

การจัดการห้องปฏิบัติการปฐพีสำหรับเครื่องมือในงบประมาณธนาคารโลก

Managing Soil Laboratory for World Bank Budget



เลขหม.....
เลขทะเบียน... 42409
วัน, เดือน, ปี... ๒๐ พ.ค. 2545

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

โครงการพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MANAGING SOIL LABORATORY FOR WORLD BANK BUDGET



A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงการพิเศษ	การจัดการห้องปฏิบัติการปฐพีสำหรับเครื่องมือในงบประมาณธนาคารโลก MANAGING SOIL LABORATORY FOR WORLD BANK BUDGET
นักศึกษา	นายทรงกรต โรจน์โมลิก
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ สมเกียรติ ขวัญพุกภัย
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2543 คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

จากการที่ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังได้จัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ ในงบประมาณธนาคารโลก 2000 โดยในส่วนของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี มีการจัดซื้อเครื่องมือมา 70 รายการ แต่ละรายการก็จะแยกย่อยออกเป็นเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็นเครื่องมือสำหรับการทดลองทั้งหมด 23 การทดลอง จึงมีความจำเป็นที่จะต้องจัดระบบการจัดการห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งาน โดยการนำหลักการวางผังโรงงานมาประยุกต์ร่วมกับทรัพยากรและระบบมาตรฐานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title : **MANAGING SOIL LABORATORY FOR WORLD BANK BUDGET**
Name : **MR.SONGKROT ROJMOSIG**
Field : **CONSTRUCTION ENGINEERING**
Department : **CIVIL ENGINEERING**
Faculty : **ENGINEERING**
Advisor : **MR.SOMKIAT KWANPRUEK**

ABSTRACT

According to World Bank Budget 2000, the Department of Civil Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang has purchased a great deal of apparatus. Seventy items of that were used for the soil Laboratory, and each item has lots of instruments encompassing twenty-three soil experiments. Consequently, it is necessary to establish the management system of the soil laboratory. Corresponding with existing resources and standard systems, the principles of plant lay out were applied to make the management system as effective as possible.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการพิเศษฉบับนี้ หากขาดบุคคลเหล่านี้ในการให้ความช่วยเหลือทั้งในส่วนของการให้คำแนะนำ ดิฉง และบ่งบอกถึงปัญหาต่างๆ แล้ว คงจะสำเร็จเสร็จสิ้นลงเสียมิได้ จึงขอกราบขอพระคุณบุคคลต่างๆ ที่มีส่วนสำคัญที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จลงด้วยดี ดังรายนามต่อไปนี้

- อาจารย์สมเกียรติ ขวัญพุกษ์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการในการให้คำแนะนำและความรู้ตลอดจนจัดหาปัจจัยต่างๆที่จำเป็นในการทำโครงการพิเศษ
- อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่มีส่วนในการประสิทธิประสาทความรู้ต่างๆ กับข้าพเจ้า
- ญาติพี่น้องที่เป็นแรงบัลดาลใจของข้าพเจ้าเสมอมาในระหว่างทำโครงการพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน(ภาษาไทย)	ก
	ปกใน(ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอ努มติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฌ
	สารบัญภาพ	ญ
1	บทนำ	
	1.1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2. วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ	1
	1.3. ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้	1
	1.4. ขอบเขตโครงการพิเศษ	2
	1.5. วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงการพิเศษ	2
	1.6. ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
2	วรรณกรรมปริทัศน์	
	2.1. บทนำ	3
	2.2. การวางผังห้องปฏิบัติการ	3
	2.2.1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาวางผังห้องปฏิบัติการ	3
	2.2.1.1. ข้อมูลเริ่มแรกสำหรับการทำการวิเคราะห์	3
	2.2.1.2. หลักการจัดวางผังห้องปฏิบัติการ	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.2.2. การวิเคราะห์ศักยภาพของห้องปฏิบัติการที่ดี	8
	2.2.2.1. ประเภทของเครื่องมือที่มีใช้ในห้องปฏิบัติการ	8
	2.2.2.2. วัตถุประสงค์ของห้องปฏิบัติการแต่ละประเภท	9
	2.2.2.3. วิเคราะห์การหาพื้นที่ใช้งาน	9
	2.2.2.4. การจัดวางผังรวม	10
	2.2.2.5. สีที่ใช้แสดงความปลอดภัย	11
	2.2.2.6. การประยุกต์ใช้ต่าง ๆ มาใช้สำหรับพื้นที่ทำงานของเครื่องมือ	11
	2.2.3. หลักการจัดวางผังห้องปฏิบัติการ	12
	2.2.3.1. หาขนาดของพื้นที่	12
	2.2.3.2. การทำผัง	12
	2.2.3.3. การสร้างผัง	13
2.3	ลักษณะของห้องปฏิบัติการ	13
2.4	ลักษณะของอาคารและการออกแบบสำหรับห้องปฏิบัติการ	14
2.5	การบำรุงรักษาเครื่องมือ	16
	2.5.1 วัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษาเครื่องมือ	16
	2.5.2 ลักษณะการบำรุงรักษา	16
	2.5.2.1. การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน	17
	2.5.2.2. การซ่อมบำรุงเป็นประจำ	17
	2.5.2.3. การซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันตามวาระ	18
	2.5.2.4. การซ่อมบำรุงเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือเกิดการชำรุด	18
	2.5.3. ขั้นตอนการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน	18
	2.5.3.1. กำหนดนโยบายในการบำรุงรักษา	19
	2.5.3.2. ทำการเลือกและกำหนดอุปกรณ์เครื่องมืออุปกรณ์ที่สำคัญ	19
	2.5.3.3. ทำการกำหนดมาตรฐาน	19
	2.5.3.4. การวางแผนบำรุงรักษา	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.5.3.5.การวางแผนตรวจสอบ	19
	2.5.3.6.การดำเนินการ	20
	2.5.3.7.การบันทึก	20
	2.5.3.8. การประเมินผล	20
	2.5.4. ผลจากการจัดมาตรการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง	21
	2.5.5. การจัดบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพ	21
	2.5.5.1. อุปสรรคที่มีผลต่อการบำรุงรักษา	21
	2.5.5.2. แนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการบำรุงรักษา	22
2.6	ระบบระเบียบของห้องปฏิบัติการ	23
2.6.1	ระเบียบสำหรับบริหารห้องปฏิบัติการ	23
	2.6.1.1.ระเบียบพัสดุ	23
	2.6.1.2.ระเบียบวัสดุคงคลัง	24
	2.6.1.3.ระเบียบการซ่อมบำรุง	25
	2.6.1.4.ทะเบียนบันทึกการใช้เครื่องมือปฏิบัติงานของนักศึกษา	25
2.6.2	ระเบียบการปฏิบัติงานของนักศึกษา	26
2.6.3	ระเบียบเกี่ยวกับการเงินของห้องปฏิบัติการ	26
2.7.	ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	26
2.7.1.	ลักษณะทางกายภาพของห้องปฏิบัติการกับการเกิดอุบัติเหตุ	27
	2.7.1.1.ผังห้องปฏิบัติการกับการเกิดอุบัติเหตุ	27
	2.7.1.2.การระบายอากาศกับการเกิดอุบัติเหตุ	27
	2.7.1.3.แสงสว่างกับการเกิดอุบัติเหตุ	28
	2.7.1.4. เสียงกับการเกิดอุบัติเหตุ	28
	2.7.1.5. อุณหภูมิกับการเกิดอุบัติเหตุ	30
2.7.2.	หลักเกณฑ์การสร้างความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ	30
	2.7.2.1.ผังห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมจะช่วยลดอันตรายได้	31
	2.7.2.2.การระบายอากาศ	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.7.2.3.การใช้แสงสว่าง	32
	2.7.2.4.การลดอันตรายจากเสียงดังมาก	32
	2.7.2.5.การลดอันตรายจากอากาศร้อนมาก	32
3	วิธีการดำเนินการทำโครงการพิเศษ	
	3.1. ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาปัญหา	33
	3.1.1. การเตรียมก่อนการดำเนินการ	33
	3.1.2. การดำเนินการ	33
	3.1.3. การทดลองนำผลการดำเนินการมาใช้งานจริง	34
	3.1.4. การสรุปผลและวิเคราะห์ผลการดำเนินการ	34
	3.1.5. จัดทำรายงาน	34
	3.2. การดำเนินการ	34
	3.2.1. จัดทำขอบเขตทางเดินและบริเวณการทำทดลอง	34
	3.2.2. กำหนดตำแหน่งและจัดวางเครื่องมือ	40
	3.2.3. จัดทำฐานข้อมูลเครื่องมือที่จัดซื้อในงบประมาณธนาคารโลก	44
	3.2.4. จัดทำแบบฟอร์มการใช้ห้องห้องปฏิบัติการ	44
	3.2.5. มีมาตรฐานความปลอดภัยอย่างเพียงพอ	45
	3.2.6. มีข้อเสนออย่างเพียงพอในการใช้เครื่องมือแต่ละชนิด	45
	3.2.7. ทำการตรวจวัดการใช้งานจากนักศึกษาที่ใช้งานจริงตามการทดลองต่างๆ	47
	3.2.8. หาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่จัดขึ้นให้มีการใช้ได้จริง ในทางปฏิบัติ	47
4	สรุปผลและวิเคราะห์ผลการดำเนินการ	
	4.1.ผลที่ได้รับจากดำเนินการ	48
	4.2.ข้อเสนอแนะ	48
	4.3.รวบรวมปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ เรื่อง

หน้า

บรรณานุกรม

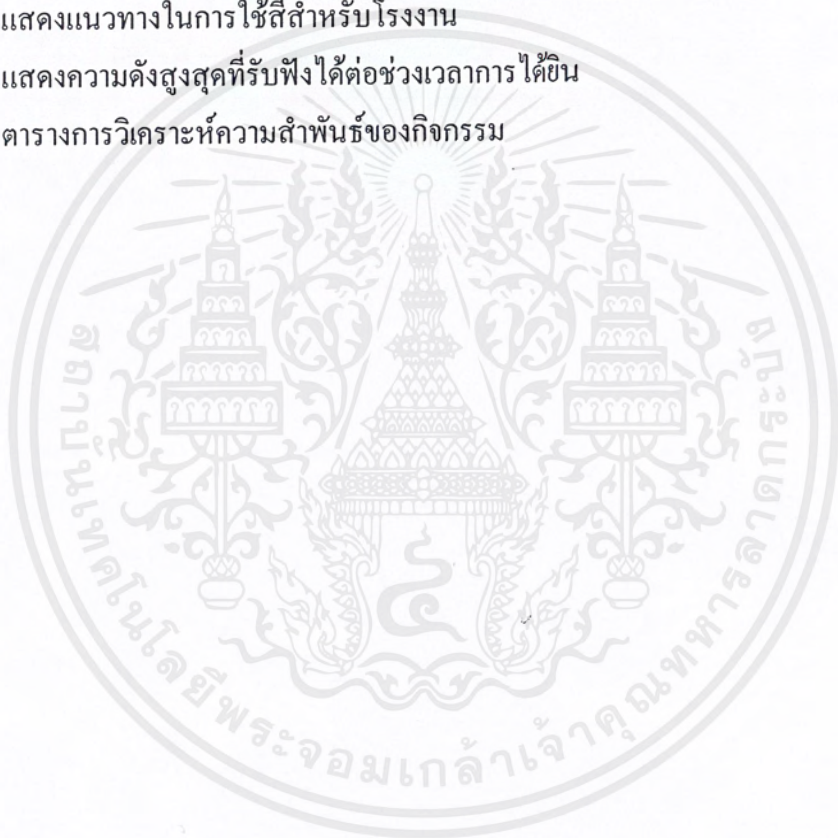
50

ภาคผนวก

- ก. ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ
- ข. รายการเครื่องมือตามงบประมาณธนาคาร โลกสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี
- ค. แบบฟอร์มสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี
- ง. แบบสอบถามการจัดการห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี
- จ. แผนผังการจัดห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี
- ฉ. แผนที่แสดงที่ตั้งห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี
- ช. ผังการจัดองค์กร

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1.	การใช้งาน สำหรับขนาดทางเดินที่ได้เสนอแนะ	6
2.2.	แสดงตัวอย่างตารางสำหรับวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม	7
2.3.	แสดงตัวอย่างมือเครื่องขนาดใหญ่ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี	8
2.4.	แสดงแนวทางในการใช้สีสำหรับโรงงาน	11
2.5.	แสดงความดังสูงสุดที่รับฟังได้ต่อช่วงเวลาการได้ยิน	29
3.1	ตารางการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของกิจกรรม	41



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.1	แสดงเขตปฏิบัติการที่ 1 มองจากหลังห้อง	35
3.2	แสดงเขตปฏิบัติการที่ 1 มองจากหน้าห้อง	35
3.3	แสดงเขตปฏิบัติการที่ 2	36
3.4	แสดงเขตปฏิบัติการที่ 3	36
3.5	แสดงห้องปฏิบัติการที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และความดัน	37
3.6	แสดงห้องปฏิบัติการที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และความดัน	37
3.7	แสดงห้องปฏิบัติการที่ควบคุมเสียง	38
3.8	แสดงแนวทางเดินและแนวเขตปฏิบัติการ	40
3.9	แสดงหน้าจอควบคุมบนเครื่อง Digital Shear Machine	46

บทที่ 1

บทนำ

1.1.ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักวิชาการทุกวันนี้ได้มุ่งเน้นถึงการจัดการและบริหารทรัพยากรให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพราะเป็นที่ทราบกันอยู่แล้วว่าการนำทรัพยากรมาใช้โดยการขาดวางแผน การพิจารณาถึงปัญหาที่จะตามมา ทำให้เกิดผลเสียมากกว่าผลประโยชน์ที่จะได้รับ ซึ่งทางห้องปฏิบัติการทางปฐพีได้รับการจัดสรรงบประมาณจากธนาคารโลกโดยการจัดซื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆประมาณ 70 กลุ่มรายการ เมื่อแยกย่อยออกมาก็จะประกอบด้วยวัสดุและอุปกรณ์ต่างๆมากมาย เมื่อมีมากก็จำเป็นที่จะต้องจัดระเบียบการใช้งานและการบริหารที่พอเหมาะกับพื้นที่และจำนวนตลอดจนลักษณะการนำมาใช้งานในการทำการทดลองต่างๆเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.2.วัตถุประสงค์ของโครงการพิเศษ

1. เพื่อนำเครื่องมือและอุปกรณ์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด
2. เพื่อสะดวกในการจัดเก็บและค้นหาเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆ
3. เพื่อจัดทำคู่มือการใช้เครื่องมือจากงบประมาณธนาคารโลก
4. เพื่อเป็นแนวทางการประกันคุณภาพทางการศึกษา

1.3.ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในโครงการพิเศษ

เครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆแต่ละชิ้นก็เหมือนกับคนหนึ่งคนย่อมที่จะมีรายละเอียดและลักษณะที่แตกต่างกันออกไปเมื่อมีความแตกต่างก็มีความจำเป็นที่จะต้องจัดระเบียบในการเก็บรักษา การใช้งาน การซ่อมแซม การประยุกต์ใช้งานที่เหมาะสม แต่หลักวิชาการเหล่านี้ส่วนใหญ่มักจะบรรจุอยู่สาขาวิชาอื่น การนำหลักวิชาการด้านการวางแผนโรงงานมาใช้ในการจัดห้องปฏิบัติการปฐพีเพื่อให้มีความสัมพันธ์ที่เหมาะสมกับการไหลเวียนของการทำการทดลองและขนาดพื้นที่ที่มีอยู่ ประกอบกับปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทมากเกี่ยวกับการจัดการข้อมูลที่มีอยู่มากจึงมีความเหมาะสมที่จะนำโปรแกรมบางโปรแกรมประยุกต์ใช้งาน

1.4.ขอบเขตของโครงการพิเศษ

1. จัดทำขอบเขตทางเดินและบริเวณการทำกรทดลอง
2. กำหนดตำแหน่งและจัดวางเครื่องมือ
3. จัดทำฐานข้อมูลเครื่องมือที่จัดซื้อในงบประมาณธนาคารโลก
4. จัดทำแบบฟอร์มการใช้ห้องห้องปฏิบัติการฯ ตลอดจนเอกสารยืม-คืน
5. มีมาตรฐานความปลอดภัยอย่างเพียงพอ
6. มีข้อเสนออย่างเพียงพอในการใช้เครื่องมือแต่ละชนิด
 - 6.1. จัดให้มีคู่มือการใช้งานประจำเครื่องมือที่จำเป็น
 - 6.2. จัดให้มีตารางการสอบเทียบเครื่องมือ

1.5.วิธีที่ใช้ในการดำเนินโครงการพิเศษ

1. เตรียมเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักวิชาการในการจัดห้องปฏิบัติการและรายละเอียดของเครื่องมือและ อุปกรณ์ต่างๆ
2. ทำการศึกษาเก็บรายละเอียดจากเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆจากของจริง
3. จัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. วางแผนการจัดห้องทดลองตามหลักวิชาการและการหมุนเวียนในการทำกรทดลอง
5. สรุปผลและวิเคราะห์ผล

1.6.ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เกิดประสิทธิภาพในการใช้ห้องทดลองและการหมุนเวียนในการปฏิบัติการทดลอง
2. สามารถนำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับห้องปฏิบัติการอื่นๆ
3. สามารถนำหลักวิชาการต่างๆมาประยุกต์เข้าด้วยกันบนพื้นฐานของความสัมพันธ์ที่เหมาะสม
4. เกิดแนวทางในการสร้างคุณภาพทางการศึกษา

บทที่ 2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. บทนำ

ห้องปฏิบัติการเป็นสถานที่ที่มีสำคัญ สถานศึกษาที่มีห้องปฏิบัติการที่มีประสิทธิภาพ และศักยภาพ ตามวัตถุประสงค์ที่ได้กำหนดไว้จะยังผลให้นักศึกษา หรือผลผลิตของสถานศึกษาดังกล่าว มีทักษะตามที่ได้กำหนดไว้อย่างครบถ้วน ห้องปฏิบัติการในสถานศึกษาเมื่อได้ทำการพิจารณาแล้วจะ เห็นได้ว่าห้องปฏิบัติการจะประกอบไปด้วยประเภทของเครื่องมือหลายลักษณะ โดยขึ้นอยู่กับผลที่ ต้องการจะได้รับและชนิดของสิ่งที่ต้องการจะศึกษา สำหรับห้องปฏิบัติการตามสถานศึกษาจะมีจุดมุ่ง หมายที่ผลิตบุคลากรผู้มีความรู้พื้นฐานในการใช้งานเครื่องมือและการประเมินผลที่ได้จากการทดลอง ตามที่มาจากหลักวิชาการต่างๆซึ่งนำมาซึ่งความรู้ความสามารถในการออกไปปฏิบัติงานจริงและ สามารถประยุกต์ใช้หลักทฤษฎีประกอบกับงานจริงได้

สิ่งที่จะได้รับจากห้องปฏิบัติการ

1. พัฒนาทักษะและเทคนิคในการใช้เครื่องมือ
2. ทำให้สามารถปรับประยุกต์เข้ากับหลักทฤษฎีได้
3. ได้ทำจริงทำให้เกิดความเคยชิน
4. เรียนรู้การทำงานจริงๆ
5. ฝึกการทำงานเป็นกลุ่ม
6. สามารถอธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นจริงกับหลักทฤษฎีได้

2.2. การวางแผนห้องปฏิบัติการ

2.2.1. การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อประกอบการพิจารณาวางแผนห้องปฏิบัติการ

2.2.1.1. ข้อมูลเริ่มแรกสำหรับการทำการวิเคราะห์

- แนวทางในการจัดวางแผนเครื่องมือ
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทราบว่าเป็นห้องปฏิบัติการทางด้านไหน
2. ลักษณะของการทดลองเพื่อให้ทราบเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะต้องใช้อย่างชัดเจน
3. จำนวนนักศึกษาในปัจจุบัน
4. จำนวนเขตปฏิบัติการ และห้องบริการการปฏิบัติการตามที่จำเป็น
5. ข้อพิจารณาในรายละเอียดเพิ่มเติม
 - ก. จะต้องมีการคำนวณของการทดลองต่างๆที่การทดลอง
 - ข. จำนวนเครื่องมือเล็กที่ต้องใช้ทั้งหมดเท่าใด
 - ค. จำนวนเครื่องมือขนาดใหญ่
 - ง. อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่จำเป็นจะต้องใช้ในห้องเรียนทฤษฎี อุปกรณ์ วัสดุ โสตทัศน ห้างพักอาจารย์ ตลอดจนห้องเก็บวัสดุและเครื่องมือ

- สภาพแวดล้อมที่ต้องคำนึงถึงเกี่ยวกับ การจัดสภาพห้องปฏิบัติการ

1. ระบบน้ำ ระบบไฟเหมาะสม
2. แสงสว่างจะต้องพอเพียงโดยเน้นแสงสว่าง ตามธรรมชาติ
3. การระบายอากาศจะต้องมีอากาศบริสุทธิ์พอเพียง
4. การควบคุมสถานะของเสียงที่เกิดขึ้น
5. การควบคุมเสียงดังที่จะเกิดขึ้น

- สิ่งที่จะคาดว่าจะความเป็นไปในอนาคต

1. จำนวนนักศึกษาที่จะรับมาเพิ่ม
2. จำนวนและชนิดของเครื่องมือที่จะสั่งมาเพิ่มเติม
3. การจัดโครงการอบรมผู้สัาธารณะชน
4. ผลที่เกิดจากการเปิดตลาดเสรี
5. การเพิ่มระดับทางการศึกษา

2.2.1.2. หลักการจัดวางผังห้องปฏิบัติการ

การวางผังห้องปฏิบัติการเป็นงานที่ละเอียดอ่อนต้องอาศัยศาสตร์หลายสาขามาประยุกต์เข้าด้วยกัน จะเห็นว่าปัจจุบันนี้การปฏิบัติงานในหลายด้านมีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์เข้า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยกัน ที่เห็นได้ชัดเจนคือมีการใช้ระบบคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานมากขึ้น ดังนั้นทำให้ปัจจัยต่างๆ ที่นำมาวิเคราะห์หามีมากขึ้น จำเป็นที่จะต้องมียุทธศาสตร์อย่างพอเพียง และใช้เวลาในการวางแผนมากพอสมควรสำหรับในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการจัดผังห้องปฏิบัติการเพื่อป้องกันอุบัติเหตุต่างๆ ที่จะส่งผลให้เกิดความเสียหายทั้งแก่ร่างกายและวัตถุต่างๆ ข้อพิจารณาการวางแผนดังนี้

1. จัดวางเครื่องมือให้ไกลแหล่งแสงสว่างธรรมชาติมากที่สุดสำหรับเครื่องมือที่ไม่มีผลเสียหายอันเกิดจากแสงอุตราไวโอเลต เครื่องมือที่มีผลเสียหายจากแสงเก็บในที่ที่สามารถควบคุมแสงได้ ถ้าไม่สามารถย้ายเครื่องมือได้ก็ให้ปรับปรุงพื้นที่ให้เหมาะสม
2. เครื่องมือขนาดใหญ่ควรจัดวางไกลทางออกเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
3. จัดเครื่องมือที่มีสภาพการเก็บและสภาพการทำงานขึ้นอยู่กับอุณหภูมิไว้ในส่วนที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้
4. จัดวางเครื่องมือทุกชนิดโดยให้
 - ก. รถเข็นหรือรถยกขนาดเล็กเข้าถึงด้านใดด้านหนึ่งของเครื่อง เพื่อความสะดวกต่อการขนย้ายชิ้นส่วน
 - ข. มีพื้นที่ว่างรอบๆ เครื่องมือพอสำหรับการถอดซ่อมเปลี่ยนอะไหล่และทำงาน
 - ค. มีพื้นที่การทำงาน (Operator Area) พอเพียง
 - ง. มีช่องว่างระหว่างกำแพงหรือสิ่งกีดขวางกับช่วงการทำงานของเครื่องมือ
5. จัดชั้นวางเครื่องมือ อุปกรณ์ไว้ใกล้ๆ เครื่องมือหลักของแต่ละการทดลอง
6. โต๊ะปฏิบัติงานควรจัดวางไว้ให้สะดวกในการทำงาน
7. จัดที่เก็บเศษวัสดุหรือเศษชิ้นงานที่ไม่ใช้ไว้เฉพาะ เพื่อให้บริเวณรอบๆ พื้นที่การทำงานโล่ง

- การกำหนดพื้นที่ใช้งาน

การกำหนดพื้นที่ใช้งาน ของเครื่องมือประเภทใด ๆ นั้นจะประกอบไปด้วยพื้นที่หลายลักษณะ Muther (1966) ได้แบ่งพื้นที่ใช้งานออกเป็นดังนี้

1. พื้นที่ของเครื่องมือเองรวมกับพื้นที่การทำงานของเครื่อง
2. พื้นที่ผู้ใช้งานและซ่อมบำรุง (Operator's work & maintenance Area)
3. พื้นที่สำหรับขึ้นลงวัสดุ (Material set-down Area)
4. พื้นที่ทางเดินและพื้นที่การบริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การพิจารณาการแบ่งพื้นที่การทำงานของเครื่องมือมีหลักในการแบ่งดังนี้

1. พื้นที่ของเครื่องมือวางบนพื้นตามขนาดของเครื่องมืออื่นๆ
2. พื้นที่ทำงานของผู้ใช้งาน ประมาณ 40-50 ซม.
3. พื้นที่สำหรับวางของและขนถ่ายวัสดุ
4. ระยะห่างระหว่างเครื่องหรือระยะปลอดภัยเครื่องกล ประมาณ 50 ซม.
5. ช่องทางเดิน ประมาณ 60 ซม.

- พื้นที่ทางเดินมีแนวทางในการจัดทางเดินในห้องปฏิบัติการมีดังนี้

1. จัดให้ทางเดินทุกแนวเป็นทางตรง
2. ระดับของทางเดินควรเท่ากันและเรียบ ในกรณีต่างระดับควรทำงานลาดเชื่อม
3. จัดให้ทางเดินอยู่ตรงกลาง
4. จัดให้ทางเดินที่พบกัน ข้ามกันเป็นมุมฉาก
5. จัดให้มีความกว้างที่เหมาะสม
6. จัดให้มีทางเดินขนาดความกว้าง หลายขนาดแปรตามปริมาณ

ตารางที่ 2.1. การใช้งานสำหรับขนาดทางเดินที่ได้เสนอแนะ

ลักษณะการใช้งาน	ขนาดความกว้าง
สำหรับคนเดินมือเปล่า 2 คน สวนกันได้	มากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 เมตร
รถเข็น 2 ล้อ และเดินทางเดียว	มากกว่าหรือเท่ากับ 0.6 เมตร
รถเข็น 4 ล้อ ในการขนส่งวัสดุกันเดียว	ความกว้างตัวรถ +/- 0.4 เมตร
รถเข็น 4 ล้อ ในการขนส่งสวนกันได้	ความกว้างตัวรถ 2 คัน +/- 1.0 เมตร
รถลากด้วยแรงคนที่มีแผ่นรองวัสดุ	1.5 – 2 เมตร
รถฟอร์คลิฟท์ขนาด 1 ตัน	2 – 3 เมตร
รถฟอร์คลิฟท์ขนาด 2 ตัน	3 – 4 เมตร
รถฟอร์คลิฟท์ขนาด 3 ตัน	4 – 4.5 เมตร

จากการประยุกต์ใช้หลักการวางผังโรงงาน จึงได้นำวิธีการวิเคราะห์มาใช้ดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2. แสดงตัวอย่างตารางสำหรับวิเคราะห์ความสำคัญของกิจกรรม

การสำรวจชั้นดินเบื้องต้น	
Atterberg's Limits	
ความถ่วงจำเพาะของดิน	
การหาขนาดของดิน	
การบดอัดดิน	
CBR	A 01
การหาความหนาแน่นของดินในสนาม	
Permeability	
Consolidation Test	
Direct Shear Test	
Unconfine Compression Test	
Triaxial Test	
Rowe Cell	
Field CBR	
Plate Bearing Test	
pH Determination	
Erodibility	
Field Vane Shear Test	

Value	Closeness	No.of Rating
A	Absolutely Necessary	
E	Especially Important	
I	Important	
O	Ordinary Closen O.K.	
U	Unimportant	
X	Not Desirable	

รหัส	เหตุผล
01	ใช้อุปกรณ์ร่วมกัน
02	เป็นการทดลองทางคันเดียวกัน
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
10	
11	

(สมศักดิ์ ตรีสัตย์, 2541)

สามารถนำตารางมาวิเคราะห์ โดยการระบุรายชื่อชุดการทดลองทั้งหมดลงในตาราง จากนั้นจึงกำหนดความสำคัญที่ต้องวางเครื่องมือชุดนั้นๆ ไว้ใกล้หรือไกลกันโดยการกำหนดเป็น สัญลักษณ์ขึ้นมา จากนั้นจึงบอกถึงเหตุผลของความสัมพันธ์ของชุดการทดลองนั้นๆ เป็นรหัสดังแสดง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2. การวิเคราะห์ศักยภาพของห้องปฏิบัติการที่ดี

2.2.2.1 ประเภทของเครื่องมือที่มีใช้ในห้องปฏิบัติการ

ก่อนที่จะทำการจัดวางผังห้องปฏิบัติการได้จะต้องทราบเสียก่อนว่ามีเครื่องมือและอุปกรณ์ประเภทใดบ้าง จำนวนเท่าไรที่จะต้องทำการจัดวางผัง การที่จะรู้ถึงประเภทของเครื่องมือได้นั้นจะต้องทราบเสียก่อนว่าห้องปฏิบัติการดังกล่าวมีวัตถุประสงค์เช่นไร จะทำการปฏิบัติการประเภทไหนอย่างไร มีลักษณะการปฏิบัติงานอย่างไร จากหัวข้อที่กล่าวมานี้จะสามารถประเมินได้ว่าควรจะใช้เครื่องมือเช่นไร เมื่อได้ประเภทของเครื่องมือแล้วก็นำไปประเมินเทียบกับจำนวนนักศึกษาที่ทำการปฏิบัติการเพื่อหาปริมาณของเครื่องมือแต่ละประเภท ส่วนของห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี ภาควิชาวิศวกรรมโยธา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ได้มีการสั่งซื้ออุปกรณ์และเครื่องมือในงบประมาณธนาคารโลก มากกว่า 70 รายการ เมื่อคำนวณปริมาณจำนวนชิ้นของเครื่องมือและวัสดุออกมา ก็จะมีกว่า 2,500 ชิ้น นอกจากนั้นยังมีอุปกรณ์ประกอบอื่นอีกมากมายดังรายการตัวอย่าง

ตารางที่ 2.3. แสดงตัวอย่างมือเครื่องขนาดใหญ่ในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี

รายการ	จำนวน(เครื่อง)
EFL2 SIEVE SHAKER	2
DIGITAL HOTPLATE	1
MICROWAVE OVEN	1
HIGH SPEED STIRRER	1
FLASH SHAKER	2
CONSTANT TEMPERATURE BATH	5
200mm DIA HOTPLATE	4
END OVER END SHAKER	4
NON VACUUM DESICATOR	8
VACUUM DESICATOR	2
CONSOLIDATION FRAME	6
50KN CBR TEST MACHING	1
DIGITAL DIRECT SHEAR MACHINE	2

รายการ	จำนวน(เครื่อง)
SOILS DRYING OVEN 225LT	6
10 LITRE MIXER	1
TRITEST 10	1
DIGITAL TRITEST 100	2

(Universities Science & Engineer Education Project,[USEEP], 2543)

2.2.2.2. วัตถุประสงค์ของห้องปฏิบัติการแต่ละประเภท

ห้องปฏิบัติการแต่ละแห่งอาจจะมีจุดมุ่งหมายหรือวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนที่แตกต่างกันออกไปการวางแผนห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องคำนึงถึงข้อนี้ที่สำคัญ จุดมุ่งหมายหลักของห้องปฏิบัติการสามารถที่จะแบ่งได้ดังนี้

1. เพื่อปฏิบัติการการใช้งานเครื่องมือ,ฝึกทักษะการทำงานและนำผลการทดลองไปหาค่าต่างๆตามหลักวิชาที่ได้เรียนมาเพื่อการออกแบบตามสาขาอาชีพ
2. เพื่อปฏิบัติการทางการสอนปฏิบัติ

ห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะจัดอยู่ในประเภทแรก ซึ่งเป็นการฝึกให้นักศึกษามีทักษะในการใช้เครื่องมือและให้เป็นวิศวกรที่ถึงพร้อมด้วยภาคทฤษฎีและปฏิบัติ

2.2.2.3. วิเคราะห์การหาพื้นที่ใช้งาน

การวิเคราะห์นี้จะยึดหลักของ Muther โดยทำการร่างรายละเอียดของแต่ละเครื่องมือลงในแผ่นข้อมูล เช่นเดียวกับ Machinery & Equipment Layout Data โดยจะเพิ่มพื้นที่บางส่วนที่จำเป็นลงไป รายละเอียดของพื้นที่ที่ใช้คิดคำนวณมีดังนี้

1. พื้นที่ของตัวเครื่องมือ ส่วนที่วางบนพื้นที่สามารถวัดได้จากเครื่องมือประเภทนั้น ๆ
2. พื้นที่อันตราย ทำการคิดรวมกัน 2 กรณีคือ
 - ก. เมื่อเครื่องมือทำงานมีช่วงทำงานนอกพื้นที่ของตัวเครื่องมือยังผลให้เกิดอันตรายได้ เช่น กรณีของเครื่องเข่าสาร เป็นต้น สำหรับกรณีนี้สามารถหาได้จากช่วงรัศมีที่จะหมุนออกมาสูงสุด ของเครื่องแต่ละเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ข. คิดจากพื้นที่ เมื่อเครื่องมือทำงานแล้วมีผลให้เกิดเศษโลหะกระเด็นไป รวมถึงอาณาบริเวณที่ชิ้นงานหรือมีดตัดสามารถกระเด็นไปถึง เมื่อเกิดอุบัติเหตุ กรณีนี้สามารถที่จะหาได้จากการทดลองจากงานตามแบบฝึกหัดที่กำหนด แล้วมีผลให้กินอาณาบริเวณกว้างสุด เช่น งานประาษาที่มีเศษกระเด็นไปไกล ๆ เป็นต้นโดยทั่วไปแล้วเครื่องมือทางด้านปฐพีกลศาสตร์จะไม่มีกระทบจากสิ่งเหล่านี้มากนัก
3. พื้นที่การทำงานของผู้ใช้เครื่อง (Operator) และพื้นที่การซ่อมบำรุง (Maintenance) เหตุที่รวมพื้นที่ทั้งสองเข้าด้วยกันเพราะว่าการซ่อมบำรุงจะกระทำได้อีกต่อเมื่อเครื่องหยุดทำงานแล้วเท่านั้น เพราะฉะนั้น พื้นที่ทั้งสองประเภทจึงซ้อนกันได้ พื้นที่การซ่อมบำรุงควรมีพื้นที่มากพอเพียงและไม่ไปกินอาณาเขตของเครื่องข้างเคียง เพราะเมื่อเครื่องหนึ่งหยุดซ่อมเครื่องมือข้างเคียงก็ควรจะสามารถทำงานได้เป็นปกติเช่นเดิม การหาพื้นที่การซ่อมบำรุงพิจารณาจากจุดที่มีการถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนของเครื่องมือ สำหรับการหาพื้นที่การทำงานของผู้ใช้เครื่อง (Operator) โดยทั่ว ๆ ไป จะเว้นบริเวณหน้าคั่นบังคับต่าง ๆ ซึ่งมีการจัดวางเป็นหมวดหมู่ ส่วนใหญ่จะทำการเว้นไว้ประมาณ 50 – 60 ซม. ตลอดหน้าเครื่อง ซึ่งในความเป็นจริงแล้วการทำงานของผู้ควบคุมจะกินอาณาบริเวณเป็นแนวรัศมีรอบกลุ่มคั่นบังคับ แต่เมื่อรวมกับชั้นวางอุปกรณ์ย่อย และเครื่องมือวัดแล้วก็กินอาณาเขตไปตลอดแนวของหน้าเครื่องมือ
 4. พื้นที่สำหรับการบริการและบริเวณวางวัสดุ (Material set – down Area) ในงานขนาดใหญ่ๆ จำเป็นต้องเว้นระยะไว้ โดยดูจากงานตามแบบฝึกหัดเป็นหลัก
 5. พื้นที่ทางเดินเป็นทางเดินย่อยซึ่งเมื่อมีใครจำเป็นต้องการผ่านไปในระหว่างเครื่องอาจจะเป็นตัวครูผู้สอน หรือนักศึกษาที่ปฏิบัติงานอยู่ข้างเคียงจำเป็นต้องเดินผ่าน โดยทั่ว ๆ ไปเว้นช่องทางเดินสำหรับคนเดินทางเดียวเว้นประมาณ 60 ซม. อาจจะรวมกับพื้นที่การบริการได้แต่ต้องเพิ่มขนาดตามความเหมาะสม

2.2.2.4. การจัดวางผังรวม

ในการจัดวางผังรวมนี้ เพื่อเป็นการง่ายในการจัดทำอาจจะกระทำได้โดยการรวมกลุ่มของเครื่องมือเข้าด้วยกันรวมตามประเภทของเครื่องมือ เมื่อได้กลุ่มของเครื่องมือแล้ว ทำการเปรียบเทียบพื้นที่ของห้องปฏิบัติการทั้งหมดที่มี ห้องปฏิบัติการอาจจะมีลักษณะความกว้างความยาวที่แตกต่างกัน การวางเครื่องมือหน่วยต่าง ๆ ลงในห้องปฏิบัติการก็จัดได้หลายแบบ การจัดจะต้องมีการเว้นทางเดินหลักไว้สำหรับขนส่งวัสดุเสมอ โดยจัดให้มีขนาดเหมาะสมกับปริมาณที่ขนถ่าย การจัดวางเครื่องมือที่เหมาะสมจะต้องพิจารณาพื้นที่ของห้องปฏิบัติการก่อนว่ามีรูปร่างลักษณะกว้างยาวเช่นไร แล้วจึงเลือกการวางเครื่องมือด้วยวิธีที่เหมาะสมลงไปในเรื่องที่ที่มันั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.5. สีที่ใช้แสดงความปลอดภัย

HARRY SOBON ได้เสนอแนวทางในการใช้สีสำหรับโรงงานซึ่งแนะนำโดย ASA ดังนี้ (ไฟโรจน์ ตีรณชนากุล, 2541)

ตารางที่ 2.4. แสดงแนวทางในการใช้สีสำหรับโรงงาน

สีแดง (ป้องกันอันตรายจากไฟ)	1. ปุ่มหยุดฉุกเฉิน
	2. ตู้เตือนไฟ
สีเหลือง	1. พื้นที่ปลอดภัยรอบ ๆ เครื่องมือ
	2. เน้นสำหรับอุปกรณ์ที่ไม่ต้องการให้เคลื่อนย้าย
สีเขียวและสีขาว	1. ตู้สำหรับเครื่องปฐมพยาบาลเบื้องต้น
	2. อุปกรณ์ผจญเพลิง
สีดำและสีขาว (เครื่องหมายทางจราจร)	1. ตำแหน่งของทางเดิน
	2. ที่ตั้งของสัญญาณ
	3. พื้นที่อิสระและสะอาด
สีส้ม (ส่วนของเครื่องมือ)	1. ภายในของห้องเก็บและตู้สวิตช์
	2. ภายในฝาปิดมู่เก้
	3. ปุ่มเดินเครื่อง
	4. ทางเดินของใบเลื่อยวงเดือน
สีน้ำเงิน	1. แผ่นสวิตช์ไฟฟ้า
	2. คันบังคับของระดับและควบคุมการเปิด-ปิด
	เครื่องมือ
สีม่วงแดง (อันตรายจากการแผ่รังสี)	1. ใช้กับกล่องบรรจุสารแผ่รังสี

2.2.2.6. การประยุกต์สีต่าง ๆ มาใช้สำหรับพื้นที่ทำงานของเครื่องมือ

สีที่ใช้ในการบ่งบอกพื้นที่ทำงานของเครื่องมือในห้องปฏิบัติการนั้น ยังไม่มีการกำหนดเป็นมาตรฐานแน่นอนแต่อย่างใด ในที่นี้จะได้นำข้อบ่งชี้มาประยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปกติแล้วเส้นที่ใช้ตีบนพื้นเพื่อแสดงพื้นที่ทำงานของเครื่องมือจะใช้เส้นขนาด 2 นิ้ว ตีที่บดตลอด โดยสีต่าง ๆ ที่จะใช้มีดังต่อไปนี้

- พื้นที่ทางเดินใช้เส้นสีขาวสลับดำ
- พื้นที่วางเครื่องมือใช้เส้นสีเหลือง
- พื้นที่อันตรายจากทำงานของเครื่องมือทำงานและเศษหลุดกระเด็น ใช้เส้นสีส้ม
- พื้นที่สำหรับบริการและพื้นที่สังเกต ใช้เส้นสีเขียว

2.2.3.หลักการวางผังอาคารห้องปฏิบัติการ

หลังจากที่ได้ทราบหลักการหาบริเวณพื้นที่ทำงานต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนท้ายจะเป็นการจัด นำเอาเครื่องมือมาติดตั้งในอาคารห้องปฏิบัติการ โดยมีลำดับดังนี้

2.2.3.1.หาขนาดของพื้นที่

กำหนดพื้นที่ ที่จำเป็นต้องใช้สำหรับเครื่องมือแต่ละหน่วยและแต่ละการทดลอง

2.2.3.2.การทำผัง

การทำผัง (Layout) ของห้องปฏิบัติการจากรายละเอียดข้างต้นพอจะเป็นแนวทางในการจัดผังห้องปฏิบัติการแล้ว ซึ่งควรทำตามลำดับขั้นดังนี้

1. พิจารณาน้ำที่ ของเครื่องมือว่าควรอยู่ใกล้กับเครื่องมือใด เช่น อุปกรณ์สำหรับการแบ่งขนาด ดินก็ควรวางใกล้กัน ซึ่งจะทำให้เราสามารถจัดวางผังห้องปฏิบัติการได้ถูกต้อง
2. การทดลองที่เกี่ยวข้องกับน้ำควรจัดไว้ใกล้ที่มีน้ำหรืออุปกรณ์ที่สามารถใช้ประกอบกับโปรแกรม การวิเคราะห์ผลก็ควรจัดวางไว้ใกล้กับระบบประมวลผลนั้นๆ
3. ตำแหน่ง ของเครื่องมือนั้นต้องมีแสงสว่างเพียงพอ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของนักศึกษาด้วย คือ การมีบริเวณติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันภัยในที่ ๆ มีการฝึกงานอันตรายมาก เช่นการเตรียม อุปกรณ์สำหรับปฐมพยาบาลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.3. การสร้างผัง

การสร้างผัง(Layout) นั้น สามารถจัดทำขึ้นได้หลายวิธีในที่นี่จะกล่าวแต่วิธีที่สะดวกและง่ายแก่การทำเท่านั้น(ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล, 2541)

1. การใช้ Template คือ การนำเอาแผ่นพลาสติกสำเร็จรูปที่เจาะให้ได้ขนาดของเครื่องมือชนิดต่าง ๆ เอาไว้อย่างได้มาตราส่วนมาวางทาบลงบนพื้นที่จำลอง ห้องปฏิบัติการแล้วจัดตำแหน่งให้เหมาะสมตามข้อมูลที่ได้มา
2. ตัดกระดาษแข็งให้ได้ขนาดของเครื่องมือและเครื่องมืออื่น ๆ ตามมาตราส่วนเดียวกัน กับพื้นที่จำลองของห้องปฏิบัติการ กระดาษที่ตัดจำลองแทนเครื่องมือแต่ละชิ้นจะต้องรวมพื้นที่ เพื่อสิ่งต่อไปนี้ไว้ในแผ่นจำลองนี้ด้วย เช่นเครื่องมือ หรือโต๊ะปฏิบัติงานจะรวมบริเวณวัสดุที่จะใช้ป้อนเครื่องมือ บริเวณปฏิบัติงาน เป็นต้น นำกระดาษแทนเครื่องมือมาทดลองวางในตำแหน่งต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการจำลอง จนแน่ใจว่าถูกต้องเหมาะสมแล้วจึงนำมาเขียนเป็นผัง (Layout) ที่สมบูรณ์ต่อไป

2.3 ลักษณะของห้องปฏิบัติการ

ในสถานศึกษาที่มีการปฏิบัติการแต่ละแห่งจำเป็นต้องมีห้องปฏิบัติการ ซึ่งการฝึกงานนี้จะเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนที่ต้องสอดคล้องกับหลักสูตรและจุดมุ่งหมาย ของการศึกษาที่ได้วางไว้ด้วยสถานศึกษาประเภทต่าง ๆ มีจุดมุ่งหมายในการจัดสร้างห้องปฏิบัติการตามที่ ไพโรจน์ ตรีธรรนากุล (2541) ได้อธิบายไว้ ดังนี้

1. โรงเรียนมัธยมแบบผสม (Comprehensive School) มีจุดมุ่งหมายในการเสริมการฝึกฝีมือในสาขาช่างเบื้องต้น เข้ากับการเรียนในหลักสูตรสายสามัญในระดับมัธยม เพื่อเสริมสร้างให้นักเรียนเกิดประสบการณ์และสามารถเข้าใจในสาขาอาชีพต่าง ๆ ได้ดีขึ้น
2. โรงเรียนอาชีวศึกษา (Vocational School) เป็นการเน้นในการฝึกด้านช่างฝีมือ (Skill Worker) ให้สามารถออกไปทำงานในห้องปฏิบัติการได้
3. วิทยาลัยเทคนิค (Technical College) เป็นการฝึกให้สูงขึ้นไปอีกโดยฝึกให้เกิดความเชี่ยวชาญทางทฤษฎีบ้าง พอที่จะเป็น Foreman สามารถช่วยงานวิศวกรได้ หรือที่เรียกว่า ช่างเทคนิค (Technician)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ในมหาวิทยาลัย (Engineering Department) ห้องปฏิบัติการในระดับนี้ไม่ได้เน้นหนักในด้านฝึกให้มีฝีมือดีแต่เพียงฝึกให้พอมีประสบการณ์ในเชิงปฏิบัติตามสาขาที่เรียน เพื่อให้เข้าใจในการปฏิบัติงานและสามารถส่งงานได้ถูกต้อง
5. ภาควิชาครุศาสตร์ในมหาวิทยาลัย (Education Department) มีจุดมุ่งหมายที่แตกต่างกันออกไป ห้องปฏิบัติการจะเน้นทักษะในการสอนเชิงปฏิบัติกับนักเรียนให้ถูกต้องและได้ประสิทธิภาพ จุดมุ่งหมายในระดับนี้จะผลิตครูช่างออกไปสอน
6. สถานฝึกอาชีพเบื้องต้น เช่น โรงเรียนสารพัดช่าง และสถานฝึกฝีมือแรงงานจะมีความมุ่งหมายในการฝึกเฉพาะอาชีพหน้าที่ใดหน้าที่หนึ่งโดยตรง โดยไม่สนใจต่อทฤษฎีมากมาย เพื่อที่จะฝึกให้เป็นแรงงานฝีมือ (Skill Labor) ในห้องปฏิบัติการ

จากที่กล่าวมาทั้ง 6 ประเภทเป็นจุดมุ่งหมายห้องปฏิบัติการตามระดับของสถานศึกษา แต่ละแบบที่มีการจัดตั้งขึ้นเพื่อสนองความต้องการของการฝึก อย่างไรก็ตามห้องปฏิบัติการทุกระดับนี้ น่าที่สามารถกระทำการต่าง ๆ เหล่านี้ได้ คือ

1. ผู้ฝึกสามารถเข้าใจถึงวิธีการของการทดลองในห้องปฏิบัติการและผลกระทบจากห้องปฏิบัติการได้
2. ทำให้เห็นคุณค่าของการทำงานในขบวนการต่างๆภายในห้องปฏิบัติการ
3. ทำให้สามารถใช้เครื่องมือและวัสดุได้ถูกต้องและเหมาะสม
4. ทำให้มีประสบการณ์เบื้องต้นในการใช้เครื่องมืออย่างถูกต้องและรู้คุณค่าของวัสดุเพื่อให้เกิดประโยชน์มากที่สุด
5. พัฒนาผู้ฝึกให้เกิดความเชื่อมั่นในความปลอดภัยในขณะที่ทำงาน ทั้งในห้องปฏิบัติการและในบ้าน

2.4. ลักษณะของอาคารและการออกแบบสำหรับห้องปฏิบัติการ

สำหรับการออกแบบและก่อสร้างอาคารของห้องปฏิบัติการ เพื่อนำมาใช้ในสถานศึกษา จะต้องเหมาะสมกับการออกแบบ และก่อสร้างอาคารจะเป็นลักษณะของการผสมผสานทั้งห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีกลศาสตร์และห้องเรียนมารวมเข้าด้วยกัน ดังนั้นการออกแบบและก่อสร้างก็ต้องคำนึงถึงความสะดวกในการสอนและความเหมาะสมในการใช้ปฏิบัติการด้วย

ส่วนประกอบของห้องปฏิบัติการที่ดีมีองค์ประกอบดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ลักษณะและรูปแบบของตัวอาคาร ควรจัดให้มีลักษณะที่เหมาะสมกับเครื่องมือและการทดลองที่เกิดขึ้นกับการปฏิบัติการปฏิภนศาสตร์จริง ๆ เพื่อที่จะ
 - ก. ทำให้การขนถ่ายวัสดุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
 - ข. ประหยัดและสะดวกแก่การก่อสร้าง
 - ค. สามารถดัดแปลงเมื่อต้องการ เพื่อปรับเปลี่ยนไปทำงานอื่น ๆ ได้สะดวก
2. เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมภายนอก ควรพิจารณาสิ่งต่อไปนี้
 - ก. ชนิดของสถานศึกษาที่จะจัดให้มีห้องปฏิบัติการ
 - ข. ภาวะและสิ่งแวดล้อมโดยรอบ
3. จัดแบ่งเนื้อที่ใช้สอยห้องปฏิบัติการ (Floor Space) ให้พอเหมาะและเพียงพอสำหรับงาน ต่าง ๆ เช่น บริเวณปฏิบัติการต้องคำนวณพื้นที่ มาจากความต้องการใช้เนื้อที่ของงานแต่ละชนิด
 - ก. บริเวณที่จะต้องมีเพื่อประกอบการ ฝึกอบรม เช่น ห้องสมุดประจำห้องปฏิบัติการ ห้องรักษาพยาบาล สถานที่ทำงานของอาจารย์ผู้รับผิดชอบ ห้องน้ำห้องส้วม เป็นต้น
 - ข. ห้องที่ใช้งานพิเศษเฉพาะอย่าง เช่น ห้องเปลี่ยนเสื้อผ้า สัมมนา ฯลฯ
 - ค. ห้องเก็บของ เป็นต้น
4. ผนังและฝ้าเพดาน ต้องเหมาะสมกับประเภทของงานแต่ละสาขา วัสดุที่ใช้กันโดยทั่วไป คือ ไม้ อิฐ กระจก กระเบื้อง ความสัมพันธ์ของผนังห้องและฝ้าเพดานมีอิทธิพลต่อผู้ทำงานมาก นอกจากนี้ยังมีเรื่องแสงสว่าง และการระบายอากาศอีก
5. พื้นของห้องปฏิบัติการ (Floor) จะต้องใช้ให้เหมาะสมกับงานโดยความแตกต่าง ของพื้นห้องปฏิบัติการจะเกิดขึ้นตามลักษณะงาน เช่น พื้นไม้เพื่อใช้กับคน เครื่องมือเบาที่มีความแหลมคม พื้นคอนกรีตเพื่อใช้ในห้องปฏิบัติการที่มีเครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก ๆ เป็นต้น
6. ขนาดของห้องปฏิบัติการ ขนาดความใหญ่โตของห้องปฏิบัติการทั่ว ๆ ไป คิดตามปริมาณของความจำเป็นที่จะต้องใช้งาน ปริมาณเครื่องมือที่มีในห้องปฏิบัติการทั้งหมดรวมกับสิ่งอำนวยความสะดวกอื่น ๆ เช่น
 - ก. ขนาดความกว้างพอสำหรับการทำงานและการสอน
 - ข. ให้มีช่องว่างของอากาศ เพื่อการถ่ายเทที่เพียงพอในห้องปฏิบัติการทั้งหมด
 - ค. เพดานสูงพอที่จะรับการเปลี่ยนแปลงของเครื่องมือเมื่อเกิดความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนแปลงในอนาคต
7. การควบคุมเสียงสะท้อนในห้องปฏิบัติการควรควบคุมให้มีเสียงในบริเวณที่ ๆ จำเป็นเท่านั้น ทั้งนี้ โดยต้องไม่ให้รบกวนหน่วยงานอื่น ๆ หรือให้น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.การบำรุงรักษาเครื่องมือ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่จะมีราคาแพง ถ้าหากมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นแล้วย่อมจะเป็นการเปลืองงบประมาณของสถานศึกษาเป็นอย่างมาก อย่างไรก็ตามก็ดีกว่าที่จะหลีกเลี่ยงการชำรุดเสียหายดังกล่าวได้ แต่ก็สามารถจะชะลอการชำรุดเสียหายให้เกิดช้าที่สุดได้ ซึ่งหมายความว่าเครื่องมือและอุปกรณ์ดังกล่าวจะมีอายุการใช้งานนานขึ้นและสามารถทำงานได้ดีเป็นเวลานาน

การบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือนับเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ไม่ควรทำการซ่อมแซมต่อเมื่อได้เกิดอุบัติเหตุหรือเกิดข้อบกพร่องบางอย่างแก่เครื่องมือแล้วเท่านั้น ควรป้องกันโดยการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือเหล่านั้นให้สามารถใช้งานได้มีประสิทธิภาพ โดยจะต้องคอยดูแลรักษาอยู่อย่างสม่ำเสมอ เครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือเมื่อเกิดการขัดข้องหรือเสียหายเมื่อใดจะทำให้การทำงานต้องหยุดชะงักลงไปเป็นเหตุให้การทำงานอาจจะไม่บรรลุตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ฉะนั้นจะต้องวางแผนการบำรุงรักษาโดยหมั่นตรวจเช็ค ตรวจสอบ ทำการหล่อลื่น และทำความสะอาดเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือเป็นระยะ ๆ และสม่ำเสมอ การบำรุงรักษาทำให้ เครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือมีอายุการใช้งานนานยิ่งขึ้น และสามารถใช้งาน ได้อย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังช่วยลดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการได้มากด้วยโดย ไพโรจน์ ติรัตนากุล, 2541 ได้สรุปไว้ดังนี้

2.5.1.วัตถุประสงค์ในการบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์

การบำรุงรักษาเครื่องมือ เครื่องมือและอุปกรณ์มีวัตถุประสงค์หลายประการ ได้แก่

1. เพื่อชะลอความเสื่อมสภาพของเครื่องมือ เครื่องมือ และอุปกรณ์
2. เพื่อประหยัดค่าใช้จ่าย ในการซ่อมแซมในส่วนที่ชำรุด และส่วนที่เกี่ยวข้อง
3. เพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับผู้ปฏิบัติงานเนื่องจากอุบัติเหตุ
4. เพื่อลดเวลาสูญเปล่าเนื่องจากต้องหยุดทำงาน เนื่องจากการซ่อมแซม
5. เพื่อความเป็นระเบียบเรียบร้อยในการปฏิบัติงาน

2.5.2.ลักษณะของการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำรุงรักษาเครื่องมือเครื่องมือและอุปกรณ์แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหาย (Preventive Maintenance)
2. การซ่อมบำรุงเมื่อเครื่องมืออุปกรณ์ชำรุด (Break Down Maintenance)

การบำรุงรักษาทั้ง 2 กรณี มีผลต่อกันและกัน การจัดให้มีการบำรุงรักษาเมื่อเกิดการชำรุดเพียงอย่างเดียว ย่อมจะทำให้เกิดการสูญเปล่าของเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายเป็นอย่างมาก แต่อย่างไรก็ดีถ้าจัดให้มีการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการเสียหายเป็นอย่างดี ก็สามารถลดการบำรุงรักษาเมื่อชำรุดได้

2.5.2.1. การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน

การบำรุงรักษาเพื่อป้องกันนั้น หมายถึง การบำรุงรักษาที่ทำกันเป็นประจำ (ประจำวันหรือประจำสัปดาห์หรือประจำเดือนหรือประจำปี) และการซ่อมบำรุงเครื่องมือเมื่อครบตามวาระที่ได้กำหนดไว้ เพื่อป้องกันและลดอัตราการเสื่อมสภาพของเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือ และหลีกเลี่ยงการเกิดขัดข้องอย่างกะทันหันที่จะทำให้การทำงานต้องหยุดชะงักลง อันจะเป็นการสูญเสียและสิ้นเปลืองที่ไม่พึงปรารถนา และจะทำให้การทำงานไม่สามารถเสร็จตามเป้าหมายที่ได้กำหนดไว้ สำหรับกิจกรรมของการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันที่สำคัญมีดังนี้

2.5.2.2. การซ่อมบำรุงเป็นประจำ

1. การตรวจเช็ค (CHECK) เป็นการตรวจสอบสภาพเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือว่าทำงานถูกต้องตามที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งเป็นปัจจัยที่จะขาดเสียมิได้ในการตรวจเช็ค เช่น ในงานทดสอบหากำลังของดินทุกวันก่อนที่ลงมือทำงานต้องตรวจเช็คระดับการเคลื่อนขึ้น-ลง หรือระบบการทำงานของระบบโปรแกรมการประมวลผลว่ามีปัญหาในการทำงานหรือไม่
2. การตรวจสอบ (INSPECTION) เป็นการตรวจสอบทั่ว ๆ ไป ซึ่งมีลักษณะค่อนข้างกว้างกว่าการตรวจเช็ค(CHECKING) เช่นการตรวจสอบสนิมที่เกิดขึ้น ร่องการชำรุดของเครื่องมือ เป็นต้น การตรวจสอบอาจจัดทำเป็นตารางควบคุม
3. การแก้ไขเล็ก ๆ น้อย ๆ เช่น ข้อต่อต่าง ๆ ของท่อลม ต้องขันให้แน่น ไม่มีการรั่วไหล เป็นต้น
4. การหล่อลื่น เพื่อต้องการลดความฝืดโดยให้มีชั้นบาง ๆ ของน้ำมันคั่นอยู่ระหว่างที่ผิวสัมผัสกันเช่น การบำรุงรักษาเวอร์เนียหรือชุดทดสอบในสนามที่เป็น โลหะต้องขลิมน้ำมันทุกครั้งหลังการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.3. การซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันตามวาระ

การซ่อมบำรุงตามวาระนั้น หมายถึงการที่เครื่องมือ อุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ เมื่อครบกำหนดอายุการใช้งานถึงแม้ว่าชิ้นส่วนบางอย่างยังสามารถใช้งานได้ แต่จะต้องทำการเปลี่ยนเพราะมีอายุการใช้งานครบตามที่กำหนดแล้ว ถ้าหากไม่เปลี่ยนอาจจะทำให้ชิ้นส่วนอื่นพลอยเกิดการชำรุดตามไป อาจจะทำให้เกิดการเสียหายของเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือเร็วขึ้นหรืออาจจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานมีคุณภาพต่ำลง เป็นต้น

2.5.2.4. การซ่อมบำรุงเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือเกิดการชำรุด

การซ่อมบำรุงเมื่อเกิดการขัดข้องจากการสึกหรอ โดยบังเอิญคือเป็นระยะที่ต้องค้ประกอบทุก ๆ ส่วนของเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือยังไม่ได้อยู่ในสภาพหมดยการใช้งาน ตามความจริงแล้วไม่น่าจะเกิดการขัดข้องขึ้นได้เลย แต่ก็เกิดขึ้นอยู่เสมอ สาเหตุส่วนใหญ่อาจจะเนื่องมาจากความผิดพลาดในการเดินเครื่องใช้งานหรือเกิดจากการใช้งานในสภาพเกินกำลังความสามารถของเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือที่ได้ออกแบบไว้ ทำให้เกิดการสะสมแรงเครียดอย่างกะทันหัน ลักษณะเช่นนี้มื่ออาจป้องกันโดยบังเอิญนั้น ก็คือการเรียนรู้วิธีการปฏิบัติเกี่ยวกับการเดินเครื่องใช้งานอย่างถูกต้อง และจะต้องคำนึงถึงการออกแบบไว้ว่ามีความแข็งแรงเพียงพอกับสภาพการใช้งานอย่างไรและเมื่อเกิดการชำรุดขึ้นก็ดำเนินการซ่อมแซมให้ใช้งานได้อย่างรวดเร็ว

อย่างไรก็ตามการบำรุงรักษาทั้ง 2 ประเภทดังกล่าวจะต้องมีการจัดให้ได้อย่างเหมาะสม วิธีการกำหนดนโยบายบำรุงรักษาก็สามารถกำหนดได้ตามหลักการบริหารงาน การจัดให้มีการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการเสียหายนี้ไม่ได้หมายความว่า จะไม่มีการซ่อมบำรุงเมื่อชำรุดเลย เพราะเครื่องมืออาจจะเกิดชำรุดอย่างไม่คาดฝันได้เช่นกัน

2.5.3. ขั้นตอนการบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน

การบำรุงรักษาเพื่อป้องกัน นับว่าเป็นสิ่งสำคัญมากในการรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือให้มีประสิทธิภาพในการทำงานรูปแบบการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันเป็นปัจจัยที่สำคัญ ของการดำเนินงานในการบำรุงรักษาซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3.1. กำหนดนโยบายในการบำรุงรักษา

การบำรุงรักษาเพื่อให้บรรลุเป้าหมายนั้นจะต้องมีการกำหนดนโยบายอย่างชัดเจน ซึ่งจำเป็นต้องมีการปรึกษา และได้รับการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย เพื่อจะได้ร่วมมือกัน อันจะทำให้เกิดผลดีในการบำรุงรักษาต่อไป

2.5.3.2. ทำการเลือกและกำหนดอุปกรณ์เครื่องมืออุปกรณ์ที่สำคัญ

ตามความจริงแล้วอุปกรณ์และเครื่องมือทุกชนิดต่างก็มีความสำคัญเช่นกันและจะต้องดูแลเอาใจใส่เหมือนกัน แต่การที่จะทำเช่นนั้นได้จะต้องใช้บุคลากรเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ผู้บริหารจะไม่สามารถให้ทำเช่นนั้นได้ ฉะนั้นจึงต้องเลือกเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือที่เห็นว่าสำคัญโดยการจัดเรียงตามลำดับความสำคัญแล้วจัดทำการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันการชำรุดตามความเหมาะสม การเลือกพร้อมกับกำหนดจุดตรวจเฉพาะเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือที่จำเป็นจริง ๆ นั้น จัดทำโดยการบันทึกลงในแบบฟอร์มหรือจัดทำรายการประเภทเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ ตามรายการที่กำหนดไว้เพื่อการเปรียบเทียบและคัดเลือก

2.5.3.3. ทำการกำหนดมาตรฐาน

การจัดการเพื่อให้บรรลุผลสำเร็จได้นั้น จะต้องมีกำหนดมาตรฐานของงานอย่างมีหลักเกณฑ์ โดยจัดทำคู่มือปฏิบัติกำหนดมาตรฐานในการบำรุงรักษาไว้ชัดเจนเพื่อเป็นแนวทางในการปฏิบัติตามของบุคลากรเช่น การวัดความเที่ยงตรงของเครื่องมือโดยเทียบกับมาตรฐาน เป็นต้น

2.5.3.4. การวางแผนบำรุงรักษา

กิจการใด ๆ ก็ตามถ้าจะให้บรรลุผลสำเร็จ ตามความประสงค์จะต้องมีการวางแผน การวางแผนที่ดีและรอบคอบจะอำนวยความสะดวกให้งานนั้นสำเร็จรวดเร็วและมีข้อผิดพลาดน้อย ฉะนั้นการวางแผนจึงเป็นกิจกรรมที่สำคัญในระบบการควบคุมงานการบำรุงรักษา นอกจากนี้แล้วจะต้องวางแผนให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่ได้กำหนดขึ้นด้วย แผนการนี้จะต้องมีแผนปฏิบัติที่กำหนดเป็นขั้นตอน และคำชี้แจงรวมถึงวิธีการปฏิบัติอย่างละเอียดและสามารถอ่านเข้าใจ และปฏิบัติตามได้

2.5.3.5. การวางแผนตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการวางแผนตรวจสอบ คือ การวางแผนการกำหนดชัดเจนว่าจะตรวจสอบอะไร เมื่อไร ที่ไหน โดยคำนึงถึงความสะดวกทางด้านปฏิบัติเป็นหลักสำคัญ เพื่อให้เป็นมาตรฐาน สำหรับตรวจสอบอุปกรณ์และเครื่องมือ เช่น การที่จะต้องตรวจสอบประจำวัน ประจำสัปดาห์ ประจำเดือน ประจำปีนั้น ขึ้นอยู่กับความจำเป็นและความต้องการของอุปกรณ์และเครื่องมือในภาวะการรับโหลดต่างๆ กัน

2.5.3.6. การดำเนินการ

การดำเนินการในที่นี้ คือ การดำเนินการตรวจ การซ่อม การปรับ และตรวจสอบ หลังการซ่อม การดำเนินการให้ได้ตามแผนข้างต้นจะต้องใช้ความสามารถและประสบการณ์อย่างเต็มที่ และจริงจังของคณาจารย์แต่ต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานอย่างรอบคอบด้วย ผู้บริหารการบำรุงรักษาจะต้องพิจารณาแผนงานให้เข้าใจอย่างละเอียดและถ่องแท้และวางแผนไว้ล่วงหน้าอย่างถี่ถ้วน และรอบคอบ ทุกครั้งที่ดำเนินการ เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายที่กำหนดไว้

2.5.3.7. การบันทึก

การจดบันทึกเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ถ้าไม่ได้ข้อมูลตามความเป็นจริงที่ถูกต้องและละเอียดแล้วการวิเคราะห์หาสาเหตุความขัดข้องของอุปกรณ์และเครื่องมือย่อมจะประสบความล้มเหลว ฉะนั้นผู้ปฏิบัติงานเหล่านั้นจะต้องให้ข้อมูลตามความจริงทุกประการ ในทางปฏิบัติอาจจะไม่ได้ข้อมูลที่ถูกต้องเพราะผู้ปฏิบัติงานจะไม่กล้ารายงานตามความเป็นจริง โดยเกรงว่าตนเองจะได้รับการตำหนิ ซึ่งปัญหาเหล่านี้มักจะเกิดขึ้นอยู่เสมอและยากที่จะแก้ไขให้หมดสิ้นไปได้โดยง่าย เนื่องจากมีปัจจัยอื่น ๆ เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย เช่น สภาพแวดล้อมและสังคมระเบียบบริหารและความเข้าใจระหว่างหน่วยงานแต่ปัญหาเหล่านี้ควรจะทำให้เกิดขึ้นน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ โดยการสร้างความเข้าใจ และความเห็นอกเห็นใจซึ่งกันและกันให้มากที่สุด เพื่อให้เกิดความร่วมมือ เกิดความคิดสร้างสรรค์และช่วยแก้ปัญหาาร่วมกัน อันจะเป็นการนำไปสู่การประสานงานที่ดี และทำให้การทำงานด้านบำรุงรักษาที่มีประสิทธิภาพ ในการทำงานมากที่สุด

2.5.3.8. การประเมินผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากได้ทำการจัดบันทึกแล้ว จะต้องทำการรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ใบแจ้งซ่อม ใบสั่งงาน และใบรายงานผลการซ่อม เพื่อทำการวิเคราะห์และประเมินผลออกมา ในรูปรายงาน อาจจะมีการเสนอแนะเพื่อให้มีการพิจารณาทบทวนและตัดสินใจอย่างละเอียดถี่ถ้วน เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงครั้งต่อไป

2.5.4. ผลจากการจัดมาตรการบำรุงรักษาที่ถูกต้อง

การจัดให้มีการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันความเสียหายอย่างมีระบบนี้ทำให้เกิดผลต่อเนื้องที่มีประโยชน์ต่อการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการดังต่อไปนี้

1. ทำให้สามารถซ่อมอุปกรณ์และเครื่องมือที่ชำรุดได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว ผู้ซ่อมไม่ต้องเสียเวลาวินิจฉัยสาเหตุและวิธีแก้ไขอาการที่ปรากฏออกมาและยังช่วยให้ซ่อมได้ถูกจุดอีกด้วย
2. สามารถใช้เป็นข้อมูลสำหรับการจัดทำคู่มือปฏิบัติงานซ่อมและบำรุงรักษา โดยยกสาเหตุและวิธีแก้ไขในแต่ละเรื่องไปใช้เป็นหัวข้อเรื่องสำหรับพิจารณากรเขียนคู่มือ ปฏิบัติงาน เพื่อเป็นการเพิ่มพูนความรู้ และความเข้าใจในการทำงานกว้างขวางยิ่งขึ้น และทำให้ประสิทธิภาพของงานสูงยิ่งขึ้น
3. ใช้วางแผนหรือกำหนดแผนงานบำรุงรักษา โดยการนำเอาผลการวิเคราะห์แนวโน้มซึ่งคาดว่าเครื่องมือจะถึงกำหนดการชำรุดเมื่อใด แล้วกำหนดแผนการบำรุงรักษาป้องกันไว้ล่วงหน้า เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องมือชำรุดในรูปแบบเดิมซ้ำขึ้นมาอีก
4. ใช้เป็นแนวทางของการจัดเตรียมอะไหล่สำหรับการซ่อมและบำรุงตลอดจนการจัดเตรียมงาน เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมและถูกต้องอีกด้วย
5. ใช้เป็นข้อมูลในการวิจัยเครื่องมือ นั้น เพื่อพิจารณาว่าสมควรจะใช้ต่อไปหรือสมควรเลิกใช้ หรือควรปรับปรุงอย่างไร

2.5.5. การจัดบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพ

การจัดการบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นจะต้องทราบถึงอุปสรรคต่าง ๆ อย่างชัดเจนและพยายามจัดอุปสรรคต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นเหล่านั้น แล้วกำหนดเป็นแนวทางที่แน่นอนในการบำรุงรักษาต่อไป

2.5.5.1. อุปสรรคที่มีผลต่อการบำรุงรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การบำรุงรักษาเครื่องมือ อุปกรณ์และเครื่องมือ ส่วนมากอาจจะไม่บรรลุเป้าหมายเท่าที่ควร เนื่องจากอุปสรรคต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การทำงานไม่มีนโยบาย และเป้าหมายที่ชัดเจน เพราะฉะนั้นจึงไม่ถือว่าการจัดการบำรุงรักษา มีความเหมาะสม
 - ก. กิจกรรมการบำรุงรักษานั้นกระทำอยู่แต่เฉพาะหน่วยงานและฝ่ายซ่อมเท่านั้นและหน่วยงานนี้ส่วนมากไม่มีหน้าที่รับผิดชอบการบำรุงโดยตรงเป็นเพียงหน่วยงานที่ชำนาญงานคอยให้บริการซ่อมแก่ฝ่ายปฏิบัติการเท่านั้น
 - ข. มีความเข้าใจในเรื่องการดูแลรักษาความเป็นระเบียบและความสะอาดอยู่บ้าง แต่ในทางปฏิบัติยังแย่อยู่ ยังเข้าใจแต่เพียงว่าเป็นการดูแลรักษาความเป็นระเบียบ และความสะอาดเป็นหน้าที่ของคนทำความสะอาดเท่านั้น
2. การบันทึกข้อมูลส่วนมาก จะไม่มีการบันทึกข้อมูลทางเทคนิคเกี่ยวกับความขัดข้องและการซ่อมทำไปโดยไม่มีรายละเอียดและข้อมูลประกอบรวมถึงประวัติการซ่อมข้อมูลต่าง ๆ อยู่ในสมองของช่างชำนาญงานเท่านั้น
3. การฝึกอบรมเกี่ยวกับการบำรุงรักษายังมีน้อยและการดำเนินงานยังไม่ดีทั้งทางด้านปริมาณและคุณภาพ

2.5.5.2. แนวทางปฏิบัติเกี่ยวกับการบำรุงรักษา

ในการวางแผนทางบำรุงรักษาเครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมน่าจะมีการพัฒนาและส่งเสริมหน่วยงานต่าง ๆ ให้เห็นความสำคัญของการบำรุงรักษาในแต่ละหน่วยงาน ดังต่อไปนี้

1. ควรจะมีเป้าหมาย และนโยบายบำรุงรักษาโดยการกำหนดกฎเกณฑ์ไว้แน่นอนและชัดเจน ซึ่งเป็นที่เข้าใจและยอมรับของนักศึกษาโดยทั่วไป
2. มีการส่งเสริมการปรับปรุงงานซ่อมบำรุง และส่งเสริมความสัมพันธ์ระหว่างฝ่ายบริหารและฝ่ายปฏิบัติให้มากขึ้น
3. เน้นความสำคัญในเรื่องความเป็นระเบียบและความสะอาดบริเวณที่เครื่องมือ อุปกรณ์ทำงานอยู่เพื่อป้องกันอุบัติเหตุในขณะปฏิบัติงาน
4. มีการจัดตั้งระบบตรวจสอบที่มีประสิทธิภาพรวมถึงมาตรฐานการตรวจสอบการใช้ การทำความสะอาดและการทำบัญชีรายการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วิเคราะห์สาเหตุ ของความขัดข้องเมื่อเครื่องมือ อุปกรณ์ชำรุด และเก็บรวบรวมข้อมูลหาสาเหตุการเกิดรวมถึงการประเมินผลแล้วจัดทำรายงานบันทึก เพื่อเผยแพร่ ในหน่วยงานที่เกี่ยวข้องไว้เป็นแนวทางแก้ปัญหาาร่วมกันในครั้งต่อไปเมื่อเกิดการขัดข้องของเครื่องมือ อุปกรณ์ และเครื่องมืออีก

2.6.การระเบียบในห้องปฏิบัติการ

ในห้องปฏิบัติการทั่วไปจะประกอบไปด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์มากมายซึ่งอาจารย์นอกจากจะรับผิดชอบในการถ่ายทอดความรู้ฝึกรอบรมนักศึกษาแล้ว ยังต้องมีหน้าที่คอยดูแล และรับผิดชอบ เครื่องมือ เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการนั้น ๆ ด้วย ในการควบคุมดูแลและจัดการวัสดุ อุปกรณ์สำหรับการฝึกรอบรมนักศึกษาให้สามารถเรียนรู้ และมีทักษะตามที่กำหนดจำเป็นจะต้องจัดทำระเบียบต่าง ๆ อย่างถูกต้องและต่อเนื่อง เช่น ระเบียบเกี่ยวกับการปฏิบัติการของนักศึกษา ผลการทดสอบ รวมทั้งบันทึกการใช้งานเครื่องมือหรือระเบียบที่เกี่ยวกับการบริหารในห้องปฏิบัติการ ระเบียบเครื่องมือ อุปกรณ์ ระเบียบการซ่อมบำรุงและระเบียบเบิกจ่ายเป็นต้น การจัดทำระเบียบเหล่านี้ได้อย่างถูกต้อง และมีประสิทธิภาพ จะเป็นส่วนเสริมสร้างการจัดการและการใช้ประโยชน์ห้องปฏิบัติการอย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งทำให้การฝึกรอบรมนักศึกษาได้ผลตามที่กำหนดไว้

การจัดทำระเบียบต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการจะสอดคล้องกับชนิดของความต้องการจะใช้งานด้านต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการ เช่น การบันทึกเกี่ยวกับการเข้าปฏิบัติงานของนักศึกษา การบันทึกผลสอบการเก็บรวบรวมข้อมูล เครื่องมือ อุปกรณ์ หรือการเบิกจ่ายวัสดุและทางการเงิน เป็นต้น โดยทั่วไปการจัดทำระเบียบในห้องปฏิบัติการสามารถจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ

2.6.1.ระเบียบสำหรับบริหารห้องปฏิบัติการ

ระเบียบสำหรับบริหารห้องปฏิบัติการ (Administrative Records) เป็นระเบียบที่บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับงานบริหารห้องปฏิบัติการเพื่อให้สามารถจัดการห้องปฏิบัติการให้เกิดประสิทธิผลสูงสุด ระเบียบเหล่านี้ ได้แก่ ระเบียบการพัสดุและวัสดุคงคลัง บันทึกการซ่อมบำรุงและบันทึกการปฏิบัติงานของนักศึกษา (ไพโรจน์ ตีรณธนากุล, 2541)

2.6.1.1. ระเบียบพัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเป็นระเบียบประวัติ ความครอบครองและสภาพของเครื่องมือ อุปกรณ์ ในห้องปฏิบัติการทุกเครื่อง ทุกชิ้น ในแต่ละระเบียบจะประกอบด้วยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

1. รหัสหรือหมายเลขทะเบียนของเครื่องมือที่ได้ขึ้นทะเบียนไว้
2. เจ้าของ หรือผู้ครอบครองเครื่องมือชิ้น ๆ
3. ได้มาจากไหน เมื่อใด
4. ราคาในขณะนั้น
5. ประเทศ หรือ บริษัทผู้ผลิต
6. ขนาดความจุ หรือความสามารถของเครื่อง เช่น กำลังของมอเตอร์ ชนิดของมอเตอร์ และความเร็ว
7. ลักษณะกำลังไฟฟ้าที่ต้องการสำหรับมอเตอร์
8. สภาพของเครื่องในขณะบันทึก
9. จำนวนทั้งหมดมีเท่าไร

จากความต้องการของข้อมูลต่าง ๆ นี้ สามารถที่จะจัดทำเป็นแบบฟอร์มในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อสะดวกในการจดบันทึก แบบฟอร์มเหล่านี้อาจมีการวางรูปแบบที่แตกต่างกันไป สำหรับหน่วยงานต่าง ๆ และอาจจะเพิ่มรายละเอียดอื่น ๆ อีกก็ได้ เช่น

2.6.1.2. ระเบียบวัสดุคงคลัง

เป็นระเบียบควบคุมการจัดทำ การเก็บรักษา และวัสดุคงคลัง ในการจัดทำระเบียบวัสดุคงคลังนี้จะต้องคำนึงถึงข้อมูลต่าง ๆ ที่จำเป็นในการระเบียนนี้ ซึ่งประกอบไปด้วย

1. กำหนดระเบียบการแจกแจงเป็นรายปี
2. แบ่งชนิดวัสดุให้ชัดเจน เช่น กระดาษกรอง ปรอท กระบอขวด หรือถุงยาง เป็นต้น
3. ทำบัญชีสารบัญวัสดุที่มีอยู่ทุกชนิดให้ครบ
4. แจกปริมาณตามการสั่งเข้า
5. บันทึกราคาต่อหน่วยของวัสดุ
6. บันทึกประวัติราคาที่ผ่านมา
7. บันทึกหลักฐานใบเสร็จการสั่งซื้อ
8. แจกจำนวนยอดรวม เพื่อวางแผนการสั่งเพิ่มเติม หรือการเบิกจ่ายเพื่อใช้งานต่อไป
9. จัดเก็บตามบัญชีสารบัญวัสดุ เพื่อสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. แจกแจงผู้ผลิต ผู้จำหน่ายที่เคยสั่งซื้อมาแล้วเพื่อสะดวกในการติดต่อในครั้งต่อ ๆ ไป

แบบฟอร์มสำหรับบันทึกวัสดุคงคลัง สามารถจัดทำได้หลายรูปแบบ ตามความนิยมของหน่วยงานนั้น ๆ ในที่นี้ขอเสนอเป็นตัวอย่างในภาคผนวก

2.6.1.3. ระเบียบการซ่อมบำรุง

เป็นการจดบันทึกประวัติ วิธีการและมาตรการในการซ่อมบำรุงเครื่องมือ อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งเป็นระเบียบที่ขาดไม่ได้ ในระบบการบำรุงรักษาป้องกันมีลำดับขั้นตอนสำคัญ ดังต่อไปนี้คือ

1. การกำหนดเป้าหมายบำรุงรักษา
2. การเลือกและกำหนดอุปกรณ์ เครื่องมือที่สำคัญ และจุดตรวจที่สำคัญ
3. การกำหนดมาตรฐานของงาน (การตรวจ การซ่อม-ปรับแต่ง การซ่อม)
4. การวางแผนบำรุงรักษา (การตรวจ การซ่อม-ปรับแต่ง)
5. การดำเนินงานหรือปฏิบัติ
6. การจดบันทึก (ข้อขัดข้อง การซ่อม การตรวจ การปรับแต่ง)
7. การวัดผลการบำรุงรักษา และการแก้ไขปรับปรุง
8. การวิเคราะห์สาเหตุ ขัดข้องกระทันหัน และบันทึกข้อขัดข้อง
9. การควบคุมค่าใช้จ่าย และจัดค่าใช้จ่าย (การตั้งงบค่าบำรุงรักษา, การบันทึกค่าบำรุงรักษา)

ในการจดบันทึกนับว่ามีความสำคัญมาก ที่จะต้องดูแลให้ได้ข้อเท็จจริงที่ถูกต้อง การเริ่มต้นที่ดีจะต้องเริ่มจากขั้นตอนการจดบันทึกและประเมินผลข้อมูลโดยพิจารณาความจำเป็นและความต้องการว่าต้องการข้อมูลอย่างไร จะเอาไปใช้งานอะไรจะให้ใครทำ เมื่อไร อย่างไร โดยมีการกรอกแบบฟอร์มอย่างครบถ้วน การบำรุงรักษาป้องกันนั้นต้องการแก้ไขข้อบกพร่องเล็ก ๆ น้อย ๆ เพื่อหลีกเลี่ยงการขัดข้องใหญ่ ๆ

2.6.1.4. ทะเบียนบันทึกการใช้เครื่องมือปฏิบัติงานของนักศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นการจัดบันทึกข้อมูลการใช้ห้องปฏิบัติการของนักศึกษาแต่ละห้องเรียนและแต่ละ
ชั้นปีเพื่อจัดระบบการใช้ห้องปฏิบัติการและหมายกำหนดการซ่อมบำรุงได้อย่างถูกต้องและยังเป็นข้อมูล
ที่จะติดตามผลการปฏิบัติการของนักศึกษาได้ด้วย

2.6.2. ระเบียบการปฏิบัติงานของนักศึกษา

ระเบียบการปฏิบัติงานของนักศึกษาเป็นการบันทึกผลการปฏิบัติการระยะต่าง ๆ เพื่อใช้
ในการติดตามและส่งเสริมการเรียนของนักศึกษาส่วนมากจะเป็นการบันทึกคะแนนการปฏิบัติการ และ
อาจจะรวมทั้งสภาพร่างกาย จิตใจ และความประพฤติของนักเรียนด้วย แบบฟอร์มสำหรับการจัดบันทึก
นี้ สามารถออกแบบตามความต้องการของอาจารย์ผู้สอนได้ ซึ่งจะเป็นแบบใดก็ได้แต่ต้องมีผลต่อการติดตาม
และส่งเสริมการเรียนของนักศึกษา แบบฟอร์มตัวอย่างดังนี้

2.6.3. ระเบียบเกี่ยวกับการเงินของห้องปฏิบัติการ

ระบบบัญชีการเงินมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ในห้องปฏิบัติการ อย่างไรก็ตามเป็นเพียง
ระบบบัญชีง่าย ๆ เท่านั้น เช่น การบัญชีเกี่ยวกับการเก็บและส่งเงินค่าของเสียหายในห้องปฏิบัติการ การ
จัดทำประวัติการใช้งบประมาณด้านต่าง ๆ เช่น วัสดุ ครุภัณฑ์ หรือเงินบริจาค เงินอุดหนุน เงินรายได้
จากการรับจ้างทำงาน เป็นต้น ระบบการบัญชีนี้อาจขอให้เจ้าหน้าที่แผนกการเงินช่วยจัดทำให้ก็ได้

2.7. ความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการ

ที่ผ่านมาพบว่ามีปัญหาสำคัญอยู่การหนึ่งซึ่งได้ก่อให้เกิดความเสียหายอย่างมากต่อร่างกาย
ชีวิต และทรัพย์สิน นั่นคือ ปัญหาการเกิดอุบัติเหตุในขณะที่ปฏิบัติงานของนักศึกษาและจากผลการ
วิจัยของผู้เชี่ยวชาญต่างประเทศพบว่า 82% ของอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นในขณะที่ปฏิบัติงาน โดยเกิดจากผลของ
ความประมาทและสภาพแวดล้อม 3% เกิดจากเครื่องมือโดยตรง และ 15% เกิดจากผลรวมของเครื่อง
จักร (ไฟโรจน์ ตีรณานกุล, 2541)

ความสูญเสียเมื่อเกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการสามารถจำแนกได้ ดังนี้

1. เครื่องมือ ตัวอาคาร และทรัพย์สินเสียหาย
2. ผู้ปฏิบัติงานบาดเจ็บ พิการ หรือเสียชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เกิดความสูญเสียเปล่าทางการศึกษา
4. เสียค่ารักษาพยาบาล
5. เสียเวลาการปฏิบัติงาน
6. สำหรับอาจารย์ผู้ควบคุม ต้องช่วยเหลือผู้บาดเจ็บ สอบสวนสาเหตุ
7. เสียขวัญและกำลังใจในการทำงานของผู้ประสบเหตุ

จากผลการวิเคราะห์ของนักวิชาการทำให้เราได้ทราบถึงสาเหตุของการเกิดอุบัติเหตุว่า สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยตรง และเนื่องจากความบกพร่องของสิ่งอื่น ๆ ซึ่งนอกเหนือจากการกระทำของมนุษย์โดยตรงเมื่อได้ทราบสาเหตุแล้วสมควรอย่างยิ่ง ที่จะต้องหามาตรการป้องกัน สำหรับอุบัติเหตุเกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยตรงเราสามารถแก้ไขได้ โดยให้ความรู้ ในเรื่องการปฏิบัติงานที่ปลอดภัย การวางกฎระเบียบ ข้อบังคับ เพื่อให้นักศึกษาปฏิบัติตาม ฯลฯ ส่วนอุบัติเหตุจากความบกพร่องอื่น ๆ นั้น ได้แก่ ความบกพร่องของสภาพทางกายภาพในห้องปฏิบัติการ ควรจะติดตามซ่อมบำรุงให้อยู่ในสภาพที่ดีเสมอ

2.7.1 ลักษณะกายภาพของห้องปฏิบัติการกับการเกิดอุบัติเหตุ

สภาพแวดล้อมหรือสภาพกายภาพในห้องปฏิบัติการประกอบด้วยลักษณะการวางผังห้องปฏิบัติการ อากาศ แสงสว่าง เสียง และอุณหภูมิ ลักษณะของสภาพกายภาพที่เหมาะสมจะช่วยลดและป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้นได้

2.7.1.1. ผังห้องปฏิบัติการกับการเกิดอุบัติเหตุ

การวางผังห้องปฏิบัติการที่บกพร่อง ย่อมจะก่อให้เกิดอันตรายได้มาก และอาจช่วยเสริมอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นให้ขยายตัว ออกไปได้อีกด้วย ตัวอย่าง การเกิดอุบัติเหตุ เนื่องมาจากผังห้องปฏิบัติการที่บกพร่อง

2.7.1.2. การระบายอากาศกับการเกิดอุบัติเหตุ

ตามปกติเราต้องการอากาศสำหรับหายใจวันละ 30 ปอนด์ หรือ 17.5 ลบ.ฟุต ต่อ ชม. ซึ่งในอากาศจะมีส่วนผสมของ ไนโตรเจน 78% ออกซิเจน 21% คาร์บอนไดออกไซด์ 0.03% แก๊สเฉื่อย และฝุ่นละออง 0.97% ถ้าเราหายใจเอาอากาศที่มีออกซิเจนต่ำกว่า 20% จะรู้สึกอึดอัด และถ้ามีออกซิเจนเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่ำกว่า 14% จะทำให้เสียชีวิตได้ หากในอากาศมีส่วนผสมของแก๊สพิษชนิดต่าง ๆ อยู่มากกว่าปกติจะเกิดอันตรายต่อร่างกายดังนี้

1. คาร์บอนมอนอกไซด์ ถ้ามีมากถึง 0.05% จะทำให้การนำออกซิเจนของเม็ดเลือดลดลง 50% คนจะตายเพราะขาดออกซิเจน
2. คาร์บอนไดออกไซด์ ถ้ามี 4.5-5% จะทำให้หายใจลำบาก อาจหมดสติ ถ้ามี 7.9% ร่างกายจะทนไม่ไหว (ถึงจุดอันตราย)
3. ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ค่า TLV (Threshold Limit Value) คือ ค่าที่คนจะทนได้โดยไม่เกิดอันตราย เมื่อได้รับสารนั้นวันละ 8 ชม. สัปดาห์ละ 5 วันเป็นเกณฑ์ เท่ากับ 5 ใน ล้านส่วน ถ้ามีมากกว่านี้จะทำให้เยื่อจมูกอักเสบ ถึงลมในปอด โป่งพอง
4. ไอรระเหยของตะกั่ว ค่า TLV เท่ากับ 0.15 มิลลิกรัม/ม.³ ถ้ามีมากกว่านี้จะทำให้เป็นโรคโลหิตจาง และเป็นอัมพาตจากสารตะกั่วเป็นพิษ
5. ฝุ่นละอองของหินทราย ซีเมนต์ ถ้าได้รับมาก ๆ และนาน ๆ จะทำให้ปอดพังผืด หดสภาพในการทำงาน

2.7.1.3. แสงสว่างกับการเกิดอุบัติเหตุ

แสงสว่างเป็นปัจจัยที่ช่วยให้มองเห็น ประมาณ 15-25% ของอุบัติเหตุทั้งหมดมีสาเหตุจากการให้แสงสว่างไม่เพียงพอ ถ้าห้องปฏิบัติการมีแสงสว่างไม่เพียงพอ จะก่อให้เกิดอันตรายดังนี้

1. ผู้เรียนขาดความตั้งใจในการทำงาน
2. ขาดความสนใจในงาน ซึ่งเป็นสาเหตุของความประมาทและเสียวินัยในการทำงาน
3. ได้ผลงานที่ขาดความประณีต ด้อยคุณภาพ มีการสูญเสียรวมทั้งอาจทำให้เครื่องมือ และเครื่องมือเสียหายได้เช่นกัน
4. เสียสายตา
5. เกิดอาการทางประสาท
6. ช่วยส่งเสริมให้เกิดอุบัติเหตุในขณะที่ปฏิบัติงานได้มาก

2.7.1.4. เสียงกับการเกิดอุบัติเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงเป็นพลังงานรูปหนึ่งซึ่งเกิดจากการสั่นสะเทือนในสภาพแวดล้อม โดยทั่วไปเราจะต้องพบกับพลังงานรูปนี้อยู่เสมอ ปัจจัยของเสียงที่ก่อให้เกิดอันตรายประกอบด้วย

- ก. ความถี่ของเสียง
- ข. ความดังของเสียง
- ค. ช่วงเวลาของการรับเสียง
- ง. ลักษณะและคุณภาพของเสียง

- อันตรายที่เกิดจากความดังและความถี่ของเสียงช่วงต่าง ๆ

1. เสียงดังเกิน 85 เดซิเบล ความถี่ 2000-6000 Hz มีอันตรายทุกความถี่
2. เสียงดังระหว่าง 85-89 เดซิเบล ความถี่ 3000 Hz มีอันตรายมาก
3. เสียงดังระหว่าง 98-99 เดซิเบล ความถี่ 600-4800 Hz มีเปอร์เซ็นต์การสูญเสียการได้ยินสูงมาก

- อันตรายที่เกิดจากความดังและช่วงเวลาการได้ยิน

ความดังและความถี่เท่ากัน การได้รับเสียงเป็นระยะเวลาต่อเนื่องนานกว่าจะเกิดอันตรายได้มากกว่า ดังนี้

ตารางที่ 2.5. แสดงความดังสูงสุดที่รับฟังได้ต่อช่วงเวลาการได้ยิน

จำนวนชั่วโมงที่รับเสียงได้	ความดังสูงสุดที่ปลอดภัยของเสียง(เดซิเบล)
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	107
45 นาที	107
30 นาที	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- อันตรายที่เกิดจากลักษณะคุณภาพของเสียง

จากการทดลองของกองอาชีวอนามัยกระทรวงสาธารณสุขพบว่าเสียงที่ดังสม่ำเสมอ เช่น เสียงมอเตอร์, เครื่องมือจะให้ความรำคาญน้อยกว่าเสียงที่เป็นจังหวะจากการกระทบ

เสียงทำให้เกิดผลกระทบอะไรบ้าง

1. ผลกระทบทางร่างกาย ทำให้หูตึง หูหนวก โรคหัวใจ โรคประสาท ระบบกล้ามเนื้อ และระบบย่อยอาหารทำงานน้อยลง
2. ผลกระทบทางอารมณ์จะทำให้กลายเป็นคนจู้จี้รำคาญ เบื่อหน่าย หงุดหงิด เจ้าอารมณ์ ฉุนเฉียวไม่ควบคุมเหตุ
3. ผลกระทบต่องานที่ทำอยู่ ทำให้งานบกพร่องหรือผิดพลาดจากการสื่อสาร ผลงาน ขาดความประณีตเที่ยงตรง

2.7.1.5. อุณหภูมิกับการเกิดอุบัติเหตุ

อุณหภูมิรอบ ๆ ตัวเราที่ทำให้รู้สึกไม่สบายตัว (สำหรับคนไทย) ประมาณ 20°-30°ซ. โดยสัมพันธ์กับความเร็วลม 0.3 เมตร / วินาที และความชื้นสัมพัทธ์ 50-60 % อุณหภูมิที่ร้อน หรือหนาวเกินไปย่อมทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของคนลดลง ผลกระทบจากอุณหภูมิต่อร่างกายดังต่อไปนี้

1. อุณหภูมิร้อนเกินไป จะทำให้เกิดอาการปวดหัว ตาลาย เบื่ออาหาร หัวใจเต้นเร็ว สับสน เฉื่อยชา ฉุนเฉียวและมีอาการทางประสาท
2. อุณหภูมิที่หนาวเกินไป จะทำให้รู้สึกไม่สบายตัว เพราะร่างกายต้องนำพลังงานบางส่วนไปต่อสู้กับความหนาว ปรับอุณหภูมิร่างกายให้สมดุล และเป็นผลเสียต่องานที่ทำ เนื่องจากขาดสมาธิ อาการสั่นสะเทือน
3. อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงอย่างกะทันหันจะทำให้เกิดอาการ ใจ จับใจ หรือไม่สบายในขณะที่ทำงาน

2.7.2. หลักเกณฑ์การสร้างความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการจากสภาพกายภาพที่เหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามที่ทราบแล้วว่า สาเหตุที่ก่อให้เกิดอุบัติเหตุในห้องปฏิบัติการคือ เกิดจากการกระทำของมนุษย์โดยตรง ซึ่งแก้ไขได้โดยควบคุมพฤติกรรมของผู้ปฏิบัติงานและสาเหตุเนื่องจากความบกพร่องอื่น ๆ ซึ่งแก้ไขได้โดยการกำหนดหรือปรับแต่งสภาพกายภาพให้เหมาะสมในการทำงาน ดังนี้

2.7.2.1.ผังห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมจะช่วยลดอันตรายได้

ซึ่งแยกเป็น 2 ส่วนคือ

- ตัวอย่างการ

เนื้อที่ของห้องปฏิบัติการทางสาขาวิชาฟิสิกส์ แบ่งเนื้อที่ใช้งานให้เป็นสัดส่วนทางเดินรอบเครื่องมือ โดยทั่วไปไม่ต่ำกว่า 0.6 เมตร ทางเดินภายในห้องปฏิบัติการ ควรกว้างประมาณ 1 เมตร การใช้สีทาในบริเวณที่ต้องการสื่อความหมายพิเศษ เช่น สีแดง ใช้กับเครื่องดับเพลิง สีเหลืองหมายถึงการเตรียมพร้อมและเส้นแบ่งเนื้อที่ การใช้สีทาจะช่วยเสริมความปลอดภัยได้อีกแรงหนึ่ง หลังคาห้องปฏิบัติการควรสูงโปร่ง มีฝ้าเพดานช่องรับลมและแสงสว่างประมาณ 30% ของพื้นที่ห้องปฏิบัติการ สีทาภายในควรเป็นสีให้ความรู้สึกเย็น เรียบ ๆ ระยะสูงจากพื้นขึ้นไป 2 เมตร ต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง

- ฟังตำแหน่งเครื่องมือ

1. เครื่องจักรที่ให้กำเนิดความร้อน ฝุ่นระลอก กลิ่น คว้น หรือประกายไฟ เช่น เตาอบ เตาหลอมโลหะ เครื่องเชื่อม ฯลฯ ควรแยกบริเวณต่างหาก และควรอยู่ด้านหลังของทางเข้า เพื่อมิให้รบกวนคนอื่น ขณะเดินเข้า-ออก
2. เครื่องมือที่สูงเกิน 1.2 เมตร ควรจัดวางเป็นแถวหรือกลุ่ม บริเวณรองในห้องปฏิบัติการ เพื่อมิให้บังสายตาของผู้ควบคุมการฝึกงาน
3. เครื่องเขย่าเพื่อแบ่งตัวอย่างดินควรวางไว้ในห้องที่สามารถควบคุมเสียงได้
4. เครื่องมือวัดที่มีความละเอียดในการวัดสูงเช่น ตาชั่ง ตัวแปลงสัญญาณทั้งหลาย ควรวางไว้ในที่ซึ่งไม่มีลมกรรโชก
5. อุปกรณ์ไฟฟ้า ควรวางไว้ในใกล้จุดที่มีปลั๊กไฟ ลดความเสียหายจากการเคลื่อนย้ายเครื่องมือ
6. การทดลองบดอัดตัวอย่างดิน ต้องทำแทนให้แข็งแรงต่างหากแยกจากพื้นของห้องปฏิบัติการ

2.7.2.2.การระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในบริเวณที่อากาศมีสายพิษปะปน เช่น ไคระเหยของตะกั่วบักกรี ละอองฟอสฟอรัส ผุ่น ละออง จากเครื่องเลื่อย แก๊สพิษจากเครื่องยนต์ ฯลฯ สามารถระบายอากาศโดยใช้พัดลมจ่ายอากาศไปยัง บริเวณที่มีการถ่ายเทอากาศโดยธรรมชาติไม่ทั่วถึง หรือใช้พัดลมดูดเอาอากาศออกจากจุดที่เป็นแหล่ง กำเนิดสายพิษนั้น และอากาศที่เข้าไปหมุนเวียนถ่ายเทภายในควรมีความเร็วประมาณ 4.5-7.5 เมตร / นาที

2.7.2.3.การใช้แสงสว่าง

การให้แสงสว่างควรจัดให้ได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติมากที่สุด หากไม่เพียงพอให้ เพิ่มหลังคาโปร่งแสง หรือใช้แสงสว่างจากดวงโคมไฟฟ้าเฉพาะจุดที่จำเป็น

2.7.2.4.การลดอันตรายจากเสียงดังมาก

การลดอันตรายจากเสียงดังมาก ควรแยกหรือกั้นบริเวณที่เกิดเสียงดังมาก ๆ ไว้ต่างหาก ผู้ปฏิบัติงานต้องใช้อุปกรณ์ครอบ หรือเสียบหู ลักษณะผังห้องปฏิบัติการที่เหมาะสมจะช่วยลดอันตราย ลงได้มาก

2.7.2.5.การลดอันตรายจากอากาศร้อนมาก

การวางผังที่เหมาะสมจะช่วยลดปัญหาลงได้มาก หากยังไม่เพียงพอ ให้ติดตั้งระบบพัด ลมจ่ายอากาศเพิ่มเติม เฉพาะจุดที่จำเป็นหรือใช้น้ำฉีดหล่อเย็นระบายความร้อนออกจากหลังคา ในช่วงที่ ร้อนมากๆ

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการจัดการ

3.1. ขั้นตอนการดำเนินการ

ขั้นตอนการดำเนินการประกอบไปด้วย การเตรียมก่อนการดำเนินการ การดำเนินการ การทดลองนำผลการดำเนินการมาใช้จริง การสรุปผลการดำเนินการ การจัดทำรายงาน

3.1.1. การเตรียมก่อนการดำเนินการ

เป็นการศึกษาเหตุและปัจจัยต่างๆที่มีผลกับการจัดห้องปฏิบัติการอันประกอบไปด้วย

1. ข้อมูลที่เกี่ยวข้องของกับหลักการ ทฤษฎี มาตรฐาน เอกสารวิชาการ
2. ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ต่างๆที่สั่งซื้อเข้ามาในงบประมาณธนาคาร โลก
3. ข้อมูลทั่วไปที่เกี่ยวข้องกับห้องปฏิบัติการอันประกอบด้วยทรัพยากรและลักษณะโดยทั่วไปภายในห้องปฏิบัติการ
4. ข้อมูลเกี่ยวกับการทดลองต่างๆที่จะมีหลังจากมีการตรวจรับเครื่องมือ
5. จำนวนนักศึกษาของชั้นปีที่มีการเรียนวิชาการทดลองทางปฐพีกลศาสตร์

3.1.2. การดำเนินการ

เนื่องจากการจัดการห้องปฏิบัติการเป็นงานที่ค่อนข้างกว้างและมีรายละเอียดมากจึงได้กำหนดเป็นข้อย่อๆขึ้นมาเพื่อทำให้การดำเนินการเป็นไปอย่างมีเป้าหมายและขอบเขตซึ่งสามารถแยกย่อยออกมาได้ดังนี้

1. จัดทำขอบเขตทางเดินและบริเวณการทำการทดลอง
2. กำหนดตำแหน่งและจัดวางเครื่องมือ
3. จัดทำฐานข้อมูลเครื่องมือที่จัดซื้อในงบประมาณธนาคาร โลก
4. จัดทำแบบฟอร์มการใช้ห้องห้องปฏิบัติการฯ ตลอดจนเอกสารพิมพ์-เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีมาตรฐานความปลอดภัยอย่างเพียงพอ
6. มีข้อเสนอแนะอย่างเพียงพอในการใช้เครื่องมือแต่ละชนิด
 - 6.1. จัดให้มีคู่มือการใช้งานประจำเครื่องมือที่จำเป็น
 - 6.2. จัดให้มีตารางการสอบเทียบเครื่องมือ
7. ทำการตรวจวัดการใช้งานจากนักศึกษาที่ใช้งานจริงตามการทดลองต่างๆ
8. หาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงห้องปฏิบัติการฯ ที่จัดขึ้นให้มีการใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ
9. รวบรวมปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

3.1.3. การทดลองนำผลการดำเนินการมาใช้งานจริง

ในขั้นตอนนี้เป็นการนำสิ่งที่ได้ดำเนินการไปมาใช้งานจริงเพื่อวิเคราะห์ผลการใช้งานจากการที่ได้นำหลักวิชาการและมาตรฐานต่างๆมาใช้โดยการเก็บข้อมูลของปัญหาที่ยังเกิดขึ้นเพื่อนำมาเป็นข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขในโอกาสต่อไป

3.1.4. การสรุปผลและวิเคราะห์ผลการดำเนินการ

เป็นการนำผลจากการดำเนินการทั้งหมดมาทำการวิเคราะห์และสรุปเพื่อเป็นหลักในการจัดการส่วนปลีกย่อยอื่นๆที่ยังมีอยู่และการนำไปใช้งานจริงกับห้องปฏิบัติการอื่นๆ

3.1.5. จัดทำรายงาน

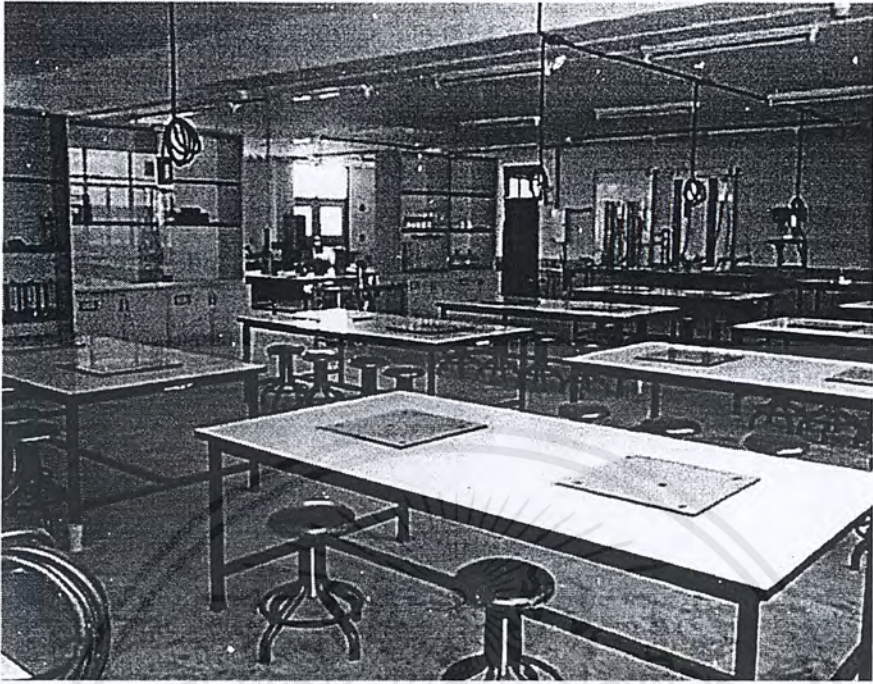
3.2. การดำเนินการ

3.2.1. จัดทำขอบเขตทางเดินและบริเวณการทำการทดลอง

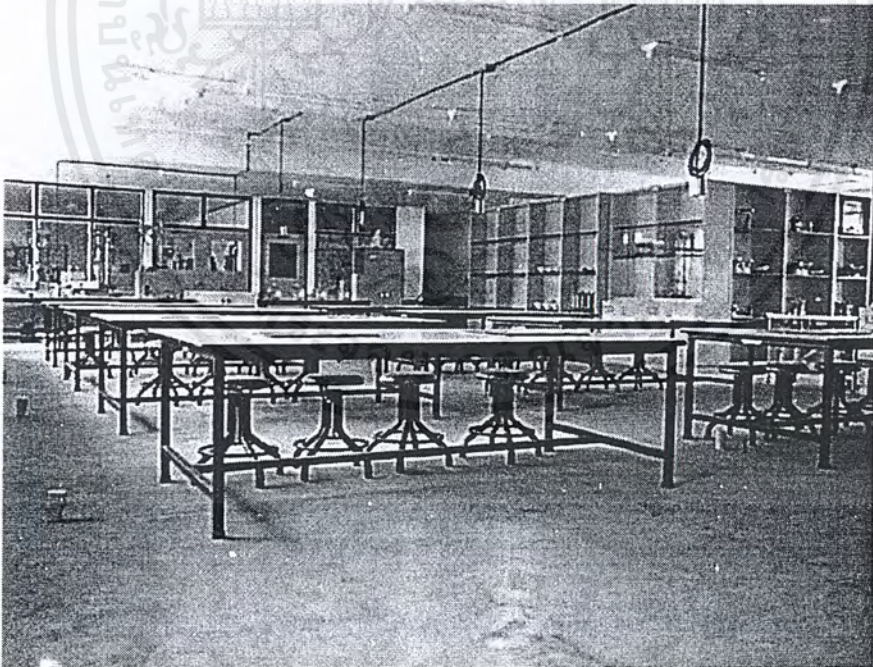
หลังจากได้ทำการศึกษารายละเอียดต่างๆในขั้นต้นแรกมาแล้วก็จัดแบ่งเป็นเขตการทดลองซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น

1. **เขตปฏิบัติการที่ 1** เป็นเขตที่ใช้สำหรับทำการทดลองพื้นฐานต่างๆไปและใช้ควบคู่กับการเป็นห้องเรียนในส่วนนี้ประกอบไปด้วยดังแสดงในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



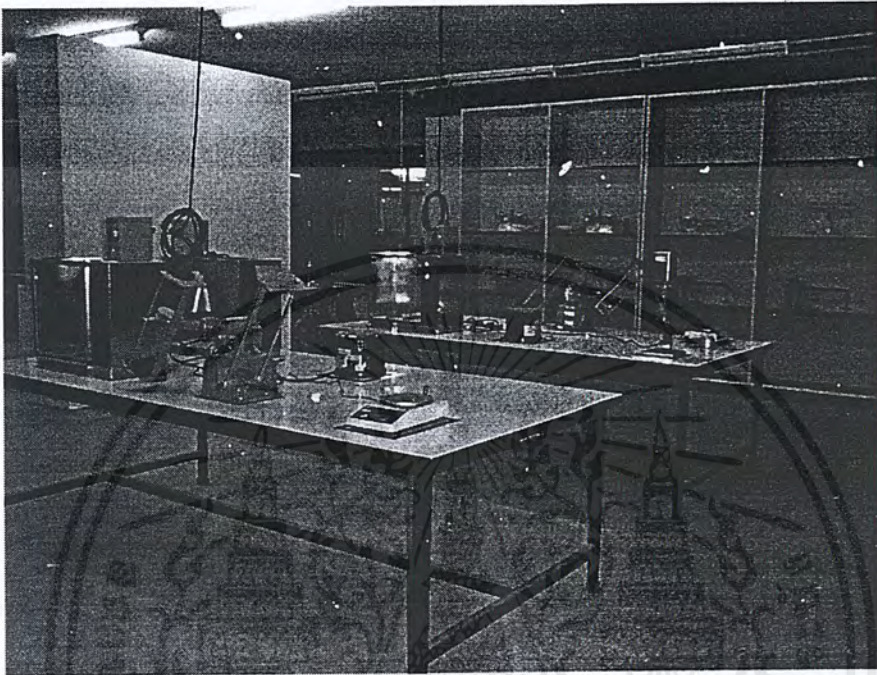
รูปที่ 3.1 แสดงเขตปฏิบัติการที่ 1 มองจากหลังห้อง



รูปที่ 3.2 แสดงเขตปฏิบัติการที่ 1 มองจากหน้าห้อง

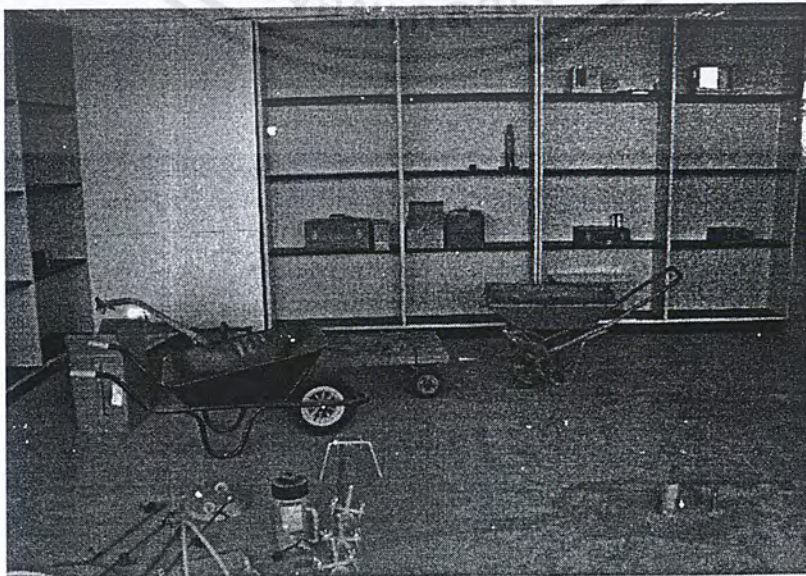
2. เขตปฏิบัติการที่ 2 เป็นเขตที่มีการจัดวางเครื่องมือที่จำเป็นต้องใช้เครื่องมือร่วมกันเนื่องจากข้อจำกัดเรื่องปริมาณเครื่องมือและเครื่องมือบางชนิดจำเป็นต้องมีการออกแบบระบบไฟฟ้าขึ้นมาใหม่เพื่อให้เอกสารเป็นเอกสารที่สงวนเวลาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญูญาติหนาไปไซ่ประเศขนดานการค้ำไม่วำกรณืใดๆ ทังสิ้น อีกรั้ทั้งหำมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่ม่ีการนำไปไซ่

เพียงพอกับความต้องการปริมาณไฟฟ้าเมื่อใช้เครื่องมือพร้อมกันและในส่วนนี้มีการจัดแบ่งพื้นที่เฉพาะไว้สำหรับนักศึกษาที่อาจเข้ามาทำการทดลองในช่วงเวลาที่มีการใช้ห้องเรียนหรือเพื่อตัวอย่างสำหรับการมาบันทึกค่านอกเวลาปกติ



รูปที่ 3.3 แสดงเขตปฏิบัติการที่ 2

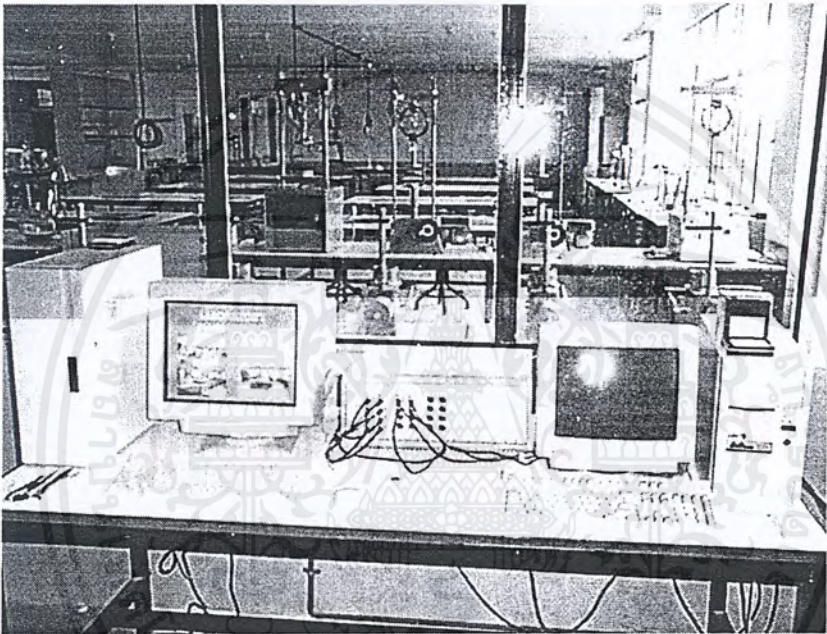
3. เขตปฏิบัติการที่ 3 เป็นส่วนที่เตรียมเพื่อสำหรับการอื่นๆที่อาจจะมีเช่น การพักเครื่องมือหลังจากออกไปทำงานในสนามก่อนการทำการเคลื่อนน้ำมัน และได้จัดเป็นพื้นที่สำหรับวางตู้เก็บของ



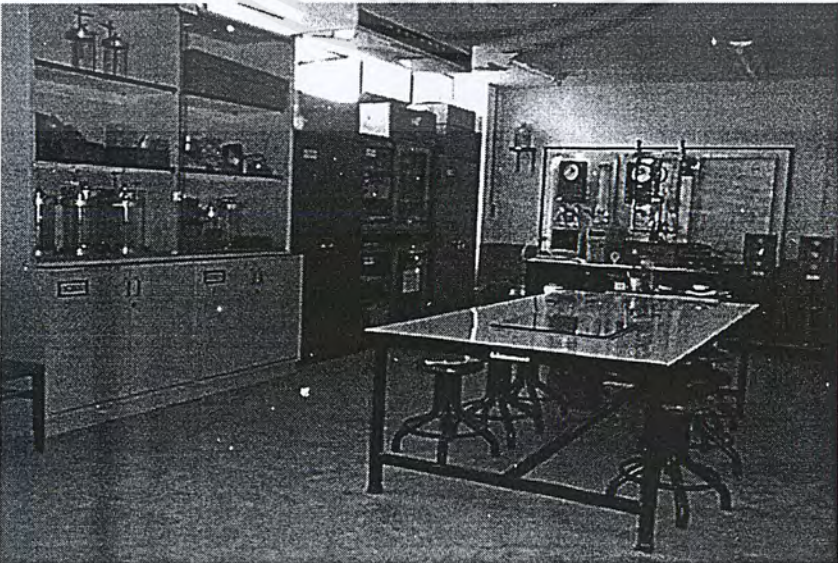
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 แสดงเขตปฏิบัติการที่ 3

- 4. ห้องปฏิบัติการที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และความดัน เดิมทีส่วนนี้จากการศึกษาจากแบบเป็นส่วนใหญ่ที่ออกแบบขึ้นมาเพื่อใช้เป็นห้องสำหรับการปฏิบัติการกำลังอัด 3 แกน เพื่อความเหมาะสมจึงยังคงยึดห้องนี้เป็นส่วนที่ใช้สำหรับการทดลองที่ได้ออกแบบไว้และจากการที่ห้องนี้เป็นห้องที่ได้รับการออกแบบให้มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศจึงใช้ห้องนี้เป็นห้องสำหรับเก็บอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และเครื่องมือวัดอิเล็กทรอนิกส์



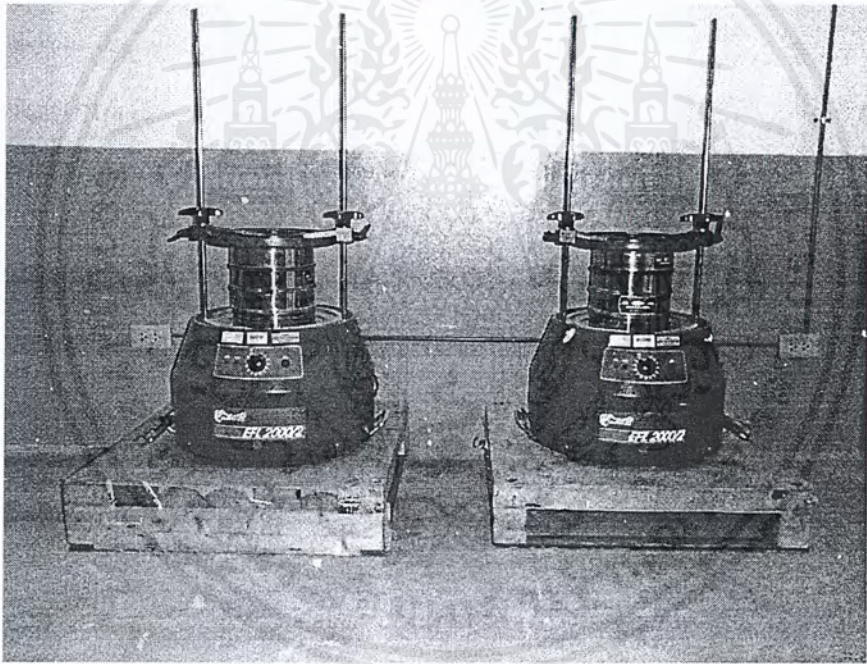
รูปที่ 3.5 แสดงห้องปฏิบัติการที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และความดัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 แสดงห้องปฏิบัติการที่ใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์และความดัน (เก็บเครื่องมือ)

5. ห้องปฏิบัติการที่ควบคุมเสียง จากการทดลองทั้งหมดที่มีกำหนดในการสอนพบว่ามียู่ 3 การทดลองที่เกิดเสียงดังขึ้นในขณะที่ทำการทดลอง คือ การหาขนาดเม็ดดิน การหาค่าความหนาแน่นของดินในห้องทดลอง และ การทดลองหาค่าCBR ซึ่งข้อจำกัดที่สำคัญในการทดลองการหาค่าความหนาแน่นและ การทดลองหาค่าCBR คือ เสียงดังอันเกิดจากการบดอัดดินเนื่องจากที่เกิดขึ้นนอกจากกระจายไปในอากาศแล้วยังกระจายไปตามส่วนของ โครงสร้างของอาคารด้วยจึงจำเป็นต้องจัดหาขอบเขตหรือพื้นที่จากห้องปฏิบัติการอื่นๆเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ในส่วนของห้องนี้จึงสามารถรองรับได้ในส่วนที่ทำการทดลองหาขนาดของเม็ดดินและเก็บอุปกรณ์เฉพาะทางด้านนี้



รูปที่ 3.7 แสดงห้องปฏิบัติการที่ควบคุมเสียง

6. ห้องควบคุมความชื้นและการเจาะสำรวจดิน ในส่วนของห้องนี้ก่อนการก่อสร้างได้ออกแบบไว้สำหรับเป็นห้องที่ให้และรักษาความชื้นตัวอย่างดิน แต่เนื่องจากห้องที่ออกแบบมากับเครื่องมือที่มีอยู่ในตอนนี้และที่คาดว่าจะมาเพิ่มประกอบกับอนาคตข้างหน้าจำเป็นต้องนำพื้นที่ส่วนที่เป็นห้องเก็บของในปัจจุบันมาใช้เป็นห้องพักอาจารย์จึงมีความจำเป็นต้องวางแผนการใช้ห้องเหล่านี้ให้รอบคอบเพื่อไม่ให้เสียเวลาเนื่องจากการทำงานซ้ำซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ห้องเก็บของ ในส่วนนี้มีความสำคัญกับห้องปฏิบัติการทั่วไปเนื่องจากมีความจำเป็นที่ควบคุมของที่จะนำมาใช้งานให้พอดีกับการใช้งานจึงจำเป็นที่จะต้องมีห้องเก็บของ ซึ่งจะเก็บอุปกรณ์และวัสดุที่เตรียมสำรองไว้ใช้งาน
8. ห้องพักอาจารย์ เป็นอีกส่วนหนึ่งที่ต้องพิจารณาในส่วนนี้ตามแบบก่อนการก่อสร้างไม่ได้เผื่อไว้มีก็เฉพาะห้องเจ้าหน้าที่ส่วนนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับการจัดการเครื่องมือเนื่องจากอาจารย์เป็นผู้รับผิดชอบโดยตรงเกี่ยวกับการดูแลและรักษาเครื่องมือซึ่งปัจจุบันก็มีอยู่แล้วในส่วนนี้
9. ห้องเจ้าหน้าที่ ในส่วนนี้ได้มีการออกแบบไว้เรียบร้อยแล้วจึงยังคงใช้ห้องเดิมที่มีอยู่มาเป็นห้องเจ้าหน้าที่

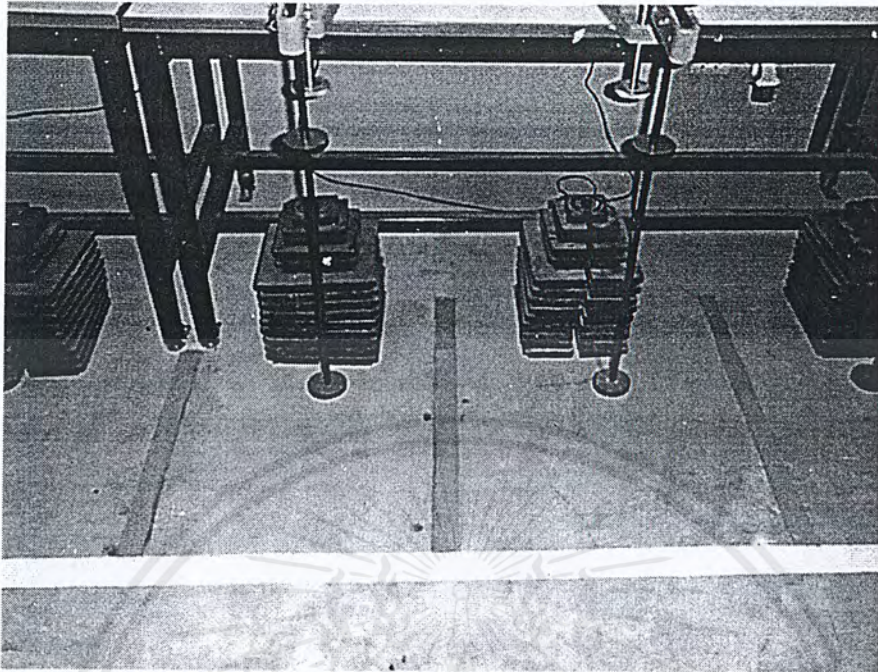
เมื่อมีการวางแผนจัดวางเรียบร้อยแล้วก็ทำการจัดวางเครื่องมือไว้ตามส่วนต่างๆที่ได้แบ่งไว้ ซึ่งในการจัดวางเครื่องมือได้อาศัยหลักการของการทำงานเป็นขั้นตอนและเครื่องมือที่ใช้งานสำหรับการทดลองเดียวกันก็จัดวางไว้ใกล้กันเพื่อระบียบในการเบิกจ่ายและการเก็บหลังการใช้งานเสร็จ

เมื่อได้มีการจัดวางอุปกรณ์ต่างๆเรียบร้อยแล้วขั้นต่อไปก็เป็นขั้นตอนสำหรับการคงไว้ซึ่งระเบียบและหลักสำหรับจัดการเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง

เมื่อจัดวางทุกสิ่งทุกอย่างเข้าที่เรียบร้อยแล้วต่อไปจึงเป็นการกำหนดแนวทางเพื่อความ เป็นระบบและระเบียบในการทำงานโดยนำหลักการมาใช้ดังนี้

1. ประยุกต์หลักการหาพื้นที่ใช้งานมาใช้ คือ มีระยะห่างจากเครื่องมือที่ใช้ทำการทดลองอย่างน้อย 50 ซม. ม.
2. ประยุกต์หลักการเกี่ยวกับพื้นที่ทางเดินมาใช้ คือมีพื้นที่สำหรับทางเดิน 60 ซม.และเมื่อพิจารณาจด สำหรับบรรทุกของประจำห้องปฏิบัติการซึ่งมีช่วงกว้างในการบรรทุก 70 ซม.จึงกำหนดให้มีเส้นทางสำหรับเข้าสู่เครื่องมือหนักร้อยอย่างน้อย 70 ซม.ม.
3. ประยุกต์ใช้เส้น สีขาวสำหรับทางเดิน สีเหลืองสำหรับพื้นที่ปฏิบัติการ สีแดงสำหรับพื้นที่ทำงานของ เครื่องมือเส้นทางเดินหนา 5 ซม.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงแนวทางเดินและแนวเขตปฏิบัติการ

3.2.2. กำหนดตำแหน่งและจัดวางเครื่องมือ

หลังจากได้ทำการแบ่งเขตการปฏิบัติการเรียบร้อยแล้วไปก็ทำการกำหนดตำแหน่งของเครื่องมือเพื่อให้สอดคล้องกับการปฏิบัติการทดลองต่างๆเช่น

- ATTERBERG'S LIMITS

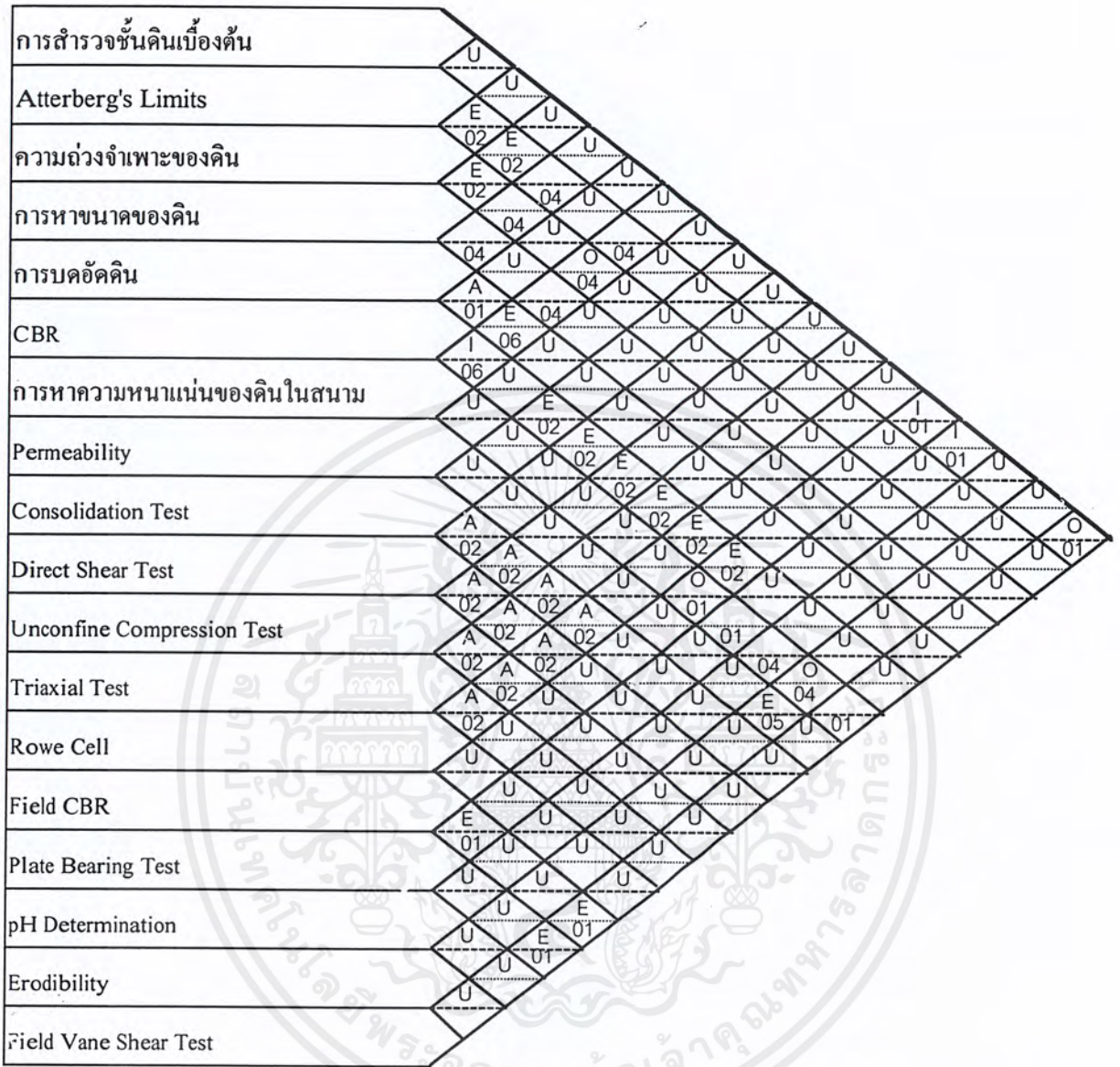
ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

Liquid Limit

1. เครื่องเคาะดิน (Liquid Limit Device)
2. มีดปาดร่องดิน (Grooving Tool) แบบแคสซาแกรนด์ (Casagrande)(แบบแบน) หรือแบบ โค้ง (ASTM) มีแท่งวัด (Gauge) ระยะ 10 มม. ที่ปลายด้าม
3. มีดปาดดิน (Spatula)
4. ขามกระเบื้องเคลือบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรม



Value	Closeness	No.of Rating
A	Absolutely Necessary	11
E	Especially Important	14
I	Important	3
O	Ordinary Closen O.K.	12
U	Unimportant	113
X	Not Desirable	0

รหัส	เหตุผล
01	ใช้ทดสอบในสนามเหมือนกัน
02	เป็นการทดลองที่ใช้เครื่องมือร่วมกัน
03	ใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน
04	เป็นการทดลองชั้นพื้นฐานเหมือนกัน
05	ใช้ปัจจัยประกอบร่วมกัน เช่น ปี้มลม แรงดันน้ำ
06	การไหลของวัสดุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ขวดฉีดน้ำ(Wash Bottle)

Plastic Limit

1. แผ่นกระจกรองสำหรับปั้นดิน
2. เพลลาโลหะขนาด 3.2 มม.(1/8 นิ้ว) ไว้เปรียบเทียบขนาดเส้นดินที่ปั้น
3. ขวดฉีดน้ำ (Wash Bottle)

Shrinkage Limit

1. ถ้วยสำหรับหาค่าพิกัดหดตัว (Shrinkage Dish)
2. แผ่นพลาสติกมีปุ่ม 3 ปุ่ม (Plastic Plate with Three Prongs)
3. แผ่นกระจก (Watch Glass)
4. ถ้วยแก้วหาปริมาตร (Volume Dish)
- 5.ปรอท (Mercury)
6. ตาชั่งอ่านได้ละเอียด 0.01 กรัม
7. ถ้วยกระเบื้อง
8. จาระบี

- การหาขนาดเม็ดดิน

ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

Sieve Analysis

1. ถาดใส่ตัวอย่างดิน (Mixing Pan)
2. ตะแกรงร่อน (Sieve)
3. เครื่องเขย่าตัวอย่างดิน (Sieve Shaker)
4. เครื่องชั่งขนาด 2 กก อ่านได้ละเอียด 0.1 กรัม
5. กล้องแบ่งตัวอย่างดิน (Sample Splitter)
6. แปรงทำความสะอาดตะแกรง (แปรงลวดสำหรับตะแกรงหยาบและแปรงขนสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. ตะแกรงละเอียด
8. ฝอยยาง
9. มือตักดิน (Soil Scoop)

Hydrometer Analysis

1. Hydrometer ชนิดอ่านค่าความถ่วงจำเพาะ (ASTM 151H) ได้ประมาณ 0.995-1.030 หรือชนิดอ่านค่าน้ำหนักเม็ดดินต่อปริมาตร (ASTM 152H) ได้ประมาณ 0-60 กรัม/ลิตร
 2. เครื่องปั่นดิน (Mechanical Mixer)
 3. ผงช่วยให้เม็ดดินกระจายตัว (Dispersing Agent) โดยใช้ Sodium Hexa-Metaphosphate
 4. กระจกไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Jar) หรือกระบอกตวง (Measuring Cylinder) ขนาด 1000 cm³ 2 ใบ
 5. อ่างปรับอุณหภูมิ (Water Bath)
 6. เทอร์โมมิเตอร์ 0-50 องศาเซลเซียส อ่านได้ละเอียด 0.1-0.5 องศาเซลเซียส
 7. นาฬิกาจับเวลา
 10. น้ำกลั่น (Distilled water)
 11. ภาชนะใส่ตัวอย่างดิน ภาชนะผสมดินและเม็ดผสมดิน
 12. เครื่องชั่งอ่านได้ละเอียด 0.01 กรัม ตู้อบ อ่างแก้วดูความชื้น
- ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

ประกอบด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ดังนี้

1. Pycnometer แบบขวดแก้วคอกยาวก้นป่อง (Volumetric flask) หรือ แบบขวดทรง กระบอก ปริมาตร 250 หรือ 500 ml
2. เตาบunsenหรือเตาแผ่นร้อน (Hot Plate) หรือ หม้อต้มน้ำ
3. Thermometer 0-100 °C อ่านละเอียด 0.5-1.0 °C
4. เครื่องชั่งอ่านได้ละเอียด 0.1 g
5. น้ำกลั่น (Distilled water)
6. ตู้อบ (Drying oven)
7. ภาชนะ (ขันอะลูมิเนียม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. อ่างแก้วดูดความชื้น (Desiccator) พร้อมฝาปิด

9. เครื่องกวนดิน (Stirrer Apparatus)

เหล่านี้ล้วนนำมาพิจารณาเพื่อให้การจัดวางเป็นไปเพื่อลดเวลาในการเบิกจ่ายเพราะเมื่อเรามีการจัดวางเครื่องมือเป็นชุดและวางไว้ใกล้กันจะทำให้คล่องตัวในการทำงานและจัดเก็บ ตัวอย่างที่ขมมาเป็นตัวอย่างของชุดเครื่องมือที่มีการจัดไว้ให้จัดเก็บอยู่ใกล้กัน

3.2.3. จัดทำฐานข้อมูลเครื่องมือที่จัดซื้อในงบประมาณราชการโลก

จากการศึกษาเกี่ยวกับกรทำฐานข้อมูลก็พบว่าสามารถประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excel จัดเก็บข้อมูลต่างๆที่ต้องการได้และสามารถนำมาใช้ในการสืบหาเครื่องมือตามที่มีการเก็บข้อมูลไว้

ขั้นตอนในการจัดทำ

1. ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือทั้งหมดว่ามีรายละเอียด ลักษณะเฉพาะตัวอย่างอะไรบ้าง
2. จัดพิมพ์ข้อมูลทั้งหมดของเครื่องมือแต่ละชนิดตามที่ได้รับและได้ศึกษามาลงในโปรแกรม Microsoft Excel
3. ทำการเลือกพื้นที่ของเซลล์ที่ต้องการจะจัดทำเป็นฐานข้อมูล
4. จากนั้นเข้าไปในเมนูของโปรแกรม Microsoft Excel ที่มีชื่อว่า ข้อมูล ถ้าเป็นภาษาอังกฤษก็จะเขียนว่า DATA จากนั้นจึงเลือกไปที่คำว่า ตัวกรอง หรือถ้าเป็นภาษาอังกฤษก็จะเรียกว่า FILTER และสุดท้ายจึงเลือก คำว่า ตัวกรองอัตโนมัติ หรือในภาษาอังกฤษใช้คำว่า AUTO FILTER ก็จะเป็นขั้นตอนสุดท้าย จากนั้นก็จะสามารถสืบค้นข้อมูลได้หลายรูปแบบ

3.2.4. จัดทำแบบฟอร์มการใช้ห้องห้องปฏิบัติการ

แบบฟอร์มสำหรับห้องปฏิบัติการจากการที่ได้ศึกษามาจากหลักวิชาการ ซึ่งที่คาดว่าจะมีความสำคัญกับห้องปฏิบัติการได้แก่

1. แบบฟอร์มสำหรับการบริหารห้องปฏิบัติการได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1.1. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกประวัติของเครื่องมือหลักของแต่ละชุดเครื่องมือ
 - 1.2. แบบฟอร์มสำหรับวัสดุคงคลัง(ส่วนนี้สามารถจัดการ โดยใช้โปรแกรม)
 - 1.3. แบบฟอร์มการซ่อมบำรุง
 - 1.4. แบบฟอร์มสำหรับบันทึกการปฏิบัติงานของนักศึกษาเพื่อบันทึกเป็นสถิติการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ
 - 1.5. แบบฟอร์มสำหรับการยืมคืนเครื่องมือ
 2. แบบฟอร์มสำหรับการเข้าปฏิบัติการทดลองของจริงนักศึกษาโดยเป็นการตรวจสอบว่านักศึกษา แต่ละคนมีการเข้าทำการทดลองเรื่องอะไรบ้าง เวลาเข้า-ออกในการทำการทดลอง
 3. แบบฟอร์มบันทึกระบบการเงินของห้องปฏิบัติการ
- ตารางเหล่านี้ได้จัดแสดงไว้ในภาคผนวก

3.2.5. มีมาตรฐานความปลอดภัยอย่างเพียงพอ

เกี่ยวกับระบบความปลอดภัยในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีจำเป็นต้องวิเคราะห์ถึงอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น โดยพอจะสรุปดังนี้

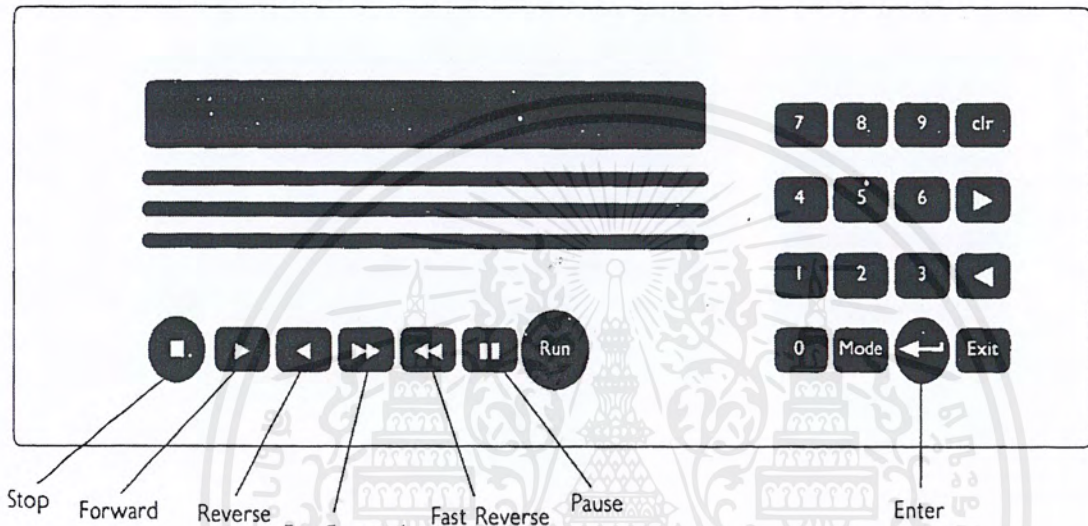
1. อันตรายจากการทำงานของเครื่องมือในส่วนนี้ได้มีการจัดทำเป็นข้อควรระวัง เช่น ส่วนที่เครื่องมือมีการหมุนก็มีสัญลักษณ์บอกให้ทราบว่าเป็นระยะทำงานของเครื่องมือ ห้ามเข้าใกล้และวางสิ่งของในบริเวณนี้
2. อันตรายจากการเดินสะดุด ส่วนนี้ยังคงเป็นปัญหาอยู่จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องแก้ปัญหาอยู่เนื่องจากในช่วงที่ผ่านมายังคงมีการสะดุดกันอยู่มาก มาตรการเบื้องต้นคือการแจ้งให้ระวังการสะดุดก่อนการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการ
3. อันตรายการใช้เครื่องมือเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยมากเนื่องจากยังขาดความเข้าใจและขาดความระมัดระวังในการใช้เครื่องมือ มาตรการในการแก้ปัญหาคือการแนะนำให้รู้จักวิธีการใช้เครื่องมือก่อนจะทำงานจริงและในระหว่างการใช้งานเครื่องมือที่มีตรายก็ควรมีเจ้าหน้าที่ประจำห้องคอยควบคุมอยู่ด้วยเสมอ และที่สำคัญคือ แผ่นป้ายบอกวิธีการใช้ใกล้เครื่องมือแต่ละชนิดที่มีโอกาสเกิดอันตรายขึ้นได้สูง
4. อันตรายจากสภาพแวดล้อมอื่นๆ เช่น แสงสว่าง เสียง อากาศ อุณหภูมิ เหล่านี้ล้วนมีขีดจำกัดในการดำเนินการ อาจสามารถพัฒนาไปเรื่อยๆในอนาคต แต่เหล่านี้ เกิดขึ้นน้อยเนื่องจากการจัดผังได้นำปัจจัยเรื่องความปลอดภัยมาพิจารณาด้วย

3.2.6. มีข้อแนะนำอย่างเพียงพอในการใช้เครื่องมือแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จัดให้มีคู่มือการใช้งานประจำเครื่องมือที่จำเป็น

ก็จะบอกถึงวิธีใช้งานอุปกรณ์ชนิดนั้นในส่วนนี้ได้มีการสุมเครื่องมือที่มีความสำคัญเนื่องจากเครื่องมือจำนวนมากเกินกว่าที่จะจัดการได้หมดในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการใช้งาน เครื่อง Digital Shear Machine



รูปที่ 3.9.แสดงหน้าจอควบคุมบนเครื่อง Digital Shear Machine
การใช้เครื่อง Digital Shear Machine

- ตัวอย่างการใส่อัตราการเฉือน เช่น ให้อัตราการเฉือนเท่ากับ 0.05 มม./นาที โดย กดบนแป้นตัวเลข 0-0-5 บนหน้าปัดทางด้านขวา
- กดปุ่ม Enter อัตราแรงเฉือนจะอยู่บนหน้าจอสีเขียว
- ทำการเดินเครื่องโดยกดปุ่ม Run

หมายเหตุ ปุ่มอื่นๆ มีรายละเอียดการใช้ดังนี้

- ปุ่ม Stop ทำการหยุดการเดินเครื่อง
- ปุ่ม Pause ทำการหยุดการเดินเครื่องชั่วคราว
- ปุ่ม Forward เดินเครื่องแบบช้าไปข้างหน้า
- ปุ่ม Reverse เดินเครื่องแบบช้าไปข้างหลัง
- ปุ่ม Fast Forward เดินเครื่องแบบเร็วไปข้างหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ปุ่ม Fast Reverse เดินเครื่องแบบเร็วไปข้างหลัง

2. จัดให้มีตารางการสอบเทียบเครื่องมือ

เนื่องจากเครื่องมือประเภทที่เกี่ยวกับการวัดจำเป็นต้องมีการสอบเทียบอยู่เสมอเพราะเมื่อมีการใช้ไปนานๆคุณสมบัติประจำตัวก็จะเปลี่ยนไปจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่มีการสอบเทียบ แต่ในประเด็นนี้เครื่องมือต่างๆที่มายังคงเป็นเครื่องมือใหม่จึงจะต้องทำการจัดเก็บตารางสอบเทียบให้เป็นระบบระเบียบ ซึ่งก็ได้มีการจัดแบ่งตามชนิดของเครื่องมือ ซึ่งข้อมูลส่วนนี้นอกจากจะมีประโยชน์สำหรับหาค่าคงที่ประจำเครื่องมือแล้วยังมีประโยชน์ในการป้อนค่า สำหรับการบันทึกข้อมูลโดยผ่าน Autonomous Data Acquisition Unit (ADU) ซึ่งจัดให้มืออย่างละ 3 ชุด

3.2.7. ทำการตรวจวัดการใช้งานจากนักศึกษาที่ใช้งานจริงตามการทดลองต่างๆ

เนื่องมาจากเครื่องมือต่างๆที่จะนำมาให้นักศึกษาใช้งานยังอยู่ในขั้นตอนของการตรวจรับ การนำเครื่องมือแต่ละอย่างมาใช้งานยังคงเป็นไปด้วยความระมัดระวังและมีการจำกัดการใช้งานที่สามารถตรวจวัดการใช้งานที่สมบูรณ์จึงควรเป็นช่วงที่เป็นหลังจากมีการตรวจรับเครื่องมือเรียบร้อยแล้ว แต่จากการที่ได้ใช้ไปบางส่วนก็สามารถสอบถามถึงความพร้อมของสิ่งต่างๆที่ได้มีการดำเนินการไประหว่างการทำโครงการพิเศษ

3.2.8. หาแนวทางแก้ไขและปรับปรุงห้องปฏิบัติการที่จัดขึ้นให้มีการใช้ได้จริงในทางปฏิบัติ

จากการดำเนินการ ไปนั้นเป็นไปตามหลักทฤษฎีและมาตรฐานแต่ในความเป็นจริงไม่สามารถที่จะให้เป็นไปตามหลักทฤษฎีได้ทุกประการ การที่จะทำให้สามารถใช้งานได้จริงจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องใช้การวิเคราะห์ถึงปัญหาที่ยังคงมีอยู่ เมื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาแล้วจึงหาวิถีทางในการแก้ปัญหาจากนั้นจึงนำมาปฏิบัติจริง

บทที่ 4

สรุปผลและวิเคราะห์ผลการดำเนินการ

4.1. ผลที่ได้รับจากดำเนินการ

1. มีการทำรหัสของเครื่องมือทำให้สามารถบริหารการเบิกจ่ายเครื่องมือให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
2. มีการทำฐานข้อมูลทำให้ง่ายในการค้นหาและรู้จำนวนที่แน่นอนของเครื่องมือ
3. มีการทำรหัสตู้ทำให้ช่วยในการจัดการเครื่องมือได้ดียิ่งขึ้น
4. มีการจัดแบ่งเขตการทดลองออกเป็นส่วนๆ ทำให้การควบคุมสะดวกยิ่งขึ้น
5. มีการทำเครื่องหมายในการจัดวางทรัพยากรประจำห้องช่วยให้สามารถวางเครื่องมือเข้าที่ได้หลังจากเครื่องมือถูกเคลื่อนที่ออกจากตำแหน่งเดิม
6. เกิดประสิทธิภาพในการดูแลและใช้งานเครื่องมือ
7. การจัดการที่ดีที่สุดคือการจัดการที่มีการผสมผสานระหว่างหลักวิชาการและความยืดหยุ่นที่ควรจะมีในแต่ห้องปฏิบัติการ

4.2. ข้อเสนอแนะ

1. ห้องปฏิบัติการต่างๆสามารถนำหลักการเดียวกันนี้ไปใช้ในการวางแผนการจัดการ โดยหลักการต่างๆส่วนจะต้องมีการประยุกต์ให้เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการแต่ละชนิด
2. สิ่งที่สำคัญที่สุดหลังจากมีการใช้หลักในการจัดการห้องปฏิบัติการแล้วคือการติดตามผลเพื่อศึกษาถึงปัญหาต่างๆที่ยังแฝงอยู่ เพื่อนำมาวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาต่อไป
3. บุคลากรมีความสำคัญอย่างยิ่งในการรักษาระบบต่างๆและพัฒนาระบบต่างๆให้ดียิ่งขึ้น
4. หลักใหญ่ที่สุดในการจัดการที่ดีที่สุดคือการจัดการคนให้เป็นผู้มีความรับผิดชอบ มีจิตสำนึกในการใช้ทรัพยากร

4.3. รวบรวมปัญหาและนำเสนอวิธีการแก้ปัญหา

อาจจะพอสรุปถึงปัญหาที่ยังคงมีอยู่ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การทดลองบดอัดดินในห้องทดลองและการหาค่า CBR ยังไม่สามารถจัดไว้ในส่วนของห้องปฏิบัติการได้เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องมลภาวะทางเสียง ควรจัดหาสถานที่อื่น ๆ ที่ไม่ไกลจากห้องปฏิบัติการมากนัก และควรเป็นชั้นอยู่ติดกับผิวดิน
2. อากาศภายในห้องปฏิบัติการค่อนข้างร้อนอบอ้าวมากทำให้ไม่มีสมาธิในการเรียนและการทำการทดลอง ควรมีการเพิ่มเติมระบบการปรับอากาศให้ดีกว่านี้ เช่นการติดตั้งลมดูดอากาศ
3. เครื่องมือบางอย่างยังคงจำเป็นต้องอธิบายวิธีการใช้อย่างละเอียดจำเป็นจะต้องมีผู้ที่รู้ถึงวิธีการใช้เครื่องมือเหล่านั้นจริงๆมาอธิบายวิธีการใช้ ควรมีการจัดให้มีการฝึกการใช้เครื่องมือสักครั้งในแต่ละภาคการศึกษาที่มีการเรียนการสอนวิชาการทดลองทางปฐพีกลศาสตร์
4. ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องมีคณาคุณแลแทนอาจารย์ที่รับผิดชอบโดยลงเทียบผลที่เกิดจากการที่ไม่มีผู้ดูแลเครื่องกับผลจากการที่มีผู้ดูแลแล้วผลดีผลเสียเป็นอย่างไร ควรมีการจัดหาผู้มาดูแลเครื่องมือ อาจเป็นช่างเทคนิคหรือผู้มีความรู้เกี่ยวกับการใช้เครื่องมือ

เนื่องจากปัญหาเหล่านี้ล้วนเป็นปัญหาที่จำเป็นจะต้องร่วมกันแก้ไข วิธีทางต่างๆในการแก้ปัญหาย่อมเป็นไปได้ตามปัจจัยที่มีให้พิจารณาในช่วงเวลานั้นๆ

บรรณานุกรม

รศ.ไพโรจน์ ตีรณนากุล, การจัดการโรงงานช่างอุตสาหกรรม, ศูนย์สื่อเสริม
กรุงเทพ

สมศักดิ์ ตีรศักดิ์, การออกแบบและวางผังโรงงาน, พิมพ์ครั้งที่ 9
(กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์บริษัท ส.เอเชียเพลส, 2541)

สถาบันอาหาร ฝ่ายบริการทดสอบ,ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของห้อง
ปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม,ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของ
ห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ

Construction Laboratory and Workshop RMIT, Student Safety Manual

ELE International Ltd, Civil and Environmental Engineering Test Equipment, 9th

Edition Catalogue

Universities Science & Engineering Education Project, CONTRACT NO.MUA

6/2000,Tender: IFB 99-MUA 5 Package 9960 Soil Testing

ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วยความสามารถของ ห้องปฏิบัติการทดสอบและห้องปฏิบัติการสอบเทียบ

1. ขอบข่าย

- 1.1 มาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ระบุข้อกำหนดทั่วไปเกี่ยวกับความสามารถในการดำเนินการทดสอบ และ / หรือ สอบเทียบ รวมถึงการสุ่มตัวอย่าง โดยครอบคลุมถึงการทดสอบและการสอบเทียบที่ใช้วิธีที่เป็นมาตรฐาน วิธีที่ไม่เป็นมาตรฐานและวิธีที่พัฒนาขึ้นเองโดยห้องปฏิบัติการ
- 1.2 มาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ใช้ได้กับทุกองค์กรที่ทำการทดสอบ และ / หรือสอบเทียบ ซึ่งรวมถึงห้องปฏิบัติการที่เป็นบุคคลที่หนึ่งที่สองและที่สาม และห้องปฏิบัติการที่ทำการทดสอบ และ / หรือสอบเทียบแบบเป็นส่วนหนึ่งของการตรวจสอบ (inspection) และรับรองผลิตภัณฑ์ (product certification) มาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ใช้ได้กับทุกห้องปฏิบัติการ โดยไม่จำกัดจำนวนบุคลากร หรือขนาดของขอบข่ายของกิจกรรมการทดสอบ และ / หรือสอบเทียบ ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการไม่ได้ดำเนินการอย่างหนึ่งอย่างใด หรือหลายอย่าง ที่ครอบคลุมโดยมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ เช่น การสุ่มตัวอย่าง และการออกแบบ / พัฒนารูปแบบ / พัฒนารูปแบบ / พัฒนารูปแบบ ฯลฯ ข้อกำหนดตามข้อต่าง ๆ เหล่านี้ ก็ไม่ต้องนำมาใช้ หมายเหตุต่าง ๆ ที่ให้ไว้ เพื่อให้เกิดความชัดเจนของข้อความ เป็นตัวอย่างและเป็นการแนะนำแนวทางไม่ถือว่าเป็นข้อกำหนด และไม่ได้รวมเป็นส่วนหนึ่งของมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้
- 1.3 มาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้สำหรับให้ห้องปฏิบัติการใช้เพื่อพัฒนาระบบคุณภาพ ระบบการบริหารและวิชาการ ที่ห้องปฏิบัติการใช้ในการดำเนินงานลูกค้าของห้องปฏิบัติการหน่วยงานผู้ควบคุมตามกฎระเบียบ และหน่วยงานที่ให้การรับรองอาจใช้มาตรฐานนี้ในการตรวจสอบยืนยันความสามารถหรือการยอมรับความสามารถของห้องปฏิบัติการ
- 1.4 มาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ไม่ครอบคลุมถึงความเป็นไปตามกฎระเบียบ และข้อกำหนดต่าง ๆ ทางด้านความปลอดภัยในการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการถ้าห้องปฏิบัติการทดสอบ และสอบเทียบเป็นไปตามข้อกำหนดต่าง ๆ ตามมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ อาจถือว่ามี การดำเนินการระบบคุณภาพในกิจกรรมทดสอบและสอบเทียบที่เป็นไปตาม ข้อกำหนดของ ISO 9001 ด้วย เมื่อห้องปฏิบัติการดังกล่าวมีกิจกรรมออกแบบ / พัฒนารูปแบบ / พัฒนารูปแบบ / พัฒนารูปแบบ และ / หรือมีการพัฒนาโปรแกรมทดสอบโดยการผสมผสานวิธีทดสอบ และสอบเทียบที่เป็นวิธีมาตรฐาน กับวิธีที่ไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นมาตรฐานเข้าด้วยกัน และจะถือว่าเป็นไปตาม ISO 9002 ด้วย เมื่อห้องปฏิบัติการใช้เพียงวิธีที่เป็นมาตรฐานเท่านั้น

ภาคผนวก A แสดงตัวเลขข้อเชื่อมโยงการเปรียบเทียบระหว่างมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ กับ ISO 9001 และ ISO 9002 ISO / IEC 17025 ครอบคลุมข้อกำหนดเกี่ยวกับความสามารถทางด้านวิชาการหลายข้อที่ไม่ได้ครอบคลุมถึงโดย ISO 9001 และ ISO 9002

หมายเหตุ 1. อาจมีความจำเป็นที่จะต้องอธิบายหรือแปลความข้อกำหนดบางอย่างในมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้เพื่อให้แน่ใจว่าข้อกำหนดต่าง ๆ จะได้รับการนำไปใช้ในลักษณะตรงกันแนวทางสำหรับการจัดทำวิธีการนำไปใช้สำหรับสาขาเฉพาะ , โดยเฉพาะสำหรับหน่วยงานผู้ให้การ (ดู ISO / IEC Guide 58: 1993 ข้อ 4.1.3) แสดงอยู่ในภาคผนวก B

หมายเหตุ 2. ถ้าห้องปฏิบัติการประสงค์จะขอรับการรับรองในกิจกรรมการทดสอบและสอบเทียบบางส่วนหรือทั้งหมดควรเลือกหน่วยงานผู้ให้การรับรองที่ดำเนินงานตาม ISO / IEC Guide 58

2. เอกสารอ้างอิง

เอกสารอ้างอิงต่อไปนี้ใช้ในการจัดทำข้อกำหนดในมาตรฐานนี้สำหรับเอกสารอ้างอิงที่มีการระบุปีที่ออกหากมีการแก้ไขใดๆหรือทบทวนใหม่ต่อมาจากนั้นเอกสารที่ประกาศใช้ใหม่เหล่านี้ใด ๆ ไม่ได้นำมาใช้อ้างอิง อย่างไรก็ตามผู้ที่ทำข้อตกลงกันโดยยึดมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ ควรตรวจสอบความเป็นไปได้ในการใช้เอกสารอ้างอิงฉบับเก่าตามที่อ้างต่อจากนี้ด้วย

สำหรับเอกสารอ้างอิงที่ไม่มีการระบุปีเอกสารมาตรฐาน ให้ใช้ฉบับล่าสุดเป็นฉบับที่ใช้นำมาอ้างอิงสมาชิก ISO และ IEC จะมีทะเบียนรายชื่อของมาตรฐานระหว่างประเทศที่ใช้ในปัจจุบัน

ISO 9001: 1994, Quality systems – Model for quality assurance in design, development, production installation and servicing.

ISO 9002: 1994, Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing.

ISO / IEC Guide 2, General terms and their definitions concerning standardization and Related activities.

VIM, International vocabulary of basic and general terms in metrology, issued by BIPM, IEC, IFCC, ISO, IUPAC, IUPAP and OIML.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ 1. มาตรฐาน คำแนะนำ ฯลฯ ที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ ในสาขาที่รวมอยู่ในมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ได้แสดงไว้ในบรรณานุกรมท้ายเล่ม

หมายเหตุ 2. ขณะที่มาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้กำลังดำเนินการจัดทำ ISO 9001 และ ISO 9002 กำลังอยู่ในระหว่างการทบทวนแก้ไข และคาดว่าจะได้รับการประกาศใช้ในปลายปี 2000 โดยใช้ชื่อรวมกันเป็น ISO 9001: 2000 ซึ่งไม่ได้รวมอยู่ในมาตรฐานนี้

3. คำศัพท์และคำจำกัดความ

คำศัพท์และคำจำกัดความต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามวัตถุประสงค์ของมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ให้เป็นไปตาม ISO / IEC Guide 2 และ VIM

หมายเหตุ คำนิยามทั่ว ๆ ไปที่เกี่ยวกับคุณภาพ มีกำหนดใน ISO 8402 ในขณะที่ ISO / IEC Guide 2 จะให้คำนิยามโดยเฉพาะเกี่ยวกับมาตรฐาน การรับรอง (certification) และการรับรองห้องปฏิบัติการ (laboratory accreditation) ในกรณีที่ ISO 8402 ให้นิยามที่ต่างออกไป นิยามที่เหมาะสมจะใช้ตาม ISO / IEC Guide 2 และ VIM

4. ข้อกำหนดด้านการจัดการ

4.1 การจัดการองค์กร

- 4.1.1 ห้องปฏิบัติการหรือองค์กรที่มีห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กรต้องเป็นบุคคลที่สามารถรับผิดชอบงานได้ตามกฎหมาย
- 4.1.2 ห้องปฏิบัติการต้องรับผิดชอบในการดำเนินกิจกรรมทดสอบและสอบเทียบให้ เป็นไปตามข้อกำหนดตามมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ และเป็นไปตามความต้องการของลูกค้า หน่วยงานผู้ควบคุมตามกฎระเบียบ หรือองค์กรหน่วยงานที่ให้การยอมรับ
- 4.1.3 ระบบการจัดการของห้องปฏิบัติการ ต้องครอบคลุมงานที่ดำเนินการในห้องปฏิบัติการที่จัดตั้งแบบถาวร งานที่ทำ ณ สถานปฏิบัติการนอกห้องปฏิบัติการถาวร หรือในห้องปฏิบัติการแบบเคลื่อนที่ หรือแบบจัดตั้งขึ้นชั่วคราว
- 4.1.4 ถ้าห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กรที่ดำเนินกิจกรรมอื่นนอกเหนือจากการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ จะต้องมีการกำหนดความรับผิดชอบของต่าง ๆ บุคลากรสำคัญ (key

personnel) ในองค์กร ที่มีส่วนเกี่ยวข้องหรือมีอิทธิพลต่อกิจกรรมทดสอบ และ/หรือสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ เพื่อชี้แจงความเป็นไปได้ในการมีส่วนร่วมได้ส่วนเสีย

หมายเหตุ 1. ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการเป็นส่วนหนึ่งขององค์กรขนาดใหญ่ การจัดองค์การควรเป็นลักษณะที่มีให้แผนกที่มีส่วนได้ส่วนเสีย เช่น ฝ่ายผลิต ฝ่ายการตลาด หรือการเงิน มามีอิทธิพลต่อความเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ของห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ 2. ถ้าห้องปฏิบัติการประสงค์จะได้รับการยอมรับในฐานะบุคคลที่ 3 ห้องปฏิบัติการต้องสามารถแสดงให้เห็นว่า มีความเป็นกลาง และห้องปฏิบัติการรวมทั้งบุคลากรของห้องปฏิบัติการต้องปราศจากความกดดัน ด้านการค้า การเงิน และความกดดันอื่นใด ที่อาจมีอิทธิพลต่อการตัดสินใจทางด้านวิชาการ ห้องปฏิบัติการทดสอบหรือสอบเทียบประเภทบุคคลที่ 3 ไม่ควรเข้าร่วมในกิจกรรมใด ๆ ที่อาจเกิดอันตรายต่อความเชื่อถือในความเป็นอิสระของห้องปฏิบัติการเกี่ยวกับการตัดสินใจ และความซื่อสัตย์ต่อวิชาชีพ ในส่วนที่เกี่ยวกับกิจกรรมการทดสอบหรือสอบเทียบของตน

4.1.5 ห้องปฏิบัติการจะต้อง

- (a) มีบุคลากรด้านการจัดการ และด้านวิชาการ พร้อมอำนาจหน้าที่และทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินงานตามหน้าที่ และในการชี้แจงการเกิดการเบี่ยงเบนไปจากระบบคุณภาพหรือจากขั้นตอนการดำเนินงานในการทำการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และในการกำหนดปฏิบัติการเพื่อป้องกันหรือลดการเบี่ยงเบนนั้นให้น้อยลง(ดูข้อ 5.2)
- (b) มีการจัดเตรียมการเพื่อให้มั่นใจว่า การจัดการและบุคลากรปราศจากความกดดันทางการค้าการเงิน และความกดดันอื่นใดทั้งจากภายนอก และภายใน และอิทธิพลต่าง ๆ ที่อาจมีผลต่อคุณภาพของงาน
- (c) มีนโยบายและขั้นตอนดำเนินงานเพื่อให้มั่นใจในการป้องกัน ข้อมูลที่เป็นความลับของลูกค้าและสิทธิ์ต่าง ๆ ของผู้ให้บริการ รวมทั้งวิธีการดำเนินการในการป้องกันข้อมูลที่จัดเก็บ และมีการถ่ายโอนผลทางอิเล็กทรอนิกส์
- (d) มีนโยบายและขั้นตอนดำเนินงานที่หลีกเลี่ยงการเข้าไปมีส่วนร่วมเกี่ยวข้องในกิจกรรมใด ๆ ที่จะลดความเชื่อถือในด้านความสามารถ, ความเป็นกลาง, การตัดสินใจ หรือการดำเนินการด้วยความซื่อตรงต่อวิชาชีพ
- (e) กำหนดโครงสร้างองค์กรและการจัดการของห้องปฏิบัติการ สถานะของห้องปฏิบัติการในองค์กรใหญ่ และความสัมพันธ์ระหว่างการจัดการด้านคุณภาพ, การดำเนินการทางวิชาการ และบริการสนับสนุนต่าง ๆ

- (f) ระบุความรับผิดชอบ, อำนาจหน้าที่ และความสัมพันธ์ระหว่างกันของบุคลากรทั้งผู้ทำหน้าที่ในการจัดการปฏิบัติการ หรือทวนสอบงานที่มีผลต่อคุณภาพของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ
- (g) จัดให้มีการควบคุมงานที่เพียงพอต่อพนักงานผู้การทดสอบและสอบเทียบ รวมถึงผู้ฝึกงาน โดยบุคลากรที่คุ้นเคยกับวิธีและขั้นตอนดำเนินงาน วัตถุประสงค์ของการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และกับการประเมินผลทดสอบหรือสอบเทียบ
- (h) มีคณะกรรมการด้านวิชาการซึ่งมีความรับผิดชอบทั้งหมดเกี่ยวกับการดำเนินการทางด้านวิชาการและการจัดหาทรัพยากรที่จำเป็น เพื่อให้มั่นใจในคุณภาพตามที่ต้องการสำหรับการดำเนินการต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการ
- (i) แต่งตั้งให้สมาชิกคนหนึ่งทำหน้าที่เป็น ผู้จัดการคุณภาพ (หรือที่เรียกชื่อเป็นอย่างอื่น) ซึ่งนอกเหนือจากหน้าที่ และความรับผิดชอบอื่น ๆ แล้วจะต้องกำหนดให้มีอำนาจหน้าที่และความรับผิดชอบในการทำให้มั่นใจว่า มีการนำระบบคุณภาพไปใช้และปฏิบัติตามตลอดเวลา ผู้จัดการคุณภาพต้องสามารถติดต่อได้โดยตรงกับคณะผู้บริหารระดับสูงสุดที่ทำหน้าที่ตัดสินใจเกี่ยวกับนโยบายหรือทรัพยากรของห้องปฏิบัติการ
- (j) แต่งตั้งผู้รักษาการแทนสำหรับบุคลากรที่สำคัญ ๆ ทางด้านการจัดการ (ดูหมายเหตุ) **หมายเหตุ บุคคลใดบุคคลหนึ่งอาจมีหน้าที่มากกว่าหนึ่งหน้าที่ และอาจเป็นไปไม่ได้ในทางปฏิบัติที่จะแต่งตั้งผู้รักษาการแทนสำหรับทุกหน้าที่**

4.2 ระบบคุณภาพ

4.2.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีการจัดทำ นำไปใช้และรักษาไว้ซึ่งระบบคุณภาพที่เหมาะสมกับขอบข่ายของกิจกรรมของตน ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำเอกสารเกี่ยวกับนโยบาย ระบบโปรแกรมขั้นตอนการดำเนินงาน และคำแนะนำต่าง ๆ ตามขอบเขตความจำเป็น เพื่อให้มั่นใจในคุณภาพผลการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ เอกสารระบบคุณภาพจะต้องมีการสื่อสารแจ้งให้บุคลากรที่เกี่ยวข้องทราบ ทำความเข้าใจ มีไว้ให้ใช้งาน และนำไปใช้ปฏิบัติ

4.2.2 ระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการจะต้องมีการกำหนด นโยบาย และวัตถุประสงค์ ไว้ในคู่มือคุณภาพ(หรือที่เรียกชื่ออย่างอื่น) วัตถุประสงค์ต่าง ๆ ทั้งหมดต้องเขียนไว้ในถ้อยแถลงนโยบายคุณภาพ ถ้อยแถลงนโยบายคุณภาพต้องประกาศใช้โดยหัวหน้าผู้บริหารที่มีอำนาจหน้าที่ซึ่งอย่างน้อยถ้อยแถลงนโยบายคุณภาพจะต้องประกอบด้วยสิ่งต่อไปนี้

- a) คำมั่นในการจัดการห้องปฏิบัติการ ให้มีการปฏิบัติงานอย่างมีอาชีพที่ดี และด้วยคุณภาพในการทดสอบและสอบเทียบในการให้บริการแก่ลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- b) ถ้อยแถลงของการจัดการเกี่ยวกับมาตรฐานของห้องปฏิบัติการในกรณีให้บริการ
- c) วัตถุประสงค์ของระบบคุณภาพ
- d) การกำหนดให้บุคลากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมทดสอบ และสอบเทียบในห้องปฏิบัติการ จะต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับเอกสารคุณภาพ และนำนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานไปใช้ในงานของตน และคำมั่นของการจัดการห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามมาตรฐานนี้

หมายเหตุ ถ้อยแถลงนโยบายคุณภาพ ควรกะทัดรัด และอาจรวมข้อกำหนดที่ว่าทดสอบ/สอบเทียบต้องดำเนินการตามวิธีที่ระบุ และตามความต้องการของลูกค้าเสมอ ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ เป็นส่วนหนึ่งขององค์กรใหญ่ ส่วนย่อยของนโยบายคุณภาพบางส่วนอาจอยู่ในรูปของเอกสารอื่น ๆ

4.2.3 คู่มือคุณภาพต้องรวมถึงหรืออ้างอิงถึง ขั้นตอนดำเนินงานสนับสนุนต่าง ๆ รวมทั้งขั้นตอนการดำเนินงานทางด้านวิชาการด้วย คู่มือคุณภาพจะต้องแสดงโครงสร้างของการจัดทำเอกสารที่ใช้ในระบบคุณภาพ

4.2.4 บทบาทและหน้าที่ความรับผิดชอบต่าง ๆ ของคณะกรรมการทางด้านวิชาการ และผู้จัดการคุณภาพ รวมทั้งความรับผิดชอบ เพื่อให้มั่นใจว่าเป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้จะต้องระบุไว้ในคู่มือคุณภาพ

4.3 การควบคุมเอกสาร

4.3.1 ทั่วไป

ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำและรักษาไว้ซึ่งขั้นตอนดำเนินการในการควบคุมเอกสารต่าง ๆ ทั้งหมดที่เป็นส่วนประกอบของระบบคุณภาพ (ทั้งที่ทำขึ้นเองภายในหรือมาจากภายนอก) เช่น กฎ/ระเบียบ มาตรฐาน เอกสารที่ใช้ดำเนินการทั่วไปอื่น ๆ วิธีการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ รวมถึงแบบ (Drawing) ซอฟต์แวร์ เกณฑ์กำหนด คำแนะนำ และคู่มือการใช้งานต่าง ๆ

หมายเหตุ 1. คำว่าเอกสารในที่นี้ เป็นได้ทั้ง ถ้อยแถลงนโยบาย ขั้นตอนการดำเนินงาน เกณฑ์กำหนดตารางสอบเทียบ แผนภูมิ ตาราง แผ่นป้าย ประกาศ บันทึกช่วยจำ ซอฟต์แวร์ แบบแปลน ฯลฯ เอกสารเหล่านี้อาจอยู่ในรูปของสื่อชนิดต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นกระดาษ หรือ อิเล็กทรอนิกส์ และอาจเป็นตัวเลข อนุโลม ภาพถ่าย หรือการเขียน

หมายเหตุ 2. การควบคุมข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบและสอบเทียบ ครอบคลุมอยู่ในข้อ 5.4.7 ส่วน การควบคุมบันทึก ครอบคลุมอยู่ในข้อ 4.12

4.3.2 การอนุมัติและออกใช้เอกสาร

4.3.2.1 เอกสารทั้งหมดที่ออกให้แก่บุคลากรในห้องปฏิบัติการ เป็นส่วนหนึ่งของระบบคุณภาพที่ต้องได้รับการทบทวน และอนุมัติให้ใช้โดยผู้มีอำนาจก่อนนำออกใช้ ต้องจัดทำบัญชีรายชื่อเอกสาร (Master list) หรือมีขั้นตอนการดำเนินงานควบคุมเอกสารอย่างอื่นที่เทียบเท่าในการระบุสถานะปัจจุบันของเอกสารที่มีการแก้ไข และมีการแจกจ่ายในระบบคุณภาพโดยต้องมีให้พร้อมเพื่อป้องกันการใช้อเอกสารที่ยกเลิกแล้วหรือไม่ใช้แล้ว

4.3.2.2 ขั้นตอนการดำเนินงานที่น่าเอามาใช้ต้องมั่นใจว่า

- a) เอกสารฉบับที่เหมาะสมได้รับการอนุมัติ ต้องมีอยู่พร้อมใช้งานในทุกสถานที่ที่จำเป็นต่อการปฏิบัติงานให้เกิดประสิทธิภาพตามหน้าที่ต้องปฏิบัติของห้องปฏิบัติการ
- b) เอกสารต่าง ๆ ต้องได้รับการทบทวนเป็นระยะ ๆ และมีการแก้ไขถ้าจำเป็น เพื่อให้มั่นใจในความเหมาะสม และเป็นไปตามข้อกำหนดอย่างต่อเนื่องในการใช้
- c) เอกสารที่ไม่ให้ใช้แล้ว หรือยกเลิกแล้ว ต้องนำออกจากทุกจุดที่ออกหรือใช้งาน โดยทันทีหรือมีฉะนั้นต้องมั่นใจได้ว่าการป้องกันการนำไปใช้โดยไม่ตั้งใจ
- d) เอกสารไม่ใช้แล้วที่มีการจัดเก็บไว้ทั้งเพื่อเหตุผลทางกฎหมาย หรือเพื่อไว้เป็นความรู้ต้องมีการทำเครื่องหมายที่เหมาะสมไว้

4.3.2.2 เอกสารระบบคุณภาพที่จัดทำโดยห้องปฏิบัติการต้องมีการชี้บ่งอย่างเป็นระบบ การชี้บ่งดังกล่าวจะต้องรวมถึงวันเดือนปีที่ออกเอกสาร และ/หรือแก้ไข, หมายเลขหน้า, จำนวนหน้าทั้งหมด หรือเครื่องหมายแสดงหน้าสุดท้ายของเอกสาร และผู้มีอำนาจออกเอกสาร (คนเดียวหรือหลายคน)

4.3.3 การเปลี่ยนแปลงเอกสาร

4.3.3.1 การเปลี่ยนแปลงเอกสารต้องได้รับการทบทวนและอนุมัติโดยผู้มีหน้าที่เดิมซึ่งเคยเป็นผู้ทำการทบทวนเอกสารครั้งแรก นอกจากนี้ได้มีการมอบหมายไว้โดยเฉพาะเป็นอย่างอื่น ๆ บุคคลที่ได้รับมอบหมายนั้นต้องสามารถเข้าถึงเพื่อศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อใช้เป็นพื้นฐานในการทบทวนและอนุมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.3.3.2 ถ้าปฏิบัติได้ ข้อความที่แก้ไขหรือเพิ่มเติมใหม่ จะต้องได้รับการชี้แจงไว้ในเอกสารหรือในเอกสารแนบตามความเหมาะสม
- 4.3.3.3 ถ้าระบบการควบคุมเอกสารของห้องปฏิบัติการ ยอมให้มีการแก้ไขเอกสารด้วยลายมือจนกว่าจะมีการออกเอกสารใหม่ จะต้องมีการกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานและผู้มีอำนาจในการแก้ไขเอกสารไว้ด้วย การแก้ไขใด ๆ จะต้องแสดงให้เห็นอย่างชัดเจน มีการลงชื่อกำกับพร้อมวันที่ทำการแก้ไขเท่าที่ปฏิบัติได้ เอกสารที่ได้รับการแก้ไขดังกล่าวจะต้องมีการออกฉบับใหม่อย่างเป็นทางการเร็วที่สุด
- 4.3.3.4 ต้องจัดทำขั้นตอนการดำเนินงาน ที่อธิบายวิธีการเปลี่ยนแปลงเอกสารที่เก็บรักษาไว้ในระบบคอมพิวเตอร์ และการควบคุมเอกสาร ว่าทำอย่างไร

4.4 การทบทวนคำขอ, ข้อเสนอการประมูล และข้อสัญญาต่าง ๆ

- 4.4.1 ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำและรักษาไว้ซึ่งขั้นตอนการดำเนินงาน ในการทบทวนคำขอ, การประมูลและข้อสัญญาต่าง ๆ นโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานในการทบทวนที่นำไปสู่การทำสัญญากันในการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ เหล่านั้น จะต้องมั่นใจได้ว่า
- ความต้องการต่าง ๆ รวมถึงวิธีการต่าง ๆ ที่ใช้ ได้มีการระบุไว้อย่างเพียงพอ โดยจัดทำเป็นเอกสาร และเป็นที่ยอมรับร่วมกัน (ดูข้อ 5.4.2)
 - ห้องปฏิบัติการมีขีดความสามารถ และทรัพยากรต่าง ๆ ตรงตามความต้องการ
 - มีการเลือกวิธีทดสอบ และ/หรือสอบเทียบที่เหมาะสม และสามารถสนองความต้องการของลูกค้าได้ (ดู 5.4.2)

ความแตกต่างใด ๆ ระหว่างคำขอ หรือข้อเสนอการประมูล กับสัญญา ต้องได้รับการแก้ไขก่อนจะเริ่มงานใด ๆ สัญญาแต่ละฉบับต้องเป็นที่ยอมรับทั้งจากห้องปฏิบัติการและลูกค้า

หมายเหตุ 1. การทบทวนคำขอ, การประมูล และสัญญา ควรดำเนินการในลักษณะที่พิจารณาถึงประสิทธิภาพและความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติ ผลกระทบทางการเงิน กฎหมายและตารางเวลา สำหรับลูกค้าภายใน การทบทวนคำขอ, การประมูล และสัญญาต่าง ๆ สามารถทำได้โดยวิธีง่าย ๆ

หมายเหตุ 2. ควรมีการทบทวนขีดความสามารถห้องปฏิบัติการว่ามีทรัพยากรที่จำเป็นกับวัตถุประสงค์ และข้อมูลต่าง ๆ และบุคลากรของห้องปฏิบัติการมีประสบการณ์และความชำนาญ ที่จำเป็นสำหรับการดำเนินการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบที่เกี่ยวข้อง การทบทวนนี้อาจรวมถึงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของงานเข้าร่วมในการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการหรือ การทดสอบความชำนาญที่ผ่านมาก่อนหน้านี้ และ/หรือการทดลองทำ โปรแกรมทดสอบหรือสอบเทียบโดยใช้ตัวอย่างหรือวัตถุที่รู้ค่า เพื่อ ตรวจสอบค่าความไม่แน่นอนของการวัด ขีดจำกัดของการตรวจสอบ ขอบเขตความน่าเชื่อถือ

หมายเหตุ 3. สัญญาอาจกระทำโดยการเขียนเป็นลายลักษณ์อักษรแบบใด ๆ หรือเป็น ข้อตกลงกันด้วย ด้วยวาจาก็ได้ ในการให้บริการทดสอบ และ/หรือสอบ เทียบแก่ลูกค้า

4.4.2 บันทึกของการทบทวน รวมทั้งการเปลี่ยนแปลงในสาระสำคัญใด ๆ ต้องได้รับการเก็บ รักษาไว้ บันทึกต่าง ๆ ที่จัดเก็บต้องรวมถึงการหารือกับลูกค้า ในเรื่องความต้องการของลูกค้า หรือผลของงานระหว่างช่วงเวลาที่ได้ปฏิบัติตามสัญญา

หมายเหตุ ในการทบทวนงานประจำ และงานอื่นที่ไม่ยุ่งยาก อาจระบุเพียง วัน เดือน ปี และ การระบุชื่อ (เช่น ชื่อย่อ) ของตัวบุคคลในห้องปฏิบัติการผู้รับผิดชอบดำเนินงาน ตามสัญญาก็เพียงพอสำหรับที่ทำซ้ำซ้ำเป็นประจำ การทบทวนจำเป็นต้องทำ เพียงในขั้นตอนแรก หรือขั้นตอนต่อสัญญา เพื่อให้ทำงานประจำต่อไปภายใต้ ข้อตกลงทั่ว ๆ ไปกับลูกค้า เพื่อความความต้องการของลูกค้ายังคงไม่เปลี่ยนแปลง สำหรับงานทดสอบ และ/หรือสอบเทียบที่เป็นงานใหม่ งานที่มีความยุ่งยากซับซ้อนหรือก้าวหน้าจากเดิม บันทึกที่เก็บไว้ควรมีรายละเอียดให้มากกว่านี้

4.4.3 การทบทวนจะต้องครอบคลุมถึงงานใด ๆ ที่มีการจ้างเหมาช่วงต่อ โดยห้องปฏิบัติการด้วย

4.4.4 ลูกค้าต้องได้รับการแจ้งให้ทราบถึงการเบี่ยงเบนใด ๆ ไปจากข้อสัญญาที่ได้ตกลงกันไว้

4.4.5 หากข้อสัญญาจำเป็นต้องแก้ไขเพิ่มเติมหลักจากงานได้เริ่มไปแล้ว ขั้นตอนการดำเนินการเช่นเดิมในการทบทวนสัญญาต้องปฏิบัติซ้ำอีกครั้งหนึ่ง และการแก้ไขเพิ่มเติมใด ๆ ต้องแจ้งให้บุคคลที่ได้รับผลกระทบทุกคนทราบด้วย

4.5 การจ้างเหมาช่วงงานทดสอบและสอบเทียบ

4.5.1 กรณีห้องปฏิบัติการมีการจ้างเหมาช่วงงาน เนื่องจากเหตุผลที่ไม่คาดคิด (เช่น งานล้นมือ ต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญมากกว่า หรือขาดความสามารถชั่วคราว) หรือเนื่องจากเป็นหลักการ อย่างต่อเนื่อง (เช่นดำเนินการให้มีการจ้างเหมาประจำ, การเป็นตัวแทนหรือผู้รับมอบ อำนาจให้ทำแทน) งานเหล่านี้ต้องมอบหมายให้แก่ผู้รับเหมาช่วงที่มีความหมาย ตัวอย่าง เช่น ผู้รับเหมาช่วงที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ในงานที่จะรับเหมาช่วง

- 4.5.2 ห้องปฏิบัติการต้องแจ้งให้ลูกค้าทราบเป็นลายลักษณ์อักษร และต้องรับความเห็นชอบจากลูกค้าตามความเหมาะสม ถ้าทำได้ควรเป็นลายลักษณ์อักษร
- 4.5.3 ห้องปฏิบัติการต้องรับผิดชอบต่อกู้ค่าในงานของผู้รับเหมาช่วง ยกเว้นในกรณีที่ลูกค้าหรือหน่วยงานผู้ควบคุมตามกฎระเบียบเป็นผู้ระบุให้ใช้ผู้รับเหมาช่วงนั้น ๆ
- 4.5.4 ห้องปฏิบัติการต้องเก็บรักษาทะเบียนผู้รับเหมาช่วงงานทั้งหมดที่ใช้ในการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และบันทึกหลักฐานต่าง ๆ ที่แสดงว่าผู้รับเหมาช่วงงานนั้นเป็นไปตามมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ในงานที่เกี่ยวข้อง

4.6 การจัดซื้อสินค้าและบริการ

- 4.6.1 ห้องปฏิบัติการจะต้องมีนโยบายและขั้นตอนดำเนินงาน ในการคัดเลือกและจัดซื้อสินค้าและบริการที่ใช้ ซึ่งมีผลกระทบต่อคุณภาพของการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ต้องมีขั้นตอนดำเนินงานในการจัดซื้อ ตรวจสอบ และเก็บรักษาสารเคมี และวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องในการทดสอบและสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ
- 4.6.2 ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่า สินค้า สารเคมี และวัสดุสิ้นเปลืองต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ที่ได้จัดซื้อมาแล้วจะยังไม่นำไปใช้ จนกว่าจะได้รับการตรวจสอบหรือทวนสอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน หรือข้อกำหนดที่ระบุในวิธีการทดสอบและ/หรือสอบเทียบที่เกี่ยวข้อง สินค้าและบริการที่ใช้เหล่านี้ต้องเป็นไปตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ บันทึกของการปฏิบัติเพื่อตรวจสอบความเป็นไปตามข้อกำหนดต้องเก็บรักษาไว้
- 4.6.3 เอกสารในการสั่งซื้อของต่าง ๆ ที่มีผลต่อคุณภาพของงานของห้องปฏิบัติการ ต้องประกอบด้วยข้อมูลรายละเอียดของสินค้าและบริการที่สั่งซื้อ เอกสารการสั่งซื้อเหล่านี้ต้องได้รับการทบทวน และอนุมัติในสาระทางด้านวิชาการก่อนการออกไปสั่งซื้อ
- หมายเหตุ ข้อมูลรายละเอียดของสินค้าและบริการ อาจประกอบด้วย ประเภท ชั้นคุณภาพ ระดับ, การระบุความแม่นยำ, คุณสมบัติเฉพาะแบบ การตรวจสอบ คำแนะนำ, ข้อมูลทางวิชาการอื่น ๆ, รวมถึงการรับรองผลทดสอบ, คุณภาพที่ต้องการและมาตรฐานระบบคุณภาพที่สินค้าได้รับการผลิตขึ้น
- 4.6.4 ห้องปฏิบัติการจะต้องมีการประเมินผู้ส่งมอบวัสดุสิ้นเปลืองที่มีความสำคัญ, ผู้ขายสินค้าและบริการ ที่มีผลต่อคุณภาพของงานทดสอบและสอบเทียบ และจะต้องเก็บรักษาบันทึกของการประเมินเหล่านี้รวมทั้งรายชื่อบรรดาผู้ส่งมอบที่ได้รับการรับรองแล้วด้วย

4.7 การให้บริการลูกค้า

ห้องปฏิบัติการต้องมีการประสานงานกับลูกค้าหรือผู้แทน เพื่อทำความเข้าใจในคำร้องขอของลูกค้าและเพื่อเป็นการเฝ้าระวังสมรรถนะของห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวกับงานที่ทำ โดยยังคงรักษาความลับต่อลูกค้าอื่น

หมายเหตุ 1. การร่วมมือกันดังกล่าว อาจรวมถึง

- a) การอนุญาตให้ลูกค้าหรือตัวแทนของลูกค้าเข้าถึงพื้นที่ของห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม เพื่อเฝ้าดูการปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบที่ทำให้ลูกค้า
- b) การจัดเตรียม การบรรจุ และการนำส่งตัวอย่างทดสอบ และ/หรือสอบเทียบที่ลูกค้าต้องการเพื่อวัตถุประสงค์ในการทวนสอบ

หมายเหตุ 2. ลูกค้าจะให้ความสำคัญกับการรักษาการติดต่อที่ดี, การให้คำแนะนำและแนวทางทางด้านวิชาและการให้ข้อคิดเห็นและภาวะแปลความจากผลที่ได้ การติดต่อกับลูกค้าโดยเฉพาะในกรณีที่เป็นหน่วยงานใหญ่ ๆ ควรรักษาการติดต่อไว้ตลอดช่วงเวลาที่รับงาน ห้องปฏิบัติการควรแจ้งให้ลูกค้าทราบถึงความล่าช้าหรือความเบี่ยงเบนที่สำคัญใด ๆ ในการปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ

หมายเหตุ 3. ห้องปฏิบัติการต้องยินดีที่จะรับข้อคิดเห็นอื่น ๆ จากลูกค้าทั้งแง่บวกและลบ (เช่น ใช้แบบสำรวจข้อคิดเห็นจากลูกค้า) และนำมาใช้ปรับปรุงระบบคุณภาพกิจกรรมการทดสอบและสอบเทียบ และการ บริการลูกค้า

4.8 ข้อร้องเรียน

ห้องปฏิบัติการต้องมีนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงาน ในการปฏิบัติการแก้ไขปัญหเกี่ยวกับข้อร้องเรียนที่ได้รับจากลูกค้าหรือหน่วยงานอื่น ๆ ต้องเก็บรักษายับันทึกด่าง ๆ ทั้งหมดที่เกี่ยวกับข้อร้องเรียนและการสอบสวน และการปฏิบัติการแก้ไขต่าง ๆ ที่ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการ (ดูข้อ 4.10)

4.9 การควบคุมงานทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ที่บกพร่อง

4.9.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีนโยบายและขั้นตอนการดำเนินงานที่จะนำไปใช้เมื่อพบว่ามีการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ หรือผลของงานทดสอบ/สอบเทียบไม่เป็นไปตามขั้นตอนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ หรือไม่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้าที่ได้ตกลงกันไว้ นโยบายและขั้นตอนดำเนินงานต้องมั่นใจได้ว่า

- a) มีการมีมอบหมายความรับผิดชอบและผู้มีอำนาจหน้าที่ในการจัดการกับงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด และระบุวิธีดำเนินการ (ซึ่งรวมถึงการหยุดการทำงานและระงับการออกใบรายงานผลทดสอบ และใบรับรองการสอบเทียบตามความจำเป็น) และนำไปปฏิบัติเมื่อพบว่างานที่บกพร่องเกิดขึ้น
- b) ทำการประเมินความสำคัญของงานที่พบข้อบกพร่อง
- c) ทำการปฏิบัติการแก้ไขโดยทันที พร้อมกับการตัดสินใจใด ๆ เกี่ยวกับความสามารถยอมรับงานที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดนั้น
- d) หากจำเป็น ต้องมีการแจ้งให้ลูกค้าทราบ และงานนั้นต้องได้รับการแจ้งผลใหม่อีกครั้ง
- e) มีการกำหนดหน้าที่ความรับผิดชอบในการอนุมัติให้ทำงานต่อไปได้อีกครั้ง

หมายเหตุ การชี้บ่งงานที่บกพร่อง หรือมีปัญหาเกี่ยวกับระบบคุณภาพ หรือเกี่ยวกับกิจกรรมทดสอบและหรือสอบเทียบ สามารถเกิดขึ้นได้ในที่ต่าง ๆ ภายในระบบคุณภาพและการปฏิบัติงานทางวิชาการ ตัวอย่างเช่น ข้อร้องเรียนจากลูกค้า การควบคุมคุณภาพการสอบเทียบเครื่องมือ การตรวจสอบวัสดุสิ้นเปลือง การสังเกตพบของพนักงานหรือผู้ควบคุมงาน การตรวจสอบรายงานผลทดสอบ และใบรับรองการสอบเทียบการทบทวนการจัดการ และการตรวจติดตามภายใน หรือการตรวจประเมินจากหน่วยงานภายนอก

- 4.9.2 หากการประเมินชี้ให้เห็นว่างานที่บกพร่องมีโอกาสเกิดขึ้นซ้ำได้อีก หรือมีข้อสงสัยเกี่ยวกับการดำเนินการให้เป็นไปตามนโยบายและขั้นตอนดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ การปฏิบัติการแก้ไขตามขั้นตอนการดำเนินงานที่กำหนดในข้อจะต้องได้รับการดำเนินการโดยทันที

4.10 ปฏิบัติการแก้ไข

4.10.1 ทั่วไป

ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำนโยบายและขั้นตอนดำเนินงาน และต้องมอบหมายผู้รับผิดชอบที่เหมาะสมในการปฏิบัติการแก้ไขเมื่อพบงานที่บกพร่องหรือเบี่ยงเบนไปจากนโยบายและขั้นตอนดำเนินการในระบบคุณภาพ หรือการดำเนินการทางวิชาการ

หมายเหตุ ปัญหาเกี่ยวกับระบบคุณภาพ หรือการดำเนินการทางวิชาการของห้องปฏิบัติการ อาจถูกตรวจพบได้ในกิจกรรมต่าง ๆ เช่น การควบคุมงานที่ไม่เป็นไป

ตามข้อกำหนด การตรวจติดตามภายในหรือภายนอก การทบทวนการจัด
การ ข้อมูลตอบกลับจากลูกค้า หรือจากการสังเกตของเจ้าหน้าที่

4.10.2 การวิเคราะห์สาเหตุ

ขั้นตอนดำเนินงานในการปฏิบัติการแก้ไข จะต้องเริ่มด้วยการสอบสวนหาสาเหตุราก
เหง้าของปัญหา

หมายเหตุ การวิเคราะห์สาเหตุถือเป็นกุญแจสำคัญ และบางครั้งเป็นส่วนที่ยากที่สุดใน
ขั้นตอนการปฏิบัติการแก้ไข บ่อยครั้งที่สาเหตุรากเหง้าของปัญหาไม่ชัดเจน
จำเป็นต้องวิเคราะห์อย่างรอบคอบถึงแนว โน้มสาเหตุที่เป็นไปได้ทั้งหมด
ของปัญหานั้น

แนว โน้มสาเหตุที่เป็นไปได้อาจรวมถึงข้อกำหนดของลูกค้า ตัวอย่าง
เกณฑ์กำหนดของตัวอย่าง วิธีการและขั้นตอนดำเนินงาน ความชำนาญ
และการฝึกอบรมของพนักงาน วัสดุสิ้นเปลืองที่ใช้ หรือเครื่องมือและการ
สอบเทียบของเครื่องมือ

4.10.3 การเลือกและนำปฏิบัติการแก้ไขไปใช้

เมื่อจำเป็นต้องปฏิบัติการแก้ไข ห้องปฏิบัติการต้องระบุวิธีการแก้ไขที่ได้ผล โดยต้องเลือก
วิธี และการปฏิบัติการ ที่คาดว่าจะแก้ปัญหาและป้องกันการเกิดซ้ำอีกได้ดีที่สุดไปใช้
ปฏิบัติการแก้ไขต้องมีระดับที่เหมาะสมกับความรุนแรงและความเสี่ยงของปัญหาห้อง
ปฏิบัติการต้องจัดทำเป็นเอกสาร และทำการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ที่ต้องทำ อันเป็นผลจากการ
ตรวจสอบ เพื่อนำปฏิบัติการแก้ไขไปใช้

4.10.4 การเฝ้าระวังการปฏิบัติการแก้ไข

ห้องปฏิบัติการต้องเฝ้าระวังผลต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจากการ นำปฏิบัติการแก้ไขไปใช้ เพื่อให้
มั่นใจว่าปฏิบัติการแก้ไขที่ดำเนินการไปนั้นมีประสิทธิภาพ

4.10.5 การตรวจติดตามเพิ่มเติม

ในกรณีที่พบข้อบกพร่อง หรือความเบี่ยงเบนที่อาจก่อให้เกิดความสงสัยในความ ไม่เป็นไป
ตามนโยบายและขั้นตอนดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ หรือความไม่สอดคล้องเป็นไป
ตามมาตรฐานนี้ ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าได้มีการตรวจติดตามในจุดที่เหมาะสมของกิจ
กรรมตามที่กำหนดไว้ในข้อ 4.13 โดยเร็วที่สุดเท่าที่ทำได้

หมายเหตุ การตรวจติดตามเพิ่มเติมดังกล่าว มักทำหลังจากการปฏิบัติการแก้ไข เพื่อยืนยัน
ประสิทธิภาพของการแก้ไข การตรวจติดตามเพิ่มเติมควรจำเป็นต้องทำต่อ
เมื่อพบเป็นเรื่องที่สำคัญ หรือมีความเสี่ยงต่อธุรกิจ

4.11 ปฏิบัติการป้องกัน

4.11.1 ต้องมีการระบุข้อปรับปรุงต่าง ๆ ที่จำเป็น และสาเหตุที่อาจก่อให้เกิดข้อบกพร่องทั้งด้านวิชาการหรือเกี่ยวกับระบบคุณภาพ ถ้าจำเป็นต้องมีปฏิบัติการป้องกัน ต้องมีการจัดเตรียมแผนปฏิบัติการ มีการปฏิบัติตามแผนและเฝ้าระวังเพื่อลดโอกาสการเกิดข้อบกพร่องเช่น นั้นอีก และถือโอกาสในการปรับปรุงไปด้วย

4.11.2 ขั้นตอนดำเนินงานสำหรับปฏิบัติการป้องกันต้องประกอบด้วยการเริ่มต้นปฏิบัติการ และการใช้วิชาการควบคุมต่าง ๆ เพื่อให้มั่นใจว่าปฏิบัติการป้องกันนั้นใช้ได้ผล

หมายเหตุ 1. ปฏิบัติการป้องกันเป็นขบวนการที่ปฏิบัติการล่วงหน้า ในการชี้บ่งโอกาสในการปรับปรุง มากกว่าเป็นปฏิบัติการแก้ปัญหา หรือข้อร้องเรียน

หมายเหตุ 2. นอกจากการทบทวนขั้นตอนดำเนินการปฏิบัติ ปฏิบัติการป้องกันอาจเกี่ยวข้องกับกรวิเคราะห์ข้อมูล รวมถึงการวิเคราะห์แนวโน้มและความเสี่ยง และผลการทดสอบความชำนาญด้วย

4.12 การควบคุมบันทึก

4.12.1 ทั่วไป

4.12.1.1 ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำ และรักษาไว้ซึ่งขั้นตอนดำเนินงานในการชี้บ่งการรวบรวมการจัดทำดัชนี การเข้าถึงข้อมูลการเก็บเข้าแฟ้ม การจัดเก็บ การดูแลรักษา และการทำลายบันทึกคุณภาพและวิชาการต่าง ๆ บันทึกคุณภาพต้องรวมถึงรายงานจากการตรวจติดตามภายใน และการทบทวนการจัดการ รวมทั้งบันทึกต่าง ๆ เกี่ยวกับการปฏิบัติการแก้ไขและป้องกัน

4.12.1.2 บันทึกต่าง ๆ ทั้งหมด ต้องอ่านง่ายชัดเจน และต้องจัดเก็บและรักษาในลักษณะที่ค้นหาได้ง่าย ในสถานที่และสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่จะป้องกันการเสียหายหรือการเสื่อมสภาพ และป้องกันการสูญหาย ต้องมีการกำหนดระยะเวลาในการจัดเก็บบันทึกต่าง ๆ ไว้ด้วย

หมายเหตุ บันทึกต่าง ๆ อาจอยู่ในรูปสื่อใด ๆ เช่น กระดาษ หรือสื่ออิเล็กทรอนิกส์

4.12.1.3 บันทึกต่าง ๆ ทั้งหมดต้องได้รับการจัดเก็บอย่างปลอดภัยและเป็นความลับ

4.12.2.4 ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนการดำเนินงานในการป้องกันและสำรองข้อมูล
บันทึกต่าง ๆ ที่จัดเก็บไว้ในรูปอิเล็กทรอนิกส์ และมีการป้องกันการเข้าถึง หรือ
การแก้ไขบันทึกต่าง ๆ เหล่านี้โดยผู้ที่ไม่มีความ

4.12.2 บันทึกทางด้านวิชาการ

4.12.2.1 ห้องปฏิบัติการต้องเก็บรักษานักบันทึกต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตพบเบื้องต้นข้อมูล
ที่วิเคราะห์ และข้อมูลต่าง ๆ ที่เพียงพอต่อการตรวจสอบย้อนกลับได้ บันทึกการ
สอบเทียบ บันทึกของเจ้าหน้าที่ และสำเนาของรายงานผลทดสอบ หรือใบรับ
รองการสอบเทียบที่ออกตามช่วงระยะเวลาการเก็บที่กำหนดบันทึกต่าง ๆ
สำหรับแต่ละการทดสอบที่กำหนดของการทดสอบหรือสอบเทียบ ถ้าเป็นไปได้
ต้องมีข้อมูลเพียงพอให้สามารถทำการทดสอบหรือ สอบเทียบซ้ำภายใต้ภาวะที่
ใกล้เคียงกับครั้งแรกเท่าที่เป็นไปได้ บันทึกต่าง ๆ ต้องรวมถึงการระบุชื่อผู้รับผิดชอบ
ในการสุ่มตัวอย่างผู้ทำการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และผู้ตรวจสอบผล
หมายเหตุ 1. ในบางสาขาอาจเป็นไปได้หรือไม่สามารถปฏิบัติได้ในการเก็บ
รักษานักบันทึกต่าง ๆ ของสิ่งที่สังเกตพบเบื้องต้นทั้งหมด

หมายเหตุ 2. บันทึกทางวิชาการเป็นแหล่งสะสมข้อมูลจากการวิเคราะห์ (ดูข้อ
5.4.7) และข้อมูลซึ่งเป็นผลมาจากการทดสอบ และ/หรือสอบ
เทียบ และเป็นแหล่งซึ่งชี้ให้เห็นว่าคุณภาพหรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ
ตามขบวนการ เป็นไปตามที่กำหนดไว้หรือไม่

4.12.2.2 ข้อสังเกต ข้อมูลและการคำนวณต่าง ๆ ต้องได้รับการบันทึกในขณะที่ดำเนินการ
และต้องชี้บ่งได้ว่าเป็นงานใด

4.12.2.3 เมื่อเกิดข้อผิดพลาดในการบันทึกข้อผิดพลาดแต่ละข้อต้องใช้วิธีขีดฆ่าออกห้าม
ขูดลบทำให้เลอะเลือนหรือลบออกไป และให้ใส่คำที่ถูกต้องไว้ข้าง ๆ การแก้ไข
ดังกล่าวทั้งหมดในบันทึกต้องลงนาม หรือเซ็นชื่อย่อกำกับโดยผู้ที่ทำการแก้ไข
ในกรณีที่เก็บบันทึกทางสื่ออิเล็กทรอนิกส์ ให้ใช้มาตรการที่เทียบเท่าในการหลีกเลี่ยง
การสูญหายหรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลเดิม

4.13 การตรวจติดตามคุณภาพภายใน

4.13.1 ห้องปฏิบัติการต้องทำการตรวจติดตามคุณภาพภายในกิจกรรมของตน เป็นระยะ ๆ ตาม
กำหนดการที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และตามขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อทวนสอบว่าการ
ดำเนินต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการยังคงเป็นไปตามข้อกำหนดของระบบคุณภาพ และเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปตามมาตรฐานนี้ โปรแกรมการตรวจติดตามคุณภาพภายใน ต้องครอบคลุมทุกส่วนของระบบคุณภาพ รวมทั้งกิจกรรมทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ เป็นความรับผิดชอบของผู้จัดการคุณภาพที่ต้องวางแผนและจัดให้มีการตรวจติดตาม ตามที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดการและตามที่คณะผู้จัดการร้องขอ การตรวจติดตามดังกล่าวต้องดำเนินการโดยบุคลากรที่มีคุณสมบัติและได้รับการฝึกอบรมแล้ว และหากมีบุคลากรเพียงพอบุคลากรที่ใช้ต้องเป็นอิสระจากกิจกรรมที่ทำการตรวจติดตาม

หมายเหตุ โดยปกติการตรวจติดตามคุณภาพภายในควรทำให้สมบูรณ์ทุกกิจกรรมภายใน 1 ปี

4.13.2 เมื่อการตรวจติดตามพบข้อสงสัยเกี่ยวกับประสิทธิผลของการปฏิบัติงาน หรือความถูกต้องหรือความใช้ได้ของผลทดสอบหรือสอบเทียบของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการต้องดำเนินการแก้ไขตามเวลา และต้องแจ้งลูกค้าทราบเป็นลายลักษณ์อักษร ถ้าการตรวจสอบพบว่าผลที่ออกโดยห้องปฏิบัติการอาจได้รับผลกระทบ

4.13.3 ส่วนของกิจกรรมที่ถูกตรวจติดตาม สิ่งที่ตรวจพบ และการปฏิบัติการแก้ไขที่เกิดขึ้นจากการตรวจติดตามคุณภาพภายในต้องมีการบันทึกไว้

4.13.4 การตรวจติดตามการแก้ไขในกิจกรรมต่าง ๆ ต้องทวนสอบและบันทึกการนำไปปฏิบัติ และประสิทธิผลของการปฏิบัติการแก้ไข

4.14 การทบทวนการจัดการ

4.14.1 คณะผู้บริหารของห้องปฏิบัติการต้องมีการทบทวนระบบคุณภาพและกิจกรรมการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ของห้องปฏิบัติการเป็นระยะ ๆ และตามข้อกำหนดการที่กำหนดไว้ล่วงหน้า และตามขั้นตอนการดำเนินงาน เพื่อให้มั่นใจว่ายังคงมีความเหมาะสม และมีประสิทธิผล และเพื่อนำมาซึ่งการเปลี่ยนแปลงหรือการปรับปรุงที่จำเป็น

การทบทวนดังกล่าวต้องคำนึงถึง :

- ความเหมาะสมของนโยบายและขั้นตอนดำเนินงานต่าง ๆ
- รายงานจากบุคลากรผู้ทำหน้าที่จัดการและควบคุมงาน
- ผลที่ได้จากการตรวจติดตามคุณภาพภายในก่อนหน้า
- ปฏิบัติการแก้ไขและป้องกันต่าง ๆ
- การตรวจประเมิน โดยหน่วยงานจากภายนอก
- ผลจากการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการหรือการทดสอบความชำนาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเปลี่ยนแปลงปริมาณและประเภทของงาน
- การตอบกลับจากลูกค้า
- ชื่อร้องเรียน
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องอื่น ๆ เช่น กิจกรรมการควบคุมคุณภาพ ทรัพยากรและการฝึกอบรมพนักงาน

หมายเหตุ 1. โดยปกติช่วงเวลาในการทบทวนการจัดการคือกระทำทุก ๆ 12 เดือน

หมายเหตุ 2. ผลจากการทบทวนควรป้อนเข้าสู่ระบบการวางแผนของห้องปฏิบัติการ และควรรวมถึงเป้าหมายวัตถุประสงค์ และแผนปฏิบัติการสำหรับปีต่อไป

หมายเหตุ 3. การทบทวนการจัดการ หมายถึงรวมถึงการพิจารณาเรื่องที่เกี่ยวข้องในการประชุมผู้บริหารตามปกติด้วย

4.14.2 สิ่งที่เกิดจากการทบทวนการจัดการ และการปฏิบัติการต่าง ๆ ที่เกิดจากการทบทวนดังกล่าวต้องมีการบันทึกไว้ คณะผู้จัดการต้องมั่นใจว่าการปฏิบัติการเหล่านั้น ได้ดำเนินการไปภายในระยะเวลาที่เหมาะสมและตกลงกันได้

5. ข้อกำหนดทางด้านวิชาการ

5.1 ทั่วไป

5.1.1 มีปัจจัยต่าง ๆ มากมายที่ใช้วัดความถูกต้อง และความน่าเชื่อถือของการทดสอบ และ/หรือ การสอบเทียบที่ทำโดยห้องปฏิบัติการ ปัจจัยเหล่านี้รวมถึงสิ่งที่เกิดจาก

- บุคคล (5.2)
- สถานที่และสภาวะแวดล้อม (5.3)
- วิธีการทดสอบและสอบเทียบ และการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (5.4)
- เครื่องมือ (5.5)
- ความสอบกลับได้ของการวัด (5.6)
- การสุ่มตัวอย่าง (5.7)
- การจัดการตัวอย่างทดสอบและสอบเทียบ (5.8)

5.1.2 ขอบเขตที่ปัจจัยต่าง ๆ จะมีผลต่อความไม่แน่นอนของการวัดทั้งหมดจะแตกต่างกันไป ระหว่างประเภทของการทดสอบด้วยกัน และระหว่างประเภทของการสอบเทียบด้วยกัน ห้องปฏิบัติการต้องพิจารณาปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ในการพัฒนาวิธีและขั้นตอนการดำเนินงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบและสอบเทียบ ในการฝึกอบรมและกำหนดคุณสมบัติบุคลากรและในการ
เลือกและสอบเทียบเครื่องมือที่ใช้

5.2 บุคลากร

5.2.1 การจัดการห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจในความสามารถของบุคลากรทุกคนผู้ใช้เครื่องมือ
เฉพาะ ผู้ดำเนินการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ผู้ประเมินผล และผู้ตั้งนามในรายงานผล
การทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ ในกรณีที่ใช้บุคลากรที่อยู่ในระหว่างการฝึกสอน
งาน ต้องจัดให้มีผู้ควบคุมงานตามความเหมาะสม บุคลากรผู้ที่ปฏิบัติงานเฉพาะทางต้องมี
คุณสมบัติพื้นฐานทางด้านการศึกษา การฝึกอบรม ประสบการณ์ และ/หรือความชำนาญที่
แสดงให้เห็น เหมาะสมตามที่กำหนด

หมายเหตุ 1. ในบางสาขาวิชาการ (เช่น การทดสอบแบบไม่ทำลาย) ผู้ที่จะทำการทดสอบ
ได้อาจต้องมีใบรับรองตัวบุคคลที่ให้ทำงานนี้ได้ (Personal Certification)
ห้องปฏิบัติการมีหน้าที่รับผิดชอบ ในการทำให้เจ้าหน้าที่ได้รับใบรับรอง
ตามข้อกำหนดที่ต้องการ ข้อกำหนดสำหรับใบรับรองบุคคล อาจเป็นกฎ
ระเบียบที่รวมอยู่ในมาตรฐาน สำหรับสาขาวิชาการเฉพาะทาง หรือ
กำหนดขึ้นมาโดยลูกค้า

หมายเหตุ 2. ผู้ทำหน้าที่รับผิดชอบในการให้ความเห็นและการแปลความซึ่งรวมอยู่
ในรายงานผลการทดสอบควรเพิ่มคุณสมบัติที่เหมาะสม การฝึกอบรม
ประสบการณ์และความรู้เพียงพอเพียงในงานทดสอบนั้นและยังต้องมี

- ความรู้เกี่ยวข้องในเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตชิ้นตัวอย่าง วัสดุ ผลิต
ภัณฑ์ ฯลฯ ที่ทดสอบ หรือวิธีการที่ถูกใช้ หรือวัตถุประสงค์ในการใช้
และความรู้เกี่ยวกับการชำรุดหรือเสื่อมสภาพที่อาจเกิดขึ้นได้ ระหว่าง
การใช้หรือในการใช้งาน
- ความรู้เกี่ยวกับข้อกำหนดทั่วไปที่มีกล่าวไว้ในกฎระเบียบและมาตร
ฐาน : และ
- มีความเข้าใจความสำคัญของความเบี่ยงเบนต่าง ๆ ที่พบ เมื่อเทียบกับ
การใช้ชิ้นทดสอบ วัสดุ ผลิตภัณฑ์ ฯลฯ ตามปกติที่เกี่ยวข้อง

5.2.2 การจัดการห้องปฏิบัติการต้องกำหนดเป้าหมาย โดยคำนึงถึงการศึกษา การฝึกอบรมและ
ความชำนาญของบุคลากรของห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการต้องมีนโยบายและขั้นตอน
ดำเนินงานในการระบุนความต้องการการฝึกอบรม และจัดให้มีการฝึกอบรมแก่บุคลากร

โปรแกรมการฝึกอบรมต้องสัมพันธ์กับงานในปัจจุบันและที่คาดว่าจะทำต่อไปของห้องปฏิบัติการ

5.2.3 ห้องปฏิบัติการต้องใช้บุคลากรที่จ้าง โดยห้องปฏิบัติการ หรือภายใต้สัญญาจ้างกับห้องปฏิบัติการ ในกรณีที่ใช้บุคลากรแบบทำสัญญาจ้างงาน และจ้างบุคลากรเพิ่มเติมด้านเทคนิคและบุคลากรช่วยงานที่สำคัญ ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าบุคลากรดังกล่าวได้รับการแนะนำและมีความสามารถและปฏิบัติงานตามระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการที่วางไว้

5.2.4 ห้องปฏิบัติการต้องรักษาไว้ซึ่งคำบรรยายลักษณะงานที่เป็นปัจจุบัน สำหรับบุคคลผู้ทำหน้าที่ด้านการจัดการ ด้านวิชาการ และบุคลากรผู้ช่วยงานที่สำคัญ ที่เกี่ยวข้องกับงานการทดสอบและ/หรือการสอบเทียบ

หมายเหตุ คำบรรยายลักษณะงานสามารถระบุได้หลายวิธี โดยอย่างน้อยควรระบุดังต่อไปนี้

- ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการปฏิบัติการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ
- ความรับผิดชอบเกี่ยวกับการวางแผนการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และการประเมินผล
- ความรับผิดชอบในการรายงานความเห็นและการแปลความ
- ความรับผิดชอบต่อการคัดแปลงวิธีและการพัฒนาและพิสูจน์ความใช้ได้ของวิธีใหม่ ๆ
- ความเชี่ยวชาญ และประสบการณ์ที่ต้องการ
- คุณสมบัติและ โปรแกรมการฝึกอบรม
- หน้าที่ด้านการจัดการ

5.2.5 การจัดการต้องมีการมอบหมายบุคลากรเฉพาะ ผู้ทำหน้าที่ส่วนตัวอย่างประเภทเฉพาะผู้ทำหน้าที่ทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ผู้ออกรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ ผู้ให้ความเห็นและแปลความ และผู้ที่ใช้งานเครื่องมือเฉพาะ ห้องปฏิบัติการต้องการรักษามันที่ต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับการมอบหมายหน้าที่ ความสามารถ การศึกษา คุณสมบัติตามวิชาชีพ การฝึกอบรม ความชำนาญและประสบการณ์ของบุคลากรทางด้านวิชาการทั้งหมด รวมถึงบุคลากรตามสัญญาการจ้าง ข้อมูลเหล่านี้ต้องมีไว้พร้อมใช้งาน และต้องรวมถึงวันเดือนปี ที่มีการมอบอำนาจหน้าที่ และ/หรือได้รับการยืนยันความสามารถ

5.3 สถานที่และสภาวะแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ
ก-19

- 5.3.1 สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในห้องปฏิบัติการสำหรับการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ รวมถึงแหล่งพลังงาน ไฟฟ้าแสงสว่างและภาวะแวดล้อมต้องอยู่ในสภาพที่เอื้ออำนวยให้เกิดการทำการทดสอบและ/หรือสอบเทียบได้อย่างถูกต้อง ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจไว้ว่า ภาวะแวดล้อมจะไม่ทำให้ผลใช้ไม่ได้ หรือเกิดความเสียหายต่อคุณภาพที่ต้องการของการวัดใด ๆ การสุ่มตัวอย่างและการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ที่ทำ ณ สถานที่อื่นนอกห้องปฏิบัติการถาวร ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ข้อกำหนดทางด้านวิชาการสำหรับสถานที่และสภาวะแวดล้อมที่สามารถส่งผลต่อการทดสอบและสอบเทียบต้องมีการจัดทำไว้เป็นเอกสาร
- 5.3.2 ห้องปฏิบัติการต้องมีการเฝ้าระวัง ควบคุมและบันทึกภาวะแวดล้อมต่าง ๆ ตามที่กำหนดไว้ในเกณฑ์กำหนด วิธีการและขั้นตอนดำเนินงานที่เกี่ยวข้อง หรือในกรณีที่สภาวะแวดล้อมต่าง ๆ นั้นมีอิทธิพลต่อคุณภาพของผลทดสอบหรือสอบเทียบ ต้องให้ความสนใจตามความเหมาะสมต่อกิจกรรมทางด้านวิชาการที่เกี่ยวข้อง เช่น การฆ่าเชื้อทางชีววิทยา ผู้ประกอบการบวกล้างแม่เหล็กไฟฟ้า รังสี ความชื้น แหล่งผลิตกระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และระดับเสียงและการสั่นสะเทือน จะต้องหยุดการทดสอบและสอบเทียบ ถ้าสภาวะแวดล้อมทำให้ผลการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบเสียหาย
- 5.3.3 หากมีกิจกรรมที่เข้ากันไม่ได้ ต้องมีการแบ่งแยกพื้นที่ข้างเคียงออกจากกันอย่างมีประสิทธิภาพ ต้องมีมาตรการในการป้องกันการปนเปื้อนหรือรบกวนกันไปมา (Cross - contamination)
- 5.3.4 ต้องมีการควบคุมการเข้าออก และการใช้พื้นที่ที่มีผลกระทบต่อคุณภาพของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ห้องปฏิบัติการต้องพิจารณาขอบเขตการควบคุมตามสภาวะแวดล้อมเฉพาะของการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบนั้น ๆ
- 5.3.5 ต้องมีมาตรการ เพื่อให้เกิดความมั่นใจในการดูแลรักษาความสะอาดเป็นอย่างดีในห้องปฏิบัติการ ในกรณีที่จำเป็นจะต้องมีการจัดทำขั้นตอนการดำเนินการเป็นพิเศษไว้ด้วย

5.4 วิธีทดสอบ/สอบเทียบ และการตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี

5.4.1 ทั่วไป

ห้องปฏิบัติการต้องใช้วิธีการและขั้นตอนดำเนินงานที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบและ/หรือสอบเทียบทั้งหมดที่อยู่ภายในขอบข่ายของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ วิธีการเหล่านี้รวมถึงการสุ่มตัวอย่าง การจัดการตัวอย่าง การขนย้าย การเก็บรักษา และการเตรียมตัวอย่างที่จะทดสอบและ/หรือสอบเทียบ และในกรณีที่เหมาะสม จะต้องรวมถึงวิธี

การประมาณค่า ความไม่แน่นอนของการวัด รวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ ทางสถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ห้องปฏิบัติการต้องมีคำแนะนำในการใช้และการปฏิบัติการ กับเครื่องมือที่เกี่ยวข้องทั้งหมดและในการจัดการและเตรียมตัวอย่างเพื่อทดสอบและ/หรือสอบเทียบหรือทั้งสองประการในกรณีที่ไม่มีความแนะนำดังกล่าวแล้วสามารถทำให้ผลของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบเสียหายได้ คำแนะนำต่าง ๆ ทั้งหมด มาตรฐาน คู่มือ และข้อมูลอ้างอิงที่เกี่ยวข้องกับงานของห้องปฏิบัติการ ต้องดูแลให้ทันสมัยอยู่เสมอและต้องจัดทำไว้ให้มีพร้อมสำหรับเจ้าหน้าที่ใช้งาน (ดูข้อ 4.3) การปฏิบัติเบี่ยงเบนไปจากวิธีทดสอบและสอบเทียบ จะทำได้เฉพาะกรณีที่การเบี่ยงเบนนั้นได้จัดทำไว้เป็นเอกสาร มีการพิจารณาความเหมาะสมทางด้านวิชาการ ได้รับการมอบหมายและความเห็นชอบจากลูกค้า

หมายเหตุ มาตรฐานระดับชาติ ระดับภูมิภาค และ/หรือระดับระหว่างประเทศ หรือเกณฑ์กำหนดที่เป็นที่ยอมรับอื่น ๆ ที่มีข้อมูลเพียงพอและถูกต้อง เกี่ยวกับวิธีในการปฏิบัติการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ ไม่จำเป็นต้องจัดทำเอกสารเพิ่มเติมหรือเขียนใหม่เป็นขั้นตอนดำเนินงานภายใน ถ้ามาตรฐานนี้เขียนไว้ในลักษณะที่เจ้าหน้าที่ผู้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการสามารถใช้ได้ตามที่จัดพิมพ์ แต่บางครั้งมันอาจจำเป็นต้องจัดทำเอกสารเพิ่มเติมเกี่ยวกับขั้นตอนที่เป็นทางเลือกในวิธีการหรือรายละเอียดเพิ่มเติมต่าง ๆ

5.4.2 การเลือกวิธี

ห้องปฏิบัติการต้องใช้วิธีทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ รวมถึงวิธีการสุ่มตัวอย่างที่เป็นไปตามความต้องการของลูกค้า และเหมาะสมสำหรับการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ ที่ดำเนินการ โดยต้องเลือกใช้วิธีการที่มีการตีพิมพ์ในมาตรฐานระหว่างประเทศ ระดับชาติ หรือระดับภูมิภาคก่อน ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าได้ใช้มาตรฐานฉบับที่ใช้ได้ล่าสุด ยกเว้นกรณีที่ ไม่เหมาะสมหรือไม่สามารถกระทำเช่นนั้นได้ หากจำเป็นมาตรฐานต้องได้รับการจัดทำรายละเอียดเพิ่มเติม เพื่อให้มั่นใจในการนำไปใช้ได้ตรงกันในกรณีที่ลูกค้าไม่ได้ระบุวิธีการทดสอบหรือสอบเทียบ ห้องปฏิบัติการต้องเลือกวิธีที่เหมาะสมที่มีการตีพิมพ์ไม่ว่าในมาตรฐานระดับระหว่างประเทศ ภูมิภาค หรือระดับชาติ หรือโดยองค์กรทางวิชาการที่มีชื่อเสียง หรือในตำราหรือวารสารทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้อง หรือตามที่ระบุไว้โดยผู้ผลิตเครื่องมือ วิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาจัดทำขึ้นเอง หรือวิธีที่ห้องปฏิบัติการรับมาใช้อาจนำมาใช้ได้ด้วยถ้าเหมาะสมกับงานนั้น และได้รับการตรวจสอบแล้วว่าใช้ได้ ต้องแจ้งลูกค้าทราบถึงวิธีที่เลือกใช้ ห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบยืนยันว่าสามารถดำเนินการตามวิธีมาตรฐานได้อย่างเหมาะสมก่อนที่จะเริ่มการทดสอบหรือ สอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าวิธีตามมาตรฐานมีการเปลี่ยนแปลงต้องทำการตรวจสอบเพื่อยืนยันซ้ำ ห้องปฏิบัติการต้องแจ้งลูกค้าทราบ ในกรณีที่วิธีที่ลูกค้าเสนอไว้ในวันพิจารณาแล้วพบว่าไม่เหมาะสมหรือล้าสมัยแล้ว

5.4.3 วิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนาขึ้นเอง

การเริ่มนำวิธีการทดสอบและสอบเทียบที่พัฒนาขึ้น โดยห้องปฏิบัติการสำหรับใช้เองมาใช้ ต้องเป็นกิจกรรมที่ได้รับการวางแผนไว้แล้ว และต้องมอบหมายให้แก่บุคลากรที่มีคุณสมบัติเหมาะสม พร้อมทรัพยากรที่เพียงพอ แผนงานต้องได้รับการปรับให้ทันสมัยตามวิธีการที่ได้รับการพัฒนา และต้องมั่นใจว่าการสื่อสารระหว่างบุคลากรทั้งหมดที่เกี่ยวข้องเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

5.4.4 วิธีที่ไม่เป็นมาตรฐาน

ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องใช้วิธีซึ่งไม่ครอบคลุมตามวิธีมาตรฐาน ต้องทำการตกลงกับลูกค้า และต้องรวมถึงเกณฑ์กำหนดที่ชัดเจนของความต้องการของลูกค้า และวัตถุประสงค์ของการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ วิธีที่พัฒนาขึ้นเองต้องได้รับการตรวจสอบความใช้ได้ตามความเหมาะสมก่อนนำไปใช้

หมายเหตุ สำหรับวิธีการทดสอบ / และ / หรือสอบเทียบใหม่ ๆ ควรมีการจัดทำขั้นตอนการดำเนินงานก่อนทำการทดสอบ และ/หรือสอบเทียบ และอย่างน้อยควรมีข้อมูลดังต่อไปนี้

- a) การบ่งชี้ที่เหมาะสม
- b) ขอบข่าย
- c) คำบรรยายประเภทของตัวอย่างที่ทำการทดสอบหรือ สอบเทียบ
- d) รายการหรือปริมาณและพิธีที่ทำการตรวจสอบ
- e) อุปกรณ์และเครื่องมือ รวมถึงข้อกำหนดสมรรถนะทางเทคนิคต่าง ๆ
- f) มาตรฐานอ้างอิงและวัสดุอ้างอิงที่ต้องใช้
- g) ภาวะแวดล้อมที่ต้องการ และช่วงเวลาความควรเสถียรภาพใด ๆ ที่จำเป็น
- h) คำบรรยายขั้นตอนดำเนินการเกี่ยวกับ
 - การติดเครื่องหมายชี้บ่งตัวอย่าง การจัดการ การขนย้าย การเก็บและการเตรียมตัวอย่าง
 - การตรวจสอบต่าง ๆ ที่ต้องทำก่อนเริ่มงาน
 - การตรวจสอบว่าเครื่องมือใช้งานได้อย่างเหมาะสม และในกรณีที่ต้องการต้องทำการสอบเทียบและปรับแต่งเครื่องมือก่อนใช้แต่ละครั้ง
 - วิธีบันทึกสิ่งที่สังเกตพบและผลที่ได้

- มาตรการความปลอดภัยใด ๆ ที่ต้องปฏิบัติตาม
- i) เกณฑ์และ/หรือข้อกำหนดสำหรับการยอมรับ / ไม่ยอมรับ
- j) ข้อมูลที่ต้องบันทึก และวิธีการวิเคราะห์และนำเสนอ
- k) ค่าความไม่แน่นอนหรือขั้นตอนในการประมาณค่าความไม่แน่นอน

5.4.5 การตรวจสอบความใช้ได้ของวิธี (Validation of methods)

- 5.4.5.1 การตรวจสอบความใช้ได้ คือการยืนยันโดยการตรวจสอบ และจัดทำหลักฐานที่เป็นรูปธรรมเพื่อแสดงว่าข้อกำหนดพิเศษโดยเฉพาะต่าง ๆ สำหรับการใช้ตามที่ตั้งใจไว้โดยเฉพาะ สามารถบรรลุผลได้เป็นที่พอใจ
- 5.4.5.2 ห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบความใช้ได้ของวิธีที่ไม่เป็นมาตรฐาน วิธีที่ห้องปฏิบัติการพัฒนา / ออกแบบขึ้นเอง วิธีตามมาตรฐานที่ถูกใช้นอกขอบข่ายที่กำหนดไว้ ตามมาตรฐาน และการขยายและการดัดแปลงวิธีมาตรฐาน เพื่อยืนยันว่าวิธีนั้นเหมาะกับการใช้ตามที่ตั้งใจไว้ การตรวจสอบความใช้ได้ต้องมีขอบข่ายเท่าที่จำเป็นเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการของการใช้งานที่กำหนด หรือตามสาขาของการใช้งาน ห้องปฏิบัติการต้องบันทึกผลต่าง ๆ ที่ได้ ขั้นตอนที่ใช้ในการตรวจสอบความใช้ได้ และข้อความระบุว่าวิธีนั้น ๆ เหมาะกับการใช้ตามวัตถุประสงค์หรือไม่

หมายเหตุ 1. การตรวจสอบความใช้ได้อาจรวมถึงขั้นตอนดำเนินงาน ในการ
 สุ่มตัวอย่าง การจัดการและการขนย้ายตัวอย่าง

หมายเหตุ 2. เทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้สำหรับการตรวจสอบการดำเนินการตามวิธี
 ควรเป็นวิธีหนึ่งหรือผสมกันของวิธีต่อไปนี้

- การสอบเทียบโดยใช้มาตรฐานอ้างอิงหรือวัสดุอ้างอิง
- การเปรียบเทียบผลที่ได้รับกับวิธีอื่น
- การเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการ
- การประเมินอย่างเป็นระบบเกี่ยวกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อผลที่ได้
- การประเมินค่าความไม่แน่นอนของผลที่ได้รับ โดยอาศัยความเข้าใจทางวิทยาศาสตร์เกี่ยวกับหลักการทางทฤษฎีของวิธีและประสบการณ์จากการปฏิบัติงาน

หมายเหตุ 3. เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงบางประการ ในวิธีที่ไม่เป็นมาตรฐานที่ตรวจสอบความใช้ได้แล้ว ควรบันทึกผลกระทบของการเปลี่ยนแปลง

ดังกล่าวไว้เป็นเอกสาร และ ควรดำเนินการตรวจสอบความ
ใช้ได้ใหม่ตามความเหมาะสม

- 5.4.5.3 พิสัยและความถูกต้องของค่าที่ได้จากวิธีที่ผ่านการตรวจสอบความใช้ได้แล้ว เช่น ค่าความไม่แน่นอนของผลที่ได้, ขอบเขตในการวัด, ความสามารถเลือกใช้ได้ของวิธี, ความเป็นเชิงเส้น (linearity), ขอบเขตของความสามารถทำซ้ำได้ และ/หรือความสามารถทวนซ้ำได้, ความต้านทานต่ออิทธิพลภายนอก และ/หรือ ความไว (cross-sensitivity) ต่อสิ่งรบกวน (interference) จากเนื้อสาร (matrix) ของตัวอย่างหรือวัตถุทดสอบที่ประเมินเพื่อการใช้งานที่ตั้งใจไว้ ต้อง สัมพันธ์กับความต้องการของลูกค้า

หมายเหตุ 1. การตรวจสอบความใช้ได้ รวมถึงเกณฑ์กำหนดตามข้อกำหนดต่าง ๆ การตรวจสอบคุณลักษณะของวิธีการ การตรวจสอบว่าข้อกำหนดต่าง ๆ สามารถบรรลุผลได้ โดยใช้วิธีการดังกล่าว และข้อความระบุความสามารถใช้ได้

หมายเหตุ 2. ขณะที่การพัฒนาวิธีการกำลังดำเนินการอยู่ ควรมีการทบทวนอย่างสม่ำเสมอเพื่อทวนสอบว่ายังเป็นไปตามความต้องการของลูกค้าอยู่ การเปลี่ยนแปลงข้อกำหนดใด ๆ ที่ต้องดัดแปลงแผนการพัฒนาควรได้รับการรับรองและอนุมัติให้ดำเนินการ

หมายเหตุ 3. การตรวจสอบความใช้ได้อยู่ที่ความสอดคล้องระหว่างต้นทุน ความเสี่ยงและความเป็นไปได้ทางเทคนิค มีหลายวิธีที่พิสัยและความไม่แน่นอนของค่าที่วัดได้ (เช่น ค่าความถูกต้อง ขอบเขตในการวัด ความสามารถเลือกใช้ของวิธี ความเป็นเชิงเส้น ความสามารถทำซ้ำได้ ความต้านทานต่ออิทธิพลภายนอกและความไวต่อสิ่งรบกวน) สามารถให้ได้ค่าเพียงแบบง่าย ๆ เนื่องมาจากการขาดข้อมูล

5.4.6 การประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด

5.4.6.1 ห้องปฏิบัติการสอบเทียบหรือห้องปฏิบัติการทดสอบ ที่ทำการสอบเทียบด้วยตนเองต้องมีและใช้ขั้นตอนการดำเนินงานในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดสำหรับการสอบเทียบและประเภทของการสอบเทียบทั้งหมด

5.4.6.2 ห้องปฏิบัติการทดสอบต้องมี และต้องใช้ขั้นตอนดำเนินงานในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด ในบางกรณีลักษณะของวิธีการทดสอบอาจทำให้ไม่สามารถคำนวณค่าความไม่แน่นอนของการวัด ได้เข้มงวดตรงตามวิธีทางสถิติ

และทางมาศรวิทยาได้ ในกรณีเช่นนี้ห้องปฏิบัติการอย่างน้อยต้องพยายามที่จะชี้ บ่งองค์ประกอบของความไม่แน่นอนทั้งหมด และทำการประมาณค่าอย่างสม เหตุผลและต้องมั่นใจว่า แบบฟอร์มการรายงานผลที่ได้จะไม่ทำให้เกิดความเข้าใจผิดเกี่ยวกับค่าความไม่แน่นอน การประมาณค่าที่สมเหตุผลต้องอยู่บนพื้นฐาน ความรู้เกี่ยวกับการดำเนินการตามวิธีและขอบข่ายการวัดและต้องนำประสพ การณ์และข้อมูลการตรวจสอบความใช้ได้ก่อนหน้ามาใช้ประกอบให้เป็น ประโยชน์

หมายเหตุ 1. ระดับของความเข้มงวดที่จำเป็นในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัดขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ เช่น :

- เป็นข้อกำหนดของวิธีทดสอบ
- เป็นความต้องการของลูกค้า
- ใช้เป็นฐานในการตัดสินใจว่าเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดหรือไม่ กรณีที่ผลทดสอบอยู่ในช่วงแคบ ๆ ใกล้เคียงเกณฑ์ที่กำหนด

หมายเหตุ 2. ในกรณีที่วิธีการทดสอบซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ระบุ ชัดจำกัดค่าของแหล่งที่มาของความไม่แน่นอนของการวัดที่สำคัญ และระบุนรูปแบบของการแสดงผลที่คำนวณได้ ห้องปฏิบัติการ จะได้รับการพัฒนาว่าเป็นไปตามที่กล่าวโดยการปฏิบัติตามวิธีทดสอบและคำแนะนำในการรายงานผล (ดูข้อ 5.10)

5.4.6.3 ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด องค์ประกอบความไม่แน่นอนทั้งหมดนี้สำคัญในสถานะที่ทำการวัด ต้องนำมาพิจารณาโดยใช้วิธีวิเคราะห์ที่เหมาะสม

หมายเหตุ 1. แหล่งที่มาที่ส่งผลต่อความไม่แน่นอนประกอบด้วยที่มาจากแหล่งต่อไปนี ซึ่งไม่จำเป็นต้องจำกัดตามนี้ได้แก่ มาตรฐานอ้างอิงและวัสดุอ้างอิงที่ใช้วิธีการและเครื่องมือที่ใช้ ภาวะแวดล้อม คุณสมบัติและภาวะของตัวอย่างที่นำมาทดสอบหรือสอบเทียบ และ ผู้ปฏิบัติการ

หมายเหตุ 2. พฤติกรรมที่คาดหมายในระยะยาวของตัวอย่างทดสอบและ/ หรือ สอบเทียบ โดยปกติจะไม่นำมาพิจารณา ในการประมาณค่าความไม่แน่นอนของการวัด

หมายเหตุ 3. สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมดูได้จาก ISO 5725 และ Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (คู่มือในบรรณานุกรม)

5.4.7 การควบคุมข้อมูล

5.4.7.1 การคำนวณและการถ่ายโอนข้อมูล ต้องมีการตรวจสอบอย่างเหมาะสมในลักษณะเป็นระบบ

5.4.7.2 เมื่อมีการใช้คอมพิวเตอร์หรือเครื่องมืออัตโนมัติในการรวบรวมข้อมูล , การประมวลผล การบันทึก การรายงาน การเก็บ หรือการเรียกกลับมาใช้ของข้อมูล การทดสอบหรือการสอบเทียบ ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่า

a) ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ที่พัฒนาโดยผู้ใช้ ต้องจัดทำเป็นเอกสารที่มีรายละเอียดเพียงพอและได้รับการตรวจสอบความใช้ได้ที่เหมาะสมว่าเหมาะสมเพียงพอในการใช้งาน

b) มีการจัดทำขั้นตอนการดำเนินงาน และนำไปปฏิบัติเพื่อป้องกันข้อมูล ขั้นตอนดำเนินงานดังกล่าวต้องประกอบด้วย แต่ไม่ได้จำกัดไว้แค่นี้ ได้แก่ ความสมบูรณ์และการปกปิดในการเข้าถึงข้อมูล หรือการรวบรวม การเก็บข้อมูล การส่งผ่านข้อมูล และการประมวลผลข้อมูล

c) คอมพิวเตอร์และเครื่องมืออัตโนมัติต่าง ๆ ต้องได้รับการบำรุงรักษาเพื่อให้มั่นใจว่าทำหน้าที่ได้อย่างถูกต้อง และได้รับการจัดให้อยู่ในภาวะแวดล้อมและสภาวะการทำงานที่จำเป็นต่อการรักษาไว้ซึ่งความสมบูรณ์ของข้อมูลการทดสอบและสอบเทียบ

หมายเหตุ ซอฟต์แวร์ที่มีจำหน่ายอยู่ (เช่น word processing , database และโปรแกรมทางสถิติต่าง ๆ) ที่ใช้งานทั่วไป ภายในช่วงการใช้งานที่ออกแบบไว้ อาจได้รับการพิจารณาว่าเหมาะสมเพียงพอใช้ได้ แต่อย่างไรก็ตามโครงสร้าง / การดัดแปลงซอฟต์แวร์ของห้องปฏิบัติการ ควรได้รับการตรวจสอบความใช้ได้ (ตามทีระบุในข้อ 5.4.7.2a)

5.5 เครื่องมือ

5.5.1 ห้องปฏิบัติการต้องจัดให้มีอุปกรณ์ต่าง ๆ ทั้งหมดสำหรับใช้ในการสุ่มตัวอย่าง มีเครื่องมือในการวัดและการทดสอบที่จำเป็นต่อการปฏิบัติการที่ถูกต้องของการทดสอบและ / หรือสอบเทียบ (รวมถึงการชักตัวอย่าง การเตรียมตัวอย่างทดสอบและ / หรือ สอบเทียบ การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประมวลผล และการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบและ / หรือสอบเทียบ) ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการจำเป็นต้องใช้เครื่องมือที่อยู่นอกเหนือการควบคุมแบบถาวรของห้องปฏิบัติการ ต้องมั่นใจว่าเครื่องมือนั้นเป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้

- 5.5.2 เครื่องมือและซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบ สอบเทียบ และการส่งตัวอย่างต้องสามารถให้ผลที่มีค่าความถูกต้องตามความต้องการ และต้องเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดที่เกี่ยวข้องในการทดสอบและ / หรือสอบเทียบ ต้องมีการจัดทำโปรแกรมสอบเทียบสำหรับปริมาณหรือค่าหลักที่สำคัญของเครื่องมือ ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้ส่งผลกระทบต่อผลการวัดที่ได้ก่อนนำเครื่องมือเข้าประจำการ (รวมถึงเครื่องมือชั่งตัวอย่าง) เครื่องมือนั้นต้องได้รับการสอบเทียบ หรือตรวจสอบว่าเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดที่ความต้องการของห้องปฏิบัติการ และเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดตามมาตรฐานที่เกี่ยวข้อง เครื่องมือต้องได้รับการตรวจสอบและ / สอบเทียบก่อนนำไปใช้งาน (ดูข้อ 5.6)
- 5.5.3 เครื่องมือต้องถูกใช้งาน โดยบุคลากรที่ได้รับมอบหมาย คู่มือใช้งานและคู่มือบำรุงรักษาเครื่องมือ (รวมถึงคู่มือที่เกี่ยวข้องใด ๆ ที่จัดทำโดยผู้ผลิตเครื่องมือ) ที่ทันสมัย ต้องมีพร้อมใช้งาน โดยบุคลากรที่เหมาะสมของห้องปฏิบัติการ
- 5.5.4 เครื่องมือแต่ละเครื่องและซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่ใช้สำหรับการทดสอบและสอบเทียบ และมีความสำคัญต่อผลที่ได้ต้องได้รับการบ่งชี้เฉพาะถ้าทำได้
- 5.5.5 ต้องมีการเก็บรักษาบันทึกเกี่ยวกับเครื่องมือแต่ละเครื่อง และซอฟต์แวร์ของเครื่องมือที่มีความสำคัญต่อการดำเนินการทดสอบและ / หรือสอบเทียบ บันทึกต่าง ๆ อย่างน้อยต้องประกอบด้วยข้อมูลต่อไปนี้
- การบ่งชี้เฉพาะของเครื่องมือ และซอฟต์แวร์ของเครื่องมือ
 - ชื่อผู้ผลิต ชนิดของเครื่องมือ และหมายเลขเครื่องหรือการบ่งชี้เฉพาะอื่น ๆ
 - บันทึกการตรวจสอบว่าเครื่องมือเป็นไปตามกฎเกณฑ์กำหนด (ดูข้อ 5.5.2)
 - สถานที่ตั้งปัจจุบัน , หากเหมาะสม
 - คำแนะนำของผู้ผลิต (ถ้ามี) หรือ อ้างอิงถึงที่เก็บเอกสารดังกล่าว
 - วันที่ผลสอบเทียบ และสำเนารายงานผลและใบรับรองการสอบเทียบทั้งหมด การปรับแต่ง เกณฑ์การยอมรับ และวันที่ถึงกำหนดสอบเทียบครั้งต่อไป
 - แผนการบำรุงรักษา (ถ้าเหมาะสม) และการดำเนินการบำรุงรักษาที่ผ่านมาถึงปัจจุบัน
 - ความชำรุดเสียหายใด ๆ ความบกพร่อง การดัดแปลงหรือการซ่อมแซมใด ๆ ที่กระทำต่อเครื่องมือ

- 5.5.6 ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินการในการจัดการที่ปลอดภัย การเคลื่อนย้าย การเก็บ การใช้และการบำรุงรักษาตามแผนงานของเครื่องมือวัด เพื่อให้มั่นใจว่าเครื่องมือทำงานได้อย่างเหมาะสมถูกต้อง และเพื่อป้องกันการปนเปื้อนหรือการเสื่อมสภาพ
- หมายเหตุ อาจจำเป็นต้องจัดทำขั้นตอนดำเนินงานเพิ่มเติม ในกรณีที่เครื่องมือวัดถูกนำไปใช้ภายนอกห้องปฏิบัติการถาวรเพื่อทดสอบ / สอบเทียบหรือสุ่มตัวอย่าง*
- 5.5.7 เครื่องมือที่ถูกใช้งานเกินกำลัง หรือใช้งานผิดวิธี ให้ผลที่น่าสงสัย หรือแสดงผลให้เห็นว่าบกพร่อง หรือออกนอกขีดที่กำหนด ต้องนำออกจากการใช้งาน เครื่องมือนั้นต้องมีการแยกออกต่างหากเพื่อป้องกันการนำไปใช้งาน หรือต้องมีป้าย หรือทำเครื่องหมายให้เห็นชัดเจนว่าห้ามใช้งาน จนกว่าจะได้รับการซ่อมแซมและแสดงผลการสอบเทียบ หรือทดสอบแล้วว่าสามารถใช้งานได้ถูกต้อง ห้องปฏิบัติการต้องตรวจสอบผลกระทบที่เกิดจากการบกพร่องหรือการเบี่ยงเบนจากขีดจำกัดที่กำหนดของผลการทดสอบและ / หรือสอบเทียบที่ผ่านมา และต้องปฏิบัติการขั้นตอนดำเนินงาน “การควบคุมงานที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนด” (ดูข้อ 4.9)
- 5.5.8 ถ้าเป็นไปได้เครื่องมือทั้งหมดที่อยู่ภายใต้การควบคุมของห้องปฏิบัติการ และจำเป็นต้องสอบเทียบ ต้องติดป้าย แสดงรหัส หรือการบ่งชี้บางอย่างอื่นเพื่อแสดงสถานะการสอบเทียบ รวมทั้งวันที่ได้รับการสอบเทียบครั้งสุดท้าย และวันที่หรือเกณฑ์ครบกำหนดที่ต้องทำสอบเทียบใหม่
- 5.5.9 ในกรณีที่เครื่องมือออกไปอยู่นอกเหนือการควบคุมของห้องปฏิบัติการโดยตรง ไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใดก็ตาม ห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าการทำงาน และสถานะสภาพการสอบเทียบของเครื่องมือชิ้นนั้นได้รับการตรวจสอบ และแสดงผลเป็นที่น่าพอใจก่อนนำเครื่องมือชิ้นนั้นกลับมาใช้งาน
- 5.5.10 ในกรณีที่จำเป็นต้องตรวจสอบเครื่องมือระหว่างการใช้งาน (intermediate cliché) เพื่อให้มั่นใจในสถานะภาพตามการสอบเทียบของเครื่องมือ การตรวจสอบเหล่านี้จะต้องดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินการที่กำหนดไว้
- 5.5.11 ในกรณีที่ผลการสอบเทียบ ให้ใช้ชุดของค่าแก้ไขห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินงานที่มั่นใจว่าสำเนาต่าง ๆ (เช่น ในซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์) ได้รับการปรับให้ทันสมัยอย่างถูกต้องด้วย
- 5.5.12 เครื่องมือทดสอบและสอบเทียบ รวมถึงทั้งซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ต้องได้รับการป้องกันจากการถูกปรับแต่งที่อาจทำให้ผลของการทดสอบและ / หรือ สอบเทียบไม่สามารถใช้ได้

5.5 ความสอบกลับได้ของการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.1 ทั่วไป

เครื่องมือทั้งหมด ที่ใช้ในการทดสอบและ / หรือสอบเทียบ รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้สนับสนุนการวัด (เช่น สำหรับใช้วัดภาวะแวดล้อม) ที่มีผลกระทบอย่างสำคัญต่อค่าความถูกต้องหรือความใช้ได้ของผลการทดสอบ สอบเทียบ หรือการชักตัวอย่าง ต้องได้รับการสอบเทียบก่อนนำไปใช้งานห้องปฏิบัติการต้องมีการจัดทำโปรแกรมและขั้นตอนดำเนินงานในการสอบเทียบเครื่องมือต่าง ๆ ของห้องปฏิบัติการ

หมายเหตุ โปรแกรมดังกล่าวควรรวมถึงระบบในการคัดเลือก การใช้ การสอบเทียบ การตรวจสอบ การควบคุม และการรักษามาตรฐานการวัด วัสดุอ้างอิงที่ใช้เป็นมาตรฐานการวัด และเครื่องมือวัดและทดสอบที่ใช้ดำเนินการทดสอบ และ สอบเทียบ

5.6.2 ข้อกำหนดเฉพาะ

5.6.2.1 การสอบเทียบ

5.6.2.1.1 สำหรับห้องปฏิบัติการสอบเทียบ โปรแกรมการสอบเทียบเครื่องมือต้องได้รับการออกแบบ และดำเนินการเพื่อให้มั่นใจว่า การสอบเทียบและการวัดที่ทำโดยห้องปฏิบัติการ สามารถสอบกลับได้ไปยังหน่วย ตามระบบสากล (International System of Units, SI)

ห้องปฏิบัติการสอบเทียบต้องจัดให้มีการสอบกลับได้ของมาตรฐานการวัดและอุปกรณ์การวัดของห้องปฏิบัติการไปยัง SI โดยการสอบเทียบหรือการเปรียบเทียบเชื่อมโยงไปยังมาตรฐานปฐมภูมิที่สัมพันธ์กันของหน่วย SI แบบไม่ขาดสายการเชื่อมโยงไปยังหน่วย SI อาจทำได้โดยการอ้างอิงไปยังมาตรฐานการวัดระดับชาติ มาตรฐานการวัดระดับชาติอาจเป็นมาตรฐานปฐมภูมิซึ่งเป็นค่าตั้งต้นจริงของหน่วย SI หรือเป็นหน่วยที่เป็นที่ยอมรับว่าใช้แทนหน่วย SI ซึ่งมีพื้นฐานมาจากค่าที่ทางกายภาพหรือเป็นมาตรฐานระดับทุติยภูมิ ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ได้รับการสอบเทียบโดยสถาบันมาตรวิทยาระดับชาติอีกแห่งหนึ่ง ในกรณีที่มีการใช้บริการสอบเทียบจากภายนอก การสอบกลับได้ของการวัดต้องมั่นใจได้โดยเลือกใช้บริการสอบเทียบจากห้องปฏิบัติการที่สามารถแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการดำเนินงาน ความสามารถในการวัดและการสอบกลับได้ใบรับรองการสอบเทียบที่ออกโดยห้องปฏิบัติการเหล่านี้ต้องมีผลการวัด รวมถึงค่าความไม่แน่นอนในการวัดและ / หรือข้อความระบุความ

เป็นไปตามเกณฑ์กำหนดทางมาตรวิทยาที่ระบุไว้ (ดูข้อ 5.10.4.2 ประกอบด้วย)

หมายเหตุ 1. ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่เป็นไปตามข้อกำหนดของมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ถือว่ามีความสามารถในการดำเนินการ ใบบรับรองการสอบที่ออกโดยห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่ได้รับการรับรองระบบงานตามมาตรฐานระหว่างประเทศนี้และแสดงเครื่องหมายการรับรองสำหรับการสอบเทียบที่เกี่ยวข้อง เป็นหลักฐานความสอบกลับได้อย่างพอเพียงของข้อมูลการสอบเทียบที่รายงานไว้

หมายเหตุ 2. ความสอบกลับได้ไปยังหน่วย SI ของการวัด อาจกระทำได้โดยอ้างอิงไปยังมาตรฐานปฐมภูมิที่เหมาะสม (ดู VIM : 1993 , 6.4) หรือโดยการอ้างอิงไปยังค่าคงที่ทางธรรมชาติ , ค่าที่ทราบความสัมพันธ์กับหน่วย SI และเสนอขึ้นโดย General Conference of Weight and Measure (CGPM) และ International Committee for Weight and Measure (CIPM)

หมายเหตุ 3. ห้องปฏิบัติการสอบเทียบที่รักษามาตรฐานปฐมภูมิไว้เอง หรือตัวแทนของหน่วย SI ซึ่งมีค่าพื้นฐานมาจากค่าคงที่ทางกายภาพพื้นฐาน สามารถอ้างความสอบกลับไปยังระบบ SI ได้ภายหลังจากที่มาตรฐานเหล่านี้ได้รับการเปรียบเทียบโดยตรงหรือโดยอ้อมกับมาตรฐานที่คล้ายคลึงกับอื่น ๆ ของสถาบันมาตรวิทยาระดับชาติ

หมายเหตุ 4. คำว่า “ เกณฑ์กำหนดทางมาตรวิทยาที่บ่งชี้ ” หมายถึงต้องมีความชัดเจนจากใบบรับรองการสอบเทียบเกี่ยวกับเกณฑ์กำหนดที่การวัดใช้เปรียบเทียบด้วย โดยรวมถึงเกณฑ์ที่กำหนดหรือโดยแสดงการอ้างอิงที่ไม่คลุมเครือไปยังเกณฑ์ที่กำหนด

หมายเหตุ 5. เมื่อใช้คำว่า “ มาตรฐานระหว่างประเทศ “ หรือ “ มาตรฐานระดับประเทศ “ เกี่ยวเนื่องกับเรื่องความสอบกลับได้ ให้ถือว่ามาตรฐานเหล่านี้มีคุณสมบัติของมาตรฐานปฐมภูมิอย่างครบถ้วนตามค่าที่เป็นจริงของหน่วย SI.

หมายเหตุ 6. ความสอบกลับได้ไปยังมาตรฐานการวัดระดับชาติ ไม่จำเป็นต้องสอบกลับไปยังสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติของประเทศที่ห้องปฏิบัติการนั้นตั้งอยู่

หมายเหตุ 7. ถ้าห้องปฏิบัติการสอบเทียบประสงค์หรือจำเป็นต้องสอบกลับได้จากสถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติอื่นนอกประเทศของตน ห้องปฏิบัติการนั้นควร

เลือกสถาบันมาตรฐานวิทยาสหประชาชาติที่เข้าร่วมในกิจกรรมของ BIPM อย่าง
สม่ำเสมอ ไม่ว่าจะโดยตรงหรือโดยผ่านกลุ่มภูมิภาค

หมายเหตุ 8. การสอบเทียบหรือการเปรียบเทียบโดยไม่ขาดช่วง อาจได้มา ในหลายขั้น
ตอนซึ่งดำเนินการ โดยห้องปฏิบัติการที่แตกต่างกัน ที่สามารถแสดงการ
สอบกลับได้

5.6.2.1.2 มีบางการสอบเทียบที่ปัจจุบันนี้ ยังไม่สามารถทำได้อย่างสมบูรณ์ใน
หน่วย SI ในกรณีดังกล่าว การสอบเทียบต้องจัดให้มีความน่าเชื่อถือใน
การวัด โดยให้มีการสอบกลับได้ไปยังมาตรฐานการวัดที่เหมาะสม เช่น

- การใช้วัสดุอ้างอิงรับรอง ที่จัดทำโดยผู้ผลิตที่มีความสามารถที่จะให้
คุณลักษณะทางเคมีหรือกายภาพที่เชื่อถือได้ของวัสดุ
- การใช้วิธีที่ระบุและ / หรือมาตรฐานที่ตกลงกัน ซึ่งได้มีการอธิบาย
ไว้อย่างชัดเจนและเป็นที่ยอมรับ โดยทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง

ถ้าเป็นไปได้ห้องปฏิบัติการต้องเข้าร่วมในโปรแกรมที่เหมาะสมเกี่ยวกับการทดสอบ
เปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ

5.6.2.2 การทดสอบ

5.6.2.2.1 สำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบให้หน้า ข้อกำหนดตามที่ระบุไว้ในข้อ

5.6.2.1 มาใช้กับเครื่องมือวัดและทดสอบที่ทำหน้าที่วัด นอกจากนี้ได้
พิสูจน์แล้วว่าผลกระทบที่เกี่ยวข้องจากการสอบเทียบมีผลเพียงเล็กน้อย
เมื่อเทียบกับค่าความไม่แน่นอนทั้งหมดของผลทดสอบถ้าเกิดกรณีเช่นนี้
ดังนั้นห้องปฏิบัติการต้องมั่นใจว่าเครื่องมือที่ใช้สามารถให้ค่าความไม่แน่นอน
ของการวัดตามที่ต้องการได้

หมายเหตุ ขอบเขตที่ต้องทำตามข้อกำหนดในข้อ 5.6.2.1 ขึ้นอยู่กับความ
สัมพันธ์ของปัจจัยที่มีผลต่อความไม่แน่นอนในการสอบเทียบ
และความไม่แน่นอนทั้งหมด ถ้าปัจจัยจากการสอบเทียบมีผล
มากกว่า ข้อกำหนดดังกล่าวควรต้องปฏิบัติตามอย่างเข้มงวด

5.6.2.2.2 ในกรณีที่มีการสอบกลับได้ของการวัดไปยังหน่วย SI ทำไม่ได้และ / หรือ
ไม่สัมพันธ์กัน ข้อกำหนดของการสอบกลับได้ เช่น วัสดุอ้างอิงรับรอง ,
วิธีการที่ตกลงกัน และ / หรือมาตรฐานที่ตกลงกัน ต้องใช้เหมือนกันกับ
ห้องปฏิบัติการสอบเทียบ (ดูข้อ 5.6.2.1.2)

5.6.3 มาตรฐานอ้างอิงและวัสดุอ้างอิง

5.6.3.1 มาตรฐานอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการต้องมีโปรแกรมและขั้นตอนดำเนินงานสำหรับการสอบเทียบ มาตรฐานอ้างอิงของตน มาตรฐานอ้างอิงต้องได้รับการสอบเทียบโดยหน่วยงานที่สามารถสอบกลับได้ตามที่อธิบายในข้อ 5.6.2.1 มาตรฐานอ้างอิงของการ วัดดังกล่าวที่ครอบครองโดยห้องปฏิบัติการต้องใช้สำหรับการสอบเทียบนั้น ต้องไม่ใช่เพื่อการอื่น นอกจากสามารถแสดงได้ว่าความสามารถในการใช้เป็น มาตรฐานอ้างอิงจะไม่ถูกทำให้เสียไป มาตรฐานอ้างอิงต้องได้รับการสอบ เทียบก่อนและหลังจากการปรับแต่งใด ๆ

5.6.3.2 วัสดุอ้างอิง

วัสดุอ้างอิง (ถ้าเป็นไปได้) ต้องสามารถสอบกลับได้ไปยังหน่วย SI ของ การวัดหรือไปยังวัสดุอ้างอิงรับรองวัสดุอ้างอิงภายในต้องได้รับการตรวจสอบ จน

ถึงเท่าที่ทำได้ ในเชิงวิชาการและความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจ

5.6.3.2 การตรวจสอบระหว่างใช้งาน (intermediate checks)

การตรวจสอบที่จำเป็น เพื่อให้มีความมั่นใจในสถานะการสอบเทียบของมาตรฐานอ้างอิง มาตรฐานปฐมภูมิ มาตรฐานรองลงมา หรือมาตรฐานระดับใช้งาน และวัสดุอ้างอิงต้องดำเนินการตามขั้นตอนการดำเนินงานและแผนงานที่กำหนดไว้

5.6.3.3 การขนย้ายและการจัดเก็บ

ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินงานในการจัดการ อย่างปลอดภัย การขนย้าย การจัดเก็บ และขั้นตอนการใช้มาตรฐานอ้างอิง และวัสดุอ้างอิง เพื่อป้องกัน การปนเปื้อน หรือการเสื่อมสภาพ และเพื่อรักษาความสมบูรณ์ของตัวมาตรฐานและวัสดุอ้างอิง

หมายเหตุ อาจจำเป็นต้องมีขั้นตอนดำเนินงานเพิ่มเติมในกรณีที่มีมาตรฐานอ้างอิงและวัสดุอ้างอิงถูกนำออกไปใช้ภายนอกห้องปฏิบัติการถาวร เพื่อทำการทดสอบ, สอบเทียบ หรือสุ่มตัวอย่าง

5.7 การสุ่มตัวอย่าง

5.7.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีแผนการสุ่มตัวอย่างและขั้นตอนดำเนินงานในการสุ่มตัวอย่าง ในกรณีที่ห้องปฏิบัติการทำการสุ่มตัวอย่าง วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์เพื่อทำการทดสอบหรือสอบเทียบเอง แผนการสุ่มตัวอย่างรวมทั้งขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างต้องมีอยู่ ณ สถานที่ที่ทำ

การสุ่มตัวอย่าง แผนการสุ่มตัวอย่างต้องอยู่บนพื้นฐานวิธีการทางสถิติที่เหมาะสม
กระบวนการสุ่มตัวอย่างต้องระบุปัจจัยต่าง ๆ ที่ต้องควบคุมเพื่อให้มั่นใจในความใช้ได้ของ
ผลการทดสอบและสอบเทียบ

- หมายเหตุ 1.** การสุ่มตัวอย่างเป็นขั้นตอนดำเนินงานที่กำหนดให้เป็นส่วนหนึ่งของสาร
วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ถูกนำไปทำการทดสอบหรือสอบเทียบโดยเป็นตัว
แทนของตัวอย่างทั้งหมดการสุ่มตัวอย่างอาจเป็นความต้องการตามเกณฑ์
กำหนดที่เหมาะสมสำหรับสาร วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ที่จะทดสอบหรือ
สอบเทียบ ในบางกรณี (เช่น การวิเคราะห์ทางนิติเวช) ตัวอย่างอาจไม่ใช่
ตัวแทนของทั้งหมดแต่ถูกตรวจสอบเท่าที่สามารถหาได้
- 2.** ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างควรกล่าวถึงการเลือก แผนการสุ่มตัวอย่าง การชัก
และการเตรียม ตัวอย่างจากสาร วัสดุ หรือผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ได้ข้อมูลตาม
ที่ต้องการ

- 5.7.2 ในกรณีที่ลูกค้าต้องการให้เบี่ยงเบน เพิ่มเติม หรือละเว้นจากขั้นตอนในการสุ่มตัวอย่างที่
จัด ทำเป็นเอกสารไว้ การเบี่ยงเบนเหล่านี้ต้องมีการบันทึกรายละเอียดเกี่ยวกับข้อมูลการ
สุ่มตัวอย่างตามความเหมาะสม และต้องรวบรวมไว้ในเอกสารทั้งหมดที่มีผลทดสอบ
และ/หรือสอบเทียบอยู่ และต้องแจ้งให้บุคลากรที่เหมาะสมทราบ
- 5.7.3 ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินงานในการบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องและการดำเนินการ
การเกี่ยวกับการสุ่มตัวอย่าง ที่เป็นส่วนหนึ่งของการทดสอบหรือสอบเทียบที่ปฏิบัติ
บันทึกเหล่านี้ต้องรวมถึงขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างที่ใช้ การบ่งชี้ถึงผู้สุ่มตัวอย่าง,สถานะ
แวดล้อม (ถ้าเกี่ยวข้อง) และแผนผังหรือวิธีการอื่นใดที่เทียบเท่าที่จะระบุตำแหน่งการสุ่ม
ตัวอย่างตามความจำเป็น และถ้าเหมาะสมควรรวมถึงสถิติต่าง ๆ ที่ใช้เป็นพื้นฐานใน
ขบวนการสุ่มตัวอย่าง

5.8 การจัดการตัวอย่างทดสอบและสอบเทียบ

- 5.8.1 ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินงานในการขนส่ง การรับ การจัดการ การป้องกัน การ
เก็บ การรักษา และ/หรือการทำลายตัวอย่างทดสอบและ/หรือสอบเทียบ รวมถึงการจัด
ให้มีสิ่งจำเป็นทั้งหมดในการรักษาความสมบูรณ์ของตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ
และการปกป้องผลประโยชน์ของห้องปฏิบัติการและลูกค้า
- 5.8.2 ห้องปฏิบัติการต้องมีระบบ ในการชี้บ่งตัวอย่างทดสอบและ/หรือสอบเทียบ การชี้บ่งต้อง
คงอยู่ตลอดอายุของตัวอย่างในห้องปฏิบัติการ ระบบต้องได้รับการออกแบบและดำเนิน

การตามเพื่อให้มั่นใจว่า จะไม่เกิดความสับสนทางกายภาพของตัวอย่างหรือในการอ้างอิง บันทึกรหัสหรือเอกสารอื่น ๆ ระบบต้องรวมถึงการแบ่งส่วนย่อยของกลุ่มตัวอย่างและการขน ย้ายตัวอย่างภายในและจากห้องปฏิบัติการตามความเหมาะสม

- 5.8.3 ในการรับตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ ต้องบันทึกความคิดปกติใด ๆ หรือความแตกต่างจากสภาพปกติหรือสภาวะที่ระบุตามที่อธิบายไว้วิธีการทดสอบหรือสอบเทียบ ในกรณีที่มีข้อสงสัยถึงความเหมาะสมของตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ หรือกรณีที่ตัวอย่างไม่เป็นไปตามรายละเอียดที่จัดทำไว้ หรือการทดสอบหรือสอบเทียบที่ต้องการไม่ ระบุรายละเอียดที่มากพอ ห้องปฏิบัติการต้องหารือลูกค้าเพื่อรับข้อแนะนำเพิ่มเติมก่อน ดำเนินการต่อไป และต้องบันทึกรายละเอียดการหารือดังกล่าวไว้
- 5.8.4 ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินงาน และสิ่งอำนวยความสะดวกที่เหมาะสมในการ ป้องกันการเสื่อมสภาพ การสูญหาย หรือการเสียหาย ที่จะเกิดแก่ตัวอย่างทดสอบหรือ สอบเทียบระหว่างการเก็บ การจัดการและการเตรียม คำแนะนำในการจัดการตัวอย่างที่มี มาพร้อมกับตัวอย่างจะต้องปฏิบัติตาม ในกรณีที่ต้องมีการเก็บตัวอย่างหรือปรับภาวะภาย ใต้สภาวะแวดล้อมที่กำหนด สภาวะดังกล่าวนี้ต้องได้รับการรักษา ฝ้าระวังและบันทึกไว้ ด้วย ในกรณีที่ต้องรักษาความปลอดภัยให้แก่ตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ หรือบาง ส่วนของตัวอย่าง ห้องปฏิบัติการต้องมีการจัดการในการเก็บรักษา และมาตรการด้าน ความปลอดภัยเพื่อปกป้องสภาวะและความสมบูรณ์ของตัวอย่างที่เก็บรักษา หรือส่วน ของตัวอย่างที่เกี่ยวข้อง

หมายเหตุ

1. ในกรณีที่ตัวอย่างทดสอบถูกนำกลับไปใช้งานหลังจากทดสอบ ต้องใช้ ความระมัดระวังเป็นพิเศษเพื่อให้มั่นใจว่า ไม่มีการเสียหาย หรือถูกทำลาย ระหว่างการจัดการ การทดสอบ หรือการเก็บ/รอคอยการดำเนินการ
2. ขั้นตอนการสุ่มตัวอย่างและข้อมูลในการเก็บและขนย้ายตัวอย่าง รวมถึง ข้อมูลเกี่ยวกับปัจจัยในการสุ่มตัวอย่างที่มีอิทธิพลต่อผลการทดสอบหรือ สอบเทียบ ควรจัดเตรียมให้แก่ผู้รับผิดชอบในการดำเนินการและการขน ย้ายตัวอย่าง
3. เหตุผลในการเก็บรักษาตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบให้ปลอดภัย อาจ เป็นเหตุผลด้านบันทึกด้านความปลอดภัยหรือมูลค่าหรือเพื่อทำให้สามารถ ทดสอบและ/หรือสอบเทียบภายหลังได้อย่างสมบูรณ์

5.9 การประกันคุณภาพผลทดสอบและสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการต้องมีขั้นตอนดำเนินงานในการควบคุมคุณภาพเพื่อเฝ้าระวังความใช้ได้ของการทดสอบและสอบเทียบที่ดำเนินการ ข้อมูลที่ได้ต้องได้รับการบันทึกไว้ในลักษณะที่สามารถตรวจสอบแนวโน้มต่าง ๆ ได้ และถ้าทำได้ต้องใช้วิธีทางสถิติในการทบทวนผลต่าง ๆ ด้วย การเฝ้าระวังนี้ต้องมีการวางแผน และทบทวน และอาจรวมถึง สิ่งต่อไปนี้ แต่ก็ไม่จำกัดให้ต้องเป็นไปตามนี้ ได้แก่

- a) มีการใช้วัสดุอ้างอิงรับรองเป็นประจำ และ/หรือมีการควบคุมคุณภาพภายในโดยใช้วัสดุอ้างอิงทุติยภูมิ
- b) การเข้าร่วมในการทดสอบเปรียบเทียบระหว่างห้องปฏิบัติการ หรือโปรแกรมการทดสอบความชำนาญ
- c) การทดสอบหรือสอบเทียบซ้ำหลาย ๆ ครั้งโดยวิธีการเดิมหรือต่างวิธี
- d) การทดสอบหรือสอบเทียบซ้ำอีกโดยใช้ตัวอย่างที่เก็บไว้
- e) การหาความสัมพันธ์ของผลที่ได้สำหรับคุณลักษณะที่แตกต่างกันของตัวอย่าง
หมายเหตุ : วิธีที่เลือกควรเหมาะสมกับชนิดและปริมาณของงานที่รับผิดชอบ

5.10 การรายงานผล

5.10.1 ทั่วไป

ผลของแต่ละการทดสอบ สอบเทียบ หรือแต่ละชุดของการทดสอบหรือสอบเทียบที่ดำเนินการโดยห้องปฏิบัติการ ต้องมีการรายงานอย่างถูกต้อง ชัดเจน ไม่คลุมเครือ และตรงตามวัตถุประสงค์ และเป็นไปตามคำแนะนำที่ระบุใด ๆ ในวิธีการทดสอบหรือ สอบเทียบ ตามปกติผลที่ได้จะต้องรายงานในรูปแบบรายงานผลทดสอบ หรือใบรับรองการสอบเทียบ (ดูหมายเหตุ 1) และต้องรวมถึงข้อมูลทั้งหมดที่ร้องขอโดยลูกค้า และจำเป็นสำหรับการแปลผลทดสอบหรือสอบเทียบ และข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นตามวิธีการที่ใช้ตามปกติข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อกำหนดอยู่ในข้อ 5.10.2 และ 5.10.3 หรือ 5.10.4 ในกรณีที่เป็น การทดสอบหรือ สอบเทียบให้แก่ลูกค้าภายใน หรือในกรณีที่มีข้อตกลงเป็นลายลักษณ์อักษรกับลูกค้า การรายงานผลอาจทำโดยวิธีง่าย ๆ ข้อมูลใด ๆ ที่ระบุไว้ในข้อ 5.10.2 ถึง 5.10.4 ซึ่งไม่ได้รายงานต่อลูกค้า จะต้องมิใช่พร้อมในห้องปฏิบัติการที่ดำเนินการทดสอบและ/หรือสอบเทียบ

- หมายเหตุ 1. ใบรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ บางครั้งอาจถูกเรียกว่า ใบรับรองผลทดสอบและรายงานผลการสอบเทียบตามลำดับ
2. ใบรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบอาจออกโดยการพิมพ์ออกมาเป็นกระดาษ (hard copy) หรือออกโดยการส่งผ่านข้อมูลทาง

อิเล็กทรอนิกส์ในลักษณะที่เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้

5.10.2 รายงานผลการทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ

รายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบแต่ละฉบับ อย่างน้อยจะต้องประกอบด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ ยกเว้นกรณีที่ห้องปฏิบัติการมีเหตุผลสมควรที่จะไม่ปฏิบัติตามได้แก่ :

- a) หัวเรื่อง (เช่น “รายงานผลการทดสอบ” หรือ “ใบรับรองการสอบเทียบ”)
- b) ชื่อ และที่อยู่ของห้องปฏิบัติการ และสถานที่ที่ทำการทดสอบและ/หรือสอบเทียบในกรณีที่อยู่คนละที่กับห้องปฏิบัติการ
- c) การชี้แจงเฉพาะของใบรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบ (เช่น หมายเลขลำดับที่) และมีการชี้แต่ละหน้า เพื่อให้มั่นใจว่าหน้านั้นเป็นส่วนหนึ่งของใบรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบ และมีการบ่งชี้อย่างชัดเจนถึงการสิ้นสุดรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบ
- d) ชื่อและที่อยู่ของลูกค้า
- e) ระบุวิธีที่ใช้
- f) คำบรรยายลักษณะ ภาวะ และการบ่งชี้อย่างไม่คลุมเครือของตัวอย่างที่ทดสอบหรือสอบเทียบ
- g) วันเดือนปีที่รับตัวอย่างทดสอบหรือสอบเทียบ ในกรณีที่วันที่มีผลอย่างยิ่งต่อความใช้ได้และการนำผลทดสอบหรือสอบเทียบไปใช้ และวันเดือนปีที่ทำการทดสอบหรือสอบเทียบ
- h) มีการอ้างอิงแผนการสุ่มตัวอย่าง และขั้นตอนที่ดำเนินงาน โดยห้องปฏิบัติการหรือหน่วยงานอื่น ในกรณีที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับความต้องการใช้ได้หรือการนำผลทดสอบ/สอบเทียบไปใช้
- i) ผลการทดสอบหรือสอบเทียบ พร้อมกับหน่วยของการวัดตามความเหมาะสม
- j) ชื่อ หน้าที่ และลายมือชื่อ (อาจมีหลายคน) หรือการชี้บ่งอื่นที่เทียบเท่าของบุคคลที่มีอำนาจหน้าที่ในการออกใบรายงานผลการทดสอบ หรือใบรับรองผลการสอบเทียบ
- k) ข้อความที่ระบุว่ารายงานนี้มีผลเฉพาะกับตัวอย่างที่นำมาทดสอบหรือ สอบเทียบเท่านั้น ตามความเหมาะสม

หมายเหตุ 1. รายงานผลการทดสอบ และใบรับรองการสอบเทียบที่พิมพ์ออกมาเป็นกระดาษ ควรมีหมายเลขหน้า และจำนวนหน้าทั้งหมด

2. แนะนำให้ห้องปฏิบัติการระบุข้อความที่ว่า รายงานผลการทดสอบ หรือใบรับรองการสอบเทียบ ต้องไม่ถูกทำสำเนาเฉพาะเพียงบางส่วน (ยกเว้นทำทั้งฉบับ) โดยไม่ได้รับความยินยอมเป็นลายลักษณ์อักษร จากห้องปฏิบัติการ

5.10.3 รายงานผลการทดสอบ

5.10.3.1 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องแปลความผลจากการทดสอบ รายงานผลการทดสอบต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมจากที่กำหนดในข้อ 5.10.2 อีกดังต่อไปนี้

- การเบี่ยงเบนการเพิ่มเติม หรือการละเว้น จากวิธีการทดสอบ และข้อมูลเกี่ยวกับภาวะในการทดสอบเฉพาะ เช่น สภาวะแวดล้อม
- ข้อความระบุความเป็นไปตาม / ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดและ/หรือเกณฑ์ที่กำหนด แล้วแต่กรณี
- ถ้าทำได้,ต้องมีข้อความระบุค่าความไม่แน่นอนของการวัดที่ประมาณการไว้, ข้อมูลเกี่ยวกับค่าความไม่แน่นอนที่จำเป็นในรายงานผลการทดสอบ กรณีที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องใช้ได้หรือการนำผลทดสอบไปใช้, กรณีที่ลูกค้าต้องการหรือเมื่อค่าความไม่แน่นอนมีผลต่อการเป็นไปตามขอบเขตเกณฑ์ที่กำหนด
- ข้อคิดเห็นและการแปลความ (ดูข้อ 5.10.5) ในกรณีที่เหมาะสมและจำเป็น
- ข้อมูลเพิ่มเติมที่อาจต้องระบุตามข้อกำหนดของวิธี ตามความต้องการของลูกค้าหรือกลุ่มของลูกค้า

5.10.3.2 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องแปลความผลการทดสอบ สำหรับรายงานผลทดสอบ ที่มีผลของการสุ่มตัวอย่างจะต้องมีข้อมูล เพิ่มเติมจากที่กำหนดไว้ในข้อ 5.10.2 และ 5.10.3.1 อีกดังต่อไปนี้

- วันเดือนปีที่สุ่มตัวอย่าง
- การชี้บ่งอย่างไม่คลุมเครือของสารวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่สุ่มมาได้ (รวมทั้งชื่อผู้ผลิต รุ่น หรือประเภทของแบบ และหมายเลขลำดับที่ตามความเหมาะสม)
- สถานที่สุ่มตัวอย่าง รวมถึงแผนผัง แบบร่างหรือภาพถ่ายใด ๆ
- การอ้างอิงถึงแผนการสุ่มตัวอย่าง และขั้นตอนดำเนินงานที่ใช้
- รายละเอียดของภาวะแวดล้อมใด ๆ ระหว่างการสุ่มตัวอย่างที่อาจมีผลกระทบต่อผลการทดสอบ

f) มาตรฐานใด ๆ หรือข้อกำหนดอื่น ๆ สำหรับวิธีหรือขั้นตอนการสุ่มตัวอย่าง และการเบี่ยงเบน การเพิ่มเติม หรือการไม่ปฏิบัติตามเกณฑ์กำหนดที่เกี่ยวข้อง

5.10.4 ใบบรรองการสอบเทียบ

5.10.4.1 ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องแปลความผลการสอบเทียบ ใบบรรองการสอบเทียบ จะต้องมีข้อมูลเพิ่มเติมจากที่กำหนดในข้อ 5.10.2 อีก ดังต่อไปนี้

a) สถานะต่าง ๆ (เช่น สถานะแวดล้อม) ที่ทำการสอบเทียบซึ่งมีอิทธิพลต่อผลการวัด

b) ค่าความไม่แน่นอนของการวัด และ/หรือข้อความเกี่ยวกับความเป็นไปตามเกณฑ์กำหนดทางมาตรวิทยาที่ระบุ หรือข้อใด ๆ ของเกณฑ์กำหนดคนั้น

c) หลักฐานที่แสดงถึงความสอบกลับได้ของการวัด (ดูหมายเหตุ 1 ข้อ 5.6.2.1.1)

5.10.4.2 ใบบรรองผลการสอบเทียบต้องรับรองเฉพาะปริมาณ และผลตามรายการที่สอบเทียบ ถ้ามีการระบุข้อความเกี่ยวกับความเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด จะต้องระบุนหมายเลขของเกณฑ์กำหนดที่สอดคล้อง หรือไม่สอดคล้องด้วย

ในกรณีที่มีการระบุข้อความเกี่ยวกับความเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด โดยไม่รายงานค่าผลการวัดและความไม่แน่นอนที่เกี่ยวข้อง ห้องปฏิบัติการจะต้องบันทึกผลต่าง ๆ เหล่า นั้น และเก็บรักษาข้อมูลเหล่านี้ไว้เพื่อการอ้างอิงได้ในอนาคต

ในกรณีที่มีการระบุข้อความเกี่ยวกับความสอดคล้องเป็นไปตาม จะต้องนำค่าความไม่แน่นอนของการวัดมาพิจารณาด้วย

5.10.4.3 ในกรณีที่เครื่องมือที่ใช้สอบเทียบมีการปรับแต่งหรือซ่อมแซม ต้องมีการรายงานผลการสอบเทียบทั้งก่อนและหลังการปรับแต่งหรือซ่อมแซม (ถ้ามี)

5.10.4.4 ใบบรรองการสอบเทียบ (หรือป้ายแสดงการสอบเทียบ) จะต้องไม่มีคำแนะนำใด ๆ เกี่ยวกับช่วงของการสอบเทียบ ยกเว้นในกรณีที่ได้มีการตกลงกับลูกค้าไว้ ข้อ กำหนดนี้อาจถูกยกเลิกหากขัดต่อการควบคุมตามกฎหมาย

5.10.5 ข้อคิดเห็นและการแปลความ

ในกรณีที่ต้องการมีการแสดงข้อคิดเห็นและการแปลความด้วย ห้องปฏิบัติการจะต้องทำเอกสารที่ใช้เป็นหลักฐานในการแสดงเป็นข้อคิดเห็นและการแปลความ การแสดงข้อคิดเห็นและการแปลความต้องทำเครื่องหมายไว้ให้ชัดเจนในรายงานผลการทดสอบ

- หมายเหตุ 1. ข้อคิดเห็นและการแปลความไม่ควรสับสนกับการตรวจสอบและการรับรองผลิตภัณฑ์ตามวัตถุประสงค์ใน ISO / IEC 17020 และ ISO / IEC Guide 65
2. ข้อคิดเห็นและการแปลความที่รวมอยู่ในรายงานผลทดสอบ อาจประกอบด้วยรายละเอียดต่อไปนี้ แต่ไม่ได้จำกัดให้ต้องเป็นไปตามนี้, ได้แก่
- ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับข้อความที่ระบุความเป็นไปตาม/ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดของผลที่ได้
 - ความครบถ้วนตามข้อกำหนดที่ตกลงกันไว้
 - ข้อเสนอแนะในการใช้ผลทดสอบที่ได้
 - คำแนะนำเพื่อนำไปใช้ในการปรับปรุง
3. ในหลาย ๆ กรณี อาจเป็นการเหมาะสมที่จะสื่อสารข้อคิดเห็นและการแปลความโดยการพูดคุยกับลูกค้าโดยตรง คำสนทนาดังกล่าวควรมีการจดบันทึกเก็บไว้

5.10.6 ผลการทดสอบและการสอบเทียบที่ได้จากผู้รับเหมาช่วง
 ในกรณีที่รายงานผลการทดสอบรวมผลของการทดสอบที่ดำเนินการโดยผู้รับเหมาช่วง
 ใด ๆ ไว้ด้วย ผลเหล่านี้จะต้องถูกระบุอย่างชัดเจน ผู้รับเหมาช่วงจะต้องรายงานผลที่ได้เป็น
 ลายลักษณ์อักษรหรือโดยทางอิเล็กทรอนิกส์

ในกรณีที่การสอบเทียบได้ทำการจ้างเหมาช่วง ห้องปฏิบัติการที่ทำการสอบเทียบจะ
 ต้องออกใบรับรองการสอบเทียบให้แก่ห้องปฏิบัติการผู้ทำสัญญาจ้าง

5.10.7 การส่งผลทางอิเล็กทรอนิกส์

ในกรณีที่มีการส่งผลทดสอบหรือสอบเทียบโดยทางโทรศัพท์ เทล็กซ์ โทรสาร หรือ
 สื่ออิเล็กทรอนิกส์ อื่น ๆ หรืออิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ จะต้องปฏิบัติตามข้อกำหนด
 ในมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ (ดูข้อ 5.4.7 ด้วย)

5.10.8 รูปแบบของใบรายงานผลและใบรับรองผล

รูปแบบต้องได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับแต่ละประเภทของการทดสอบหรือ
 สอบเทียบที่ห้องปฏิบัติการดำเนินการเพื่อลดการเกิดความเข้าใจผิดหรือนำไปใช้ผิดที่
 อาจเกิดขึ้นได้

หมายเหตุ 1. ควรเอาใจใส่ในการวางรูปแบบของรายงานผลการทดสอบหรือใบรับ
 รองการสอบเทียบ โดยเฉพาะต้องคำนึงถึงการนำเสนอข้อมูลการ
 ทดสอบหรือสอบเทียบ และให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจโดยผู้อ่าน

2. หัวเรื่องควรเป็นรูปแบบมาตรฐานเท่าที่สามารถทำได้

5.10.9 การแก้ไขใบรายงานผลทดสอบและใบรับรองการสอบเทียบ

การแก้ไขข้อความในรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบที่ได้ออกไปแล้วต้องทำโดยการออกเอกสารเพิ่มเติมเท่านั้น หรือโดยการถ่ายโอนข้อมูล ซึ่งต้องมีข้อความดังนี้อยู่ด้วย “รายงานเพิ่มเติมของรายงานผลการทดสอบ (หรือใบรับรองการสอบเทียบ) หมายเลขลำดับ..... (หรือตามที่ระบุเป็นอย่างอื่น)”หรือข้อความอื่นที่เทียบเท่าการแก้ไขดังกล่าวต้องเป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานระหว่างประเทศฉบับนี้ในกรณีที่ต้องออกใบรายงานผลการทดสอบหรือใบรับรองการสอบเทียบฉบับที่สมบูรณ์ใหม่ กรณีนี้จะต้องบ่งชี้เฉพาะและต้องมีการอ้างอิงถึงเอกสารต้นฉบับเดิมที่ออกแทนด้วย



ภาคผนวก ข

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณธนาคารโล

รหัสสารซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/3A0	SUB SURFACE BORING KIT	1	1	23-1717	1
KLEN04/P10A/3A0	BORING ROD 1M LONG	1	9	23-1717/10	9
KLEN04/P10A/3A0	ROD COUPLER	1	9	23-1717/12	9
KLEN04/P10A/4A0	WATER LEVEL INDICATER	1	1	23-1757	1
KLEN04/P10A/6A0	PROSPECTING KIT	1	1	23-1737	1
KLEN04/P10A/6A0	EXTENSION ROD 1M LONG	1	8	23-1541	8
KLEN04/P10A/6A0	38mm DIA SAMPLE TUBE	1	8	23-1577	8
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 7mm SLOT	1	2	23-3000	2
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 13mm SLOT	1	1	23-3050	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 15mm SLOT	1	1	23-3070	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 19mm SLOT	1	1	23-3100	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 25mm SLOT	1	1	23-3150	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 30mm SLOT	1	1	23-3170	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 38mm SLOT	1	1	23-3200	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 50mm SLOT	1	1	23-3300	1
KLEN04/P10A/9A0	RIFFLE BOX 64mm SLOT	1	1	23-3350	1
KLEN04/P10A/12A0	MORTAR PORCELAIN	10	1	23-3450	10
KLEN04/P10A/12A0	RUBBER HEADED PESTLE	10	1	23-3500	10
KLEAN04/P10A/15A0	MELTING POT 2.3 LT CAPACITY	2	1	23-3710/01	2
KLEAN04/P10A/15A0	SPARES KIT FOR ABOVE ITEM	2	1	23-3710/K1	2
KLEN04/P10A/16A	HAND OPERATED EXTRUDER	2	1	23-4590	2
KLEN04/P10A/16A	35mm JIG	2	1	TS033001/0	2
KLEN04/P10A/16A	70mm JIG	2	1	TS033001/0	2
KLEN04/P10A/16A	WIRE SAW	2	1	81-0708	2
KLEN04/P10A/16A	TRIMMING KNIFE	2	1	81-0710	2
KLEN04/P10A/17A0	HAND OPERATED SOIL LATHE	1	2	23-5850	2
KLEN04/P10A/18A0.1	CORE CUTTER EXTRUDER	1	2	23-4250	2
KLEN04/P10A/18A0.2	CONSOLIDATION/SHEAR EXTRUDER JIG	1	2	23-4844	2
KLEN04/P10A/18A0.3	SHEAR BOX ADAPTER	1	3	23-4877	3
KLEN04/P10A/21A0	5 LITRE MIXER	2	1	23-6191/01	2
KLEN04/P10A/21A0	SPARES KIT FOR 5 LT MIXER	2	1	213-6191/K	2
KLEN04/P10A/22A0	10 LITRE MIXER	1	1	23-6240/01	1
KLEN04/P10A/22A0	SPARES KIT FOR 10 LT MIXER	1	1	23-6240/K	1
KLEN04/P10A/23A0	FLASK SHAKER	2	1	523-270/01	2
KLEN04/P10A/23A0	SPARE CLAMP FOR FLASK SHAKER	2	1	523-132/10	2
KLEN04/P10A/28A0	POLY BAG 508mm X 760mm	2	100	81-4767	200
KLEN04/P10A/28A0	MELTING POT 2.3 LT CAPACITY	2	1	23-3710/01	2
KLEN04/P10A/28A0	SPARES KIT FOR MELTING POT	2	1	23-3710/k1	2
KLEN04/P10A/28A0	38mm HAND OPERATED EXTRUDER	2	1	23-4090	2
KLEN04/P10A/28A0	38mm SPLIT FORMER	2	1	23-4120	2
KLEN04/P10A/28A0	38mm CUTTING TOOL	2	1	23-4140	2
KLEN04/P10A/28A0	HAND OPERATED SOIL LATHE	2	1	23-5800	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาจากงบประมาณภาครัฐ

รหัสการซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEB04/P10A/28A0	SPATULAR SURFACE BORING KIT	1	1	23-0740	1
KLEN04/P10A/28A0	SPATULAR 200mm BLADE	2	1	81-0140	2
KLEN04/P10A/28A0	VERNIER CALIPER	2	1	81-0586	2
KLEN04/P10A/28A0	WIRE SAW	2	1	81-0708	2
KLEN04/P10A/28A0	TRIMMING KNIFE	2	1	81-0710	2
KLEN04/P10A/28A0	STRAIGHT EDGE 300mm	2	1	24-9010	2
KLEN04/P10A/28A0	PARAFFIN WAX 5KG BLOCK	2	1	82-7031	2
KLEN04/P10A/29A0.1	RIFFLE BOX 25mm SLOT	2	1	23-3150	2
KLEN04/P10A/29A0.1	MORTAR PORCELAIN	2	1	23-3450	2
KLEN04/P10A/29A0.1	RUBBER HEADED PESTLE	2	1	23-3500	2
KLEN04/P10A/29A0.1	TRAY 305mm DIA	2	1	81-4700	2
KLEN04/P10A/29A0.2	HARVARD TRIP BALANCE	2	1	78-7090	2
KLEN04/P10A/29A0.2	WIGHT SET FOR HARVARD BALANCE	2	1	78-7110	2
KLEN04/P10A/29A0.2	FOOTED SCOOP FOR HARVARD BALANCE	2	1	78-7130	2
KLEN04/P10A/29A0.2	8" DIA 4.75mm SIEVE	2	1	79-5020	2
KLEN04/P10A/29A0.2	8" DIA 2mm SIEVE	2	1	79-5070	2
KLEN04/P10A/29A0.2	8" DIA 425MIC SIEVE	2	1	79-5160	2
KLEN04/P10A/29A0.2	8" DIA LTD	2	1	79-5400	2
KLEN04/P10A/29A0.2	8" DIA RECEIVER	2	1	79-5410	2
KLEN04/P10A/29A0.2	SIEVE BRUSH DOUBLE ENDED NYLON	2	1	79-7210	2
KLEN04/P10A/29A0.2	EFL2 SIEVE SHAKER	2	1	80-0350/01	2
KLEN04/P10A/31A0	DIGITAL HOTPLATE	1	1	78-3101/01	1
KLEN04/P10A/31A0	TRIPLE BEAM BALANCE	1	1	78-7140	1
KLEN04/P10A/31A0	FOOTED SCOOP	1	1	78-7130	1
KLEN04/P10A/31A0	SPATULAR 100mm BLADE	1	1	81-0100	1
KLEN04/P10A/31A0	SCOOP LARGE ALIMINIUM	1	1	81-0220	1
KLEN04/P10A/31A0	UNNUMBERED MOISTURE CONTENT TIN	1	10	81-2979	10
KLEN04/P10A/31A0	TRAY 305mm DIA	1	1	81-4700	1
KLEN04/P10A/31A0	TRAY 454mm DIA	1	1	81-4720	1
KLEB04/P10A/36A0	MICROWAVE OVEN	1	1	22-2165/01	1
KLEN04/P10A/37A0.1	LIQUID LIMIT DEVICE	20	1	24-0409	20
KLEN04/P10A/37A0.1	GROOVING TOOL AND GAUGE BS	20	1	24-0425	20
KLEN04/P10A/37A0.1	REVOLUTION COUNTER	20	1	24-0471	20
KLEN04/P10A/37A0.1	SPATULAR 200mm BLADE	20	1	81-0140	20
KLEN04/P10A/37A0.1	SAMPLE CONTAINER 0.5LT	20	10	81-3000	200
KLEN04/P10A/37A0.1	WASH BOTTLE	20	1	82-2500	20
KLEN04/P10A/37A0.1	GLASS PLATE	20	1	24-0430	20
KLEN04/P10A/39A0	GROOVING TOOL AND GAUGE	20	1	24-0425	20
KLEN04/P10A/40A0.1	CONE PENETROMETER	1	1	24-0540	1
KLEN04/P10A/40A0.1	TEST GAUGE	1	1	24-0546	1
KLEN04/P10A/40A0.1	TEST CUP	1	1	24-0548	1
KLEN04/P10A/40A0.1	STRAIGHT EDGE 125mm LONG	1	1	38-7120	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณราชการโลก

รหัสสารซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/36A0.1	SPATULAR 200mm BLADE	1	1	81-0140	1
KLEN04/P10A/40A0.1	TIMER CLOCK	1	1	81-0518	1
KLEN04/P10A/40A0.1	SAMPLE CONTAINER 0.5LT	1	10	81-3000	10
KLEN04/P10A/40A0.1	EVAPORATING DISH	1	1	82-2000	1
KLEN04/P10A/40A0.1	WASH BOTTLE	1	1	82-2500	1
KLEN04/P10A/40A0.1	GLASS PLATE	1	1	24-0430	1
KLEN04/P10A/41A0.1	ROD COMPARATOR	20	1	24-0811	20
KLEN04/P10A/41A0.1	SPATULAR 200mm BLADE	20	2	81-0140	40
KLEN04/P10A/41A0.1	GLASS PLATE	20	1	24-0430	20
KLEN04/P10A/43A0	SHRINKAGE MOULD TO BS	20	2	24-1800	40
KLEN04/P10A/43A0	SPATULAR 100mm BLADE	20	2	81-0100	40
KLEN04/P10A/43A0	VERNIER CALIPER	20	1	81-0586	20
KLEN04/P10A/43A0	GLASS PLATE	20	1	24-0430	20
KLEN04/P10A/43A0	SILICON GREASE TUBE	20	1	25-8090	20
KLEN04/P10A/47A0	PYKNOMETER 1KG	10	2	24-2885	20
KLEN04/P10A/47A0	GLASS RODS PACK OF 10	10	1	82-4005	10
KLEN04/P10A/47A0	THERMOMETER -10 TO +50	10	1	82-5010	10
KLEN04/P10A/49A0	HIGH SPEED STIRRER	1	1	24-4130	1
KLEN04/P10A/50A0	CONSTANT TEMPERATURE BATH	1	1	83-1210	1
KLEN04/P10A/52A0.1	200mm DIA HOTPLATE	4	1	78-2950/01	4
KLEN04/P10A/52A0.1	END OVER END SHAKER	4	1	24-2850/01	4
KLEN04/P10A/52A0.1	1000ML GLASS CYLINDER	4	4	24-4700	16
KLEN04/P10A/52A0.1	STEEL RULE	4	1	34-0140	4
KLEN04/P10A/52A0.1	RUBBER TUBING 1 METER	4	4	81-0375	16
KLEN04/P10A/52A0.1	TIMER CLOCK	4	1	81-0518	4
KLEN04/P10A/52A0.1	500ml CONICAL BEAKER	4	1	82-0276	4
KLEN04/P10A/52A0.1	MEASURING CYLINDER 1000ML	4	1	82-0500	4
KLEN04/P10A/52A0.1	BULB PIPETTE 50ML	4	1	82-1300	4
KLEN04/P10A/52A0.1	BULB PIPETTE 100ML	4	1	82-1320	4
KLEN04/P10A/52A0.1	EVAPORATING DISH	4	1	82-2000	4
KLEN04/P10A/52A0.1	NON VACUUM DESICATOR	4	1	82-2100	4
KLEN04/P10A/52A0.1	BUCHNER FUNNEL	4	1	82-2200	4
KLEN04/P10A/52A0.1	FIPTER FLASK 100ML	4	1	82-2340	4
KLEN04/P10A/52A0.1	WASH BOTTLE	4	1	82-2500	4
KLEN04/P10A/52A0.1	SOIL HYDROMETER	4	1	24-4620	4
KLEN04/P10A/52A0.1	GLASS RODS PACK OF 10	4	1	82-4005	4
KLEN04/P10A/52A0.1	THERMOMETER -10 TO +50	4	1	82-5010	4
KLEN04/P10A/52A0.1	SILICA GEL 500G	4	1	82-7091	4
KLEN04/P10A/52A0.1	FILTER PUMP	4	1	82-7700	4
KLEN04/P10A/52A0.1	FILTER PAPER 110mm DIA	4	1	82-7931	4
KLEN04/P10A/52A0.1	CONSTANT TEMPERATURE BATH	4	1	24-4865/01	4
KLEN04/P10A/60A0.1	LABORATORY PH METER	1	1	525-210/01	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณราชการโลก

รหัสการซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/60A0.1	500ml SUBSTRATE BUFFERING KIT	1	1	79-0020	1
KLEN04/P10A/60A0.1	200mm DIA 2mm SIEVE	1	1	79-0270	1
KLEN04/P10A/60A0.1	TRAY 305mm DIA	1	1	81-4700	1
KLEN04/P10A/60A0.1	GLASS BEAKER 100ML	1	3	82-0120	3
KLEN04/P10A/60A0.1	BEAKER COVER 100mm DIA	1	3	82-0260	3
KLEN04/P10A/60A0.1	VOLUMETRIC FLASK 500ML	1	2	82-1040	2
KLEN04/P10A/60A0.1	WASH BOTTLE	1	1	82-2500	1
KLEN04/P10A/60A0.1	GLASS RODS PACK OF 10	1	1	82-4005	1
KLEN04/P10A/60A0.1	BUFFER TABLETS 9.2PH	1	3	432-054	3
KLEN04/P10A/61A0	BDH SOIL TESTING OUTFIT	1	1	24-6400	1
KLEN04/P10A/61A0	200mm DIA RECEIVER	1	1	79-0020	1
KLEN04/P10A/61A0	200mm DIA 2mm SIEVE	1	1	79-0270	1
KLEN04/P10A/61A0	CHATTAWAY SPATULAR	1	1	81-0180	1
KLEN04/P10A/61A0	TRAY 305mm DIA	1	1	81-4700	1
KLEN04/P10A/61A0	GLASS BEAKER 100ML	1	1	82-0220	1
KLEN04/P10A/61A0	MEASURING CYLINDER 500ML	1	1	82-0460	1
KLEN04/P10A/61A0	WASH BOTTLE	1	1	82-2500	1
KLEN04/P10A/61A0	GLASS RODS PACK OF 10	1	1	82-4005	1
KLEN04/P10A/65A0.1	1 LITRE COMPACTION MOULD	6	1	24-9000	6
KLEN04/P10A/65A0.1	2.5KG RAMMER	6	1	24-9002	6
KLEN04/P10A/65A0.1	200mm DIA RECEIVER	6	1	79-0020	6
KLEN04/P10A/65A0.1	200mm DIA 20mm SIEVE	6	1	79-1595	6
KLEN04/P10A/65A0.1	200mm DIA 37.5mm SIEVE	6	1	79-1640	6
KLEN04/P10A/65A0.1	SPATULAR 100mm BLADE	6	1	81-0100	6
KLEN04/P10A/65A0.1	STRAIGHT EDGE 300mm	6	1	24-9010	6
KLEN04/P10A/65A0.1	TRAY 910mm SQUARE	6	1	81-4160	6
KLEN04/P10A/65A0.1	SOILS DRYING OVEN 225LT	6	1	78-0110/01	6
KLEN04/P10A/65A0.1	SPARES KIT FOR 225LT OVEN	6	1	22-0010/K	6
KLEN04/P10A/65A0.1	DIAL THERMOMETER FOR OVEN	6	1	78-1245	6
KLEN04/P10A/65A0.1	ELECTRONIC BALANCE 2100G	6	1	78-5447/01	6
KLEN04/P10A/65A0.1	ELECTRONIC BALANCE 4100G	6	1	78/5456/01	6
KLEN04/P10A/65A0.1	SCOOP LARGE ALUMINIUM	6	1	81-0220	6
KLEN04/P10A/65A0.1	UNNUMBERED MOISTURE CONTENT TIN	6	10	81-2979	60
KLEN04/P10A/65A0.1	SAMPLE CONTAINER 0.5LT	6	4	81-3000	24
KLEN04/P10A/65A0.1	TRAY 306mm SQUARE	6	4	81-4020	24
KLEN04/P10A/66A0.1	2.5KG RAMMER	2	1	24-9002	2
KLEN04/P10A/66A0.1	CBR MOULD BODY	2	1	24-9198	2
KLEN04/P10A/66A0.1	EXTENSION COLLAR	2	1	24-9200	2
KLEN04/P10A/66A0.1	SOLID BASE PLATE	2	2	24-9204	4
KLEN04/P10A/66A0.1	C-SPANNER	2	2	24-9208	4
KLEN04/P10A/66A0.1	BASE PLATE TOOL	2	1	24-9210	2
KLEN04/P10A/66A0.1	200mm DIA RECEIVER	2	1	79-0020	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณราชการโลก

รหัสการซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/66A0.1	SUBSLAB AND SHINCE KIT	1	1	79-1393	1
KLEN04/P10A/66A0.1	200mm DIA 37.5mm SIEVE	2	1	79-1640	2
KLEN04/P10A/66A0.1	SPATULAR 100mm BLADE	2	1	81-1000	2
KLEN04/P10A/66A0.1	STRAIGHT EDGE 300mm	2	1	24-9010	2
KLEN04/P10A/66A0.1	TRAY 910mm SQUARE	2	1	81-4160	2
KLEN04/P10A/69A0.1	VIBRATING HAMMER	1	1	47-04550/01	1
KLEN04/P10A/69A0.1	TAMPING FOOT&SHANK	1	1	24-9025	1
KLEN04/P10A/69A0.1	CBR MOULD BODY	1	1	24-9198	1
KLEN04/P10A/69A0.1	EXTENSION COLLAR	1	1	24-9200	1
KLEN04/P10A/69A0.1	SOLID BASE PLATE	1	2	24-9204	2
KLEN04/P10A/69A0.1	C-SPANNER	1	2	24-9208	2
KLEN04/P10A/69A0.1	BASE PLATE TOOL	1	1	24-9210	1
KLEN04/P10A/69A0.1	STEEL RULE	1	1	34-0140	1
KLEN04/P10A/69A0.1	200mm DIA RECEIVER	1	1	79-0020	1
KLEN04/P10A/69A0.1	200mm DIA 37.5mm SIEVE	1	1	79-1640	1
KLEN04/P10A/69A0.1	SCOOP LARGE ALIMINIUM	1	1	81-0220	1
KLEN04/P10A/69A0.1	TIMER CLOCK	1	1	81-0518	1
KLEN04/P10A/69A0.1	STRAIGHT EDGE	1	1	24-9010	1
KLEN04/P10A/69A0.1	TRAY 910mm SQUARE	1	1	81-4160	1
KLEN04/P10A/70A0	PROCTOR MOULD	5	1	24-9060	5
KLEN04/P10A/70A0	2.5KG ASTM RAMMER	5	1	24-9063	5
KLEN04/P10A/70A0	ASTM COMPACTION MOULD 152mm DIA	5	1	24-9066	5
KLEN04/P10A/70A0	4.5KG ASTM RAMMER	5	1	24-9070	5
KLEN04/P10A/70A0	SPATULAR 100mm BLADE	5	1	81-0100	5
KLEN04/P10A/70A0	STRAIGHT EDGE 300mm	5	1	24-9010	5
KLEN04/P10A/70A0	TRAY 610mm SQUARE	5	1	81-4080	5
KLEN04/P10A/78A0	28KN CLAMP BOSS LOAD RING	1	1	78-0760	1
KLEN04/P10A/78A0	50KN CBR TEST MACHING	1	1	24-9160/01	1
KLEN04/P10A/78A0	SAPRES KIT FOR CBR MACHINE	1	1	24-9160/K1	1
KLEN04/P10A/78A0	PENETRATION PISTON	1	1	24-9182	1
KLEN04/P10A/78A0	DIAL GAUGE 25mm TRAVEL	1	1	24-9186	1
KLEN04/P10A/78A0	BRACKET AND ADAPTER	1	1	24-9188	1
KLEN04/P10A/78A0	2KG ANNULAR SURCHARGE WEIGHT	1	1	24-9214	1
KLEN04/P10A/78A0	2KG SPLIT SURCHARGE WEIGHT	1	4	24-9216	4
KLEN04/P10A/84A0	CBR MOULD BODY BS	2	1	24-9198	2
KLEN04/P10A/84A0	EXTENSION COLLAR BS	2	1	24-9200	2
KLEN04/P10A/84A0	PERFORATED BASE PLATE	2	1	24-9202	2
KLEN04/P10A/84A0	SWELL PLATE	2	1	24-9260	2
KLEN04/P10A/84A0	SWELL TRIPOD	2	1	24-9262	2
KLEN04/P10A/84A0	DIAL GAUGE 25mm TRAVEL	2	1	24-9275	2
KLEN04/P10A/84A0	SAMPLE CONTAINER 1.0LT	2	10	81-3020	20
KLEN04/P10A/84A0	STATIC COMPACTION PLUG	2	1	24-9212	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาจากงบประมาณราชการโลก

รหัสสารซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/84A0	SKID SPREAD SURCHARGE WEIGHT	2	1	24-9218	2
KLEN04/P10A/85A0	28KN CLAMP BOSS LOAD RING	2	1	78-0760	2
KLEN04/P10A/85A0	PENETRATION PISTON	2	1	24-9183	2
KLEN04/P10A/85A0	DIAL GAUGE PENETRATION	2	1	24-9186	2
KLEN04/P10A/85A0	BRACKET AND ADAPTER	2	1	24-9188	2
KLEN04/P10A/85A0	45KN MECHANICLE JACK	2	1	24-9290	2
KLEN04/P10A/85A0	BALL SEATING	2	1	24-9300	2
KLEN04/P10A/85A0	SET OF EXTENSION RODS	2	1	24-9308	2
KLEN04/P10A/85A0	DATUM OF EXTENSION RODS	2	1	24-9312	2
KLEN04/P10A/85A0	10LB ANNULAR SURCHARGE WEIGHT	2	1	24-9320	2
KLEN04/P10A/85A0	10LB SLOTTED SURCHARGE WEIGHT	2	3	24-9322	6
KLEN04/P10A/85A0	DIAL GAUGE PENETRATION BS	2	1	24-9186	2
KLEN04/P10A/86A0.1	CONSOLIDATION FRAME	6	1	25-0402	6
KLEN04/P10A/86A0.1	SET OF WEIGHTS	6	1	25-0408	6
KLEN04/P10A/86A0.1	CONSOLIDATION CELL 50mm	6	1	25-0455	6
KLEN04/P10A/86A0.1	CALIBRATION DISC	6	1	25-0509	6
KLEN04/P10A/86A0.1	TIMER CLOCK	6	1	81-0518	6
KLEN04/P10A/86A0.1	DIAL GAUGE 10mm TRAVEL	6	1	25-0440	6
KLEN04/P10A/87A0.1	VERTICAL DISPLACEMENT TRANSDUCER	2	1	27-1657	2
KLEN04/P10A/87A0.1	ROWE CELL 75.7mm	2	1	25-0700	2
KLEN04/P10A/87A0.1	SPARES KIT FOR ROWE CELL	2	1	25-0700/K	2
KLEN04/P10A/87A0.1	PRESSURE INDICATING PANEL	2	1	26-1865	2
KLEN04/P10A/87A0.1	UNIVERSAL PUMP& INDICATING PANEL	2	1	26-1880	2
KLEN04/P10A/87A0.1	VOLUME CHANGE TRANSDUCER	2	1	27-1641	2
KLEN04/P10A/87A0.1	ADU 8 CHANNEL DATA LOGGER	2	1	27-1495/01	2
KLEN04/P10A/87A0.1	PRESSURE TRANSDUCER 1000KPA	2	3	27-1625	6
KLEN04/P10A/87A0.1	ROWE CELL CONSOLIDATION PROGRAM	2	1	27-1775	2
KLEN04/P10A/87A0.2	AIR COMPRESSOR 700KPA	1	1	83-1730/1	1
KLEN04/P10A/87A0.2	AIR -WATER BLADDER ASSEMBLY	1	2	26-1746	2
KLEN04/P10A/87A0.2	PNEUMATIC PRESSURE REDUCING PANEL	1	1	26-1760	1
KLEN04/P10A/87A0.2	NYLON TUBING 30M	1	1	26-1769	1
KLEN04/P10A/87A0.2	DE-AIRED WATER APPARATUS	1	1	25-1833	1
KLEN04/P10A/87A0.2	ROWE CELL CONSOLIDATION PROGRAM	1	1	27-1775	1
KLEN04/P10A/88A0	CONSTANT HEAD PERMEABILITY CELL	2	1	25-0580	2
KLEN04/P10A/88A0	MANOMETER STAND AND TUBES	2	1	25-0591	2
KLEN04/P10A/88A0	CONSTANT LEVEL TANK	2	1	25-0593	2
KLEN04/P10A/88A0	TAMPING ROD	2	1	42-4580	2
KLEN04/P10A/88A0	SCOOP SMALL	2	1	81-0200	2
KLEN04/P10A/88A0	TIMER CLOCK	2	1	81-0518	2
KLEN04/P10A/88A0	MEASURING CYLINDER 100ML	2	1	82-0380	2
KLEN04/P10A/88A0	MEASURING CYLINDER 500ML	2	1	82-0460	2
KLEN04/P10A/88A0	VOLUMETRIC FLASK 1000ML	2	1	82-1060	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณราชการโลก

รหัสสารซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/88A0	PORE BRACE BOARD KIT	1	1	82-2668	1
KLEN04/P10A/88A0	THERMOMETER -10 TO +50	2	1	82-5010	2
KLEN04/P10A/88A0	VACUUM PUMP	2	1	82-7720/01	2
KLEN04/P10A/88A0	HIGH VACUUM OIL	2	1	82-7720/10	2
KLEN04/P10A/88A0	RUBBER TUBING 1 METER	2	1	81-0375	2
KLEN04/P10A/89A0	FALLING HEAD PERMEABILITY CELL	2	1	25-0605	2
KLEN04/P10A/89A0	STANDPIPE PANEL	2	1	25-0609	2
KLEN04/P10A/89A0	DE-AIRING TANK	2	1	25-0611	2
KLEN04/P10A/89A0	SOAKING TANK	2	1	25-0613	2
KLEN04/P10A/89A0	TIMER CLOCK	2	1	81-0518	2
KLEN04/P10A/89A0	MEASURING CYLINDER 100ML	2	1	82-0380	2
KLEN04/P10A/89A0	RUBBER TUBING 6.5mm BORE 1 METER	2	1	81-0375	2
KLEN04/P10A/89A0	VACUUM PUMP	2	1	82-7720/01	2
KLEN04/P10A/89A0	HIGH VACUUM OIL	2	1	82-7720/10	2
KLEN04/P10A/90A0.1	ERODIBILITY DETERMINATION	2	1	25-0675	2
KLEN04/P10A/90A0.1	TAMPING ROD	2	1	42-4580	2
KLEN04/P10A/90A0.1	TIMER CLOCK	2	1	81-0518	2
KLEN04/P10A/90A0.1	10ML MEASURING CYLINDER	2	2	82-0290	4
KLEN04/P10A/90A0.1	25ML MEASURING CYLINDER	2	2	82-0300	4
KLEN04/P10A/90A0.1	50ML MEASURING CYLINDER	2	2	82-0340	4
KLEN04/P10A/91A0	DIGITAL TRITEST 50	1	1	25-3516/01	1
KLEN04/P10A/91A0	SPARES KIT FOR DIGITAL TRITEST 50	1	1	25-3516/K1	1
KLEN04/P10A/92A	DIGITAL TRITEST 100	1	1	25-3546/01	1
KLEN04/P10A/92A	SPARES KIT FOR DIGITAL TRITEST 100	1	1	25-3546/K	1
KLEN04/P10A/92S0.1	DIGITAL TRITEST 100	1	1	25-3546/01	1
KLEN04/P10A/92S0.1	SPARES KIT FOR TRITEST 100	1	1	25-3546/K	1
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm TRIAXIAL CELL	1	3	25-4047	3
KLEN04/P10A/92S0.1	SPARES KIT FOR 50mm TRIAXIAL CELL	1	3	25-4047/10	3
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm TRIAXIAL CELL	1	1	25-4117	1
KLEN04/P10A/92S0.1	SPARES KIT FOR 70mm TRIAXIAL CELL	1	1	25-4117/10	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm TRIAXIAL CELL	1	1	25-4157	1
KLEN04/P10A/92S0.1	SPARES KIT FOR 100mm TRIAXIAL CELL	1	1	25-4157/10	1
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm BASE ADAPTOR	1	3	25-4166	3
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm BASE ADAPTER	1	3	25-4168	3
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm BASE ADAPTOR	1	1	25-4176	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm BASE ADAPTOR	1	1	25-4186	1
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm MEMBRANE PLACING TOOL	1	1	25-4290	1
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm MEMBRANE PLACING TOOL	1	1	25-5470	1
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm SUCTION MEMBRANE DEVICE	1	1	25-6480	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm MEMBRANE PLACING TOOL	1	1	25-7610	1
KLEN04/P10A/92S0.1	VALVE NO VOLUME CHANGE	1	15	25-4520	15
KLEN04/P10A/92S0.1	10ml BURETTE	1	3	25-4540	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาจากงบประมาณภาครัฐ

รหัสสารซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm PRESSURE PAD	1	1	23-5030	1
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm PRESSURE PAD	1	3	25-5430	3
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm PRESSURE PAD	1	1	25-6430	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm PRESSURE PAD	1	1	25-7590	1
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm RUBBER MEMBRANES	1	5	25-5061	5
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm RUBBER MEMBRANES	1	5	25-5441	5
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm RUBBER MEMBRANES	1	2	25-6441	2
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm RUBBER MEMBRANES	1	2	25-7621	2
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm SEALING RINGS	1	3	25-5081	3
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm SEALING RINGS	1	3	25-5461	3
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm SEALING RINGS	1	1	25-6461	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm SEALING RINGS	1	1	25-7631	1
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm SUCTION MEMBRANE DEVICE	1	3	25-5100	3
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm SUCTION MEMBRANE DEVICE	1	1	25-6480	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm SUCTION MEMBRANE DEVICE	1	1	25-7640	1
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm SPLIT FORMER	1	3	25-5120	3
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm SPLIT FORMER	1	3	25-5500	3
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm SPLIT FORMER	1	1	25-6500	1
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm SPLIT FORMER	1	1	25-7650	1
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm POROUS DISC PACK OF 2	1	6	25-5181	6
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm POROUS DISC PACK OF 2	1	6	25-5561	6
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm POROUS DISC PACK OF 2	1	2	25-6561	2
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm POROUS DISC PACK OF 2	1	2	25-7661	2
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm FILTER PAPER DRAIN	1	4	25-5200	4
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm FILTER PAPER DRAIN	1	4	25-5580	4
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm FILTER PAPER DRAIN	1	2	25-6580	2
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm FILTER PAPER DRAIN	1	2	25-7670	2
KLEN04/P10A/92S0.1	38mm TUBING & CONNECTOR	1	6	25-5050/10	6
KLEN04/P10A/92S0.1	50mm TUBING & CONNECTOR	1	6	25-5430/10	6
KLEN04/P10A/92S0.1	70mm TUBING & CONNECTOR	1	2	25-6430/10	2
KLEN04/P10A/92S0.1	100mm TUBING & CONNECTOR	1	2	25-7590/10	2
KLEN04/P10A/92S0.1	PUMP & PRESSURE INDECATING PANEL	1	1	26-1880	1
KLEN04/P10A/92S0.1	SIX-WAY PRESSURE CONTROL PANEL	1	1	26-1872	1
KLEN04/P10A/92S0.1	TWIN BURETTE VOLUME CONTROL PANEL	1	3	26-1890	3
KLEN04/P10A/92S0.1	BLADDER AIR-WATER PRESSURE ASSEMBLY	1	6	26-1746	6
KLEN04/P10A/92S0.1	PUMP & PRESSURE INDECATING PANEL	1	3	26-1880	3
KLEN04/P10A/92S0.1	SPARE BLADDER	1	3	26-1746/10	3
KLEN04/P10A/92S0.1	RES DYE	1	2	26-1900	2
KLEN04/P10A/92S0.1	NULL INDECATOR	1	1	26-1905	1
KLEN04/P10A/92S0.1	WATER DISTRIBUTION PANEL	1	1	26-1912	1
KLEN04/P10A/92S0.1	GREASE GUN	1	1	25-8080	1
KLEN04/P10A/92S0.1	SILICON GREASE LUBRICANT	1	1	25-8090	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาจากประมาณการโลก

รหัสการซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/92S0.1	SHIMMER 28KN KAXL	1	1	23-4218	1
KLEN04/P10A/92S0.1	AXIAL STRAIN TRANSDUCER	1	2	27-1617	2
KLEN04/P10A/92S0.1	PRESSURE TRANSDUCER 1000KPA	1	2	27-1625	2
KLEN04/P10A/92S0.1	VOLUME CHANGE TRANSDUCER	1	2	27-1641	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 3KN	1	1	27-1531	1
KLEN04/P10A/92S0.1	CONSOLIDATION TRANSDUCER	1	6	27-1649	6
KLEN04/P10A/92S0.1	VERTICAL DISPLACEMENT TRANSDUCER	1	2	27-1657	2
KLEN04/P10A/92S0.1	CBR PENETATION TRANSDUCER	1	1	27-1705	1
KLEN04/P10A/92S0.1	HORIZONTAL DISPLACEMENT TRANSDUCER	1	1	27-1697	1
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 2KN	1	2	27-1529	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 3KN	1	2	27-1531	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 4.5KN	1	2	27-1533	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 10KN	1	2	27-1535	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 20KN	1	2	27-1537	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 28KN	1	2	27-1539	2
KLEN04/P10A/92S0.1	TRANSDUCER LOAD RING 50KN	1	2	27-1541	2
KLEN04/P10A/92S0.1	D ISTANCE PIECE	1	1	27-1293	1
KLEN04/P10A/92S0.1	10M TRANSDUCER EXTENSION CABLE	1	9	27-1710/10	9
KLEN04/P10A/92S0.1	15M TRANSDUCER EXTENSION CABLE	1	2	27-1710/15	2
KLEN04/P10A/92S0.1	20M TRANSDUCER EXTENSION CABLE	1	10	27-1710/20	10
KLEN04/P10A/92S0.1	AIR COMPRESSOR 1000KPA	1	1	83-1735/01	1
KLEN04/P10A/92S0.1	NYLON TUBING 30M	1	1	26-1769	1
KLEN04/P10A/92S0.1	NYLON TUBING 1M	1	30	26-1926	30
KLEN04/P10A/92S0.1	ADU 8 CHANNEL DATA LOGGER	1	1	27-1495/01	1
KLEN04/P10A/92S0.1	8 CHANNEL EXPANSION MODULE	1	3	27-1502	3
KLEN04/P10A/92S0.1	QUICK UNDRAINED TRIAXIAL PROGRAM	1	1	27-1755	1
KLEN04/P10A/92S0.1	CU/CD EFFECTIVE STRESS PROGRAM	1	1	27-1761	1
KLEN04/P10A/92S0.1	ROWE CELL CONSOLIDATION PROGRAM	1	1	27-1775	1
KLEN04/P10A/92S0.1	DIRECT/RESIDUAL SHEAR PROGRAM	1	1	27-1781	1
KLEN04/P10A/92S0.1	CBR PENETRATION PROGRAM	1	1	27-1789	1
KLEN04/P10A/92S0.1	COMPUTER	1	1	27-1450/01	1
KLEN04/P10A/92S0.1	4 CHANNEL READOUT UNIT	1	1	27/1110	1
KLEN04/P10A/92S0.1	2 CHANNEL CBR READOUT UNIT	1	2	27/1105/09	2
KLEN04/P10A/93A0	2KN CLAMP BOSS LOAD RING	1	1	78-0060	1
KLEN04/P10A/93A0	DIAL GAUGE 25mm TRAVEL	1	1	83-5421	1
KLEN04/P10A/93A0	TRITEST 10	1	1	25-3476/01	1
KLEN04/P10A/93A0	SPARES KIT OF TRITEST 10	1	1	25-3476/K1	1
KLEN04/P10A/93A0	UNCONFINED COMPRESSION PLATEN SET	1	1	25-3600	1
KLEN04/P10A/93A0	DIAL GAUGE LEVER BRACKET	1	1	25-3600/10	1
KLEN04/P10A/93A0	TIMER CLOCK	1	1	81-0518	1
KLEN04/P10A/93A0	VERNIER CALIPER	1	1	81-0586	1
KLEN04/P10A/93A0	STRAIGHT EDGE 300mm	1	1	24/9010	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณราชการโลก

รหัสการซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/95A0	SPARES KIT FOR 50mm TRIAXIAL CELL	5	1	23-4047	5
KLEN04/P10A/95A0	SPARES KIT FOR 50mm TRIAXIAL CELL	5	1	25-4047/10	5
KLEN04/P10A/95A0	VALVE NO VOLUME CHANGE	5	3	25-4520	15
KLEN04/P10A/95A0	50mm BASE ADAPTER	5	1	25-4168	5
KLEN04/P10A/96A0	70mm TRIAXIAL CELL	5	1	25-4117	5
KLEN04/P10A/96A0	SPARES KIT FOR 71mm TRIAXIAL CELL	5	1	25-4117/10	5
KLEN04/P10A/96A0	VALVE NO VOLUME CHANGE	5	3	25-4520	15
KLEN04/P10A/96A0	70mm BASE ADAPTOR	5	1	25-4176	5
KLEN04/P10A/97A0	100mm TRIAXIAL CELL	2	1	25-4157	2
KLEN04/P10A/97A0	SPARTES KIT FOR 100mm TRIAXIAL CELL	2	1	25-4157/10	2
KLEN04/P10A/97A0	VALVE NO VOLUME CHANGE	2	3	25-4520	6
KLEN04/P10A/97A0	100mm BASE ADAPTOR	2	1	25-4186	2
KLEN04/P10A/98A0	150mm TRIAXIAL CELL	2	1	25-7777	2
KLEN04/P10A/98A0	SPARES KIT FOR 150mm TRIAXIAL CELL	2	1	25-7777/k	2
KLEN04/P10A/98A0	VALVE NO VOLUME CHANGE	2	3	25-4520	6
KLEN04/P10A/98A0	150mm BASE ADAPTER	2	1	25-7782	2
KLEN04/P10A/104A0	DE-AIRED WATER APPARATUS	1	1	26-1833	1
KLEN04/P10A/110A0	PRESSURE TRANSDUCER 1000KPA	1	1	27-1625	1
KLEN04/P10A/110A0	PUMP & PRESSURE INDECATING PANEL	1	1	26-1880	1
KLEN04/P10A/110A0	PRESSURE INDICATING PANEL	1	1	26-1835	1
KLEN04/P10A/110A0	TWIN BURETTE	1	1	26-1890	1
KLEN04/P10A/110A0	4 CHANNEL READOUT UNIT	1	1	27-1110	1
KLEN04/P10A/111A0	2KN CLAMP BOSS LOAD RING	1	1	78-0060	1
KLEN04/P10A/111A0	DIAL GAUGE 25mm TRAVEL	1	1	83-5456	1
KLEN04/P10A/111A0	DIGITAL DIRECT SHEAR MACHINE	1	1	26-2112/01	1
KLEN04/P10A/111A0	SPARES KIT FOR SHEAR MACHINE	1	1	22-2112/K	1
KLEN04/P10A/111A0	SET OF WEIGHTS	1	1	26-2132	1
KLEN04/P10A/111A0	DIAL GAUGE 10mm TRAVEL	1	1	25-0440	1
KLEN04/P10A/111A0	SHEAR BOX 2.5"	2	1	26-2213	2
KLEN04/P10A/111A0	SPECIMEN CUTTER 2.5"	1	1	26-2217	1
KLEN04/P10A/111A0	SPECIMEN EXTRUSTION TOOL	2	1	26-2221	2
KLEN04/P10A/112A0	POCKET SHEAR METER	5	1	26-2261	5
KLEN04/P10A/114S0	FIELD VANE SHEAR TEST	1	1	26-3335	1
KLEN04/P10A/115A0	HAND VANE TESTER	1	1	26-3345	1
KLEN04/P10A/115A0	300mm EXTENSION ROD	1	1	26-3347	1
KLEN04/P10A/115A0	1M EXTENSION ROD	1	1	26-3349	1
KLEN04/P10A/116A0	2KN CLAMP BOSS LOAD RING	1	1	78-0060	1
KLEN04/P10A/116A0	DIAL GAUGE 10mm TRAVEL	1	1	25-0440	1
KLEN04/P10A/116A0	DIGITAL DIRECT SHEAR MACHINE	1	1	26-2112/01	1
KLEN04/P10A/116A0	SPARES KIT FOR SHEAR MACHINE	1	1	22-2112/K	1
KLEN04/P10A/116A0	SET OF WEIGHTS	1	1	26-2132	1
KLEN04/P10A/116A0	DIAL GAUGE 12mm TRAVEL	1	1	83-5456	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาจากงบประมาณภาครัฐ

รหัสสารซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/116A0	SHB SUBFACE BORING KIT	1	1	28-2213	1
KLEN04/P10A/116A0	SPECIMEN CUTTER 2.5"	1	1	26-2217	1
KLEN04/P10A/116A0	SPECIMEN EXTRUSION TOOL	1	1	26-2221	1
KLEN04/P10A/117A0	ADU 8 CHANNEL DATA LOGGER	1	1	27-1495	1
KLEN04/P10A/118A0	8 CHANNEL EXPANSION MODULE	2	1	27-1502	2
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 2KN	3	1	27-1529	3
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 3KN	3	1	27-1531	3
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 4.5KN	3	1	27-1533	3
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 10KN	3	1	27-1535	3
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 20KN	3	1	27-1537	3
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 28KN	3	1	27-1539	3
KLEN04/P10A/119A0	TRANSDUCER LOAD RING 50KN	3	1	27-1541	3
KLEN04/P10A/120A0	4 CHANNEL READOUT UNIT	2	1	27-1110	2
KLEN04/P10A/121A0	OUICK UNDRAIN TRIAXIAL	1	1	27-1755	1
KLEN04/P10A/121A0	CU/CD EFFECTIVE STRESS PROGRAM	1	1	27-1761	1
KLEN04/P10A/121A0	ONE DIMENTION CONSOLIDATION	1	1	27-1769	1
KLEN04/P10A/121A0	ROWE-TYPE CELL CONSOLIDATION	1	1	27-1775	1
KLEN04/P10A/121A0	DIRECT RESIDUAL SHEAR	1	1	27-1781	1
KLEN04/P10A/121A0	CBR PENETRATION PROGRAM	1	1	27-1789	1
KLEN04/P10A/124A0	6" SAND CONE	5	1	29-4300	5
KLEN04/P10A/124A0	SLT SAND BOTTLE	5	1	29-4320	5
KLEN04/P10A/124A0	DENSITY PLATE	5	1	29-4340	5
KLEN04/P10A/124A0	STANDARD SAND	5	1	82-7401	5
KLEN04/P10A/126S0	500KN HYDRAULIC JACK	1	1	29-3794	1
KLEN04/P10A/126S0	HAND OPERATED PRESSURE SYSTEM	1	1	29-3808	1
KLEN04/P10A/126S0	DATUM BAR ASSEMBLY	1	1	29-3818	1
KLEN04/P10A/126S0	DIAL GAUGE 50mm TRAVEL	1	4	29-3822	4
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 150mm DIA	1	1	29-3826	1
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 253mm DIA	1	1	29-3830	1
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 305mm DIA	1	1	29-3834	1
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 455mm DIA	1	1	29-3838	1
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 610mm DIA	1	1	29-3842	1
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 760mm DIA	1	1	29-3846	1
KLEN04/P10A/126S0	BEARING PLATE 1FT SQUARE	1	1	29-3850	1
KLEN04/P10A/126S0	DIAL GAUGE .5" TRAVEL	1	4	25-0445	4
KLEN04/P10A/126S0	DIAL GAUGE 25mm TRAVEL	1	4	24-9275	4
KLEN04/P10A/126S0	DIAL GAUGE 2" TRAVEL	1	4	20-5476	4
KLEN04/P10A/126S0	MAGNETIC BASE DIAL GAUGE TEST SET	1	20	81-0800	20
KLEN04/P10A/127S0	WHEEL BARROW	1	1	81-0751	1
KLEN04/P10A/127S0	JACK TUG STILLAGE	1	1	81-0755	1
KLEN04/P10A/127S0	PICK HEAD	1	1	81-0776	1
KLEN04/P10A/127S0	PICK HANDLE	1	1	81-0777	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการเครื่องมือสำหรับห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพีที่ซื้อมาในงบประมาณธนาคารโลก

รหัสการซื้อ	รายการ	จำนวนชุด	จำนวนต่อชุด	รหัสสินค้า	จำนวนทั้งหมด
KLEN04/P10A/127S0	SOFT HAIR BRUSH 2"	1	6	SP033001/0	6
KLEN04/P10A/127S0	BALL PEING HAMMER	1	10	81-0597	10
KLEN04/P10A/127S0	4LB HAMMER	1	10	SP033001/0	10
KLEN04/P10A/127S0	VACUUM DESICATOR	1	2	82-2170	2
KLEN04/P10A/127S0	NON VACUUM DESICATOR	1	4	82-2100	4
KLEN04/P10A/127S0	SOFT HAIR BRUSH 2"	1	6	SP033001/0	6
KLEN04/P10A/127S0	SOFT HAIR BRUSH 3"	1	6	SP033001/0	6
KLEN04/P10A/127S0	PH PAPER I-14	1	12	SP033001/0	12
KLEN04/P10A/127S0	BRASS BRUSH	1	6	SP033001/0	6
KLEN04/P10A/127S0	32mm DIA FILTER PAPER	1	10	SP033001/0	10
KLEN04/P10A/127S0	50mm DIA FILTER PAPER	1	10	SP033001/0	10
KLEN04/P10A/127S0	110mm DIA FILTER PAPER	1	10	82-7931	10
KLEN04/P10A/127S0	150mm DIA FILTER PAPER	1	10	24-9220	10
KLEN04/P10A/127S0	UNNUMBERED MOISTURE CONTENT TIN	1	48	81-2979	48
KLEN04/P10A/127S0	0.5LT SAMPLE TIN	1	48	81-3000	48
KLEN04/P10A/127S0	TRAY 406mm SQUARE	1	12	81-4030	12
KLEN04/P10A/127S0	TRAY 610mm SQUARE	1	24	TS033001/0	24
KLEN04/P10A/127S0	TRAY 250mm DIA	1	48	82-1020	48
KLEN04/P10A/127S0	VOLUMETRIC FLASK 250ML	1	48	82-1040	48
KLEN04/P10A/127S0	VOLUMETRIC FLASK 500ML	1	12	82-1000	12
KLEN04/P10A/127S0	VOLUMETRIC FLASK 100ML	1	12	82-1800	12
KLEN04/P10A/127S0	25ML MEASURING CYLINDER	1	12	82-1820	12
KLEN04/P10A/127S0	50ML MEASURING CYLINDER	1	12	82-1840	12
KLEN04/P10A/127S0	100ML MEASURING CYLINDER	1	12	82-1880	12
KLEN04/P10A/127S0	500ML MEASURING CYLINDER	1	12	82-1840	12
KLEN04/P10A/127S0	1000ML MEASURING CYLINDER	1	48	82-1900	48
KLEN04/P10A/127S0	SODIUM HEXAMETAPHOSHATE 500G	1	6	24-4145	6
KLEN04/P10A/127S0	VERNIER CALIPER	1	5	81-0588	5
	Grand Total				2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใบเบิกเครื่องมือ
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ชื่อ/สกุล.....ภาควิชา.....ชั้นปีที่.....
ขอเบิกเครื่องมือตามรายการข้างล่างนี้ ใช้สำหรับวิชาหรืองาน.....

(รายการให้ระบุ หมายเลขเครื่อง, ขนาด, จำนวนหรือรายละเอียดอื่น ๆ ด้วย)

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

ตั้งแต่วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....ถึงวันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

รวม.....วัน.....

ผู้เบิกเครื่องมือ.....ผู้จ่ายเครื่องมือ.....

ผู้อนุมัติ.....ผู้รับคืนเครื่องมือ.....

บันทึก.....

หมายเหตุ

โปรดอ่านระเบียบการยืมข้างล่าง

1. ผู้ยืมเครื่องมือจะต้องเขียนใบเบิกเครื่องมือทุกครั้ง
2. ในกรณียืมเครื่องมือเพื่อใช้ภายในโรงงานภาควิชาฯ ตั้งแต่เจ้าหน้าที่, ภารโรงประจำโรงงานของภาควิชาฯ มีสิทธิ์อนุมัติให้ยืมได้
3. ในกรณีการยืมเครื่องมือเพื่อใช้นอกโรงงาน หัวหน้าโรงงานเท่านั้นมีสิทธิ์อนุมัติให้ยืมได้
4. ผู้ยืมจะต้องทำความสะอาดเครื่องมือทุกครั้งก่อนนำส่งคืน
5. ผู้ยืมจะต้องรับผิดชอบค่าใช้จ่ายทุกกรณีที่เครื่องมือที่ขยืมไปชำรุดหรือหาย
6. ผู้ยืมจะต้องส่งเครื่องมือคืนภายในเวลา 16.30 น. ของวันที่กำหนดส่งคืน
7. ผู้ฝ่าฝืนระเบียบการนี้ทางภาควิชาฯ จะห้ามยืมเครื่องมือจนกว่าจะพิจารณาเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

แบบสอบถามการใช้ห้องปฏิบัติการวิศวกรรมปฐพี

ลำดับที่	รายการ	ต้องปรับปรุง	พอใช้	ดี	ดีมาก
1	การแนะนำวิธีใช้เครื่องมือ				
2	การเบิกจ่ายเครื่องมือ				
3	การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับทดสอบ				
4	ระบบการคืนอุปกรณ์				
5	การไหลเวียนของกิจกรรมขณะทำการทดลอง				
6	การจัดการขยะที่เหลือจากการทดลอง				
7	การเตรียมระบบป้องกันอันตราย				
	- ค่าเตือนที่อุปกรณ์				
	- อุปกรณ์ปฐมพยาบาล				
	- อุปกรณ์ป้องกันอัคคีภัย				
8	ความพร้อมของสาธารณูปโภค				
	- น้ำ				
	- ไฟ				
9	ความพร้อมของสถานที่				
	- ระยะของการจัดวาง โต๊ะเรียน				
	- ช่องว่างทางเดิน				
	- ระบบระบายอากาศ				
	- ระบบปรับอากาศ				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

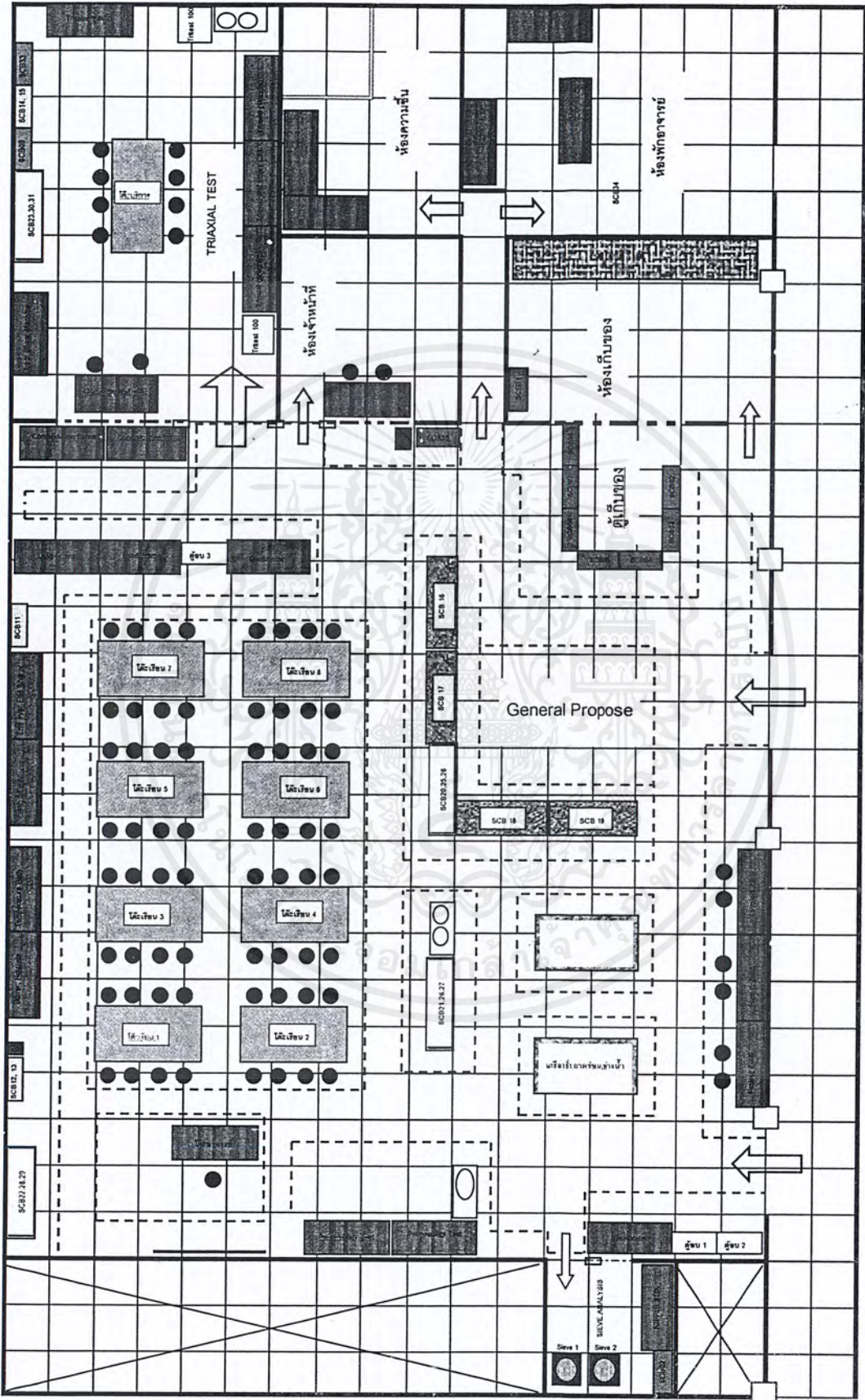
.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

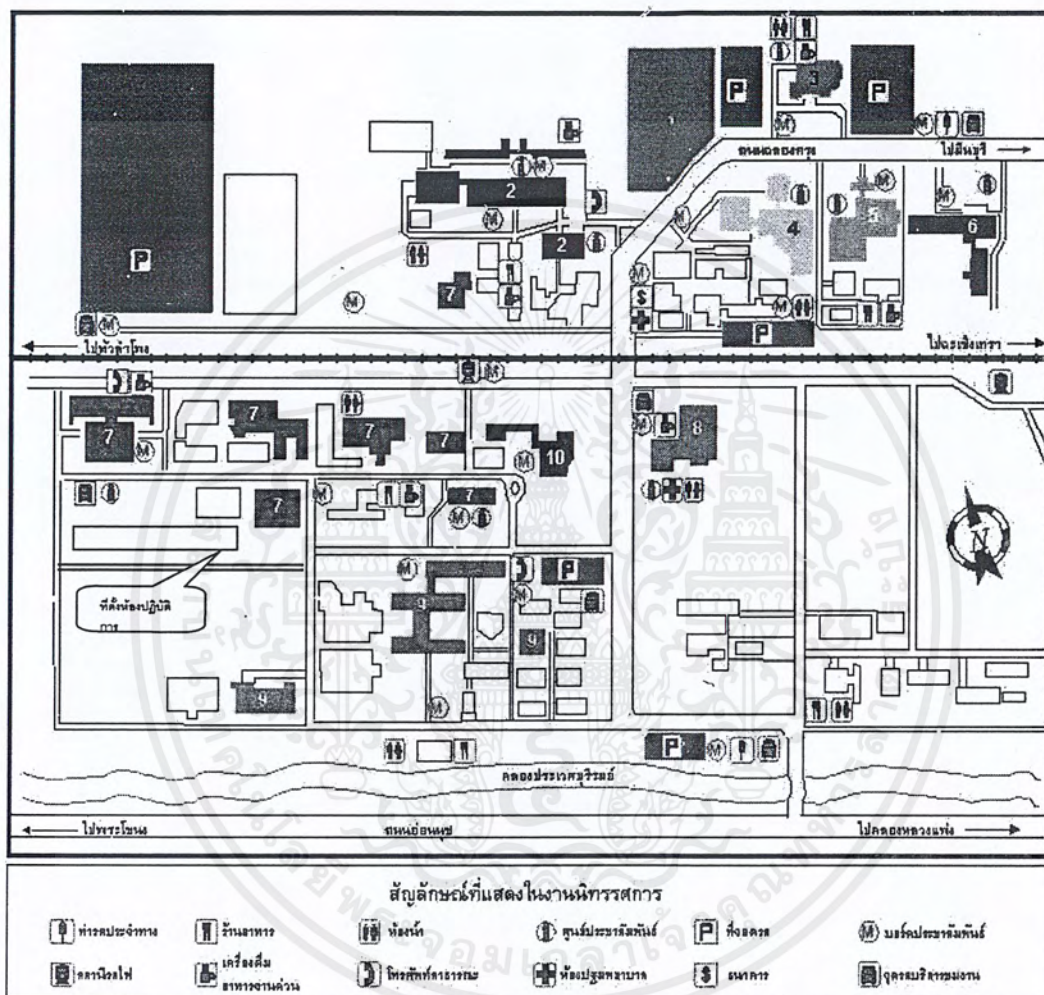
รูปแบบแสดงการจัดวางอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการวัสดุศาสตร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

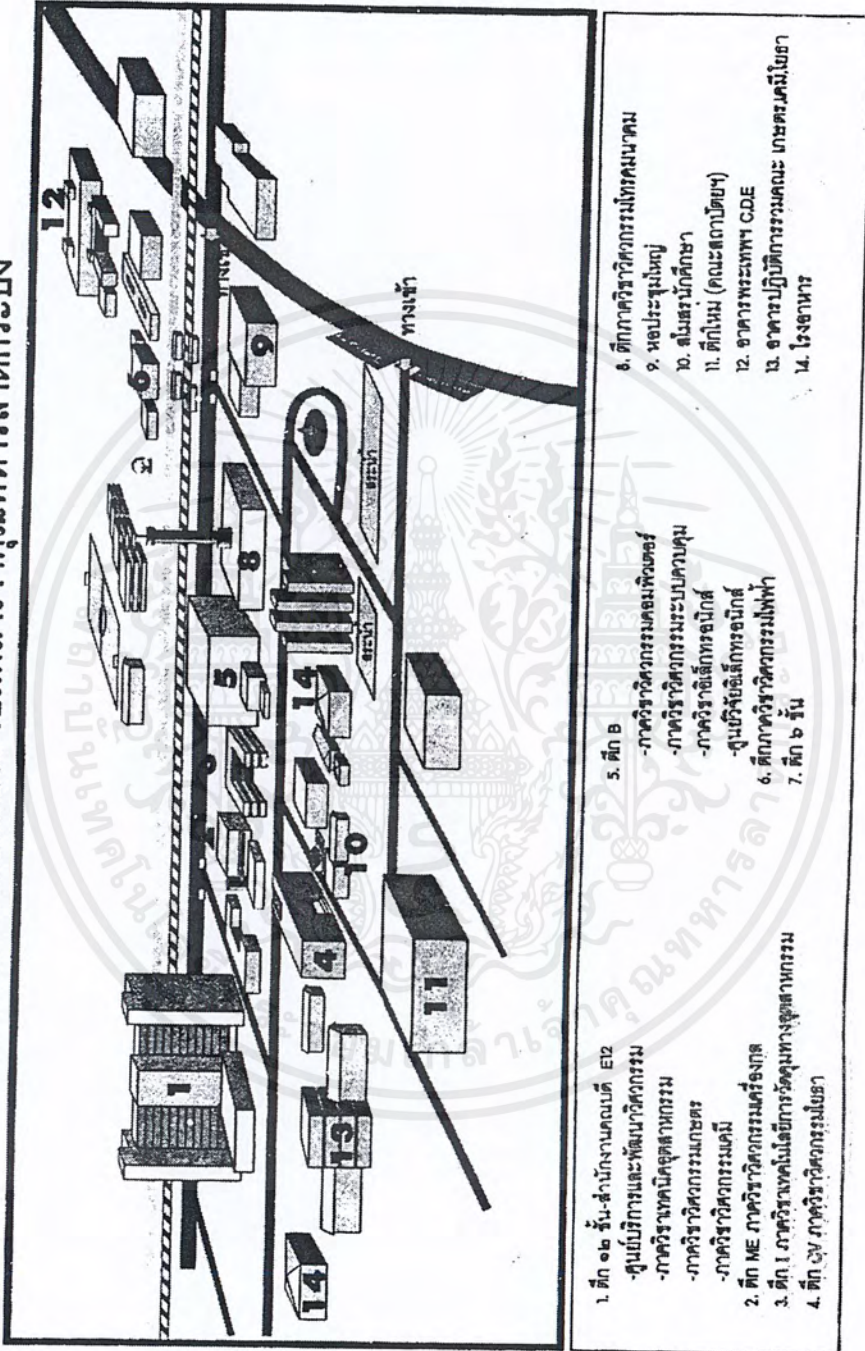
แผนที่แสดงที่ตั้งสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหนังสือต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนที่แสดงที่ตั้งส่วนต่างๆภายในคณะวิศวกรรมศาสตร์

แผนที่แสดงที่ตั้ง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



1. ตึก ๑๒ ชั้น-สำนักงานคณะ ET2
- ศูนย์บริการและพัฒนวิศวกรรม
- ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
- ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร
- ภาควิชาวิศวกรรมเคมี
2. ตึก ME ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
3. ตึก 1 ภาควิชาเทคโนโลยีการควบคุมทางอุตสาหกรรม
4. ตึก ๑๗ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

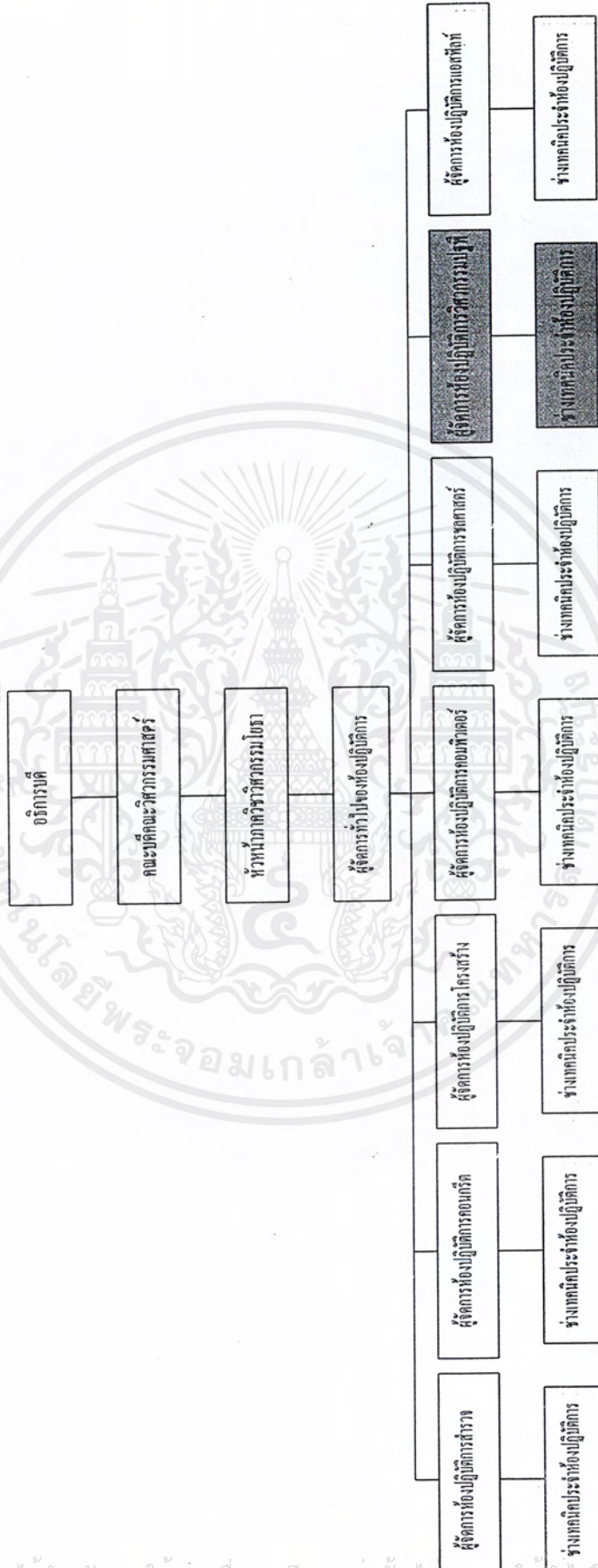
5. ตึก B
- ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
- ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
- ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์
- ศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์
6. ตึกภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
7. ตึก ๖ ชั้น

6. ตึกภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
9. หอประชุมใหญ่
10. สโมสรนักศึกษา
11. ตึกใหม่ (คณะสถาปัตย์ฯ)
12. อาคารพระเทพฯ CDE
13. อาคารปฏิบัติการรวมคณะ เกษตรเคมีโยธา
14. โรงอาหาร

*ห้องปฏิบัติการมีที่ตั้งอยู่ที่อาคารปฏิบัติการรวมภาควิชาเกษตร,เคมีและ โยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหามือและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังแสดงการจัดองค์กรการบริหารห้องปฏิบัติการ



ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้