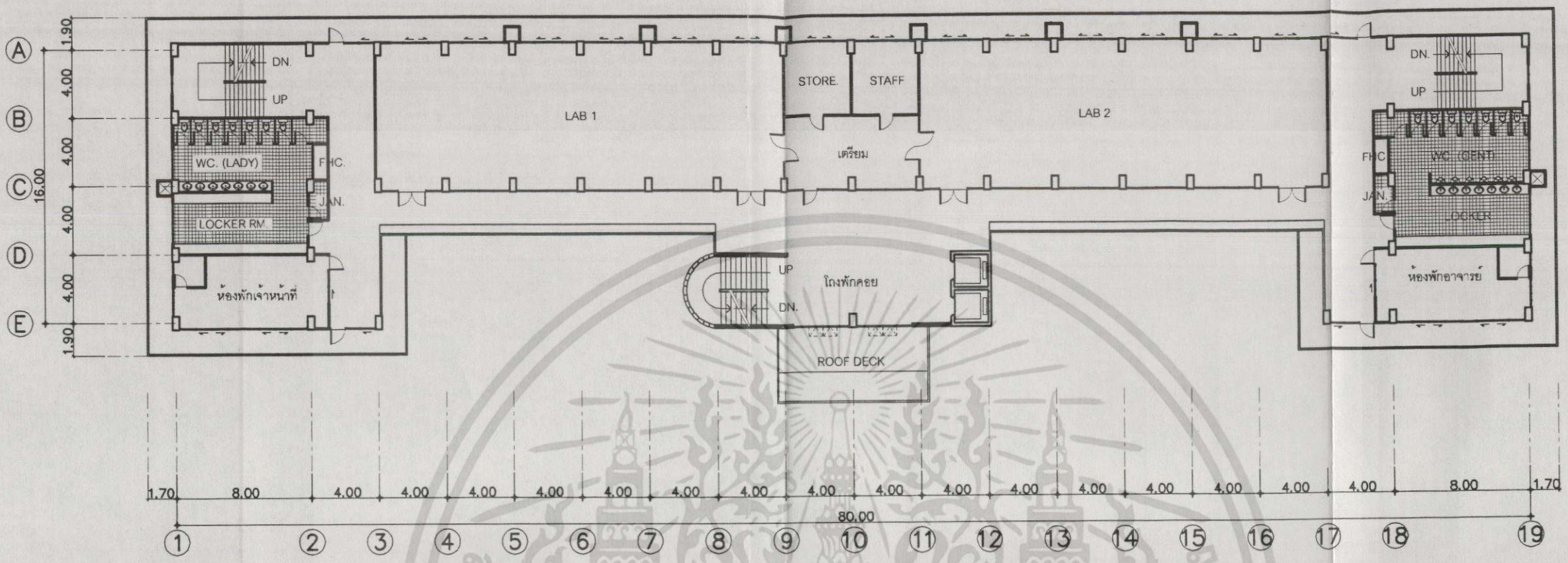


แปลนพื้นชั้นล่าง

มาตราส่วน 1:300

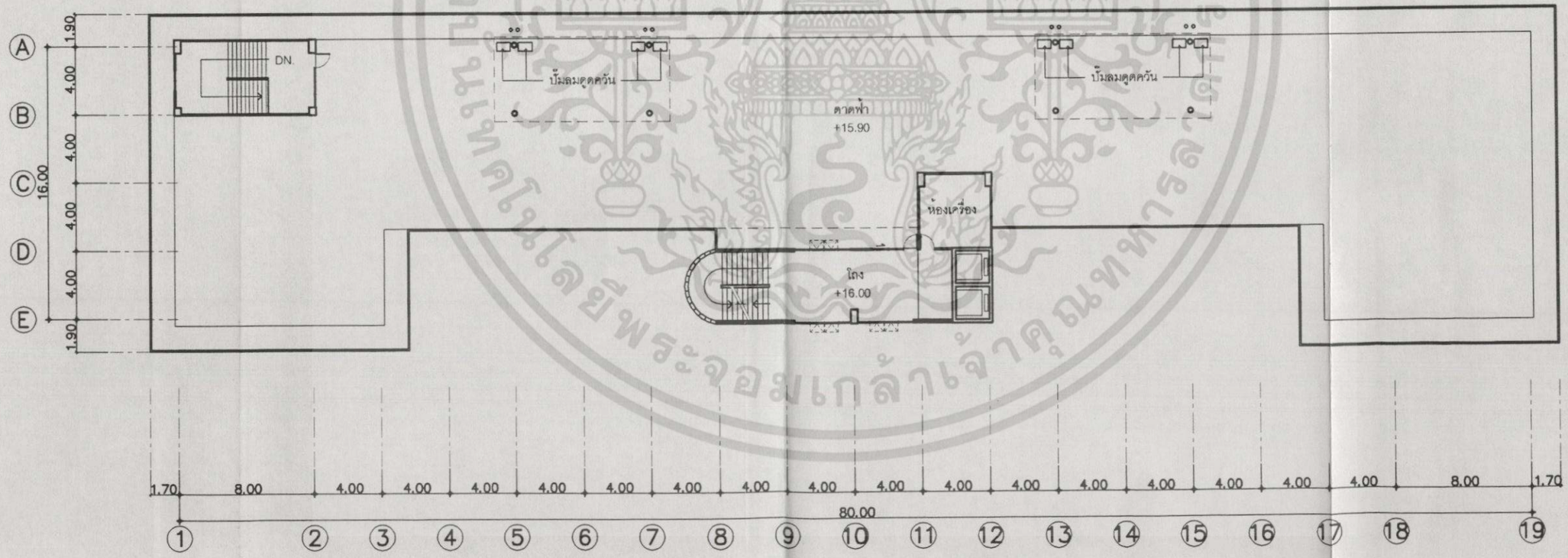
ภาพที่ 5.15 แสดงแปลนพื้นชั้นล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนพื้นชั้นที่ 2 - ชั้นที่ 4

มาตราส่วน 1:300

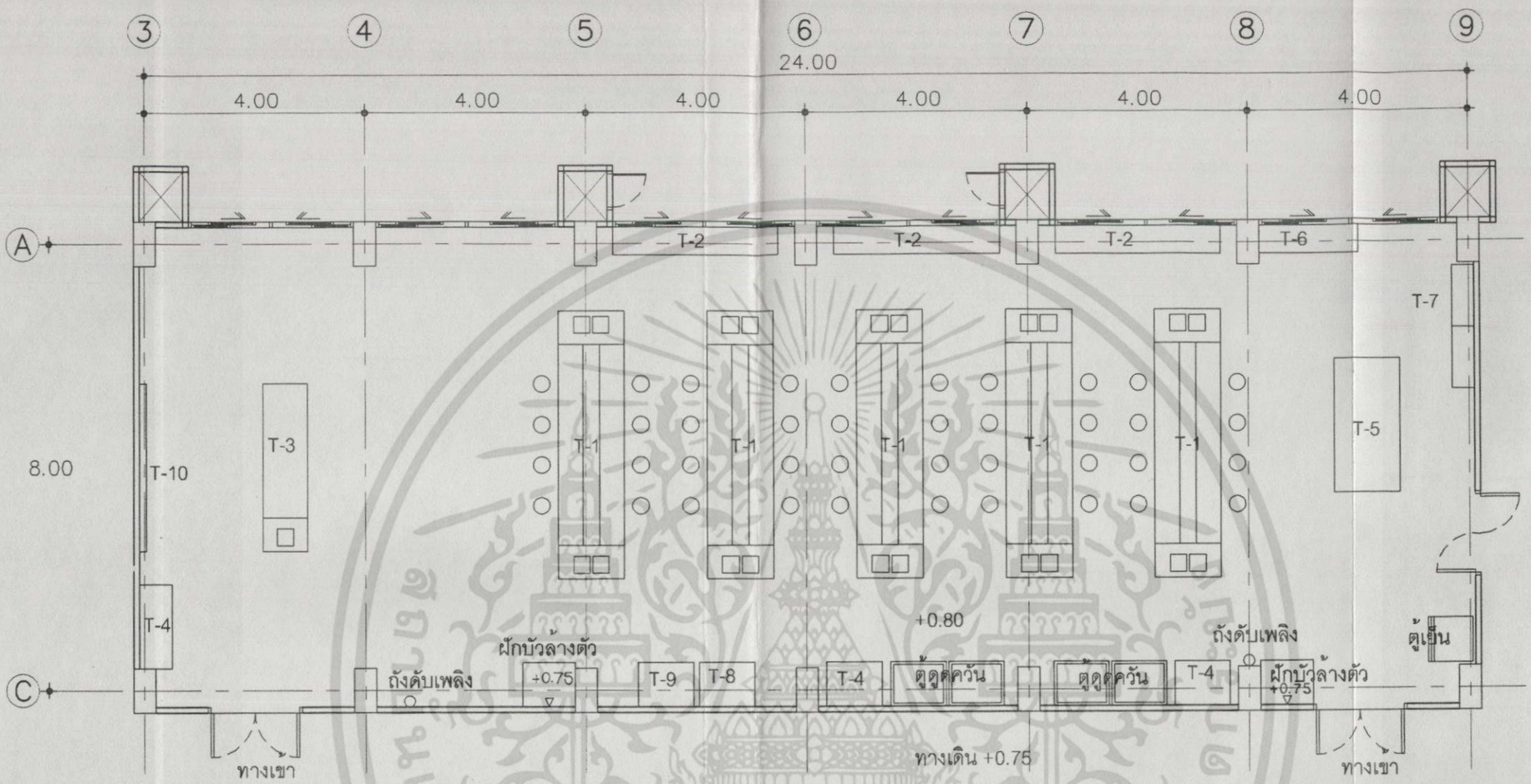


แปลนพื้นชั้นดาดฟ้า

มาตราส่วน 1:300

ภาพที่ 5.16 แสดงแปลนพื้นชั้น 2-4 และแปลนดาดฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

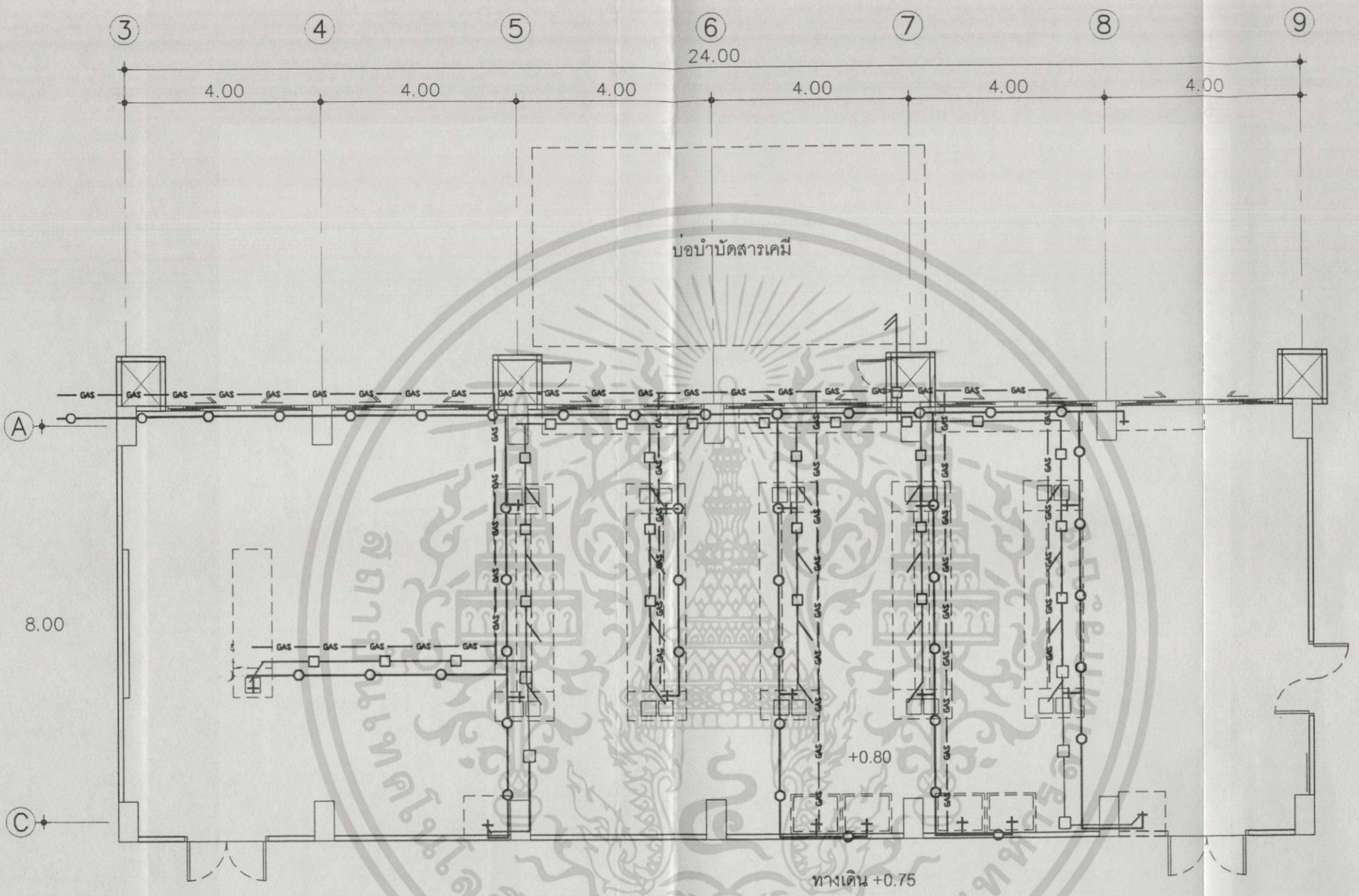
SCALE 1:100

รายการสัญลักษณ์

T-1	=	โต๊ะปฏิบัติการเคมี
T-2	=	ตู้เก็บของริมผนัง
T-3	=	โต๊ะอาจารย์
T-4	=	โต๊ะวางเครื่องชั่ง
T-5	=	โต๊ะเตรียมสารเคมี
T-6	=	โต๊ะวางเครื่องทำน้ำกลั่น
T-7	=	ตู้เก็บสารเคมี
T-8	=	โต๊ะวางตู้อบแก้ว
T-9	=	โต๊ะวางตู้อบสาร
T-10	=	กระดานบรรยาย

ภาพที่ 5.17 แสดงแปลนห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



แปลนท่อน้ำทิ้ง - ท่อน้ำใช้ - ท่อแก๊ส

SCALE 1:100

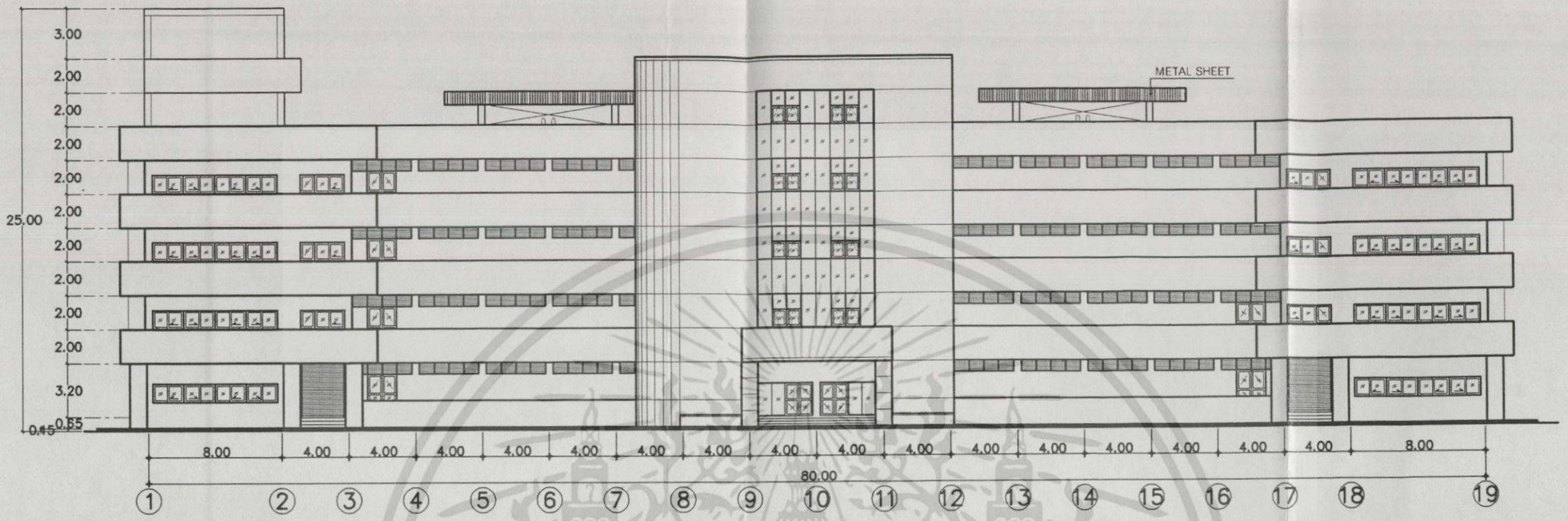
ท่อน้ำใช้

ท่อน้ำทิ้ง

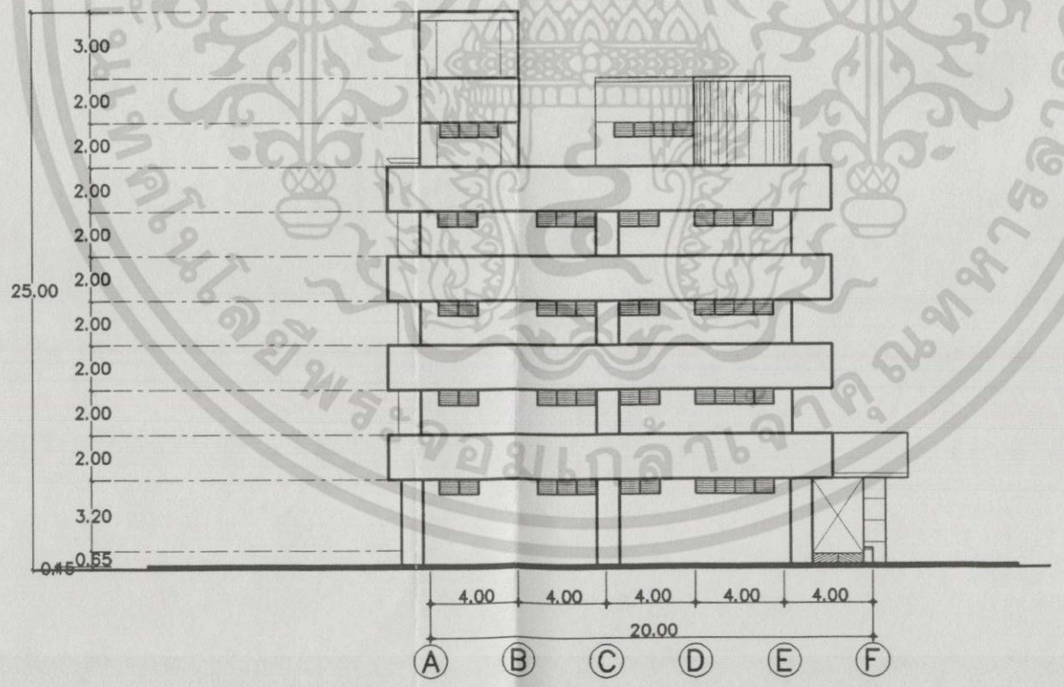
GAS GAS GAS GAS ท่อแก๊ส

ภาพที่ 5.18 แสดงแปลนท่อน้ำทิ้ง-ท่อน้ำใช้-ท่อแก๊ส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



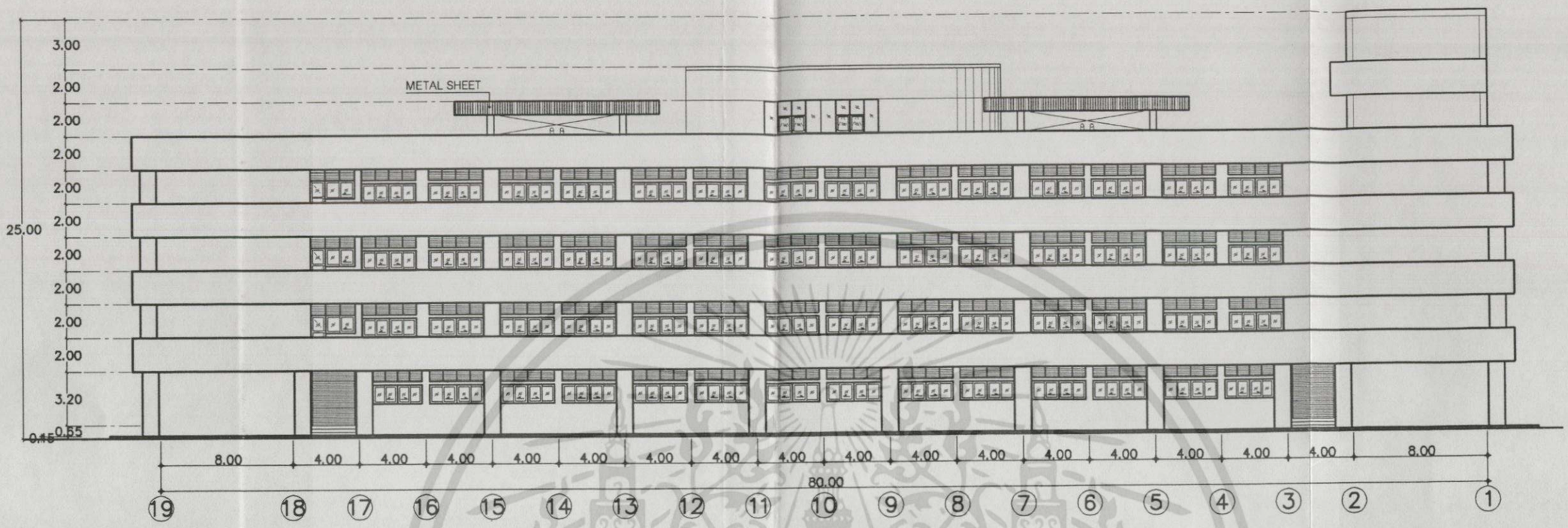
รูปด้าน 1
มาตราส่วน 1:300



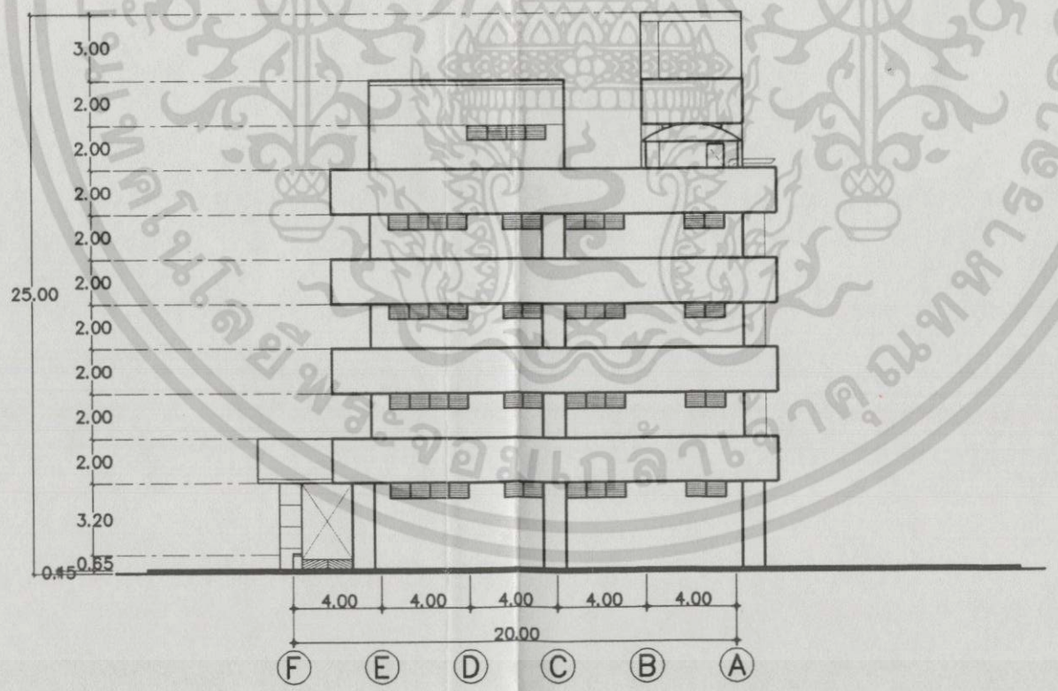
รูปด้าน 2
มาตราส่วน 1:300

ภาพที่ 5.19 แสดงรูปด้านภายนอก 1,2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



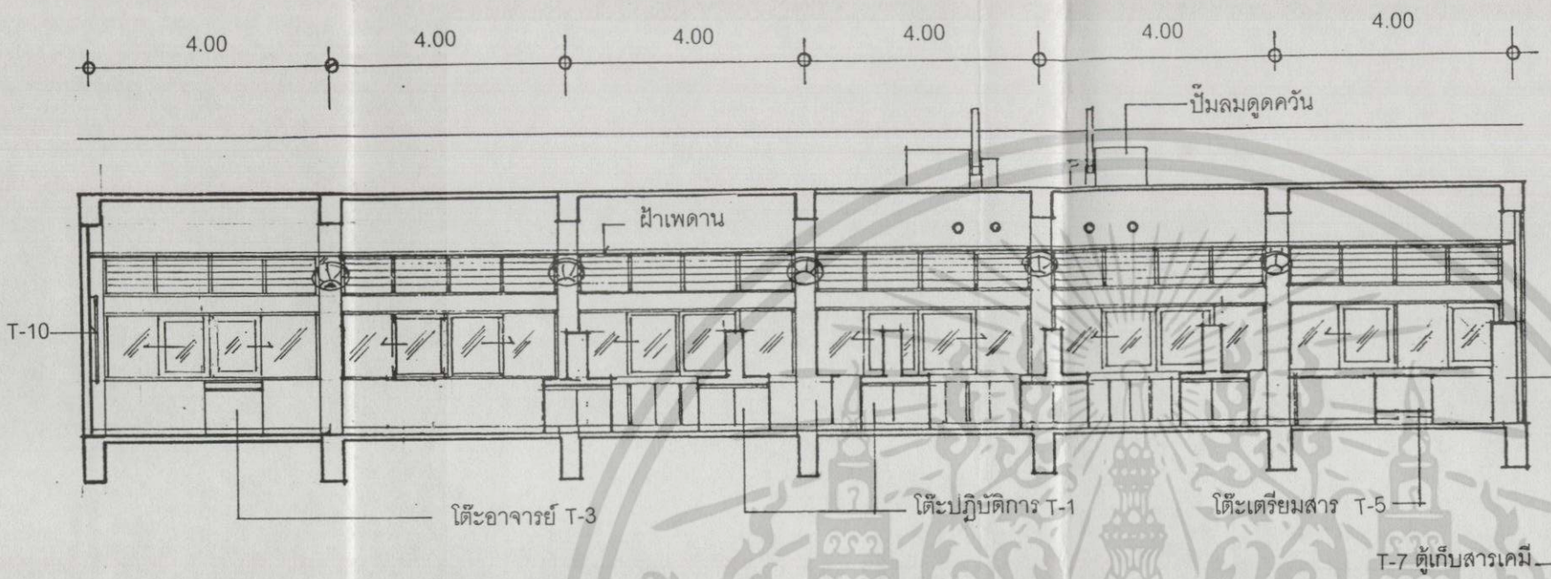
รูปด้าน 3
มาตราส่วน 1:300



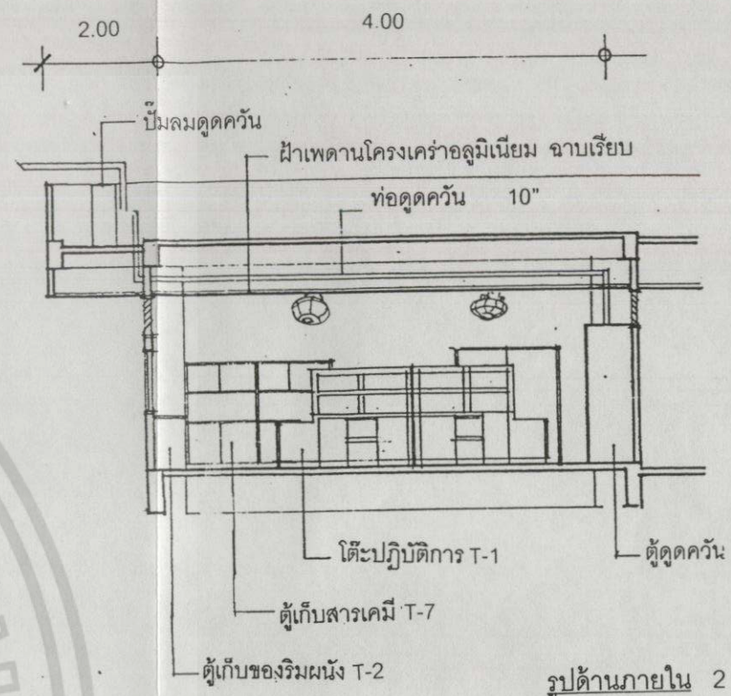
รูปด้าน 4
มาตราส่วน 1:300

ภาพที่ 5.20 แสดงรูปด้านภายนอก 3,4

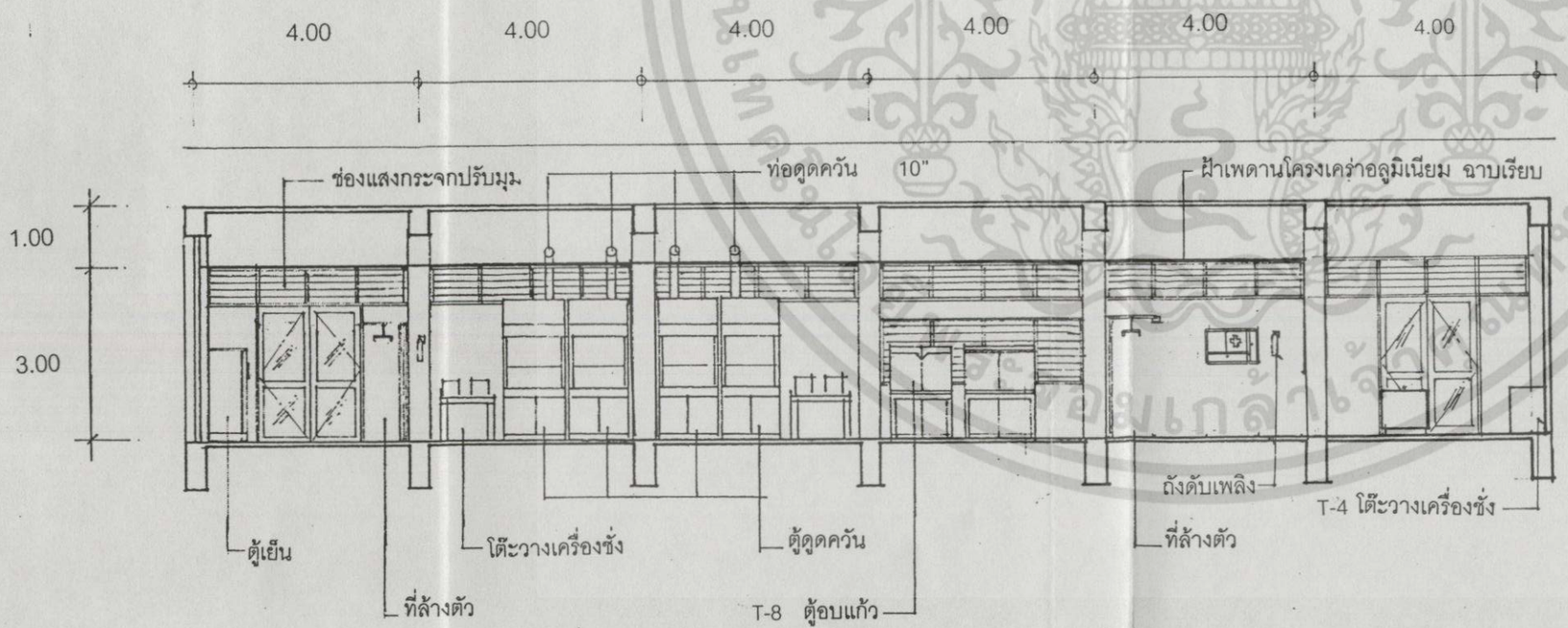
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



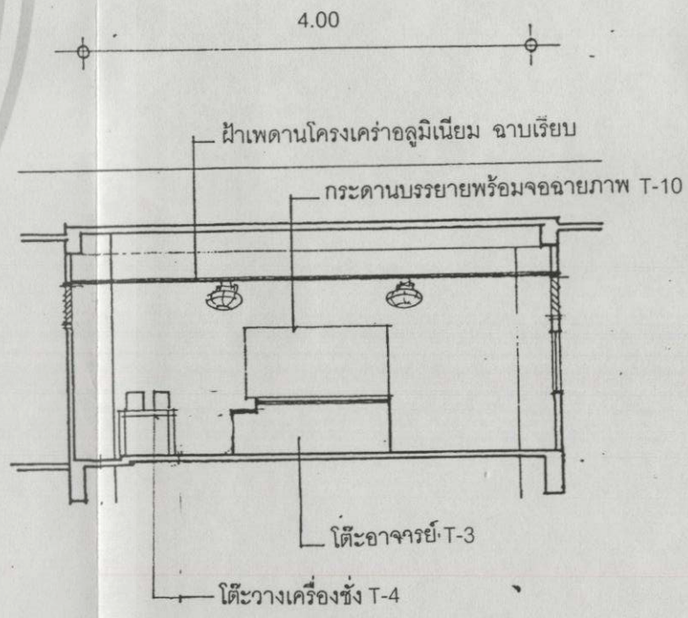
รูปด้านภายใน 1



รูปด้านภายใน 2



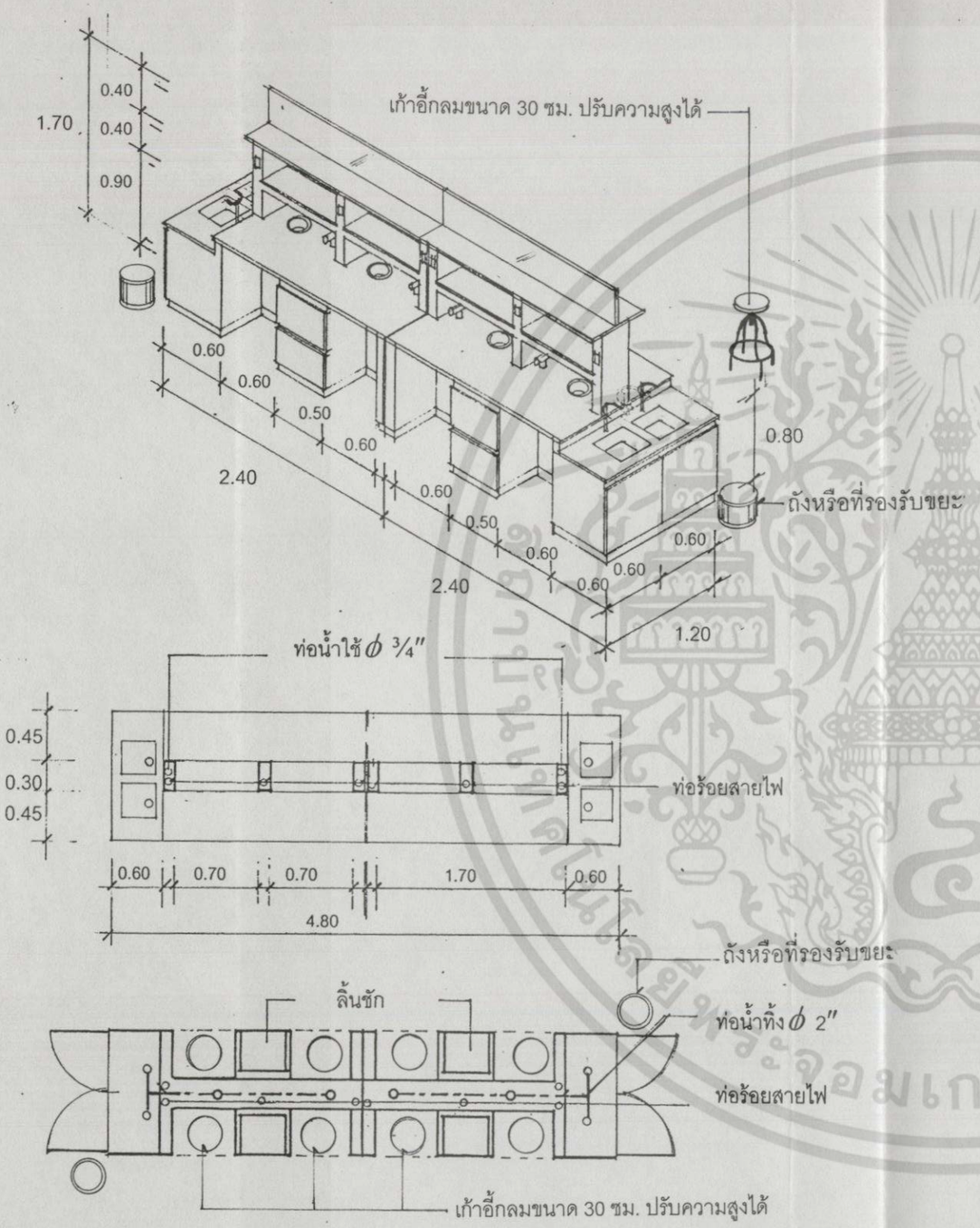
รูปด้านภายใน 3

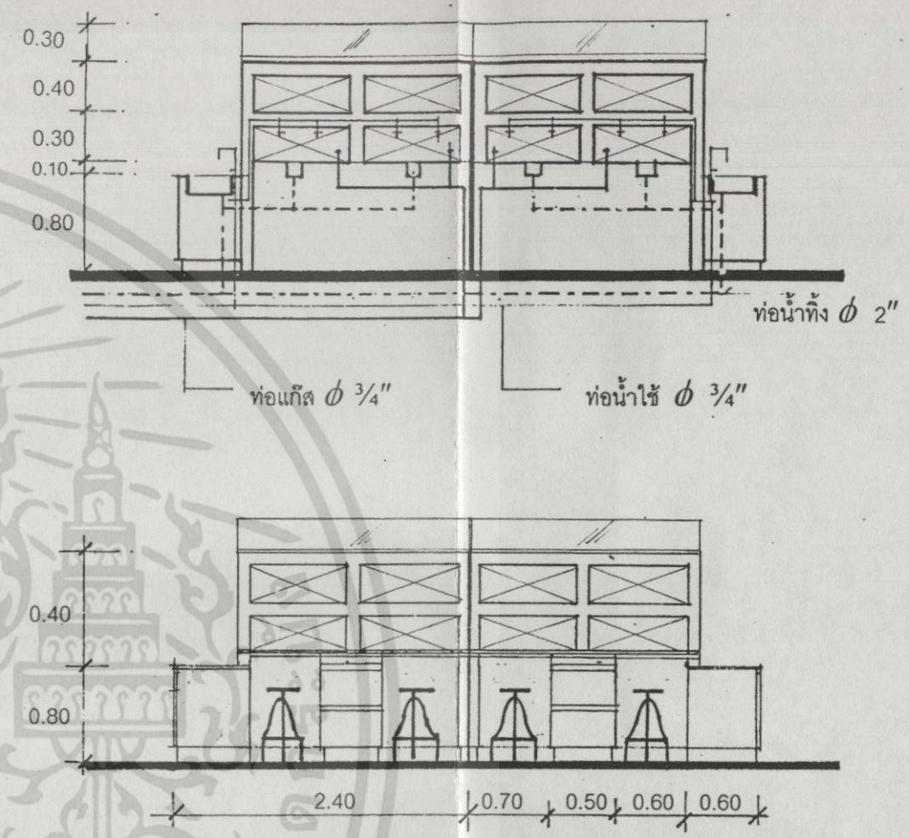


รูปด้านภายใน 4

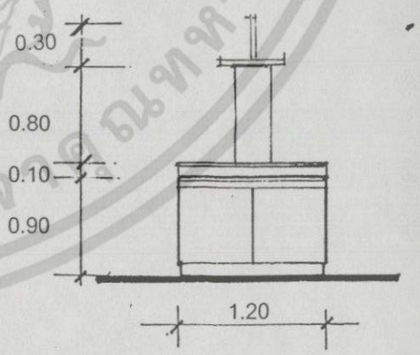
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.21 แสดงรูปด้านภายใน 1,2,3,4





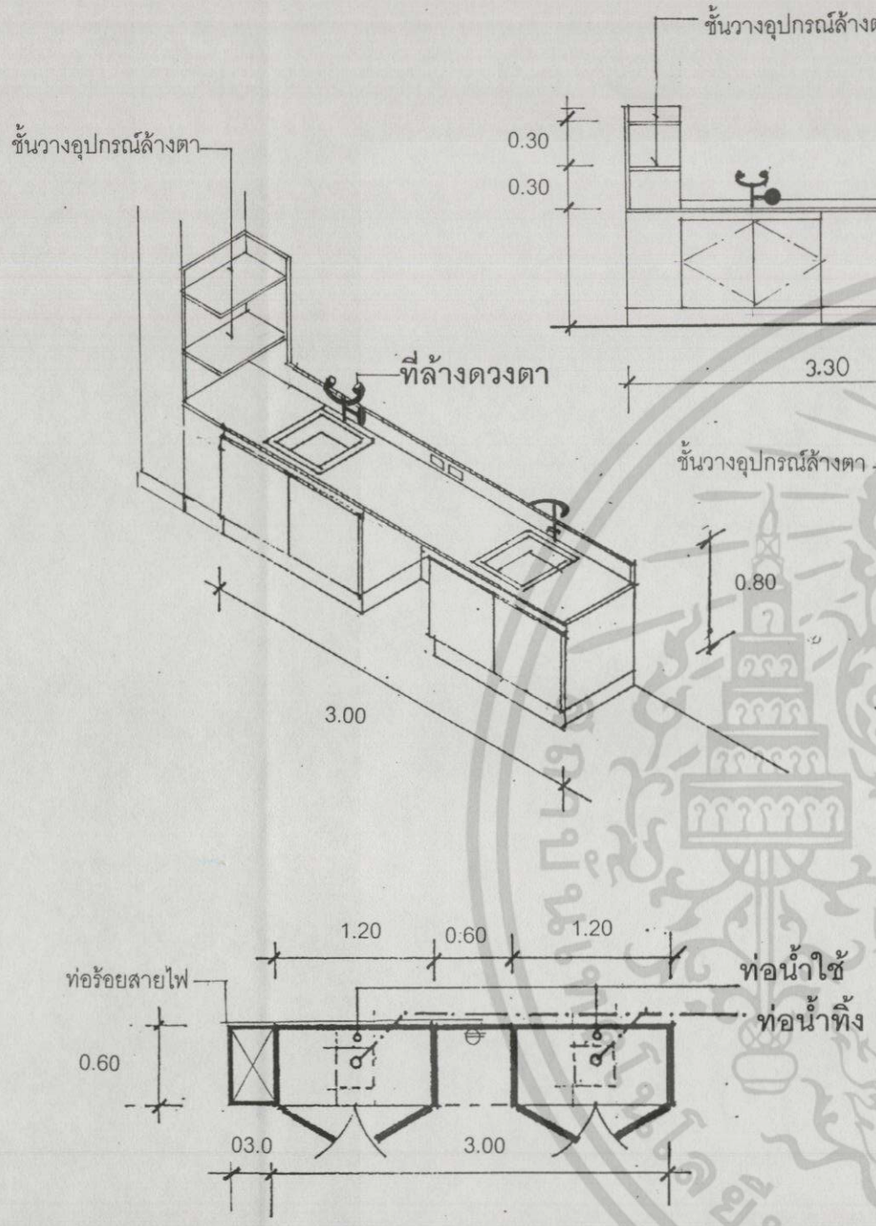
รูปด้านหน้า 1 : 50



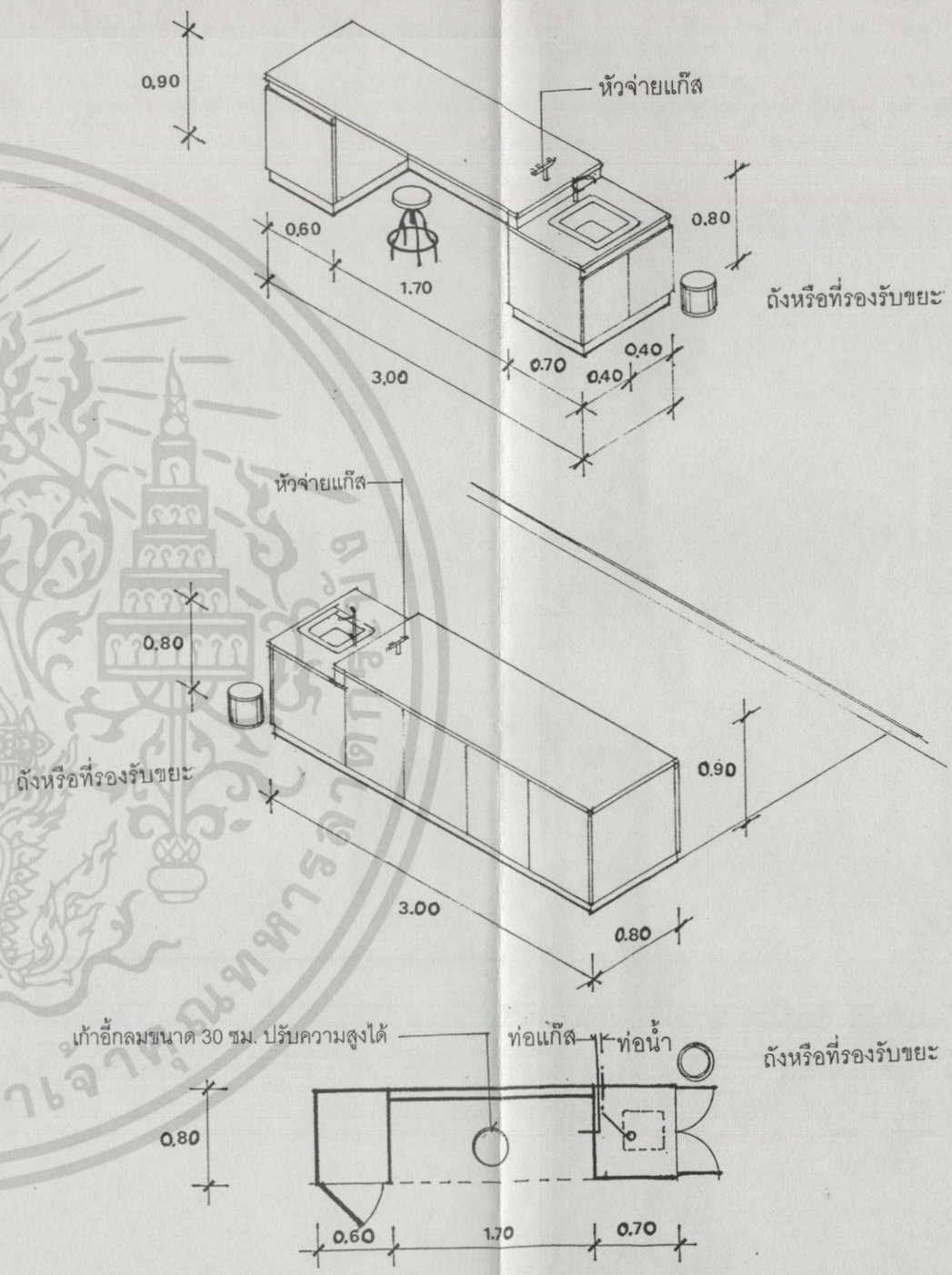
รูปด้านข้าง 1 : 50

ภาพที่ 5.22 แสดงขนาดโต๊ะปฏิบัติการเคมี T-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

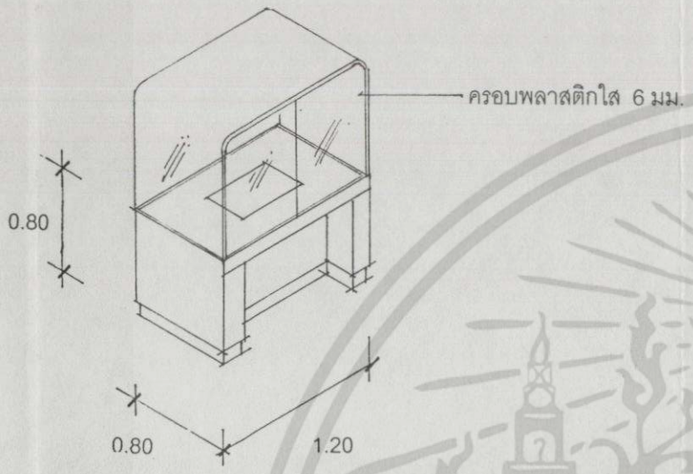


ภาพที่ 5.23 แสดงขนาดตู้เก็บของริมผนัง T-2

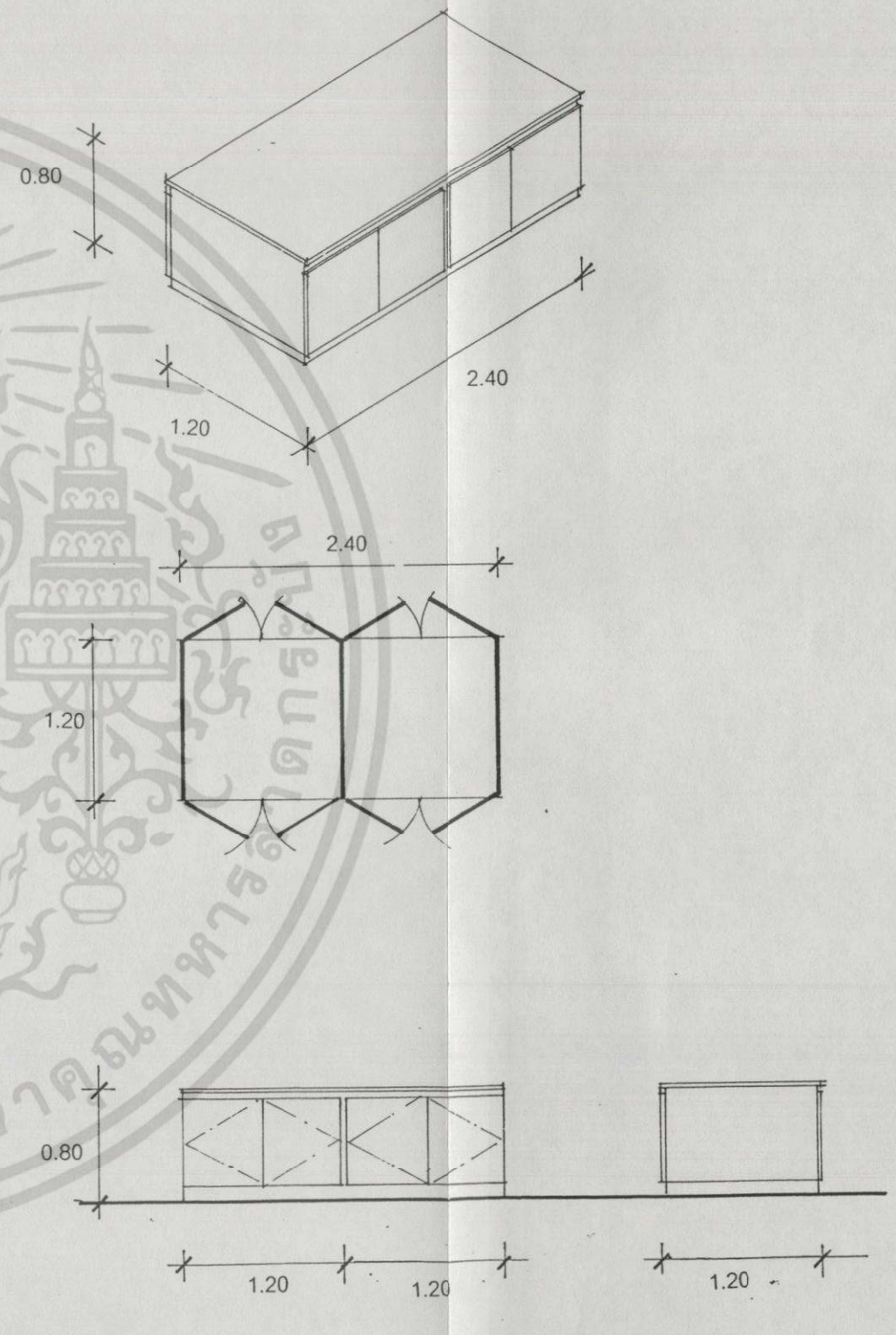


ภาพที่ 5.24 แสดงขนาดโต๊ะอาจารย์ T-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

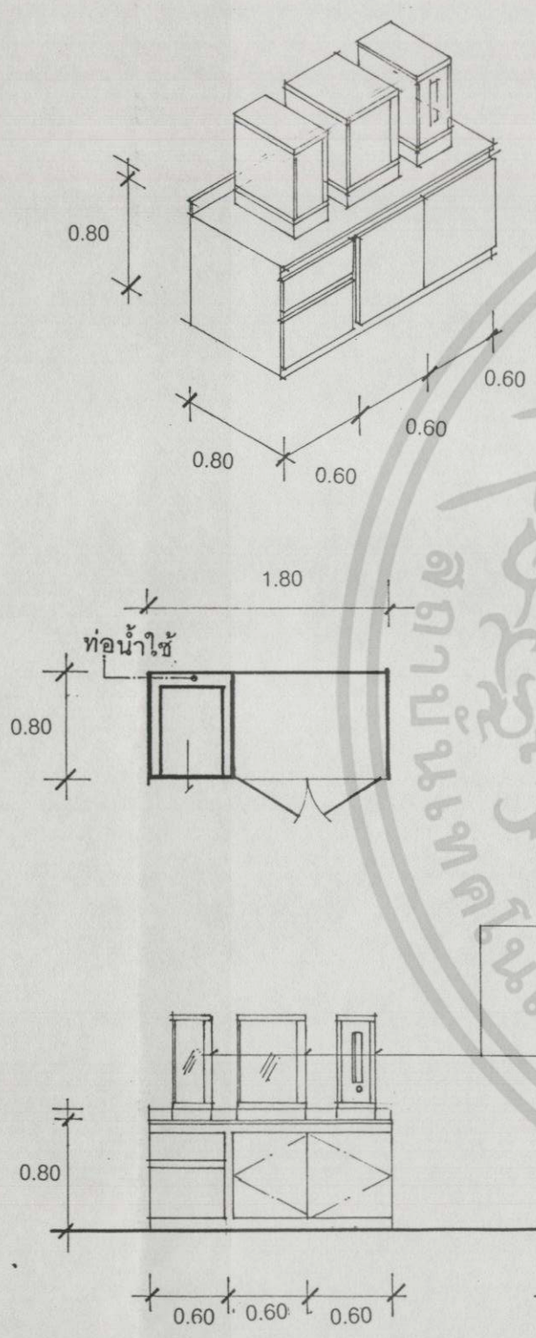


ภาพที่ 5.25 แสดงขนาดโต๊ะวางเครื่องชั่ง T-4

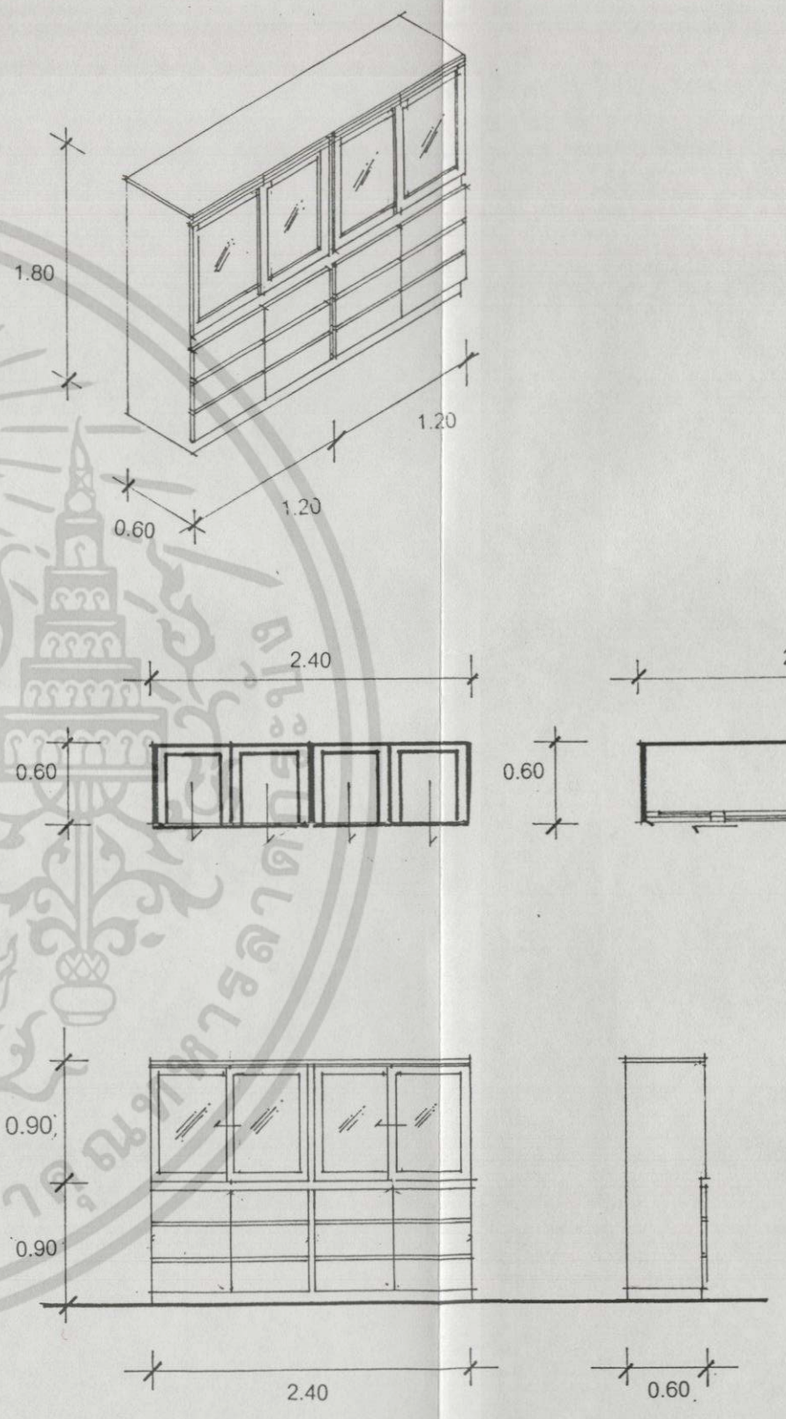


ภาพที่ 5.26 แสดงขนาดโต๊ะเตรียมสารเคมี T-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

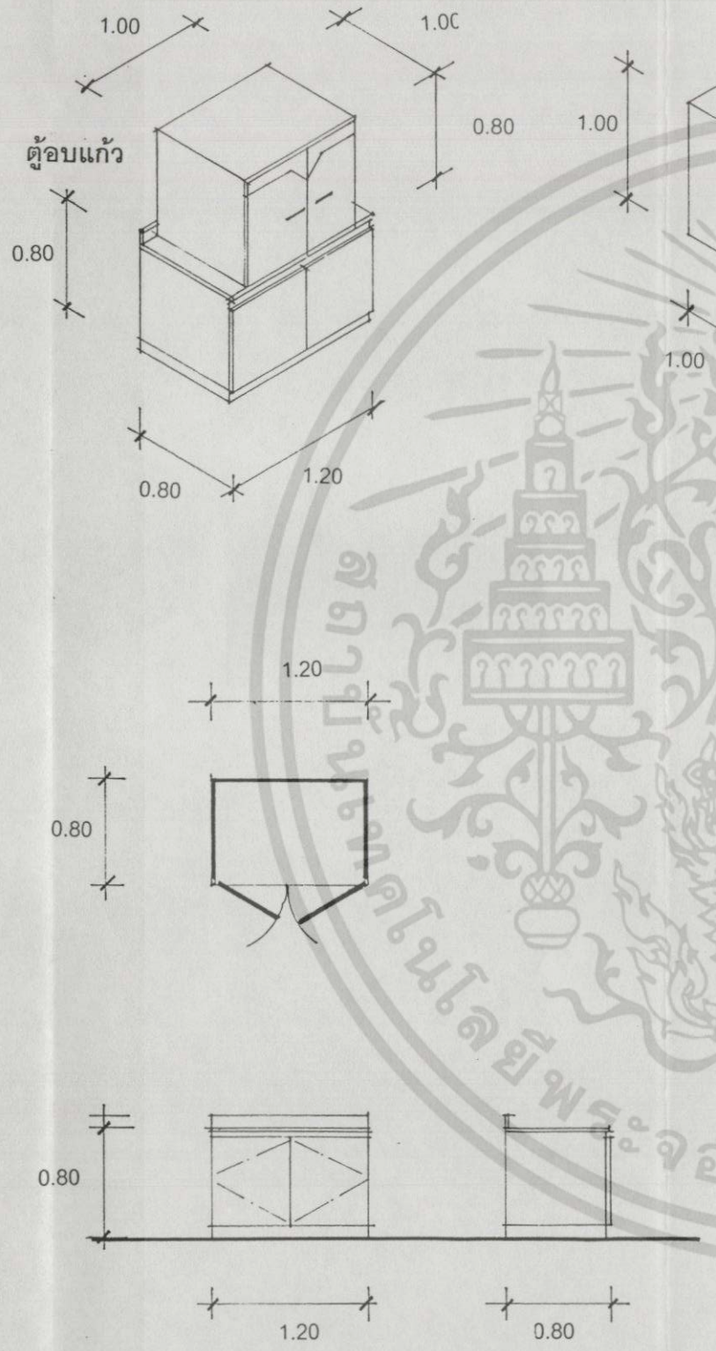


ภาพที่ 5.27 แสดงขนาดโต๊ะวางเครื่องทำน้ำกลั่น T-6

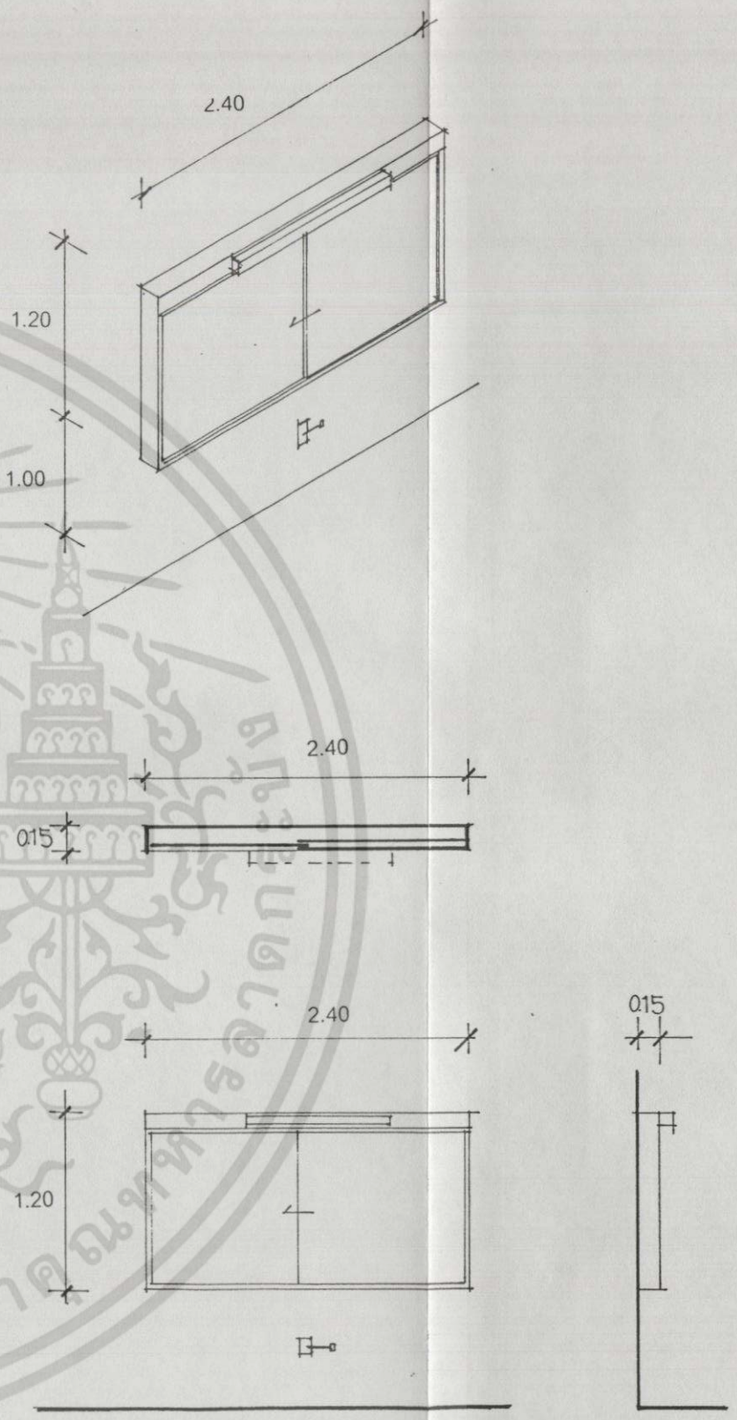


ภาพที่ 5.28 แสดงขนาดตู้เก็บสารเคมี T-7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

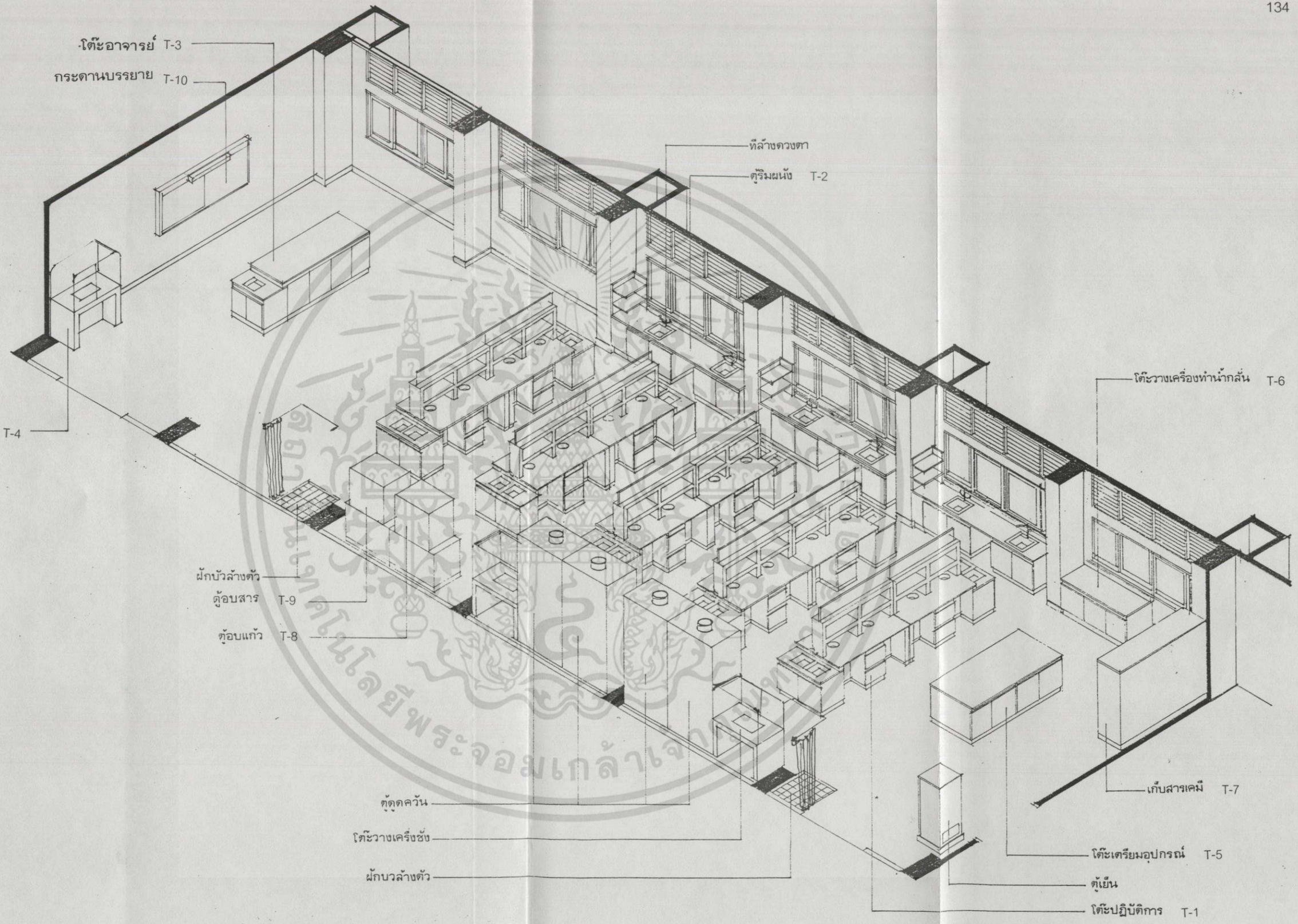


ภาพที่ 5.29 แสดงขนาดโต๊ะวางตู้อบแก้ว T-8 ,ตู้อบสาร T-9



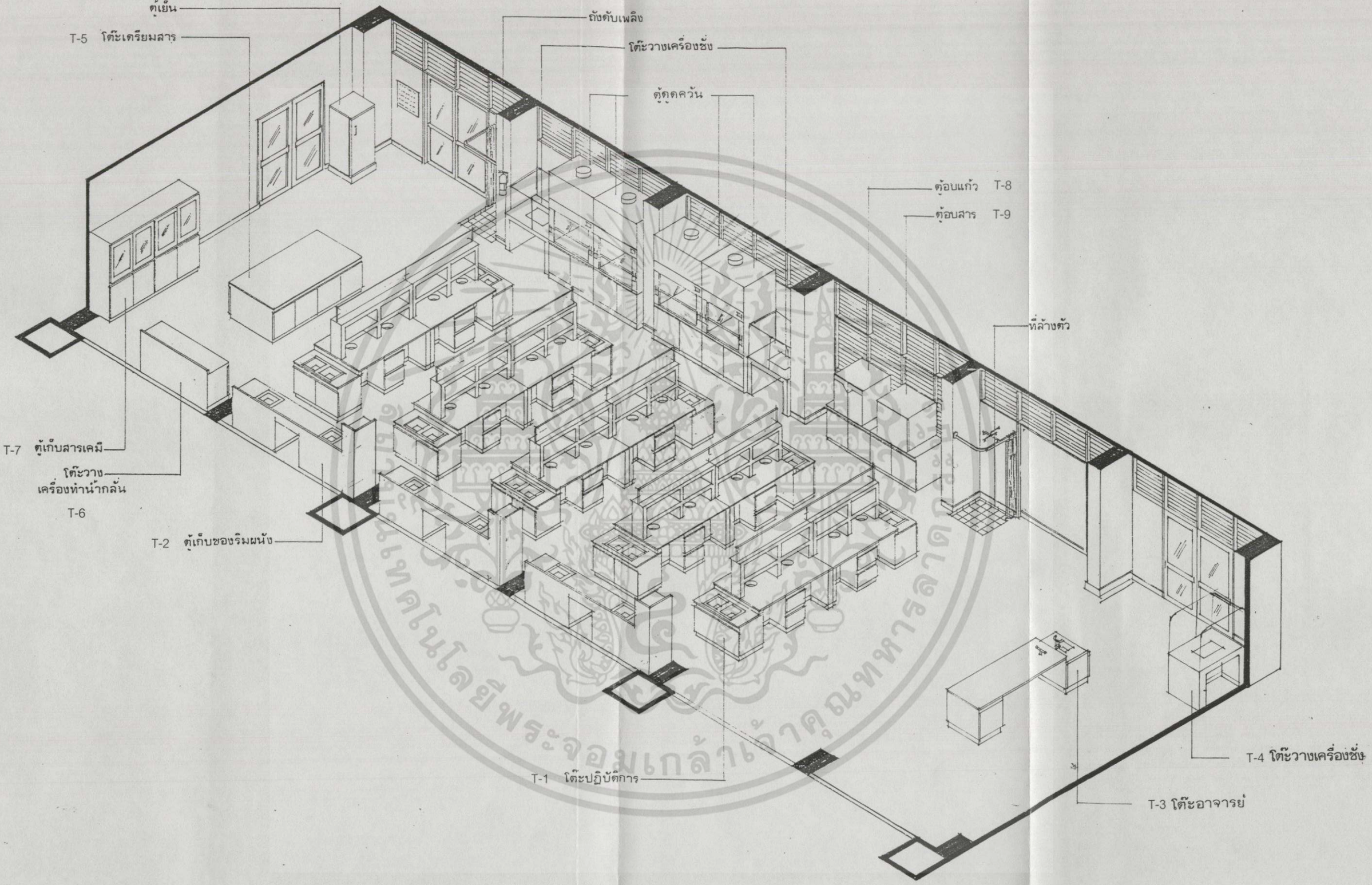
ภาพที่ 5.30 แสดงขนาดกระดานบรรยาย T-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.31 แสดงภาพไอโซเมตริกการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.32 แสดงภาพไอโซเมตริกการจัดห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.33 แสดงรูปทัศนียภาพภายในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน

สรุปพื้นที่ใช้สอยห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานต่อจำนวนนักศึกษา 40 คน

–	ห้องปฏิบัติการเคมี 1 ห้อง	192	ตรม.
–	ห้องเตรียมอุปกรณ์	32	ตรม.
–	ห้องน้ำ – ส้วม	128	ตรม.
–	ห้องปั๊มน้ำ – แก๊ส	12	ตรม.
–	ที่เก็บขยะ	16	ตรม.
–	ห้องเก็บของ	16	ตรม.
–	ห้องพักเจ้าหน้าที่	16	ตรม.
	รวมพื้นที่	412	ตรม.

เฉลี่ยนักศึกษา 1 คนใช้พื้นที่ปฏิบัติการ 4.8 ตรม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ชัยยุทธ์ ชวลิตนิธิกุล และสุมาลี ชนะชาญมงคล. 2539. **ความปลอดภัยและสุขอนามัยในการใช้สารเคมีในการทำงาน.** กรุงเทพฯ : อมรินทร์พริ้นติ้ง แอน พับลิชชิ่ง.

ดิเรก หุ่นสุวรรณ์. 2530. **ความเกี่ยวกับความปลอดภัยและเจตคติต่อความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ในกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธิติมา รุกขไชยศิริกุล. 2533. **ปฏิบัติการอินทรีย์เคมี 1.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

ธงชัย ชิวปรีชา. 2526. **การสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

ธงชัย ชิวปรีชา และปรีชาญ เดชศรี. **ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.**ข่าวสารสสวท. 3 (เมษายน-มิถุนายน 2528) : 2- 5.

ธนู พลวัฒน์. 2526. **โครงการและงานออกแบบอาคารเรียนรวมมหาวิทยาลัยขอนแก่น.** วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นรมิตร ลิ่วธนมงคล. 2538. **รวมข้อมูลก่อสร้าง.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์รุ่งสว่างการพิมพ์.

ประพิณ ออกเวหา. 2524. **การบริหารห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษา.** นครปฐม : หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 1.

ประเสริฐ ศรีไพโรจน์. 2538. **เทคนิคทางเคมี.** กรุงเทพฯ : ประกายพรึก.

ผุสดี ทิพทัส. 2538. **เกณฑ์ในการออกแบบสถาปัตยกรรม.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิชัย โตวิวิชญ์ และคณะ. ม.ป.ป. **คู่มือสารเคมีกับความปลอดภัย.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พิมล เรียนวัฒนา. 2542. **เอกสารประกอบการบรรยายเรื่องเทคโนโลยีสะอาดกับการจัดการสารเคมีและวัตถุอันตราย.**" กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. เอกสารอัดสำเนา.

พิภพ สุนทรสมัย. 2542. **การก่อสร้างอาคารขนาดใหญ่ เล่ม 2.** กรุงเทพฯ : บริษัท ประชาชน จำกัด.

ภัทรจันทร์ ใจสว่าง. 2525. **อุบัติเหตุและการป้องกันอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มังกร ทองสุขดี. 2523. **การวางแผนการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์.** กรุงเทพมหานคร : ภาคพัฒนาตำราและเอกสารทางวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู.

เมธี ปิลันธนานนท์. 2528. **การวางแผนอาคารสถานที่และสิ่งอำนวยความสะดวกทางการศึกษา.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วิเชียร สุวรรณรัตน์. 2531. **ภูมิอากาศวิทยาในการออกแบบสถาปัตยกรรม.** กรุงเทพฯ : คณะสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

วิมลสิทธ์ หรยางกูร.2537. **พฤติกรรมมนุษย์กับสภาพแวดล้อม.** กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

วราวุธ วัฒนายุทธ. 2540."**แนวความคิดในการออกแบบสภาพแวดล้อมทางภายภาพอาคารกรมอาชีวศึกษา.**" วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สมศรี เชี๊ยกสาด. 2527. **อุบัติเหตุและความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการเคมีระดับมัธยมศึกษาตอนปลายในเขตกรุงเทพมหานคร.** วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชามัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2531. **รายงานสัมมนาวิชาการเรื่องความปลอดภัยจากสารเคมีในห้องปฏิบัติการ.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.

สุชาตา ชินะจิตร. 2520. **คู่มือความปลอดภัยในปฏิบัติการเคมี"** กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2529. **เอกสารสำหรับครูเทคนิคบางประการในการปฏิบัติการเคมี ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย.** กรุงเทพฯ : ชวนพิมพ์.

เสถียร วิเชียรลักษณ์และเอก สืบวงศ์. 2522. **ข้อบัญญัติกรุงเทพมหานคร เรื่องควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522.** กรุงเทพ ฯ : โรงพิมพ์นิติเวช.

สุภาพ แก้วคำลา. 2518. **สวัสดิศึกษาและการปฐมพยาบาลสำหรับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา.** กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์บรรณกิจ.

ศุภวรรณ ตันตยานนท์. 2527. เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง **"สารเคมีกับความปลอดภัยในโรงงานอุตสาหกรรม."** กรุงเทพฯ : กรมโรงงานอุตสาหกรรม. เอกสารอัดสำเนา.

อุมาพร สุขม่วง. 2542. **"เอกสารประกอบการบรรยายเรื่อง ความปลอดภัยและอันตรายจากสารเคมี."** กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยเคมี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล. เอกสารอัดสำเนา.

Creedy, J. 1978. **A Laboratory Manual for School and College.** London : Huneman Education Books.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dombroski, Joanne Morgan. 1983. "The Effects of a Safety Unit on the Knowledge of Safety Practices of Secondary Laboratory Science Students." Dissertation Abstracts International.

Donald, S.F. 1977. "Teaching for safety. " The Science Teacher. 44 (55) : 27 – 28.

Ekpo, John Udo Johnnie. A Survey of Chemistry Laboratory Safety practices in Selected High Schools of Alabama and Proposed Chemistry Laboratory Safety Module. Dissertation Abstacts International. 41 (Febuary 1981) : 3516 - A.

Everett and Hughes. 1975. A Guide to Laboratory Design. London : Butler and Tanner Ltd.

Hain Walter. 1995. Laboratories. London:E & FN Spon.

Kramer, Beryl Majorie Cayzer. Study of the Relationship Between Safety Knowledge and Student Perception of Safety practices of Secondary School Science Teachers. Dissertation Abstacts International. 45(November 1984) : 1358 - A

Lewis Harry F. 1962. Laboratory Planning for Chemistry and Chemical Engineering. New York : Reinhold Publishing Cooperation.

Neufert Ernst . 1982. Architects' Data. New York: Halsted Press.

Richardson, John S. 1960. "School Facilities for Science Instruction" Nation Science teacher Association. Washington D.C.

Sund, R.B. And Trowbridge, L.W. 1967. Teaching Science by Inquiry : In the Secondary School. Ohio : Charles E. Merrill.

Woodburn, Donald David. A Survey of Science Laboratory Safety Procedures, Safety Equipment, and Factors Causing Accidents in the Secondary Schools of Nebraska. Dissertation Abstacts International. 42 (September 1981) :1089 - A

Young, John R. A Survey of Safety in High School Chemistry Laboratory of Illinoids. Journal of Chemistry Education.47 (December 1970) : A829 - A8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
เอกสารทางราชการที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม ที่ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายฐิติกร จูประชากรณ์ รหัสประจำตัว 40064030 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี (A DESIGN CONCEPT LABORATORY FOR CHEMISTRY IN FACULTY OF SCIENCE)" โดยมี อาจารย์สุทัศน์ จุฬามาณี เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม และ อาจารย์สมพล ดำรงเสถียร เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 1 พฤศจิกายน 2544

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 12 พฤศจิกายน พ.ศ.2544

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานบริการการศึกษา โทร. 3692

ที่ ทม 1504/ 0747 **วันที่** ๒๒ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้าภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ตารางสอนวิชาเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ถ่ายภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 0747

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้าภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันราชภัฏพระนคร

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ตารางสอนวิชาเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ถ่ายภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน 3692

ที่ ทม 1504/ 0822 **วันที่** 4 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.สมศักดิ์ วรมงคลชัย

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี" คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บรวบรวมข้อมูลของ นายฐิติกร จูประชากรณ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์ด้วยดีและขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 0822

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.จุไรรัตน์ ดวงเดือน

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายฐิติกร จูประชากรณ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 0822

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ดร.ศรีวไล โอมอภิญญาณ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายฐิติกร จูประชากรณ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร 327-1199, 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 0822

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน รศ.ดร.โสภณ เริงสำราญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายฐิติกร จูประชากรณ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504 / 0822

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

4 มีนาคม 2545

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผศ.กัลยา แสงเรือง

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดียิ่ง จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของนายฐิติกร จูประชากรณ์ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร 327-1199, 737-3000 ต่อ 3692

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 0747

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๒ กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้าภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล กลอง 6

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ตารางสอนวิชาเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ถ่ายภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 0747

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

22 กุมภาพันธ์ 2545

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน หัวหน้าภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ด้วย นายฐิติกร จูประชากรณ์ นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับหลักสูตรภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ตารางสอนวิชาเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ปีการศึกษา 2544 ถ่ายภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน เพื่อประกอบการจัดเตรียมวิทยานิพนธ์ เรื่อง "แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(นายณรงค์ พิมสาร)
รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา
โทร. 7373000 ต่อ 3692
โทรสาร. 3269040

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามประกอบการวิจัย
เรื่อง แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

โครงการวิทยานิพนธ์นี้วัตถุประสงค์เพื่อต้องการที่จะศึกษาความต้องการประโยชน์ใช้สอยในห้องในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ จากความคิดเห็นของผู้ใช้ในเรื่องของการเลือกที่ตั้งอาคาร วัสดุก่อสร้าง การจัดห้องปฏิบัติการ ส่วนบริหารและสนับสนุนอาคาร ตลอดจนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของท่านที่มีต่อการปฏิบัติการทดลองในอาคารที่ท่านใช้อยู่ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ และใช้เป็นแนวทางในการออกแบบตัวอย่างของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ที่ได้จากความต้องการของผู้ใช้อาคารโดยตรง

ดังนั้นขอความกรุณาจากท่าน ได้โปรดตอบแบบสอบถามที่ตรงกับความเป็นจริงและให้ครบทุกข้อ ซึ่งจะทำให้งานวิจัยนี้ได้ผลตรงตามเป้าหมายคำตอบของผู้ตอบแบบสอบถาม รวมทั้งความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ผู้วิจัยจะนำไปใช้ประโยชน์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ซึ่งจะไม่มีผลเสียหายต่อตัวผู้ตอบแบบสอบถาม

ผู้วิจัยหวังว่าคงได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี จึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง

(นายฐิติกร จูประชากรณ์)
นักศึกษาปริญญาโท
สาขาสถาปัตยกรรม คณะบัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

แบบสอบถามนี้แบ่งเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลสถานะภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์

ตอนที่ 3 ข้อมูลส่วนบริการ และสนับสนุนอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 : ข้อมูลสถานภาพส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

โปรดใส่เครื่องหมาย/ลงในช่อง ☐ หน้าข้อความที่เป็นจริง หรือกรอกข้อความตามจริงในช่องว่าง

1. เพศ

   ☐ ชาย

   ☐ หญิง

2. ปัจจุบันท่านมีอายุ

   ☐ 16 – 20 ปี ☐ 21 – 25 ปี

   ☐ 25 ขึ้นไป

3. สถานภาพปัจจุบัน

   ☐ นักศึกษาชั้นปี 1 ☐ นักศึกษาชั้นปี 2

4. สถานศึกษา

   ☐ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

   ☐ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล

   ☐ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

   ☐ สถาบันราชภัฏพระนคร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะการจัดสภาพห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ โปรดใส่เครื่องหมาย/ลงในช่อง ☐ หน้าข้อความที่เป็นจริง หรือกรอกข้อความตามจริงในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลเกี่ยวกับการเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์

1. ลักษณะของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ของท่านเป็นอย่างไร

   ☐ เป็นห้องปฏิบัติการเฉพาะวิชา ☐ เป็นห้องปฏิบัติการรวมหลายวิชา

   ☐ เป็นห้องเรียนดัดแปลงเป็นห้องปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

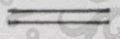
2. เพื่อนร่วมชั้นเรียนวิชาปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ของท่านมีจำนวนเท่าไร

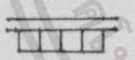
   ..... คน

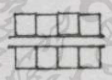
3. ท่านเคยพบปัญหาในการต้องรอคอยการใช้ห้องปฏิบัติการเคมี หรือไม่

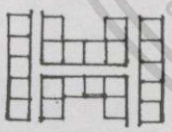
   ☐ เคย เนื่องจาก..... ☐ ไม่เคย

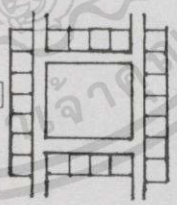
4. ลักษณะของห้องปฏิบัติการกับทางเดินควรมีลักษณะใด

   ทางเดิน  ห้องปฏิบัติการ

   ☐ 

   ☐ 

   ☐ 

   ☐ 

5. ปัจจุบันห้องปฏิบัติการของท่านอยู่ชั้นใด

   ☐ ชั้นล่าง ☐ ชั้นที่ 2

   ☐ ชั้นที่ 3 ☐ สูงกว่าชั้นที่ 3 ขึ้นไป

6. พื้นที่ปฏิบัติการของท่านปัจจุบันเป็นอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

   ☐ คับแคบ ☐ ไม่เป็นส่วนตัว

   ☐ ขาดความเป็นระเบียบการวางครุภัณฑ์ ☐ คล่องตัว สะดวกสบายดี

   ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ภายในอาคารมีบันไดขึ้น – ลง เพื่อมาห้องปฏิบัติการเป็นอย่างไร

☐ น้อยมาก ห่างไกล ☐ เพียงพอแล้ว

☐ มากเกินไป

8. ปัจจุบันทางเดินหน้าห้องปฏิบัติการเคมีของท่านเป็นอย่างไร

☐ กว้างมาก ☐ เล็ก คับแคบ

☐ กว้างแต่ใช้เป็นที่วางของ ☐ อื่นๆโปรดระบุ.....

9. ท่านคิดว่าเวลาของวิชาปฏิบัติการเคมีของท่านเป็นอย่างไร

☐ น้อยไป ☐ เพียงพอแล้ว

☐ มากไป

10. ห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีประตูเข้าออกกี่ทาง.

☐ ทางเดียว ☐ 2 ทาง

☐ 3 ทาง ☐ มากกว่า 3 ทาง

11. ปัจจุบันท่านรู้สึกว่า ความสูงจากพื้นถึงเพดาน ในห้องปฏิบัติการของท่าน เป็นอย่างไร

☐ เพดานต่ำ อึดอัด ☐ เพดานสูงมากเกินไป

☐ สูงโปร่งพอดี ☐ อื่นๆโปรดระบุ.....

ควรจะมีความสูง..... เมตร

12. ห้องปฏิบัติการเคมี ควรมีห้องพักสำหรับเฝ้าคอยการทดลองให้นักศึกษาหรือไม่

☐ ไม่จำเป็น ☐ จำเป็น

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง

1. ผนังห้องปฏิบัติการเคมีของท่านปัจจุบันมีปัญหาอย่างไรบ้าง (ตอนได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไม่มีปัญหา ☐ เก่า แตกร้าว ผุกร่อน

☐ สีหลุดกร่อน ☐ มีน้ำรั่วซึม

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. พื้นห้องปฏิบัติการเคมีของท่านปัจจุบันมีปัญหาอย่างไรบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไม่มีปัญหา ☐ ขรุขระไม่เรียบ

☐ ต่างระดับ ☐ ลื่นเมื่อมีน้ำหก

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3. พื้นผิวของโต๊ะปฏิบัติการเคมี ปัจจุบันมีปัญหาอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ไม่มีปัญหา ☐ ผิวไม่เรียบ

☐ มีรอยขีดข่วน ☐ มีรอยไหม้

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 3 : การจัดห้องปฏิบัติการเคมี

1. โต๊ะปฏิบัติการเคมีของท่าน เป็นอย่างไร

☐ ติดตายตัวกับพื้น ☐ โต๊ะเรียนซึ่งนำมาจัดต่อกัน

☐ โต๊ะเอนกประสงค์ที่นำมาใช้ปฏิบัติการ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ระยะห่างของโต๊ะ แต่ละโต๊ะเป็นอย่างไร

☐ คับแคบ ☐ เหมาะสมดี

☐ ห่างมากเกินไป ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3. ขนาดของโต๊ะปฏิบัติการเป็นอย่างไร

☐ เล็ก แออัด ☐ เหมาะสมดี

☐ กว้างมากไป ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

4. ที่วางใต้โต๊ะปฏิบัติการ ควรใช้วางสิ่งใดบ้าง . ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ เก้าอี้ ☐ ที่ทิ้งขยะ

☐ อุปกรณ์ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

5. การจัดโต๊ะห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ควรแบ่งเป็นโต๊ะละกี่คน

☐ 2 คน ☐ 4 คน

☐ 6 คน ☐ 8 คน

☐ มากกว่า 8 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 : ข้อมูลส่วนบริการและสนับสนุนอาคาร

ส่วนที่ 1 : ระบบการรักษาความปลอดภัย

1. ท่านคิดว่า ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ควรมียามไว้ในเวลาใด

☐ ไม่จำเป็นต้องมี ☐ เฉพาะกลางวัน

☐ เฉพาะกลางคืน ☐ ตลอด 24 ชั่วโมง

2. ท่านคิดว่า บริเวณทางเข้า – ออก ควรมีการควบคุมอย่างไร

☐ บุคคลภายนอกห้ามเข้า ☐ บุคคลภายนอกต้องแลกบัตร

☐ ตรวจบัตรเฉพาะกลางคืน ☐ ไม่จำเป็นต้องตรวจ

3. ปัญหาอุปกรณ์ไฟฟ้าในห้องปฏิบัติการเคมีของท่านเป็นอย่างไร

☐ ไม่มีปัญหา ☐ เก่า ชำรุด

☐ มีไฟฟ้ารั่ว ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

4. ควรมีสัญญาณเตือนภัยเป็นระบบใด

☐ เคาะระฆัง ☐ กริ่งสัญญาณ

☐ ตะโกนบอกต่อ ☐ ไม่จำเป็น ตัวใครตัวมัน

5. การควบคุมเพลิงไหม้ควรใช้ระบบใดก่อน ใส่หมายเลข 1 2 3 4 ตามลำดับของความสำคัญหน้าข้อแต่ละข้อ

☐ ระบบตรวจควัน ☐ ระบบตรวจจับความร้อน

☐ ระบบสายฉีด ☐ ระบบถังดับเพลิง

6. ควรมีการป้องกันภัยจากสิ่งแวดล้อมใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ แสงแดด ☐ ความร้อนจากดวงอาทิตย์

☐ เสียงรบกวนจากภายนอก ☐ ลมธรรมชาติ

7. อุบัติเหตุที่เกิดขึ้นเสมอๆ คือ

☐ หกล้อมจากพื้นต่างระดับ ☐ สารเคมีหกใส่ผิวหนัง

☐ หกล้อมจากพื้นที่ลื่นเป็นมัน ☐ ไฟไหม้

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 : ระบบบำบัดน้ำเสีย

1. ห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ ควรมีระบบบำบัดน้ำเสียอย่างไร

☐ ไม่จำเป็น ☐ ต้องมีลักษณะเฉพาะ

☐ ใช้ระบบทั่วไปเหมือนบ้านพักอาศัย ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ในการปฏิบัติการทดลองนั้นสารที่ถูกปล่อยออกจากห้องปฏิบัติการ เป็นสารชนิดใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ กรด – ด่าง ☐ น้ำมัน

☐ สารพิษ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3. หากไม่มีการบำบัดน้ำเสีย ท่านคิดว่าจะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ กลิ่นเหม็น ☐ น้ำเน่าเสีย

☐ ตกตะกอนในท่อระบายน้ำ ☐ ไม่มีผล

ส่วนที่ 3 : ระบบน้ำใช้

1. ปัญหาการใช้น้ำในอาคารปฏิบัติการภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์เป็นอย่างไร

☐ ไม่มีปัญหา ☐ ไหลค่อย

☐ ไม่ไหล ☐ ไหลแรงเกินไป

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. จำนวนอ่างน้ำในห้องปฏิบัติการ เป็นอย่างไร

☐ มีเพียงพอ ☐ ไม่เพียงพอ

☐ ไม่มีเลย ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3. โต๊ะปฏิบัติการควรมีก๊อกน้ำ อัตราส่วนต่อโต๊ะเป็นอย่างไร

☐ 1 ก๊อก ต่อ 1 โต๊ะ ☐ 1 ก๊อก ต่อ 2 โต๊ะ

☐ 1 ก๊อก ต่อ 3 โต๊ะ ☐ 1 ก๊อก ต่อ 4 โต๊ะ

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 4 : ระบบไฟฟ้า

1. การใช้ไฟฟ้า ภายในห้องปฏิบัติการนำไปใช้กับอุปกรณ์ใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ แสงสว่าง ☐ พัดลม

☐ เครื่องมือทดลอง ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ปัญหาแสงสว่างในห้องปฏิบัติการเคมีของท่าน เป็นอย่างไร

☐ สว่างมากเกิน ☐ เพียงพอ

☐ ไม่เพียงพอ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3. พัดลมที่ใช้ภายในห้องปฏิบัติการ ควรเป็นชนิดใด

☐ ตั้งโต๊ะ ☑ ตั้งพื้น

☐ แขวนดาน ☐ ชนิดดูดอากาศ

4. หลอดไฟฟ้า ในห้องปฏิบัติการควรมีคุณสมบัติอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ มีความสว่างพอทุกๆ โต๊ะ ☐ ทำความสะอาดง่าย

☐ ใช้หลอดไฟฟ้าทั่วไป ☐ ป้องกันไฟได้

☐ แสงสปอตไลท์

5. ท่านต้องการแสงสว่างจากไฟฟ้า ในห้องปฏิบัติการลักษณะใด

☐ โคมไฟติดโต๊ะ ☐ โคมไฟติดเพดาน

☐ โคมแขวน ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 5 : ระบบการระบายอากาศ

1. ท่านต้องการให้มีการระบายอากาศในห้องปฏิบัติการอย่างไรบ้าง

☐ ติดเครื่องดูดควัน ☐ ติดพัดลมเพดาน

☐ ติดเครื่องปรับอากาศ ☐ มีพัดลมแบบตั้งพื้น

☐ ใช้ลมธรรมชาติ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ในการสัญจรทางตั้ง สำหรับอาคารปฏิบัติการควรจะใช้การสัญจรแบบใด

☐ บันได ☐ ทางลาด

☐ ลิฟต์ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลิฟต์ที่ใช้ในอาคาร ควรมีความจุเท่าใด

☐ 6 คน ☐ 10 คน

☐ 15 คน ☐ 20 คน

4. ในการใช้พื้นที่โถงพักคอย ในอาคารปัจจุบัน ท่านประสบปัญหาใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ การใช้พื้นที่ผิดประเภท เช่น ใช้วางตู้เอกสาร

☐ พื้นที่เล็กคับแคบ

☐ แสงสว่างไม่พอ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 6 : ระบบแก๊ส

1. ในอาคารปฏิบัติการ การใช้พลังงานแก๊สควรมาจากแหล่งใด

☐ แก๊สบรรจุถังเก็บไว้ใต้โต๊ะ ☐ เดินท่อแก๊สจากห้องเก็บถังแก๊ส

อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ปัญหาปัจจุบัน ในการใช้แก๊ส เป็นอย่างไร

☐ แก๊สรั่ว ☐ แก๊สไม่เพียงพอ

☐ แก๊สออกไม่สม่ำเสมอ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ส่วนที่ 7 : ระบบป้องกันอัคคีภัย

1. ภายในอาคารปฏิบัติการ ควรติดตั้งสัญญาณเตือนภัยระบบใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ กริ่งสัญญาณ ☐ ตรวจควัน

☐ จับความร้อน ☐ ตรวจแก๊ส

2. วิธีป้องกันเพลิงไหม้ สามารถทำได้โดยวิธีใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

☐ ใช้วัสดุทนไฟ ☐ ติดตั้งสัญญาณเพลิงไหม้

☐ ใช้ถังดับเพลิง ☐ มีทางหนีไฟ

3. ควรจะติดตั้งถังดับเพลิงไว้ที่ใด

☐ ใกล้ประตูห้องปฏิบัติการ ☐ หน้าลิฟต์

☐ ใกล้บันได ☐ โต๊ะเจ้าหน้าที่ ร.ป.ภ.

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 8 : ระบบกำจัดสิ่งปฏิกูล

1. ถังหรือที่รองรับขยะมูลฝอย ในอาคารปฏิบัติการควรมีลักษณะอย่างไร (ตอบได้มากกว่า 1ข้อ)

☐ เป็นพลาสติก ☐ เป็นสแตนเลส

☐ แข็งแรง ☐ ทำความสะอาดได้ง่าย

☐ น้ำหนักเบา ☐ ไม่เป็นสนิม

☐ มีที่หิ้ว ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

2. ประเภทของขยะในอาคารปฏิบัติการมีกี่ประเภท

☐ ขยะทั่วไป ☐ กากสารเคมี

☐ ขยะติดเชื้อ ☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

3. วิธีเก็บรวบรวมขยะควรใช้วิธีใด

☐ แยกขยะประเภทต่างๆ ☐ รวมใส่ถังเดียวกัน

☐ อื่นๆ โปรดระบุ.....

ปัจจุบันอาคารปฏิบัติการของท่านใช้วิธี.....

ส่วนที่ 9 : การซ่อมและบำรุงรักษา

	ข้อมูล	มาก	เพียงพอ	น้อย	ไม่มี
1	มีมาตรการควบคุมการใช้ – เก็บอุปกรณ์				
2	มีเครื่องดับเพลิงและอุปกรณ์ดับเพลิง				
3	มีแสงสว่างเพียงพอ				
4	แผงสวิตซ์ตัดไฟสะดวกต่อการใช้งาน				
5	การถ่ายเท				
6	มีแว่นหรือหน้ากากป้องกันดวงตา				
7	ระบบน้ำประปา				
8	ตู้ยา เพื่อการปฐมพยาบาล				
9	มีการบอกวิธีการใช้สารเคมีและเครื่องไฟฟ้า				
10	มีแผ่นป้ายบอกวิธีป้องกันอุบัติเหตุ				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสัมภาษณ์อาจารย์และเจ้าหน้าที่ ประกอบการวิจัย
เรื่อง แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

ผู้ให้สัมภาษณ์ .....
ตำแหน่ง.....
สถานที่ตั้งและห้องปฏิบัติการเคมี .....
ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเคมี เป็นเวลา..... **ปี**
วันที่..... **เดือน**..... **พ.ศ.** .....

1. ท่านคิดว่าที่ตั้งของห้องปฏิบัติการเคมี พื้นฐาน ของท่านเป็นอุปสรรคในการปฏิบัติหน้าที่ของท่าน และนักศึกษาหรือไม่ อย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. ท่านคิดว่าการเลือกใช้วัสดุพื้นผิว ของส่วนต่างๆ ภายในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ควรมีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

   .....

3. ท่านคิดว่า การซ่อมและบำรุงรักษาห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ควรทำอย่างไร

   .....

   .....

4. จากประสบการณ์ของท่าน เคยพบว่ามีอุบัติเหตุเกิดขึ้นภายในห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐานกี่ครั้ง มีสาเหตุจากอะไร และร้างแรงมากน้อยอย่างไร

   .....

   .....

   .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสัมภาษณ์สถาปนิกและวิศวกร ประกอบการวิจัย
เรื่อง แนวความคิดในการออกแบบห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน
คณะวิทยาศาสตร์ ระดับปริญญาตรี

ผู้ให้สัมภาษณ์ .....

ตำแหน่ง.....

สถานที่ตั้งและห้องปฏิบัติการเคมี .....

ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการเคมี เป็นเวลา..... **ปี** .....**แห่ง**

วันที่..... **เดือน**..... **พ.ศ.** .....

1. ท่านคิดว่าการเลือกที่ตั้งห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ควรมีกฎเกณฑ์อย่างไร

   .....

   .....

   .....

2. การเลือกใช้วัสดุก่อสร้างของห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ควรมีลักษณะอย่างไร

   .....

   .....

3. ท่านคิดว่า ตำแหน่งของโต๊ะปฏิบัติการ ควรเป็นอย่างไร

   .....

   .....

4. อุปกรณ์เกี่ยวกับการป้องกันและเตือนภัย ควรเป็นอย่างไร

   .....

   .....

   .....

5. วิธีการซ่อมและบำรุงรักษาห้องปฏิบัติการเคมีพื้นฐาน ควรปฏิบัติอย่างไร

   .....

   .....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายฐิติกร จูประชากรณ์
วัน เดือน ปี เกิด	30 มีนาคม 2513
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานคร
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	277 ซ. 5 การเคหะ ฯ ถนนนวมินทร์ แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพมหานคร
สถานที่ทำงาน	ที่บ้าน รับงานออกแบบ-เขียนภาพ Perspective
ประวัติการศึกษา	สำเร็จการศึกษา ปวช. (สถาปัตยกรรม) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตอุเทนถวาย ปีการศึกษา 2531 สำเร็จการศึกษา ปวส. (สถาปัตยกรรม) สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตอุเทนถวาย ปีการศึกษา 2534 สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม สถาบันราชภัฏพระนคร ปีการศึกษา 2538 สำเร็จการศึกษาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้