อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การศึกษาปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

A STUDY OF PROBLEMS AND MANAGEMENT OF ENVIRONMENT IN THE INDUSTRIAL ENGINEERING WORKSHOP

นางสาวศรีนวล เดชรุ่งพิทักษ์ รหัส 49362000

นางสาวสุพรรษา คำชัย รหัส 49362291

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 14 มิ.ย. 2553
เลขทะเบียน 15040917
เลขเรียกหนังสือ TH
6614
ศ213ก
2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อโครงงาน : การศึกษาปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

ผู้ดำเนินโครงงาน : นางสาวศรีนวล เดชรุ่งพิทักษ์ รหัส 49362000

นางสาวสุพรรษา คำชัย รหัส 49362291

ที่ปรึกษาโครงงาน : ดร. ภาณุ บูรณจารุกร

ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน : อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา : 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ดร.ภาณุ บูรณจารุกร)

.....กรรมการ
(อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล)

.....กรรมการ
(อาจารย์มานะ วีรวิกรม)

.....กรรมการ
(ดร.ชัยธำรง พงษ์พัฒนศิริ)

.....กรรมการ
(ดร.อดิศักดิ์ ไสยสุข)

หัวข้อโครงงาน : การศึกษาปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

ผู้ดำเนินโครงงาน : นางสาวศรีนวล เดชรุ่งพิทักษ์ รหัส 49362000
นางสาวสุพรรษา คำชัย รหัส 49362291

ที่ปรึกษาโครงงาน : ดร. ภาณุ บูรณจารุกร

ที่ปรึกษาร่วมโครงงาน : อาจารย์วิสาข์ เจ่าสกุล

สาขาวิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ภาควิชา : วิศวกรรมอุตสาหการ

ปีการศึกษา : 2552

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมและเสนอแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อม ในด้านแสงสว่าง เสียง ความร้อน ฝุ่นละออง และน้ำทิ้ง ในสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยนเรศวร ซึ่งทำการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายภาพทุกส่วนภายในอาคาร เพื่อนำภาพถ่ายมาวิเคราะห์สภาพปัญหาที่เกิดขึ้นในปัจจุบัน จากนั้นเป็นการเก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม โดยใช้วิธีการสุ่มผู้ที่เข้ามาปฏิบัติงานภายในอาคารจำนวน 120 คน จากนิสิตทุกชั้นปี แล้วนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และทำการตรวจวัดสภาพแวดล้อมแต่ละด้าน บริเวณจุดที่มีการปฏิบัติงานในสภาพการทำงานที่ปกติ

จากการดำเนินการศึกษาปัญหาในสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการทั้ง 5 ด้านที่กล่าวไว้ข้างต้นพบว่า ด้านแสงสว่างมีปัญหาที่เกิดขึ้น 2 จุด คือ จุดปฏิบัติงานเจาะมีค่าแสงสว่างจ้าเกินไปและจุดปฏิบัติงานเชื่อมมีค่าแสงสว่างไม่เพียงพอ ด้านเสียง ความร้อน และฝุ่นละออง พบว่ามีค่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ด้านน้ำทิ้งพบว่ามีค่าที่สูงเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ สำหรับด้านที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานได้มีการเสนอแนวทางในการปรับปรุง ซึ่งแนวทางที่ได้เสนอขึ้นมานั้นเป็นแนวทางที่สามารถนำไปใช้ได้จริงเนื่องจากด้านแสงสว่างได้ผ่านการทดลองว่าสามารถนำมาใช้งานได้จริง ส่วนด้านน้ำทิ้งแนวทางที่นำมาเสนอได้มาจากแหล่งอ้างอิงที่มีความเชื่อถือได้จากกรมควบคุมมลพิษ

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานเรื่องการศึกษาปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดีนั้น ต้องขอขอบคุณ ดร. ภาณุ บูรณจารุกร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานนี้ และ อาจารย์ วิสาข์ เจ่าสกุล ที่ปรึกษาร่วม ที่ให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำมาโดยตลอดรวมทั้งสนับสนุนด้านทุนและช่วยประสายงานในการทำวิจัยในครั้งนี้เป็นอย่างดีตลอดมา

ขอขอบคุณ ครูช่างประเทือง โมรารายครูช่างรณกฤต แสงผ่อง และครูช่างธวัชชัย ชลบุตร ที่ให้คำแนะนำข้อมูลต่างๆ ภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการได้อย่างดีเยี่ยม

ขอขอบคุณ ดร.ปาจารีย์ ทองสนิท และอาจารย์วรางค์ลักษณ์ ซ่อนกลิ่น ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวรที่เอื้อเฟื้อข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ประกอบในการจัดทำโครงงาน

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านที่ให้คำปรึกษา และคำแนะนำตลอดมาจนสามารถดำเนินมาถึงจุดมุ่งหมายบนเส้นทางของวิศวกรรมสายนี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณบิดา มารดา ที่คอยให้กำลังใจ และสนับสนุนเงินทุน ขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยเป็นกำลังใจ ทำให้สามารถก้าวข้ามผ่านปัญหาจนสำเร็จลงได้ด้วยดี

คณะผู้ดำเนินโครงงานวิศวกรรม
นางสาวศรีนวล เดชรุ่งพิทักษ์
นางสาวสุพรรษา คำชัย
มีนาคม 2553

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์.....ก

บทคัดย่อภาษาไทย.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญตาราง.....ฉ

สารบัญรูป.....ฌ

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 หลักการ และเหตุผล.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน.....2

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ.....2

1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย.....2

1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย.....2

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย.....3

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินการ.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี.....4

2.1 ด้านแสงสว่าง.....5

2.2 ด้านเสียง.....7

2.3 ด้านความร้อน.....9

2.4 ด้านฝุ่นละออง.....13

2.5 ด้านน้ำทิ้ง.....17

2.6 หลักมาตรฐาน ISO 14000.....29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน.....48

3.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลอาคาร 49

3.2 ออกแบบและจัดทำแบบสอบถาม.....51

3.3 ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลผู้ที่เข้ามาใช้งานในอาคารปฏิบัติการ.....52

3.4 วางแผนแนวทางการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการ.....52

3.5 จัดทำแนวทางการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม.....52

3.6 สรุปและนำเสนอผลงานที่จัดทำ.....52

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์.....53

4.1 ผลการสำรวจและเก็บข้อมูลอาคาร.....53

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจหน้างาน และแบบสอบถาม.....71

4.3 การตรวจวัดระดับของแสงสว่าง.....91

4.4 การตรวจวัดระดับของเสียง.....98

4.5 การตรวจวัดค่าอุณหภูมิความร้อน.....105

4.6 การตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}.....111

4.7 การตรวจวัดคุณภาพของน้ำทิ้ง.....117

4.8 แนวทางการปรับปรุง.....121

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ.....157

5.1 สรุปผล.....157

5.2 ข้อเสนอแนะ.....158

เอกสารอ้างอิง.....159

ภาคผนวก ก แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ที่เข้าไปปฏิบัติงานภายในสถานที่ อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....161

ภาคผนวก ข ผลการตรวจวัดการเก็บข้อมูลภายในสถานที่อาคารปฏิบัติการ วิศวกรรมอุตสาหการ.....166

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางดำเนินการวิจัย.....3

2.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยที่ว่าด้วยระดับความเข้มแสงตามลักษณะของงาน.....6

2.2 แสดงมาตรฐานระดับความดังของเสียง, กระทรวงมหาดไทย.....8

2.3 ระดับความดังที่สัมผัสได้ในระยะเวลาจำกัดโดยไม่เกิดอันตราย.....9

2.4 ค่าอุณหภูมิ WBGT ที่เหมาะสมสำหรับสภาพความหนัก-เบาของงานระดับต่าง ๆ.....11

2.5 เกณฑ์ค่า WBGT กำหนดโดย OSHA.....12

2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร.....17

2.7 แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง.....28

4.1 ตารางแสดงการแบ่งโซนพื้นที่ถ่ายรูป.....53

4.2 แสดงจำนวนนิสิตที่ใช้อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการภาคเรียนที่ 1/2552.....70

4.3 แสดงจำนวนนิสิตที่ใช้อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการภาคเรียนที่ 2/2552.....70

4.4 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้านแสงสว่างในแต่ละชั้นปี.....73

4.5 ตารางค่าเฉลี่ยทางด้านแสงสว่างในแต่ละชั้นปี.....74

4.6 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้านเสียงในแต่ละชั้นปี.....75

4.7 ตารางค่าเฉลี่ยทางด้านเสียงในแต่ละชั้นปี.....76

4.8 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้านความร้อนในแต่ละชั้นปี.....77

4.9 ตารางค่าเฉลี่ยทางด้านความร้อนในแต่ละชั้นปี.....78

4.10 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้านฝุ่นละอองในแต่ละชั้นปี.....79

4.11 ตารางค่าเฉลี่ยทางด้านฝุ่นละอองในแต่ละชั้นปี.....80

4.12 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างด้านน้ำทิ้งในแต่ละชั้นปี.....81

4.13 ตารางค่าเฉลี่ยทางด้านน้ำทิ้งในแต่ละชั้นปี.....82

4.14 แสดงการวิเคราะห์แบบสอบถามที่ใช้วัดความคิดเห็นในแต่ละด้าน.....83

4.15 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงเช้า.....95

4.16 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงบ่าย.....96

4.17 การเปรียบเทียบค่าแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างช่วงเช้า.....97

4.18 การเปรียบเทียบค่าแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างช่วงบ่าย.....98

4.19 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงเช้า.....102

4.20 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงบ่าย.....103

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.21 การเปรียบเทียบระดับเสียงกับเกณฑ์มาตรฐานช่วงเช้า.....104

4.22 การเปรียบเทียบระดับเสียงกับเกณฑ์มาตรฐานช่วงบ่าย.....105

4.23 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงเช้า.....108

4.24 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงบ่าย.....109

4.25 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ WBGT กับเกณฑ์มาตรฐานช่วงเช้า.....111

4.26 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ WBGT กับเกณฑ์มาตรฐานช่วงบ่าย..... 111

4.27 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}.....116

4.28 การเปรียบเทียบการเก็บตัวอย่างของฝุ่น PM 10 กับเกณฑ์มาตรฐาน.....117

4.29 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์.....119

4.30 ผลการวิเคราะห์ค่า pH.....119

4.31 ผลการวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอย.....120

4.32 ผลการวิเคราะห์ค่า COD.....120

4.33 ผลการวิเคราะห์ค่า BOD.....121

4.34 การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารกับค่าพารามิเตอร์.....121

4.35 ผลการทดลองติดกระดาษ.....123

4.36 ผลการทดลองติดแผ่นพลาสติก.....124

4.37 ผลการทดลองติดหลอดไฟเพิ่ม.....127

4.38 ผลการทดลองย้ายหลอดไฟ.....128

4.39 ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ.....137

4.40 ขนาดบ่อเกรอะรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย.....138

4.41 ขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย.....141

4.42 ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์สำหรับบ้านพักอาศัย.....145

4.43 โปรแกรมการจัดการสิ่งแวดล้อม.....150

4.44 ความรับผิดชอบ.....151

4.45 สรุปเอกสารตามข้อกำหนดของ ISO 14001.....153

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ก.1 แสดงแบบสอบถามที่ใช้สำรวจข้อมูล.....162
ข.1 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 1 ช่วงเช้า.....167
ข.2 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 1 ช่วงบ่าย.....168
ข.3 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 2 ช่วงเช้า.....169
ข.4 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 2 ช่วงบ่าย.....170
ข.5 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 3 ช่วงเช้า.....171
ข.6 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 3 ช่วงบ่าย.....172
ข.7 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเช้า.....173
ข.8 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 4 ช่วงบ่าย.....174
ข.9 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 1 ช่วงเช้า.....175
ข.10 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 1 ช่วงบ่าย.....176
ข.11 ผลการตรวจระดับวัดเสียงสัปดาห์ที่ 2 ช่วงเช้า.....177
ข.12 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 2 ช่วงบ่าย.....178
ข.13 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 3 ช่วงเช้า.....179
ข.14 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 3 ช่วงบ่าย.....180
ข.15 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเช้า.....181
ข.16 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงบ่าย.....182
ข.17 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 1ช่วงเช้า.....183
ข.18 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 1 ช่วงบ่าย.....184
ข.19 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 2 ช่วงเช้า.....185
ข.20 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 2 ช่วงบ่าย.....186
ข.21 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 3 ช่วงเช้า.....187
ข.22 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 3 ช่วงบ่าย.....188
ข.23 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 4 ช่วงเช้า.....189
ข.24 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 4 ช่วงบ่าย.....190
ข.25 แบบบันทึกการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10).....190

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย.....4

2.2 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย.....21

2.3 ประโยชน์ของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม.....30

2.4 ขั้นตอนการจัดทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม.....31

2.5 ขั้นตอนการรับรองระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม.....32

2.6 การกำหนดนโยบาย.....34

2.7 การวางแผน.....35

2.8 หน้าที่ของผู้จัดการระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม.....36

2.9 การอบรม สร้างจิตสำนึก และเพิ่มประสิทธิภาพ.....36

2.10 เอกสารและการควบคุมเอกสาร.....38

2.11 ลำดับความสำคัญของเอกสาร.....38

2.12 การควบคุมการดำเนินงาน.....39

2.13 การเตรียมการและแผนฉุกเฉิน.....40

2.14 การตรวจสอบและการแก้ไข.....41

2.15 การติดตามผลและการวัดค่า.....41

2.16 การแก้ไขและป้องกันผลที่ไม่ต้องการ.....42

2.17 บันทึกข้อมูล.....43

2.18 การตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม.....44

2.19 หัวข้อการพิจารณาโดยผู้บริหาร.....45

2.20 การรักษาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม.....46

2.21 โมเดลการปรับปรุง.....47

3.1 รูปแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย.....48

3.2 แสดงขั้นตอนการทำแบบสอบถาม.....51

4.1 รูปพื้นที่บริเวณโดยรอบชายคาอาคารปฏิบัติการ.....55

4.2 รูปห้องเก็บวัสดุ.....55

4.3 รูปห้องพักอาจารย์.....56

4.4 รูปห้องเก็บผลงาน.....56

4.5 รูปห้องเก็บเครื่องมือ.....57

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.6 รูปห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก.....57

4.7 รูปห้องปฏิบัติการ CNC.....58

4.8 ห้องไฟ.....58

4.9 รูปห้องเก็บอุปกรณ์งานเชื่อม.....59

4.10 รูปห้องน้ำนิสิต.....59

4.11 ห้องแม่บ้าน.....60

4.12 รูปเครื่องกลึง.....60

4.13 รูปเครื่องไส.....61

4.14 รูปเครื่องเจียร.....61

4.15 รูปเครื่องกัด.....62

4.16 รูปเครื่องตัด.....62

4.17 รูปเครื่องเจาะ.....63

4.18 รูปจุดเชื่อม.....63

4.19 รูปเครื่องปั๊มขึ้นรูป.....64

4.20 รูปพื้นที่งานหล่อขึ้นรูปโลหะ.....64

4.21 ห้องเรียน.....65

4.22 ห้องปฏิบัติการนิวเมติกส์.....65

4.23 ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา.....66

4.24 ห้องส่องกล้องจุลทรรศน์.....66

4.25 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุ.....67

4.26 ห้องปฏิบัติการทางเคมี.....67

4.27 ห้องเก็บสารเคมี.....68

4.28 ห้องน้ำอาจารย์.....68

4.29 ห้องน้ำนิสิต.....69

4.30 แผนผังก้างปลาแสดงปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....72

4.31 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านแสงสว่าง.....86

4.32 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านเสียง.....87

4.33 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านความร้อน.....88

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.34 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านฝุ่นละออง.....89

4.35 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านน้ำทิ้ง.....90

4.36 แสดงจุดที่ทำการวัดแสงสว่างของอาคารบริเวณชั้นล่างภายในอาคาร ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาการ.....92

4.37 แสดงชั้นบนของอาคารที่ทำการตรวจวัดแสงสว่างภายในอาคาร ปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....92

4.38 แสดงเครื่อง Lux Meter.....93

4.39 การวัดแสงงานกลึง.....94

4.40 การวัดแสงงานเจียร.....94

4.41 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงเช้า.....95

4.42 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงบ่าย.....96

4.43 แสดงจุดทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....99

4.44 เครื่องมือตรวจวัด Sound Level Meter.....100

4.45 การวัดความดังเสียงที่งานกลึง.....101

4.46 การวัดความดังเสียงที่งานเจาะ.....101

4.47 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงเช้า.....102

4.48 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงบ่าย.....103

4.49 แสดงจุดที่ใช้ในการวัดความร้อนในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....106

4.50 เครื่อง QUESTEMP 34.....107

4.51 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงเช้า.....109

4.52 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงบ่าย.....110

4.53 ผังแสดงจุดที่ทำการวัดฝุ่น PM10 บริเวณชั้นล่างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....112

4.54 ผังแสดงจุดที่ทำการวัดฝุ่น PM10 บริเวณชั้นบนอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ.....112

4.55 เครื่องมือเก็บตัวอย่างชนิด Low Volume Sampler.....113

4.56 การเตรียมกระดาษกรอง.....114

.57 การติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง.....115

4.58 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}.....116

4.59 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง.....118

4.60 แสดงตัวอย่างน้ำทิ้งที่เก็บได้.....118

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.61 ก่อนติดกระดาษ.....122

4.62 หลังติดกระดาษ.....123

4.63 ก่อนติดแผ่นพลาสติก.....124

4.64 หลังติดแผ่นพลาสติก.....125

4.65 ก่อนติดหลอดไฟเพิ่ม.....126

4.66 หลังติดหลอดไฟเพิ่ม.....126

4.67 ก่อนย้ายหลอดไฟ.....127

4.68 หลังย้ายหลอดไฟ.....128

4.69 การบำบัดน้ำ.....131

4.70 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย.....133

4.71 มาตรฐานบ่อเกรอะขนาดเล็ก.....136

4.72 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสี่เหลี่ยมจัตุรัส.....140

4.63 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศแบบวงขอบซีเมนต์.....140

4.74 บ่อดักไขมัน.....144

4.75 บ่อดักไขมันแบบใช้วงขอบซีเมนต์ (สำหรับที่พักอาศัย).....147

4.76 บ่อดักไขมันแบบสร้างในที่ (สำหรับที่ภัตตาคาร).....147

4.77 ขั้นตอนการทำระบบ ISO 14000.....148

4.78 การวางแผน.....149

4.79 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม.....149

4.80 โครงสร้างองค์กร.....151

4.81 การสื่อสารข้อมูล.....152

4.82 ลำดับความสำคัญของเอกสาร.....152

4.83 การตรวจสอบและการแก้ไข.....154

4.84 บันทึกข้อมูล.....156

ข.1 หนังสือส่งผลการตรวจคุณภาพน้ำ.....193

ข.2 ผลการตรวจคุณภาพน้ำครั้งที่ 1.....194

ข.3 ผลการตรวจคุณภาพน้ำครั้งที่ 2.....195

ข.4 ผลการตรวจคุณภาพน้ำครั้งที่ 3.....196

บทที่ 1
บทนำ

1.1 หลักการ และเหตุผล

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นสถานที่ที่ใช้ฝึกปฏิบัติงานและเป็นแหล่งเรียนรู้ของนิสิต ซึ่งการที่จะปฏิบัติงานต่าง ๆ ให้สำเร็จไปด้วยดีได้นั้น ควรมีสภาพแวดล้อมในการทำงานที่เหมาะสมต่อตัวผู้ปฏิบัติงานเพื่อเกิดการปฏิบัติงานที่มีประสิทธิภาพและปลอดภัยต่อสุขภาพของตัวผู้ปฏิบัติงาน จากการศึกษาสภาพโดยทั่วไปของอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ พบว่าการปฏิบัติงานของนิสิตอยู่ในสภาพการณ์ที่เสี่ยงและยังเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ซึ่งหากปล่อยไว้เป็นเวลานานจะกลายเป็นผลกระทบในระยะยาวยากต่อการแก้ไข และยังขาดแนวทางการปรับปรุง ดังนั้นภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ควรจะมีการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาต่อการเรียนการสอน ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นอยู่ในขณะนี้ ประกอบด้วย

1) ด้านแสงสว่าง มีแสงสว่างในการปฏิบัติงานที่ไม่เพียงพอหรือแสงสว่างมากเกินไป

2) ด้านเสียง มีเสียงดังจากเครื่องจักรรบกวน และไม่มีการใช้อุปกรณ์ป้องกัน

3) ด้านความร้อน ในการปฏิบัติงานที่ดีนั้นควรมีค่าของอุณหภูมิความร้อนที่เหมาะสมต่อการปฏิบัติงาน และมีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อน

4) ด้านฝุ่นละออง มีฝุ่นละอองที่เกิดจากการปฏิบัติงานและยังไม่มีการสวมอุปกรณ์ป้องกัน

5) ด้านน้ำทิ้ง ภายในอาคารมีน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจากการล้างมือ การขัดโลหะ น้ำหล่อเย็นและไม่มีการบำบัดน้ำทิ้ง

จากปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ของอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการที่เกิดขึ้น เป็นสิ่งที่ทำให้เห็นว่าหากมีการนำเทคนิคทางด้านวิศวกรรมอุตสาหการ มาเป็นแนวทางในการปรับปรุงและการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดความปลอดภัย ความสะอาด ความน่าอยู่ และเพิ่มประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาปัญหาและหาแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.3 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)

ได้ผลของการศึกษาวิเคราะห์ปัญหาสิ่งแวดล้อม และหาแนวทางในการปรับปรุงปัญหา และการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)

แนวทางในการปรับปรุงปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อม ในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1.5 ขอบเขตในการดำเนินงานวิจัย

1.5.1 ศึกษาสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.5.2 ทำการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมด้านแสงสว่าง เสียง ความร้อน ฝุ่นละออง และน้ำทิ้งของอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

1.5.3 ทำการเก็บข้อมูลโดยการถ่ายรูป ตรวจวัด บริเวณจุดที่มีการปฏิบัติงานในสภาพการทำงานที่ปกติ และใช้แบบสอบถามผู้ที่เข้ามาใช้บริการภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ และทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้มา

1.5.4 นำข้อมูลผลการศึกษาปัญหาที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสิ่งแวดล้อมมาเสนอเป็นแนวทางในการปรับปรุงปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อม ในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

1.6 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก

1.7 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

มิถุนายน 2552 – มีนาคม 2553

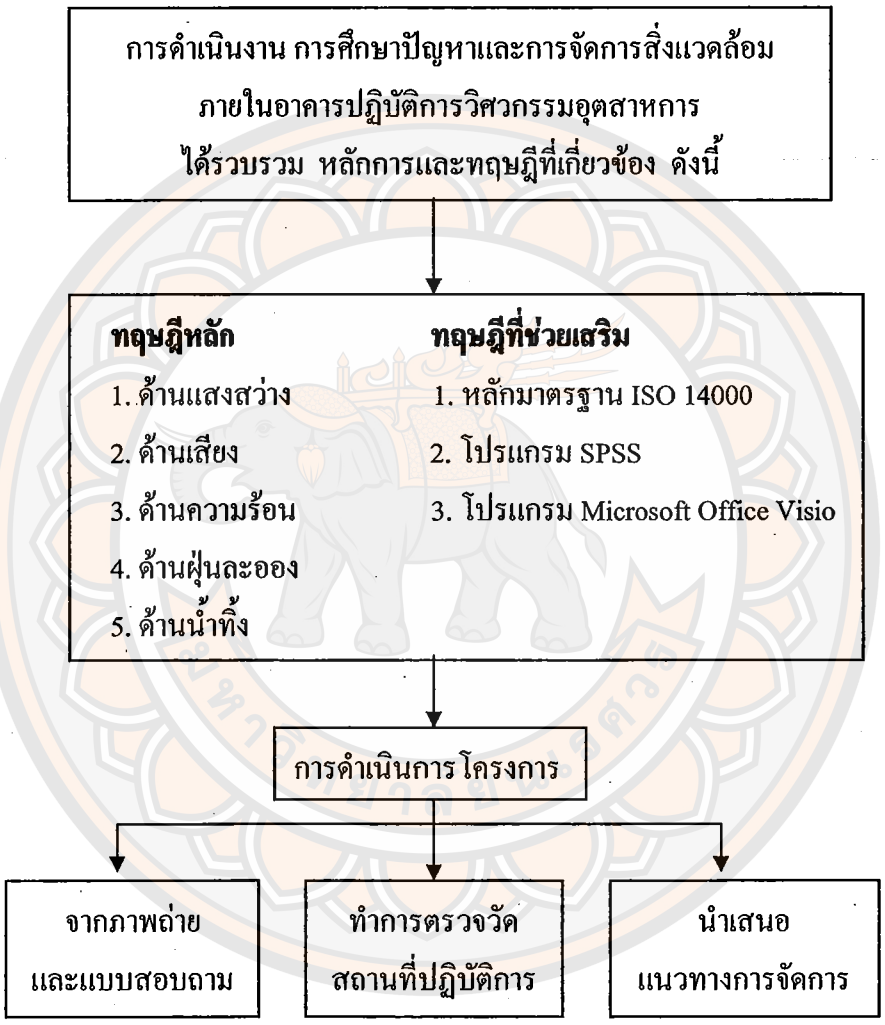
1.8 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt Chart)

ตารางที่ 1.1 ตารางดำเนินการวิจัย

ลำดับ	การดำเนินงาน	มิ.ย.		ก.ค.		ส.ค.		ก.ย.		ต.ค.		พ.ย.		ธ.ค.		ม.ค.	
1	ทำการสำรวจภายในอาคารปฏิบัติการและเก็บข้อมูล																
2	จัดทำแบบสอบถาม																
3	ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลผู้ที่เข้ามาใช้งานในอาคารปฏิบัติการ																
4	ทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม																
5	วางแผนการจัดการสิ่งแวดล้อม																
6	ทำการจัดการสิ่งแวดล้อม																
7	ทำการประเมินวัดระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการในอาคารปฏิบัติการ																
8	สรุปผลและนำเสนอผลงาน																
9	ติดตามผลงาน																

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้รวบรวมทฤษฎีที่ใช้ช่วยการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 2.1 แสดงทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

จากรูปที่ 2.1 เป็นรูปที่แสดงทฤษฎีที่ใช้ในงานวิจัย ซึ่งในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ได้รวบรวมทฤษฎีที่ใช้ช่วยการดำเนินงาน โดยแบ่งเป็นทฤษฎีหลักและทฤษฎีที่ช่วยเสริม ซึ่งทฤษฎีหลัก ได้แก่ ด้านแสงสว่าง ด้านเสียง ด้านความร้อน ด้านฝุ่นละออง และด้านน้ำทิ้งและทฤษฎีที่ช่วยเสริม ได้แก่ หลักมาตรฐาน ISO 14000 โปรแกรม SPSS และโปรแกรม Microsoft Office Visio ซึ่งทฤษฎีดังกล่าวจะเป็นตัวช่วยในการศึกษาปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อม ในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ จากนั้นทำการดำเนินการโครงการโดยการเก็บข้อมูลจากภาพถ่ายและแบบสอบถาม จากนั้นทำการตรวจวัดสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหกรรมเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลแล้วนำเสนอแนวทางการจัดการและปรับปรุงสิ่งแวดล้อมภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

2.1 ด้านแสงสว่าง

2.1.1 นิยามและความหมายเกี่ยวกับแสง

สมาคมวิศวกรแสงสว่าง (Illumination Engineering Society : IES) ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้ให้นิยามของแสงว่า แสง คือพลังงานที่ส่องสว่างออกไปที่สามารถกระตุ้นเรตินาของนัยน์ตาและทำให้เกิดการมองเห็นขึ้น แสงมีคุณสมบัติเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ารูปหนึ่ง แสงที่เรามองเห็นเกิดจากอิเล็คตรอนในอะตอม หรือโมเลกุลเปลี่ยนสถานะของพลังงาน มีค่าความยาวคลื่นอยู่ระหว่าง 380 – 780 นาโนเมตร พลังงานอื่น ๆ ที่มีความยาวคลื่นสั้นกว่า 380 นาโนเมตร (เช่น รังสีอุลตราไวโอเลท ฯลฯ) หรือพลังงานที่มีความยาวคลื่นยาวกว่า 760 นาโนเมตร เช่น คลื่นวิทยุ คลื่นโทรทัศน์ และพลังงานไฟฟ้า ตาของเราจะไม่สามารถมองเห็นพลังงานหรือคลื่นเหล่านี้ได้ด้วยตาเปล่า แสงที่เรามองเห็นเป็นสีขาวนั้นประกอบด้วยสีทั้งหมด 7 สี คือ ม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง ส้ม และแดง แสงสว่างที่ใช้ในการติดตั้งเพื่อใช้ในการส่องสว่างนั้นจำเป็นจะต้องให้เป็นสีขาวเหมือนกับแสงอาทิตย์ เพราะแสงขาวที่เหมือนกับแสงอาทิตย์นั้นจะทำให้การมองเห็นสีของวัตถุเหมือนกับสีของวัตถุนั้นตามความเป็นจริง

2.1.2 ผลกระทบของแสงที่มีต่อการปฏิบัติงาน

ระดับความเข้มและคุณภาพของแสงสว่าง ซึ่งเป็นสภาพแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับสถานที่ทำงานทุกประเภทและทุกแห่ง จะมีผลกระทบต่อการทำงานทั้งสองสภาวะ คือ

2.1.2.1 ผลกระทบในกรณีที่มีความเข้มของแสงน้อยเกินไปหรือแสงมัว

1) บรรยากาศการทำงานไม่ดี ไม่สบายตา ก่อให้เกิดความรู้สึกเบื่อหน่าย

2) ปวดศีรษะหรือมึนหัว โดยเฉพาะในตอนเย็นหลังเลิกงาน

3) ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตา (Eye Strain) และกระบอกตา

4) มีโอกาสที่จะผิดพลาดในการทำงานมาก

5) มีอัตราหรือจำนวนครั้งของการขาดงานของผู้ปฏิบัติงานเพิ่มสูงขึ้น

2.1.2.2 ผลกระทบในกรณีที่แสงมากเกินไปหรือแสงจ้าเกินไป

1) ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อตา สุขภาพของตาเสื่อมลง

2) สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก เนื่องจากต้องเสียพลังงานไฟฟ้ามากไป โดยไม่จำเป็น หรือไม่คุ้มกับการใช้งาน

3) คุณภาพและความปลอดภัยในการทำงานลดน้อยลง

2.1.3 มาตรฐานแสงสว่าง

ตารางที่ 2.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยที่ว่าด้วยระดับความเข้มแสงตามลักษณะของงาน

ลักษณะงาน	ตัวอย่างประเภทงาน	ระดับแสงสว่างตามประกาศกระทรวงมหาดไทย (Lux)
1. ไม่ต้องการความละเอียด	ห้องเก็บของทั่วไปบริเวณทางเดินบันไดระเบียง	50
2. ต้องการความละเอียดเล็กน้อย	งานบรรจุผลิตภัณฑ์งานประกอบชิ้นงานง่ายๆ	100
3. ต้องการความละเอียดปานกลาง	งานประกอบชิ้นงานที่ต้องการความละเอียดปานกลาง งานกลึงหยาบ งานแต่งโลหะหรือไม้อย่างหยาบ	200 - 300
4. ต้องการความละเอียดมาก งานเขียนแบบ	งานเจาะกลึงละเอียด งานปรับและทดสอบอุปกรณ์	500

ที่มา : ประกาศกระทรวงมหาดไทย, 2519

2.2 ด้านเสียง

2.2.1 นิยามและความหมายเกี่ยวกับเสียง

เสียง (Sound) คือพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือนของโมเลกุลของอากาศ (หรือสื่ออื่นๆ) แล้วโมเลกุลของอากาศดังกล่าวจะทำให้เกิดการอัดและขยายสลับกันไป ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความดันบรรยากาศสูงขึ้นและต่ำลงตามลักษณะของการอัดและขยายของโมเลกุลอากาศ ซึ่งจะทำให้เกิดลักษณะเป็นคลื่นที่เราเรียกว่า คลื่นเสียง (Sound Wave) เมื่อผ่านเข้าสู่หูและอวัยวะภายในของหูจะทำให้เกิดการได้ยินเสียงขึ้น

2.2.2 ผลกระทบของเสียงที่มีต่อการปฏิบัติงาน

2.2.2.1 เสียงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น

เสียงมีผลต่อการเพิ่มประสิทธิภาพของการปฏิบัติงาน โดยเฉพาะการทำงานที่ซ้ำซากที่น่าเบื่อ จำเจ หรือแม้กระทั่งการทำงานที่ติดต่อกันโดยไม่มีการพักระหว่างการทำงานที่ดีอย่างเพียงพอ เช่น การทำงานในแผนกประกอบชิ้นส่วนของเครื่องรับวิทยุกระจายเสียง มีโอกาสที่จะทำให้การทำงานของผู้ปฏิบัติงานลดลงตามเวลาที่ผ่านไป และตามที่ทราบกันแล้วว่ามนุษย์นั้นสามารถได้ยิน และเข้าใจความหมายของเสียงต่างๆ ได้ เพราะเสียงเดินทางไปถึงหูชั้นในและถูกส่งต่อไปยังสมองด้วยเส้นประสาท เพื่อแปลผลในเสียงที่ได้ยิน และตอบสนองต่อสิ่งนั้น ตามความเหมาะสม ด้วยเหตุนี้เสียงเพลงที่เปิดระหว่างการทำงานที่ซ้ำซากจำเจ จะเป็นการกระตุ้นให้กับผู้ปฏิบัติงานตื่นตัวอยู่เสมอ เสียงที่มีจังหวะหนักแน่น และมีระดับเสียงดังบ้างเบาบ้างสลับกันไป จะมีคุณสมบัติเหมาะสมที่จะนำมาใช้เปิดมาก อย่างไรก็ตามในกรณีที่เป็นงานที่ต้องใช้สมองและต้องใช้สมาธินั้น การใช้เสียงเพลง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพนั้นยังเป็นที่ถกเถียงในผลที่เกิดขึ้น

2.2.2.2 เสียงมีผลทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

ลักษณะของเสียงที่พบว่ามีผลต่อการลดประสิทธิภาพการทำงาน

1) เสียงที่มีความแตกต่างในเรื่องของระดับความดังหรือเนื้อหา
2) เสียงดังๆ หยุดๆ เป็นช่วงๆ
3) เสียงที่มีความถี่สูงกว่า 2,000 Hz
4) เสียงที่ดังมากซ้ำๆ กัน
5) เสียงที่มีลักษณะต่างๆ ข้างต้นผสมผสานกัน

2.2.2.3 เสียงไม่มีผลต่อการปฏิบัติงาน

ก่อให้เกิดการสูญเสียการได้ยิน อันเนื่องมาจากการสัมผัสกับเสียงดังมาก เป็นเวลายาวนาน

ก. การสูญเสียการได้ยินแบบชั่วคราว ซึ่งเป็นผลมาจากการที่เซลล์ประสาทหรือเซลล์ขนในหูชั้นในถูกทำลายไปขณะหนึ่งมักเกิดจากการได้ยินเสียงดังที่มีความถี่สูงมากต่อเนื่องกันเป็นระยะเวลาสั้น (ประมาณ 3-8 ชั่วโมง) ทำให้เกิดอาการหูหนวกแบบชั่วคราว ซึ่งเมื่อเราได้พ้นออกมาจากบริเวณที่มีเสียงดังดังกล่าว ความสามารถในการได้ยินก็จะกลับคืนสู่สภาวะปกติเช่นเดิม แต่ต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการฟื้นตัวของเซลล์ขน ซึ่งอาจจะนานเป็นชั่วโมงหรือนานกว่านั้นแต่ไม่เกิน10วัน

ข. การสูญเสียการได้ยินแบบถาวร ซึ่งมีผลมาจากที่เซลล์ประสาทหรือเซลล์ขนในหูชั้นในถูกทำลาย และไม่สามารถฟื้นคืนสภาพได้ดังเดิม ทำให้เกิดอาการหูหนวกแบบถาวรและรักษาให้หายขาดโดยวิธีทางการแพทย์ได้ยากมาก อาการ PTS อาจจะมีสาเหตุนอกเหนือไปจากการได้สัมผัสเสียงดังเป็นเวลานานๆ ในแต่ละวันก็มีสาเหตุมาจากวัยอายุที่สูงขึ้น จากโรคติดเชื้อในช่องหู และสาเหตุอื่นๆ

2.2.3 มาตรฐานเสียง

มาตรฐานตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง ความปลอดภัยในการทำงานเกี่ยวกับภาวะแวดล้อม ฉบับประกาศวันที่ 19 พฤศจิกายน 2519 โดยอาศัยอำนาจของคณะปฏิวัติ ฉบับที่ 103 ข้อ 2 หมวดที่ 3 ข้อย่อยที่ 13 และ 14

ตารางที่ 2.2 แสดงมาตรฐานระดับความดังของเสียง, กระทรวงมหาดไทย

ระยะเวลาที่ได้ยินเสียง (ชั่วโมง/วัน)	ระดับเสียงที่ได้รับติดต่อกัน (เดซิเบลเอ)
7	91
7 - 8	90
8	80

ที่มา : มาตรฐาน Permissible Exposure Limit (PEL) ของ OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

ตารางที่ 2.3 ระดับความดังที่สัมผัสได้ในระยะเวลาจำกัดโดยไม่เกิดอันตราย

ระยะเวลาที่ได้สัมผัส : ชั่วโมงต่อวัน	ระดับความดังเสียง : dBA
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1.5	102
1	105
0.5	110
0.25 และ น้อยกว่า	115

ที่มา : มาตรฐาน Permissible Exposure Limit (PEL) ของ OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

2.3 ด้านความร้อน

2.3.1 นิยามและความหมายของความร้อน

ความร้อน (Heat) เป็นพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดจากการสั่นสะเทือน หรือการชนกันของโมเลกุลหรืออะตอมของสสารแล้วจึงเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานความร้อนเมื่อวัตถุได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นโมเลกุลและอะตอมจะเคลื่อนไหวเร็วขึ้นเกิดการสั่นสะเทือนและการชนกันมากขึ้นถ้าวัตถุนั้นเป็นของแข็งก็อาจจะอ่อนตัวลง ถ้าเป็นของเหลวก็จะเกิดการระเหยได้ และเนื่องจากคุณสมบัติประการหนึ่งของพลังงานคือ สามารถเปลี่ยนรูปไปมาระหว่างรูปพลังงานกันได้ พลังงานความร้อนก็สามารถเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานอื่น ๆ ได้เช่นกัน เช่น พลังงานแสง พลังงานกล เป็นต้น

นอกจากนี้คุณสมบัติสำคัญอีกประการหนึ่งของความร้อนซึ่งเกี่ยวข้อง และมีความสำคัญต่องานอาชีวอนามัยในการทำงานหรือสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงาน ก็คือ การถ่ายเทความร้อนระหว่างสสาร นั่นคือเมื่อระดับความร้อนในวัตถุและสิ่งแวดล้อมหรือวัตถุสองสิ่งมีความแตกต่างกัน จะเกิดการถ่ายเทความร้อนขึ้น โดยความร้อนจะมีการถ่ายเทจากแหล่งที่มีระดับความร้อนสูงไปยังแหล่งที่มีระดับความร้อนต่ำกว่า

2.3.2 ผลกระทบของความร้อนที่มีต่อการปฏิบัติงาน

2.3.2.1 ความร้อนจะทำให้สูญเสียประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน และเพิ่มโอกาสการทำงานผิดพลาดมากขึ้น

2.3.2.2 ในระดับอุณหภูมิที่พอเหมาะนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับการทำงานที่ต้องใช้ทักษะฝีมือและความชำนาญระหว่างกลุ่มผู้ที่มีความชำนาญมากกับกลุ่มผู้ที่ไม่มีความชำนาญนั้น จะไม่แตกต่างกันแต่เมื่อเพิ่มอุหภูมิที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ พนักงานในกลุ่มกับผู้ที่ไม่มีความชำนาญงาน จะทำงานผิดพลาดมากกว่าพนักงานกลุ่มที่มีทักษะในการทำงานสูง

2.3.2.3 อัตราการทำงานจะช้าลง ในกลุ่มผู้ปฏิบัติงานที่อยู่ในแผนก งานที่มีความร้อนหรืออุณหภูมิสูง การเดินหรือการเคลื่อนไหวในการทำงานก็จะไม่กระฉับกระเฉงว่องไว แต่จะเป็นในลักษณะของการเดินทอดน่องเสียมากกว่า หรือมีแนวโน้มที่จะยืนอยู่กับที่เฉื่อยชา หรือนั่งไปเลย

2.3.2.4 ความอดทนและความทนทาน ในการทำงานในที่ร้อนมากๆ จะมีน้อยกว่าเมื่อทำงานลักษณะเดิมแต่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เย็นกว่า

2.3.2.5 พฤติกรรมหรือนิสัยที่จะก่อให้เกิดอุบัติภัย (Unsafe Behavior) จะมีมากขึ้นเมื่อทำงานในที่ที่มีอุณหภูมิสูง สำหรับอุณหภูมิที่เหมาะสมที่จะทำให้ลักษณะนิสัยของการขาดสำนึกในเรื่องของความปลอดภัยในการทำงานมีน้อยที่สุดก็คือ 17 – 23 องศาเซลเซียส

2.3.3 การวัดอุณหภูมิและความร้อน

เครื่อง QUESTEMP 34 เป็นเครื่องตรวจสอบค่า Heat Stress การคำนวณค่าของเครื่องจะอยู่ในรูปของดัชนี WBGT ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับสำหรับการพิจารณาระดับค่า Heat Stress ซึ่งขึ้นกับสภาพแวดล้อมนั้นๆ QUESTEMP 34 จะวัดค่าพารามิเตอร์ 3 ตัวได้แก่ WET BLUB (WB) DRY BLUB(DB) GLOB (G) ดัชนี WBGT เป็นค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักของการวัดค่าเหล่านี้

2.3.3.1 สูตรการคำนวณ WBGT (indoor) และ WBGT (outdoor)

$$\text{WBGT (indoor)} = 0.7\,\text{WB} + 0.3\,\text{G} \quad \textbf{(2.1)}$$

$$\text{WBGT (outdoor)} = 0.7\,\text{WB} + 0.2\,\text{G} + 0.1\,\text{DB} \quad \textbf{(2.2)}$$

2.3.3.2 เครื่องมือตรวจวัด โดยใช้เครื่อง QUESTEMP 34 ประกอบด้วย ต่อไปนี้

ก. NATURAL WET BULB THERMOMETER

เทอร์โมมิเตอร์กระเปาะเปียกแบบธรรมชาติจะให้ค่าที่มีผลจากความชื้น ที่มีต่อความชื้นสัมพัทธ์แต่ละอัน และความเร็วลม โดยวัดค่าจากปริมาณการระบายความร้อนแบบระเหย ณ จุดที่เทอร์โมมิเตอร์ถูกสวมด้วยปลอกผ้าที่เปียกชื้น QUESTEMP 34 จะใช้ปลอกผ้าที่ทำจากผ้าฝ้ายที่ใส่เข้าไปในภาชนะซึ่งบรรจุน้ำไว้ ควรใช้น้ำกลั่นสะอาด น้ำประปาไม่ควรใช้ เพราะจะทิ้งคราบไว้ภายหลังการระเหย ทำให้อายุการใช้งานของปลอกผ้าสั้นลง และยังเป็นสาเหตุให้การอ่านค่าของอุณหภูมิสูงกว่าที่ควรจะเป็น ถ้าปลอกผ้าเสียให้ทำการเปลี่ยนโดยดึงปลอกผ้าออกมา การดึงปลอกผ้าออกมา การดึงปลอกผ้าออกจะทำให้แผ่นฟองน้ำหลุดตามออกมาด้วย หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนสวมปลอกผ้าอันใหม่จนสุดพื้นภาชนะ แล้วจึงใส่ฟองน้ำตาม

ข. GLOBE THERMOMETER

เทอร์โมมิเตอร์ลูกกลมจะแสดงค่าการแผ่ความร้อนซึ่งขึ้นกับทิศทางของแสงหรือวัตถุที่ร้อนในสภาพแวดล้อม ภายใน SENSOR อุณหภูมิจะมีวัตถุทรงกลมทำด้วยทองแดงเคลือบสีดำ ทำให้สามารถวัดค่าอุณหภูมิที่สูงขึ้นได้

ค. DRY BLUB THERMOMETER

เทอร์โมมิเตอร์ของกระเปาะแห้งใช้วัดอุณหภูมิของอากาศโดยรอบ การวัดแบบนี้ใช้ในการคำนวณค่า WBGTNOUTDOOR เมื่อมีการแผ่ความร้อนของแสงอาทิตย์

ตารางที่ 2.4 ค่าอุณหภูมิ WBGT ที่เหมาะสมสำหรับสภาพความหนัก-เบาของงานระดับต่างๆ

ช่วงเวลาการทำงาน	มาตรฐานของค่า WBGT		
	งานเบา (≤200 kcal/hr)	งานปานกลาง (201-300 kcal/hr)	งานหนัก (≥301kcal/hr)
การทำงานติดต่อกันตลอดเวลา	30.0	26.7	25.0
ทำงาน 75% พัก 25%ในแต่ละชั่วโมง	30.6	28.0	25.9
ทำงาน 50% พัก 50%ในแต่ละชั่วโมง	31.4	29.4	27.9
ทำงาน 25% พัก 75%ในแต่ละชั่วโมง	32.2	31.1	30.0

ที่มา : ดัดแปลงจาก American Conference of Governmental Industrial Hygienists: Cincinnati, Ohio, 1971.

ตารางที่ 2.5 เกณฑ์ค่า WBGT กำหนดโดย OSHA

ประเภทงาน	เกณฑ์ค่า WBGT	เกณฑ์ค่า WBGT
ประเภทภาระงาน	ความเร็วลมน้อย ไม่เกินกว่า 1.5 ม/วินาที	ความเร็วลมมาก ไม่น้อยกว่า 1.5 ม/วินาที
งานเบา (น้อยกว่า 200 kcal/ชม)	30.0 °C	32.2 °C
งานปานกลาง (น้อยกว่า 201 ถึง 300 kcal/ชม)	27.8 °C	30.6 °C
งานหนัก (มากกว่า 300 kcal/ชม)	26.1 °C	29.9 °C

ที่มา : กิตติ อินทรานนท์ , 2549

2.4 ด้านฝุ่นละออง

2.4.1 ความหมายของฝุ่น

ฝุ่นเป็นอนุภาคของแข็งใหญ่กว่า Colloid และลอยอยู่ได้ในอากาศชั่วครู่หนึ่ง ฝุ่นละอองมีความหลากหลายด้านกายภาพ และมีองค์ประกอบเป็นของแข็งหรือของเหลว ฝุ่นละอองที่มีอยู่ในอากาศรอบ ๆ มีขนาดตั้งแต่ 0.02 ไมครอน ซึ่งสามารถมองด้วยตาเปล่าโดยไม่ใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน ไปจนถึงฝุ่นที่มีขนาดใหญ่กว่า 500 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็ก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่า 10 ไมครอน เนื่องจากความเร็วในการตกตัวต่ำ จึงแขวนลอยอยู่ในอากาศนาน หากมีแรงกระทำจากภายนอกเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น การไหลเวียนของอากาศ กระแสลม เป็นต้น ฝุ่นละอองขนาดใหญ่กว่า 100 ไมครอน อาจแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานเป็นปี ฝุ่นละอองฝนอากาศแบ่งเป็นฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นและแพร่กระจายสู่อากาศจากแหล่งกำเนิดโดยตรงและฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาต่าง ๆ ในอากาศ เช่น จากการรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์หรือปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาทางเคมีแสง ฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจึงมีชื่อเรียกต่างกันไปตามลักษณะการรวมตัวฝุ่นละออง

2.4.2 ลักษณะของฝุ่น

ฝุ่นละอองในอากาศมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา (Dynamic System) และมีแหล่งกำเนิดที่แตกต่างกันจากสภาพภูมิอากาศและลักษณะทางอุตุนิยมวิทยามีผลต่อการแพร่กระจายของฝุ่นละออง ทำให้อนุภาคของฝุ่นละอองมีขนาด รูปร่าง ความหนาแน่น องค์ประกอบทางเคมี การเกาะตัวกันและโครงสร้างที่แตกต่างกันออกไป เป็นต้น ในอากาศ ฝุ่นละอองจากการทำปฏิกิริยาต่อกันหรือเกิด ปฏิกิริยากับสิ่งแวดล้อมในอากาศ ทำให้เกิดความซับซ้อนทางด้านโครงสร้างมากขึ้น

2.4.3 ชนิดของฝุ่น

ชนิดของฝุ่นละอองสามารถแบ่งตามองค์ประกอบ แหล่งที่เกิดและขนาดได้ดังนี้

2.4.3.1 แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

ก. ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ (Organic Dust) มีองค์ประกอบของคาร์บอน ไฮโดรเจนและออกซิเจน แบ่งเป็น

- ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่ไม่มีชีวิต ซึ่งเกิดจากวัชพืช หญ้าและต้นไม้ มีลักษณะเป็นอนุภาคขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา สามารถลอยในบรรยากาศได้ ขึ้นอยู่กับความชื้นในอากาศและอุณหภูมิ เช่น ละอองเกสรของพืชหรือหญ้าทำให้เกิดอาการแพ้พิษหรือทำให้เกิดโรคภูมิแพ้ได้

- ฝุ่นละอองจากสารอินทรีย์ที่มีชีวิต เช่น แบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และสปอร์ นั้นพบได้เสมอในอากาศ โดยเฉพาะเชื้อราที่พบในอากาศทำให้เกิดโรคได้หลาย เช่น บาดทะยัก คอตีบ วัณโรค ไทฟอยด์ เป็นต้น สิ่งมีชีวิตเล็กเหล่านี้อาจล่องลอยอยู่ตามลำพังด้วยตัวของมันเองหรืออาจติดอยู่กับอนุภาคต่างๆ

ข. ฝุ่นละอองจากสารอนินทรีย์ (Inorganic Dust) ที่มีองค์ประกอบต่างๆ เช่น SO_4^{2} ,NO_3^{-} ,Ca^{2+} ,Mg^{2} ,K^{+} ,Na^{+} ,CI^{-} ,Br^{-} หรือประกอบด้วยโลหะหนัก เช่น ตะกั่ว แคดเมียม แอสเบสตอส เมื่อร่างกายได้รับฝุ่นนี้เข้าไปและสะสมในร่างกาย ทำให้เกิดอันตรายร้ายแรง

2.4.3.2 แบ่งตามแหล่งที่เกิด

อนุภาคฝุ่นละอองที่แขวนลอยฟุ้งกระจายอยู่ในบรรยากาศทั่วไปนั้น อาจเกิดได้จากแหล่งกำเนิดโดยตรงแล้วแพร่กระจายสู่บรรยากาศจากแหล่งกำเนิดนั้น หรือเกิดจากปฏิกิริยาต่างๆ ในบรรยากาศ เช่น การรวมตัวด้วยปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ หรือปฏิกิริยาทางเคมี หรือปฏิกิริยาทางแสง (Photochemical Reaction) ทำให้เกิดเป็นอนุภาคขึ้นและแพร่กระจายเข้าสู่ภายในอาคารที่อยู่ในบริเวณแหล่งกำเนิดนั้นด้วย โดยแหล่งกำเนิดอนุภาคฝุ่นละอองแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

ก. อนุภาคฝุ่นที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ

ก.1 ภูเขาไฟ เมื่อเกิดการระเบิดของภูเขาไฟจะมีเถ้าถ่านและควันถูกปล่อยออกมาสู่บรรยากาศจำนวนมาก ซึ่งอาจล่องลอยขึ้นไปสูงมากเป็นหมื่นๆ ฟุต และคงอยู่ในอากาศได้นานนับกว่าสิบปีที่จะตกกลับคืนสู่พื้นโลก

ก.2 ไฟป่า ควัน และเถ้าถ่านที่เกิดจากไฟป่าเป็นตัวการที่เพิ่มปริมาณมลพิษในอากาศได้มากอย่างหนึ่ง ซึ่งอาจทำให้ทัศนวิสัยในการมองเห็นเลวร้ายลง อันเป็นสาเหตุอุบัติเหตุทางรถยนต์หรือทางเครื่องบินได้

ก.3 มลสารต่างๆ จากดิน ลม พายุ ซึ่งสามารถพัดพาเอาอนุภาคมลสารจากผิวดินให้ขึ้นไปแขวนลอยอยู่บรรยากาศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งถ้าผิวดินมีลักษณะที่ไม่จับกันแน่น เช่น ดินที่มีเพิ่มผ่านการคราดไถ ดินที่ปราศจากต้นไม้ใบหญ้าปกคลุม หรือดินที่ถูกกระบวนการอื่นๆ รบกวน เช่น มีรถวิ่งผ่านไปมา อนุภาคต่างๆ จากดินจะถูกลมพัดพาเข้าสู่บรรยากาศได้ง่าย อนุภาคมลสารขนาดเล็กจะแขวนลอยอยู่ในอากาศได้นานกว่าพวกที่มีขนาดใหญ่

ข. ฝุ่นละอองที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ (Anthropogenic Particle)

ข.1 เกิดจากการเผาไหม้น้ำมันเชื้อเพลิงจากยานพาหนะหรือรถประเภทต่างๆ เช่น เครื่องยนต์ดีเซลจะปล่อยควันดำ ซึ่งเป็นอนุภาคคาร์บอนจำนวนมาก ที่เกิดจากการสันดาปไม่สมบูรณ์ของน้ำมันดีเซล เป็นต้น นอกจากนี้ การขนส่งหิน ดินทราย ซีเมนต์ หรือวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ได้คลุมด้วยผ้าใบ หรือถนนสกปรกทำให้เกิดฝุ่นละอองติดอยู่ที่ล้อหรือถนน ซึ่งขณะรถแล่นจะทำให้เกิดการกระจายตัวของฝุ่นละอองอยู่ในอากาศ

ข.2 การก่อสร้าง

- การก่อสร้างหลายชนิดมักมีการเปิดหน้าดินก่อนมีการก่อสร้าง ซึ่งทำให้เกิดฝุ่นง่าย เช่น อาคารสิ่งก่อสร้าง การปรับปรุงสาธารณูปโภค
- การก่อสร้างอาคารสูง ทำให้ฝุ่นซีเมนต์ถูกลมพัดออกจากอาคาร
- การรื้อถอนทำลายอาคารหรือสิ่งก่อสร้าง

ข.3 โรงงานอุตสาหกรรม

- การเผาไหม้เชื้อเพลิง เช่น น้ำมันเตา ฟืน แกลบ เพื่อนำพลังงานไปใช้ในกระบวนการผลิต ทำให้ฝุ่นละออง เช่น ขี้เถ้าบิน จากโรงไฟฟ้า
- กระบวนการผลิตที่มีฝุ่นออกมา เช่น การโม่หิน การผลิตปูนซีเมนต์

ข.4 การเผาวัสดุในที่โล่งแจ้ง

ได้แก่ การเผาขยะมูลฝอยหรือวัสดุต่างๆ จะเกิดเขม่าขี้เถ้าเป็นจำนวนมากฟุ้งกระจายไปในอากาศและลอยไปตามกระแสลมปกคลุมพื้นที่กว้าง

2.4.3.3 แบ่งตามขนาดของอนุภาค

ซึ่ง U.S.EPA (The United State of America Environmental Protection Agency, 1992a) กำหนดขนาดฝุ่นละออง 2 ขนาด คือ

1) ฝุ่นละอองที่ขนาดเล็ก (Fine particulate matter) กำหนดขนาดไว้ว่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 2.5 ไมครอน

2) ฝุ่นละอองที่ขนาดเล็ก (Coarse particulate matter) กำหนดขนาดไว้ว่า มีเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 2.5 ไมครอน

2.4.4 ผลกระทบของฝุ่นละออง

2.4.4.1 ผลกระทบทั่วไป

ฝุ่นละอองในอากาศสามารถดูดซับ และหักเหแสงได้ ทำให้ลดความสามารถในการมองเห็น เกิดทัศนวิสัยในการมองเห็นไม่ดี ถ้ามีฝุ่นแขวนลอยในอากาศมากจนกลายเป็นหมอกจะเป็นอุปสรรคต่อการมองเห็นมากและอาจเกิดอันตรายต่อการสัญจรได้

2.4.4.2 ผลกระทบต่อวัตถุและสิ่งก่อสร้าง

ฝุ่นละอองในอากาศที่ตกกลับตามแรงดึงดูดของโลกถ้าเกาะติดวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างต่างๆ นอกจากทำให้สกปรกแล้ว ยังมีคุณสมบัติในการดูดซับโลหะสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ไว้ที่ผิวของฝุ่นด้วย หรือจากชนิดของฝุ่นละอองเอง ที่มีสภาพเป็นกรด มีองค์ประกอบทางเคมีที่เป็นอันตราย เมื่อเกาะติดวัตถุหรือสิ่งก่อสร้างจะทำอันตรายต่อสิ่งนั้นได้ เช่น ทำให้สีของวัตถุกร่อน ทำลายผิวหน้าของสิ่งก่อสร้าง ทำให้ผลงานทางศิลปะเสื่อมสภาพทำให้หลังคาสังกะสีผุกร่อน

2.4.4.3 ผลกระทบต่อพืช

เมื่อฝุ่นลงมาสู่พืช ฝุ่นจะจับติดบนส่วนต่างๆ ของพืช โดยเฉพาะใบซึ่งเป็นส่วนที่มีพื้นผิวมากและรับการตกลงมาเกาะของฝุ่นได้ดี ทำให้ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงลดลง และทำให้เกิดการสะสมความร้อนไว้ภายในมากขึ้น มีผลต่อการเจริญเติบโตของพืช และถ้าฝุ่นนั้นมีพิษปะปนอยู่ เช่น โลหะหนัก หรือปูนซีเมนต์ จะทำให้พืชได้รับพิษเพิ่มจากสารต่างๆ นั้นอีกด้วย

2.4.4.4 ผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์

นอกจากฝุ่นละอองจะลดความสามารถในการมองเห็นทำให้เกิดความสกปรกและสร้างความเดือดร้อนรำคาญ ยังทำให้เสียชีวิตก่อนเวลาอันสมควรทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจและโรคในระบบหัวใจและหลอดเลือด ระดับความรุนแรงของการป่วยของการเปลี่ยนแปลงตามระดับของฝุ่นละออง

2.4.5 ค่าปริมาตรฝุ่นละออง PM10 ในอากาศ

สูตรการคำนวณ

$$SP(\mu g/m^3) = \frac{(w_2(g) - w_1(g)) \times 10^6}{v_S} \qquad \textbf{(2.3)}$$

เมื่อ SP = ปริมาณฝุ่นละอองในอากาศ ($\mu g/m^3$)

W_i = น้ำหนักกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง (g)

W_2 = น้ำหนักกระดาษกรองหลังเก็บตัวอย่าง(g)

V_s = ปริมาตรของอากาศที่สภาวะมาตรฐาน ณ อุณหภูมิ 25 °C ความดัน 1 บรรยากาศ

10^6 = เปลี่ยนหน่วยกรัมเป็นไมโครกรัม

2.4.6 มาตรฐานอนุภาคฝุ่นละออง

มาตรฐานอนุภาคฝุ่นละอองในบรรยากาศ และภายในอาคารของแต่ละประเทศได้มีการเสนอแนะกำหนดค่าความเข้มข้นของฝุ่นละอองในบรรยากาศ และภายในอาคารซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งในด้านขนาดและชนิดของฝุ่นละออง ปริมาณความเข้มข้น ระยะเวลาที่เก็บตัวอย่าง ตลอดทั้งวิธีการเก็บตัวอย่าง โดยเฉพาะฝุ่นละออง ปริมาณในอาคารซึ่งขึ้นอยู่กับบริเวณที่เก็บตัวอย่างภายในอาคาร แสดงดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 มาตรฐานคุณภาพอากาศภายในอาคาร

มาตรฐานคุณภาพอากาศในบรรยากาศโดยทั่วไป		
สารมลพิษ	ค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในเวลา	ค่ามาตรฐาน
1. ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO)	1 ชม.	ไม่เกิน 30 ppm. (34.2 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 9 ppm. (10.26 มก./ลบ.ม)
2. ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.17 ppm. (0.32 มก./ลบ.ม.)
	1 ปี	ไม่เกิน 0.03 ppm. (0.057 มก./ลบ.ม.)
3. ก๊าซโอโซน (O_3)	1 ชม.	ไม่เกิน 0.10 ppm. (0.20 มก./ลบ.ม.)
	8 ชม.	ไม่เกิน 0.07 ppm. (0.14 มก./ลบ.ม.)
4. ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2)	1 ปี	ไม่เกิน 0.04 ppm. (0.10 มก./ลบ.ม)
	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 ppm.(0.30 มก./ลบ.ม)
	1 ชม.	ไม่เกิน 0.3 ppm.(780 มคก./ลบ.ม)
5. ตะกั่ว (Pb)	1 เดือน	ไม่เกิน 1.5 มคก./ลบ.ม
6. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.12 มก./ลบ.ม
	1 ปี	ไม่เกิน 0.05 มก./ลบ.ม
7. ฝุ่นละอองขนาดไม่เกิน 100 ไมครอน	24 ชม.	ไม่เกิน 0.33 มก./ลบ.ม.
	1 ปี	ไม่เกิน 0.10 มก./ลบ.ม.

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

2.5 ด้านน้ำทิ้ง

น้ำเสียเป็นน้ำที่ถูกใช้ไปในกิจกรรมต่างๆ ของมนุษย์ มีสิ่งปะปนซึ่งอาจเป็นสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์หรือสารมีพิษต่างๆ ทำให้น้ำนั้นไม่เหมาะสมสำหรับใช้อีกต่อไป ถ้าปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติก็จะทำให้คุณภาพของน้ำธรรมชาติเสียหายได้

น้ำทิ้งเป็นน้ำเสียที่ถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติอาจจะได้รับการบำบัดก่อนปล่อยหรือไม่ได้รับการบำบัดก็ได้แต่ทั้งนี้น้ำทิ้งจะต้องได้มาตรฐานน้ำทิ้ง

2.5.1 ประเภทของน้ำเสียตามแหล่งกำเนิด

น้ำเสียมีที่มาจากแหล่งสำคัญดังต่อไปนี้

2.5.1.1 น้ำเสียชุมชน (Domestic Wastewater)

เป็นน้ำเสียที่มาจากบ้านพักอาศัย และสถานประกอบการ เช่น ภัตตาคาร ศูนย์การค้า โรงแรม สำนักงาน สถานศึกษา เป็นต้น น้ำเสียประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นหลัก และมีสารอนินทรีย์ปะปนอยู่บ้าง

2.5.1.2 น้ำเสียอุตสาหกรรม (Industrial Wastewater)

เป็นน้ำเสียที่มาจากการประกอบการของโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่

1) น้ำหล่อเย็น (Cooling Water) มาจากการระบายความร้อนของเครื่องจักร จึงมักมีอุณหภูมิสูง จำเป็นต้องทำให้เย็นลงจนอุณหภูมิไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส จึงสามารถทิ้งลงแหล่งน้ำได้ หรืออาจนำกลับมาใช้งานใหม่ได้

2) น้ำล้าง (Wash Water) ได้แก่ น้ำล้างเครื่องจักร อุปกรณ์ พื้นโรงงาน

3) น้ำจากกระบวนการผลิต (Process Wastewater) ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดขึ้นในขั้นตอนการผลิต

4) น้ำเสียอื่นๆ เช่น จากหม้อไอน้ำ จากระบบผลิตน้ำใช้ จากการทำกิจกรรมต่างๆ ของคน เป็นต้น

2.5.1.3 น้ำเสียเกษตรกรรม (Agricultural Wastewater)

เป็นน้ำเสียจากการเพาะปลูก ซึ่งอาจปนเปื้อนด้วย ปุ๋ย สารทำลายวัชพืช และสัตว์ ซึ่งประกอบด้วยสารอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่จากเศษอาหาร และมูลสัตว์ เช่นสุกร ปลา กุ้ง เป็นต้น

2.5.1.4 น้ำเสียจากการชะของน้ำฝน (Storm Wastewater)

เป็นน้ำเสียที่เกิดจากการชะของน้ำฝนเมื่อไหลผ่านบริเวณที่มีสารพิษ เช่น เหมืองแร่ ดินที่อุดมไปด้วยสารมลพิษ ชุมชน พื้นที่เกษตรกรรม เป็นต้น น้ำเสียนี้จัดเป็นน้ำเสียที่ไม่มีที่มาที่แน่นอน (Non-point source) ยุ่งยากต่อการรวบรวมเพื่อนำมาบำบัด จึงมักไหลลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง

2.5.2 ลักษณะน้ำเสีย

แบ่งลักษณะน้ำเสียออกได้เป็นดังนี้

2.5.2.1 ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ

ลักษณะน้ำเสียทางกายภาพ จะประกอบด้วย ปริมาณของแข็งทั้งหมด กลิ่น อุณหภูมิ สี ความขุ่น ซึ่งแต่ละลักษณะจะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันมากน้อยไม่เท่าเทียมกัน เพื่อช่วยให้สามารถบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำเสียในทางกายภาพได้ดังต่อไปนี้จะได้อธิบายลักษณะน้ำเสียทางกายภาพข้างต้น

ก. ปริมาณของแข็ง (Solids) จะประกอบด้วยปริมาณของแข็งแขวนลอย (Total Suspended Solids) และปริมาณของแข็งละลายน้ำ (Total Dissolved Solids) ปริมาณของแข็งทั้งหมดจะประกอบไปด้วย ของแข็งที่สามารถระเหยได้ ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส บวกกับของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ซึ่งปริมาณของแข็งที่ระเหยไป ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ก็คือค่าปริมาณของปริมาณสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ และปริมาณของแข็งที่ไม่ระเหย ณ อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส ก็คือค่าปริมาณของปริมาณสารอนินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเสียนี้ ซึ่งประโยชน์ของการทราบค่าปริมาณของแข็งต่างๆ

ก.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด TS (Total Solids) สามารถรู้ถึงค่าความหนาแน่นของน้ำเสียได้ว่ามีค่าสูงหรือต่ำ และใช้ในการเลือกวิธีกำจัดความกระด้างของน้ำ

ก.2 ปริมาณของแข็งที่แขวนลอย TSS (Total Suspended Solids) บ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำเสียและบอกถึงประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสียต่างๆ ได้บ้าง

ก.3 ปริมาณของแข็งที่ตกตะกอนได้ SS (Settleable Solids) ใช้ประมาณค่าปริมาณของตะกอนที่จะถูกกำจัดโดยถึงตกตะกอนและยังสามารถบอกถึงประสิทธิภาพของถังตกตะกอนได้

ก.4 ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ TDS (Total Dissolved Solids) สามารถบอกปริมาณของธาตุเกลือในน้ำเสียได้ เช่น คลอไรด์ อย่างประมาณ

ก.5 ปริมาณของแข็งที่ระเหยได้ VS (Volatile Solids) บอกถึงปริมาณอย่างประมาณของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย

ข. กลิ่น (Odor) กลิ่นจากน้ำเสียส่วนมากแล้วมาจากก๊าซที่เกิดจากการย่อยสลายของสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ก๊าซส่วนใหญ่แล้วจะเป็นก๊าซไข่เน่า ซึ่งเกิดขึ้นจากจุลินทรีย์ชนิดที่ไม่ต้องการออกซิเจนได้ทำการเปลี่ยนสภาพของซัลเฟตไปเป็นซัลไฟด์ ส่วนสารอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดกลิ่นไม่ดีเนื่องจากอยู่ในสภาพไร้ออกซิเจนในน้ำเสีย

ค. อุณหภูมิ (Temperature) น้ำเสียที่ถูกปล่อยออกมาจากโรงงานอุตสาหกรรมโดยมากจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ และเมื่อปล่อยทิ้งไปยังแม่น้ำ ลำคลอง จะทำให้สภาพแวดล้อมในแม่น้ำลำคลองนั้นๆ เปลี่ยนแปลงไปได้ดังนี้

ค.1 น้ำในแม่น้ำลำคลองจะมีปริมาณของออกซิเจนลดลงกว่าปกติ เพราะค่า อิ่มตัวของออกซิเจนในน้ำจะลดลง เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

ค.2 เมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น ปฏิกิริยาชีวเคมีของจุลินทรีย์ก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ซึ่งหมายความว่า ออกซิเจนในน้ำได้ถูกใช้เพิ่มขึ้น เช่น ในฤดูร้อน น้ำในแม่น้ำลำคลอง จะมีปริมาณออกซิเจนน้อยกว่าในฤดูหนาว

ค.3 เมื่อน้ำมีอุณหภูมิขึ้นกว่าปกติ การเจริญเติบโตของพืชก่อให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำมากกว่าปกติ และอาจเกิดราขึ้นได้ในแหล่งน้ำนั้น

ง. สี (Color) โรงงานหลายแห่งเช่น โรงงานกระดาษ โรงงานทอผ้า ฯลฯ มักจะทำให้เกิดปัญหาเนื่องจากสีของน้ำเสีย ซึ่งค่อนข้างยากในการแยกสีออกจากน้ำเสียได้หมด การเกิดสาหร่าย (Algae) มากๆ ในบ่อ หรือลำคลอง ก็จะเป็นสาเหตุทำให้น้ำมีสีเขียวได้ ทั้งสองปัญหาดังกล่าวเป็นเพียงตัวอย่าง ซึ่งผลเสียของสีในแหล่งน้ำธรรมชาติมีดังนี้

ง.1 กั้นหรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงใต้น้ำซึ่งจะเป็นสาเหตุให้ลดการเกิดการสังเคราะห์แสง (Photosynthesis)

ง.2 สีเป็นสิ่งที่มองเห็นด้วยตาเปล่า ดังนั้นจะทำให้น้ำไม่น่าดูได้

ง.3 สีส่วนใหญ่แล้วมักมีการเกิดสารอินทรีย์ชนิดที่ละลายน้ำได้ และจะเป็นสารแขวนลอยประเภท Colloid ซึ่งสารเหล่านี้ทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในน้ำ

จ. ความขุ่น (Turbidity) คือสารแขวนลอยที่ลอยอยู่ในน้ำจะกั้นหรือขวางแสงแดดไม่ให้ส่องลงใต้น้ำได้มากถึง 100% เช่นเดียวกับสี น้ำที่มีความขุ่นมากจะทำให้ยากต่อการกรองน้ำในโรงผลิตน้ำประปา และต้องใช้ปริมาณคลอรีนมากกว่าปกติ สำหรับการฆ่าเชื้อโรคในน้ำ

2.5.2.2 ลักษณะน้ำเสียทางเคมี

ก. สารอินทรีย์

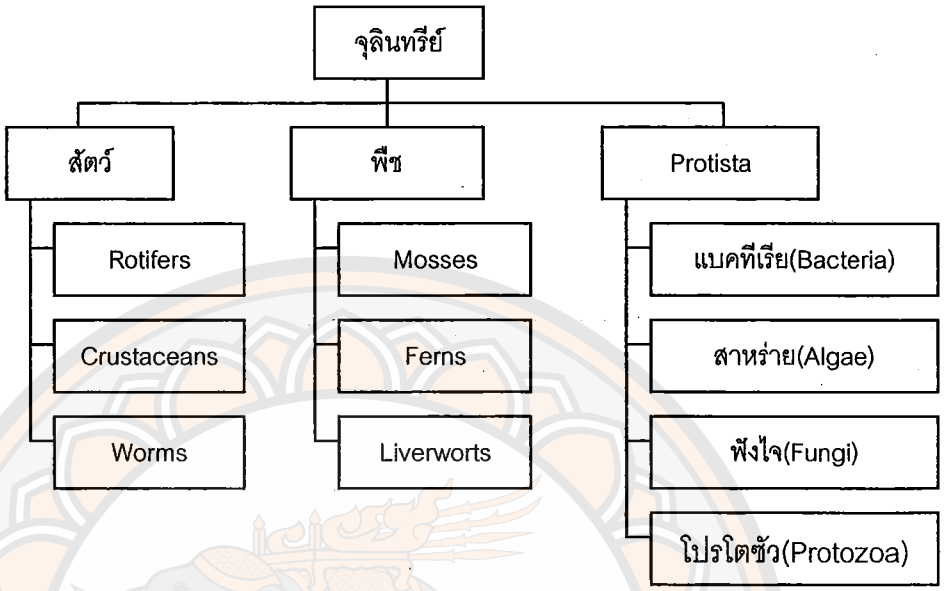
ส่วนประกอบที่สำคัญๆ ของสารอินทรีย์ในน้ำเสียจากชุมชน คือ คาร์โบไฮเดรต โปรตีน ไขมัน และน้ำมัน สำหรับพวกคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนสามารถถูกย่อยสลายโดยทางชีวภาพ ไขมันจะมีเสถียรภาพมากกว่าและจะถูกย่อยสลายโดยทางชีวภาพได้ช้ากว่า น้ำเสียอาจจะประกอบด้วยส่วนเล็กน้อยของผงซักฟอก สารต่างๆ เหล่านี้จะขึ้นอยู่กับว่า มีปริมาณมากน้อยเท่าใดในน้ำเสีย ซึ่งอาจทำให้เกิดน้ำเสียมากขึ้นได้ เมื่อพบสารต่างๆ เหล่านี้จำเป็นต้องกำจัดออกจากน้ำเสียก่อน หลังจากนั้นจึงสามารถทำการบำบัดโดยทางชีวภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข. สารอนินทรีย์

เป็นสารที่มีอยู่ในน้ำเสียทั่วๆ ไป ซึ่งจะมีมากน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำเสียนั้นๆ สารอนินทรีย์บางชนิดก็จำเป็นต้องมีอยู่ในน้ำเสียบ้าง เพื่อช่วยให้กระบวนการบำบัดน้ำเสียโดยทางชีวภาพเป็นไปได้ด้วยดี แต่มีสารอนินทรีย์บางชนิดไม่ควรให้มีในน้ำเสียเลย เพราะอาจเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย

2.5.2.3 ลักษณะน้ำเสียทางชีววิทยา

จุลินทรีย์ (Microorganisms) ที่พบอยู่ในน้ำเสีย ประกอบด้วย 3 กลุ่ม ดังรูป



รูปที่ 2.2 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์ในน้ำเสีย

ที่มา : ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมโรจน์, 2539

2.5.3 ค่าพารามิเตอร์ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

2.5.3.1 ค่า pH

ค่าพีเอช เป็นสิ่งที่บ่งบอกให้ทราบถึงสภาพความเข้มของสภาพความเป็นกรดหรือสภาพความเป็นด่างของสารละลายในทางปฏิบัติสเกลของพีเอชจะเริ่มตั้งแต่ 0 ถึง 14 สารละลายที่มีค่าพีเอชเท่ากับ 7 จะมีสภาพเป็นกลางกล่าวคือไม่เป็นทั้งกรดและด่าง สารละลายที่มีค่าพีเอชต่ำกว่า 7 จะมีสภาพเป็นกรด และความเข้มข้นสภาพความเป็นกรดจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชลดลง ส่วนสารละลายที่มีพีเอชสูงกว่า 7 นั้นจะมีสภาพเป็นด่างและความเข้มข้นสภาพความเป็นด่างจะเพิ่มขึ้นเมื่อค่าพีเอชเพิ่มขึ้น

วิธีการทดลอง

เครื่องมือ : Indicator paper 5.5-9.0 ของ Merck

การทดลอง : นำกระดาษ Indicator paper ดึงออกมายาวประมาณ 1 นิ้ว นำไปจุ่มลงในน้ำที่ต้องการวัดค่า pH ทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที แล้วนำขึ้นมาอ่านค่าเทียบกับสีที่ติดอยู่ข้างกล่อง จากนั้นอ่านค่า pH

2.5.3.2 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid)

ของแข็งที่มีอยู่ในน้ำทั้งหมดคือ สารที่เหลืออยู่ภายหลังจากการระเหยน้ำออกด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิ 103 – 105 °C ซึ่งประกอบไปด้วยของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid) และของแข็งที่ละลายน้ำ (Dissolved Solid)

ของแข็งแขวนลอย คือสารแขวนลอยที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ เช่น อนุภาคของดิน เกลือของโลหะ สารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ หาได้จากการนำน้ำมากรองด้วยกระดาษกรอง GF/C

สูตรการคำนวณ

$$\text{ของแข็งแขวนลอย (มก./ล.)} = \frac{(A-B)\times 1000}{C} \qquad \textbf{(2.4)}$$

เมื่อ A = น้ำหนักกระดาษกรองรวมสารที่เหลือภายหลังการอบที่ 103 °C , มิลลิกรัม

B = น้ำหนักกระดาษกรองภายหลังการอบที่ 103 °C , มิลลิกรัม

C = ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง , มิลลิกรัม

ของแข็งแขวนลอย คือสารแขวนลอยที่ไม่สามารถละลายน้ำได้ เช่น อนุภาคของดิน เกลือของโลหะ สารอินทรีย์ที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ หาได้จากการนำน้ำมากรองด้วยกระดาษกรอง GF/C

วิธีการทดลอง

1) นำน้ำกลั่นหยดลงบนกระดาษกรองให้ชุ่ม จากนั้นนำไปอบที่ตู้อบที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จากนั้นจึงนำไปทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์

2) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่เย็นแล้ว (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง)

3) นำกระดาษกรองไปวางบนที่กรองแล้วนำน้ำตัวอย่างมากรอง

4) นำกระดาษกรองไปอบในตู้ที่อุณหภูมิ 103°C เป็นเวลา 1 ชั่วโมงจากนั้นจึงนำไปทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์

5) ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่เย็นแล้วบันทึกค่า

6) คำนวณค่าที่ได้แล้วนำไปเทียบกับมาตรฐาน

2.5.3.3 ค่าซีโอดี (Chemical Demand)

ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand; COD) เป็นปริมาณของออกซิเจนที่ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำโดยสารเคมีที่เป็นตัวออกซิไดซ์ที่แรง (Strong Oxidizing Agents) ค่าซีโอดีนี้บอกถึงปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ทั้งหมดในน้ำ ดังนั้นค่าซีโอดีของน้ำจึงแสดงให้เห็นถึงความรุนแรงของการปนเปื้อนหรือการเน่าเสียเช่นเดียวกับค่าบีโอดี แต่ค่าซีโอดีไม่ได้บ่งบอกถึงปริมาณของสารอินทรีย์ที่สามารถถูกย่อยสลายได้โดยจุลินทรีย์ซึ่งเป็นปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกย่อยสลายจริงในธรรมชาติ

สูตรการคำนวณ

$$\text{ซีโอดี (มก./ล.)} = \frac{(B-A)\times N\times 8\times 1000}{C} \qquad \textbf{(2.5)}$$

เมื่อ A = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมรัสซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรดน้ำตัวอย่าง , มิลลิลิตร

B = ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมรัสซัลเฟตที่ใช้ในการไตเตรดน้ำกลั่น , มิลลิลิตร

N = ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมรัสซัลเฟต , นอร์มัล

C = ปริมาตรน้ำตัวอย่าง , มิลลิลิตร

วิธีการหาค่าซีโอดีมีหลายวิธี วิธีที่ให้ความแม่นยำมากที่สุดได้แก่วิธี Open Reflux แต่จะเปลืองค่าสารเคมีและก่อให้เกิดของเสียอันตรายที่เป็นสารเคมีปริมาณมาก วิธีที่ให้ความแม่นยำต่ำกว่าได้แก่วิธี Close Reflux ซึ่งประหยัดสารเคมีและก่อให้เกิดของเสียอันตรายในปริมาณที่น้อยกว่าอย่างไรก็ตามการวิเคราะห์หาค่าซีโอดีที่แน่นอนควรใช้วิธี Open Reflux

การหาค่าซีโอดี Open Reflux

ก. เครื่องมือ

1) อุปกรณ์ที่ใช้ในการรีฟักซ์ ได้แก่ ขวดรีฟักซ์ก้นแบน คอขวดเป็น ground-glass 24/40 และ คอนเดอเซอร์ 24/40 ground-glass joint

2) เตาไฟฟ้า สามารถใช้พลังงานความร้อนอย่างน้อย 1.4 วัตต์ ต่อตารางเซนติเมตร

ข. เครื่องแก้ว ได้แก่ บิวเรต ปิเปต กระบอกตวง บิกเกอร์ และ ลูกแก้ว

ค. สารเคมี

1) สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.25 นอร์มัล; $K_2Cr_2O_7$ ซึ่งอบให้แห้งที่ 150 ^{0} ซ 2 ชั่วโมง และทำให้เย็นในเดซิเคเตอร์แล้ว 12.259 กรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร

2) สารละลายกรดซัลฟุริค เติมเงินซัลเฟต; Ag_2So_4 ลงไปในสารละลายกรดซัลฟุ-ริคเข้มข้นในอัตราส่วน 5.5 กรัมต่อหนึ่งกิโลกรัมของสารละลายซัลฟุริค ตั้งทิ้งไว้ 1-2 วันเพื่อให้เงินซัลเฟตละลาย

3) สารละลายเฟอร์โรอิน ละลาย 1,10 ฟีแนนโทลีนโมโนไฮเดรต 1.485 กรัมและเฟอร์รัสซัลเฟต; $FeSo_4.7H_2O$ 695 มิลลิกรัมในน้ำกลั่น แล้วทำให้มีปริมาณทั้งหมดเป็น 100 มิลลิลิตร

4) สารละลายมาตรฐานแอมโมเนียเฟอร์รัสซัลเฟต 0.10 นอร์มัล $Fe(NH_4)_2$ -$(SO_4)_2.6H_2O$ ละลาย $Fe(NH_4)_2(SO_4)_2.6H_2O$ 39 กรัมในน้ำกลั่น เติมสารละลายกรดซัลฟุริคเข้มข้น 20 มิลลิลิตร ทำให้เย็นแล้วทำให้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 1 ลิตร นำสารละลายที่ได้ไปสแตนดาร์ดไดซ์กับสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต 0.25 นอร์มัล ดดยทำดังนี้

- ดูดสารละลายมาตรฐานโปตัวเซียไมโครเมต 0.25 นอร์มัล 10.00 มิลลิลิตรใส่ลงในขวดชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 100 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น

- เติมสารละลายกรดซัลฟุริคเข้มข้นลงไป 30 มิลลิลิตรแล้วทำให้เย็น นำสาร ละลายที่ได้ ไปไตเตรดกับสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมเฟอร์รัสซัลเฟต โดยใช้สารละลายเฟอร์โรอิน 2-3 หยดเป็นอินดิเคเตอร์ แล้วคำนวณหาความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมเฟอร์รัสซัลเฟต

5) ปรอทซัลเฟต; $HgSO_4$

6) กรดซัลฟามิค ใช้เมื่อต้องการกำจัดไนไตรท์ออกจากน้ำตัวอย่าง

ง. วิธีทำ

การหาซีโอดีของน้ำตัวอย่างที่มีค่าซีโอดีมากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

1) ดูดน้ำตัวอย่าง 20 มิลลิลิตรหรือน้อยกว่า แล้วทำให้ปริมาตรทั้งหมดเป็น 20 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ใส่ลงในขวดรีฟักซ์

2) เติมปรอทซัลเฟตลงไป 0.4 กรัมแล้วใส่ลูกแก้วลงไปพอประมาณ

3) ค่อยๆ เติมสารละลายกรดซัลฟุริคลงไป 5 มิลลิลิตร อย่างช้าๆ พร้อมกับเขย่าขวดเพื่อละลายปรอทซัลเฟต

4) ทำให้เย็นแล้วเติมสารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมตลงไป 10 มิลลิลิตรแล้วเขย่าให้เข้ากัน

สำนักหอสมุด
14 มิ.ย. 2553
15040917
ป
TH
6314
ศ213ก
2552

5) ต่อขวดรีฟักซ์เข้ากับคอนเดนเซอร์ แล้วเปิดน้ำหล่อเย็นเข้าคอนเดนเซอร์

6) ค่อยๆ เติมสารละลายกรดซัลฟุริคลงไปอีก 5 มิลลิลิตรทางปลายเปิดด้านบนของคอนเดนเซอร์พร้อมทั้งเขย่าขวดเพื่อผสมให้แล้วกัน แล้วเปิดเตาทำการรีฟักซ์ 2 ชั่วโมง

7) ปล่อยทิ้งให้เย็น แล้วล้างเอกสารที่ติดอยู่ข้างๆคอนเดนเซอร์ลงไปในขวดรีฟักซ์โดยใช้น้ำกลั่นเทลงไปทางปลายเปิดด้านบนของคอนเดนเซอร์แล้วทำให้มีปริมาตรทั้งหมดเป็น 140 มิลลิลิตรด้วยน้ำกลั่น ตั้งทิ้งไว้ให้เย็น

8) นำสารละลายที่ได้ไปไตเตรดกับสารละลายมาตรฐานแอมโมเนียมเฟอร์-รัสซัลเฟตโดยใช้สารละลายฟอร์โรอินเป็นอินดิเคเตอร์

9) ทำการหาค่าแบลงค์โดยการใช้น้ำกลั่นแทนน้ำตัวอย่าง แล้วดำเนินวิธีเดียวกันกับน้ำตัวอย่าง

10) คำนวณค่าซีโอดี

2.5.3.4 บีโอดี (Biochemical Demand)

บีโอดี คือ ปริมาณของออกซิเจนที่จุลินทรีย์ต้องการใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ หากมีค่าบีโอดีสูง แสดงว่าในน้ำมีสารอินทรีย์จำนวนมากปนเปื้อนอยู่ วิธีการหาค่าบีโอดี ได้แก่ การหาค่าออกซิเจนละลายน้ำในวันเริ่มต้นและค่าออกซิเจนที่เหลืออยู่หลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 20 °C เป็นเวลา 5 วัน ค่าที่ได้เรียกว่า BOD5 ซึ่งเป็นค่าที่นิยมใช้ โดยจะมีค่าเป็น 70-80% ของค่าบีโอดีทั้งหมด

สูตรการคำนวณ

$$\text{บีโอดี (มก./ล.)} = \frac{(DO_0 - DO_5) \times 100}{P} \qquad \textbf{(2.6)}$$

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนละลายน้ำในวันเริ่มต้น

DO_5 = ค่าออกซิเจนที่เหลืออยู่หลังจากทิ้งไว้ที่อุณหภูมิ 20 °C 5 วัน

P = ค่าเปอร์เซ็นต์การเจือจาง

ก. ออกซิเจนละลายน้ำ (DO)

เครื่องมือ : ขวดบีโอดี บิวเรต ปิเปต กระบอกตวง ขวดปริมาตร

สารเคมี

1) สารละลายมังกานิสซัลเฟต ; $MnSO_4$ ละลาย $MnSO_4$กับ H_2O 364 g ทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น

2) สารละลาย AIA ; ละลาย NaOH 500g และ KI 150 g แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร จากนั้นละลาย NaN_3 ในน้ำกลั่น 40ml แล้วเติมลงไป

3) กรดซัลฟุริคเข้มข้น H_2SO_4

4) น้ำแป้ง ; ละลาย Soluble Starch 2 g และกรด salicylic 0.2 g ในน้ำกลั่นร้อน 100ml

5) สารละลายมาตรฐานโซเดียมโอซัลเฟต 0.0250N ; ละลายNa_2S2O_3 กับ $5H_2O$ 6.205 g ในน้ำกลั่นที่ต้มเดือดแล้วเย็นใหม่ๆ เติม NaOH 0.4 g ทำให้มีปริมาตร 1 ลิตรนำไปสแตนดาร์ดไดซ์กับสารละลายมาตรฐาน $K_2Cr_2O_7$ 0.0250N

6) สารละลายมาตรฐานโปตัสเซียมไดโครเมต $K_2Cr_2O_7$ ที่อุณภูมิ 103°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมงและทำให้เย็น ชั่ง 1.226 g แล้วทำให้ปริมาตรเป็น 1 ลิตร

วิธีสแตนดาร์ดไดซ์

- สารละลาย KI 2 g ด้วยน้ำกลั่น 100 – 150 ml ลงในขวดรูปชมพู่ 500 ml
- เติมสารละลาย H_2O (กรด 1 ml +น้ำกลั่น 9 ml)10 ml
- ดูด $K_2Cr_2O_7$ 0.0250N ลงไป 20 ml เก็บในที่มืด 5 นาที จากน้ำเจือจางให้มีปริมาตร 400 ml
- ไตรเตรทกับ สารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$ จนได้สีเหลืองจาง เติมน้ำแป้ง 5 หยด จะได้สีน้ำเงิน ไตเตรทต่อจนสีหายไป นำไปคำนวณความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน $Na_2S_2O_3$

วิธีการทดลอง

1) เก็บน้ำในขวดบีโอดี 300 ml
2) เติม $MnSO_4$ 1 ml แล้วตามด้วย AIA 1 ml ให้ปลายปิเปตจุ่มในน้ำ
3) ปิดจุกเขย่าขวดกลับไปมา
4) ตั้งทิ้งจนตกตะกอนประมาณครึ่งขวด
5) เติม H_2SO_4 conc. 1 ml
6) ปิดจุกเขย่าไปมา จนตะกอนละลายหมด ทิ้งไว้ 5 นาที
7) ตวงน้ำ 200 ml ไปไตรเตรทกับ $Na_2S_2O_3$0.0250N
8) คำนวณค่า DO°C

ข. บีโอดี(BOD)

เครื่องมือ : เหมือนทำ DO เพิ่มตู้อบ 20±1 C

สารเคมี : เหมือนทำ DO เพิ่ม

1) สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ ; ละลาย KH_2PO_4 8.5 g K_2HPO 21.75 g Na_2HPO_4 กับ$7H_2O$ 33.4 g และ NH_4Cl 1.7 g ในน้ำกลั่น 500 ml แล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

2) ละลาย $MgSO_4$ กับ $7H_2O$ 22.5 g ให้มีปริมาตร1 ลิตร

3) ละลาย $CaCl_2$ 27.5 g ให้มีปริมาตร 1 ลิตร

4) ละลาย $FeCl_3$ กับ $6H_2O$ 0.25 g ในน้ำกลั่นแล้วทำให้มีปริมาตร 1 ลิตร

5) การเตรียมน้ำกลั่น เพื่อใช้ในการเจือจางความเข้มข้นของน้ำเสียที่ค่า BOD มากกว่า 7 mg/l เติมอากาศในน้ำ 20 – 30 นาที จากนั้นเติมสารละลายทั้ง 4 ชนิด จากข้อ 1) ถึง 4) อย่างละ 1 ml ต่อน้ำกลั่น 1 ลิตร นำไปผสมกับน้ำเสียในอัตราที่คิดไว้

วิธีการทดลอง

1) ไซฟอนน้ำที่ต้องการหาค่าบีโอดีลงไปในขวด 2 ใบแบ่งเป็น DO_0 กับ DO_5

2) ปิดจุกให้แน่น นำกระดาษอลูมิเนียมฟลอยด์ห่อฝาขวด DO_5 ให้แน่น แล้วนำไปเก็บไว้ในตู้อบอุณหภูมิ 20°C

3) นำขวด DO_0 มาหาค่า DO ครบ 5 วันนำขวด DO_5 มาหาค่า DO

2.5.3 มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

ตารางที่ 2.7 แสดงค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้ง

มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรม		
ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่ามาตรฐาน	วิธีวิเคราะห์
1. ค่าความเป็นกรดและด่าง (pH value)	5.5-9.0	pH Meter
2. สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 50 มก./ล. หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม หรือประเภทของระบบบำบัดน้ำเสียตามที่คณะกรรมการควบคุมมลพิษเห็นสมควรแต่ไม่เกิน 150 มก./ล.	กรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fiber Filter Disc)
3. อุณหภูมิ (Temperature)	ไม่เกิน 40°C	เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะทำการเก็บตัวอย่างน้ำ
4. ค่าบีโอดี (5 วันที่อุณหภูมิ 20 °C (Biochemical Oxygen Demand : BOD)	ไม่เกิน 20 มก./ล. หรือแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่คณะกรรมการ	Azide Modification ที่อุณหภูมิ 20°C เป็นเวลา 5 วัน
5. ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand : COD)	ไม่เกิน 120 มก./ล.หรืออาจแตกต่างแล้วแต่ละประเภทของแหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของ	Potassium Dichromate Digestion

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

2.6 หลักมาตรฐาน ISO 14000

ISO 14000 มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Standards) เป็นมาตรฐานที่จัดทำขึ้นโดยองค์การมาตรฐานสากล หรือ International Organization for Standardization (ISO) ภายใต้กรรมการวิชาการที่ 207 (Technical Committee TC 207) เพื่อหวังให้มีการตระหนักถึงความสำคัญของการมีการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ โดยคำนึงถึงเหตุและผลของสิ่งแวดล้อม อันเกิดจากกิจกรรม ผลิตภัณฑ์ และการบริการตนเองทั้งในอดีต ปัจจุบัน และที่วางแผนไว้ในอนาคต เพื่อให้เกิดการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและป้องกันมลพิษ ควบคู่ไปกับการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การค้า และการอุตสาหกรรม โดยพยายามให้มีการปรับปรุงให้ดีขึ้นตามลำดับ

ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Systems หรือ EMS) หมายถึงส่วนของระบบการจัดการทั้งหมด ซึ่งรวมถึงโครงสร้าง องค์กร การวางแผน ความรับผิดชอบ การปฏิบัติ ขั้นตอน กระบวนการ และทรัพยากรสำหรับจัดทำ การปฏิบัติให้บรรลุถึงผล การทบทวนและรักษานโยบายทางด้านสิ่งแวดล้อม เพื่อให้เกิดการปรับปรุงระบบการจัดการให้มีประสิทธิภาพดีขึ้นเรื่อยๆ เพื่อให้เป็นไปตามนโยบายในการรักษาสิ่งแวดล้อมการจัดการสิ่งแวดล้อม

การจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนหนึ่งของการจัดการของทั้งองค์กร การจัดโครงสร้าง ความรับผิดชอบ กรรมวิธี ขั้นตอน การดำเนินงาน กระบวนการ และทรัพยากรต่างๆ สมารถจัดร่วมกับความพยายามในด้านอื่นได้

2.6.1 หลักสำคัญในการจัดการทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

หลักสำคัญขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น

2.6.1.1 ความตระหนักว่าการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นสิ่งสำคัญมากที่สุดอันหนึ่งขององค์กร การจัดทำ และรักษาการสื่อสาร ทั้งภายในและภายนอกองค์กร

2.6.1.2 การหาความต้องการตามกฎหมาย และปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากกิจกรรม ผลิตภัณฑ์ หรือการบริการขององค์กร

2.6.1.3 ทำให้เกิดความมุ่งมั่นในระดับผู้บริหารและพนักงาน ที่จะอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมโดยเข้าใจถึงความรับผิดชอบของตน

2.6.1.4 ส่งเสริมให้มีการวางแผนสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรของผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ

2.6.1.5 กำหนดกรรมวิธีในการบรรลุเป้าหมายของการปฏิบัติการ

2.6.1.6 จัดให้มีทรัพยากรที่เหมาะสมตามความจำเป็น รวมทั้งการฝึกอบรม เพื่อให้ได้ผลตามเป้าหมายอย่างต่อเนื่อง

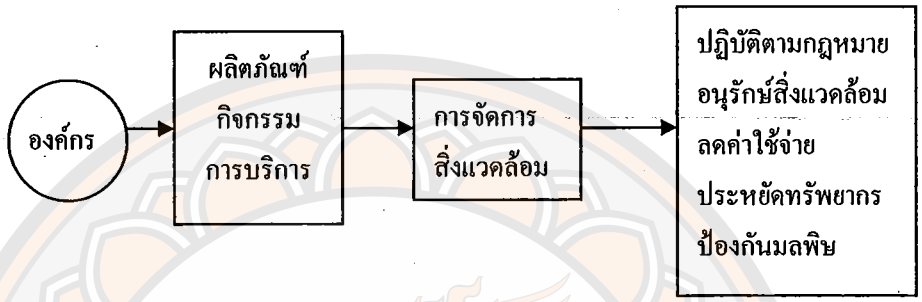
2.6.1.7 ประเมินผลการปฏิบัติการด้านสิ่งแวดล้อม เมื่อเทียบกับ นโยบาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กรที่กำหนดขึ้นเอง และหาทางทำให้ดีขึ้นเรื่อยๆ

2.6.1.8 กำหนดกระบวนการในการตรวจสอบและพิจารณาทบทวน ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อหาโอกาสในการปรับปรุงระบบให้ดีขึ้น เพื่อผลดีทางด้านสิ่งแวดล้อม

2.6.1.9 สนับสนุนให้หน่วยงานอื่นมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.6.2 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ประโยชน์จากการมีระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมที่มีประสิทธิภาพ ดังแสดงในรูป ดังนี้

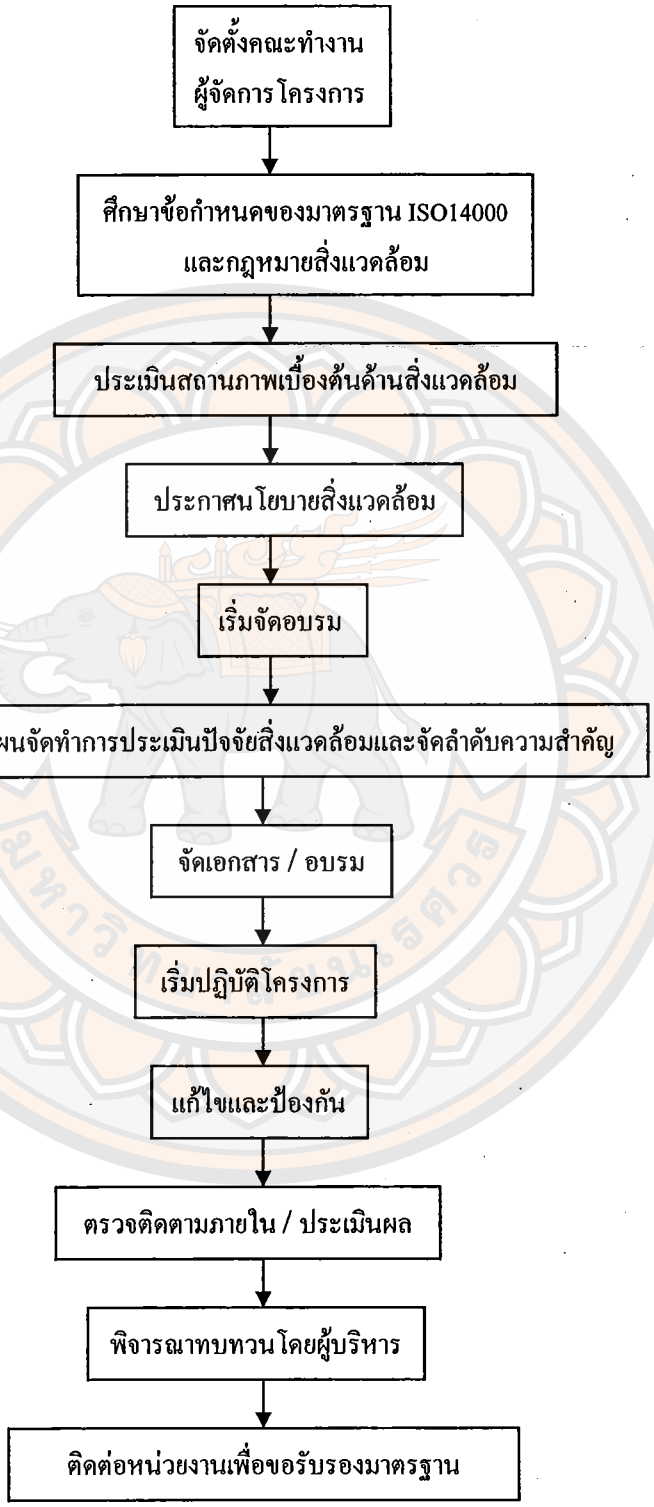


รูปที่ 2.3 ประโยชน์ของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

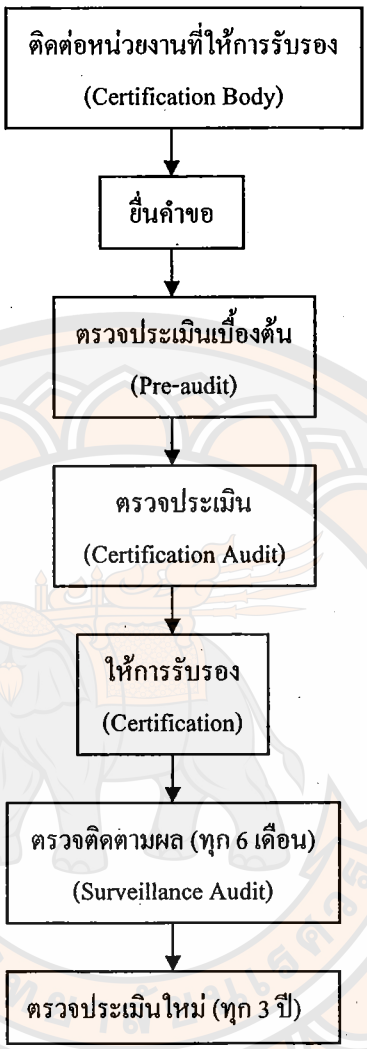
1) ทำให้เกิดความสัมพันธ์อันดีงามกับสาธารณชนและชุมชน
2) แสดงถึงความเอาใจใส่ที่เหมาะสม
3) สนับสนุนให้มีการพัฒนาและใช้การแก้ไขสิ่งแวดล้อมร่วมกัน
4) สนับสนุนให้องค์กรคำนึงถึงเทคโนโลยีที่เหมาะสมและประหยัด
5) อนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

2.6.3 ขั้นตอนการจัดทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการจัดทำระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

2.6.4 ขั้นตอนการรับรองระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการรับรองระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

2.6.5 สารบัญคู่มือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามข้อกำหนด ISO 14001

2.6.5.1 ข้อมูลองค์กร

1) ชื่อ ที่ตั้ง โครงสร้างองค์กร

2) การดำเนินงานขององค์กร

2.6.5.2 นโยบายสิ่งแวดล้อม

1) วัตถุประสงค์ และขอบเขต

2) ผู้รับผิดชอบ

2.6.5.3 การวางแผนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

1) ปัจจัยสิ่งแวดล้อม

2) กฎหมายและข้อกำหนดสิ่งแวดล้อม

3) วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

4) โปรแกรมการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.6.5.4 การปฏิบัติและดำเนินการ

1) โครงสร้างและความรับผิดชอบ

2) การอบรม สร้างจิตสำนึก และเพิ่มประสิทธิภาพ

3) การสื่อสาร

4) เอกสารการจัดการสิ่งแวดล้อม

5) การควบคุมเอกสาร

6) การควบคุมการดำเนินงาน

7) การเตรียมการในกรณีฉุกเฉินและวิธีตอบสนอง

2.6.5.5 การตรวจสอบและแก้ไข

1) การติดตามผลและการวัดค่า

2) การแก้ไขและป้องกันการไม่เป็นตามกำหนด

3) บันทึกข้อมูล

4) การตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.6.5.6 การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร

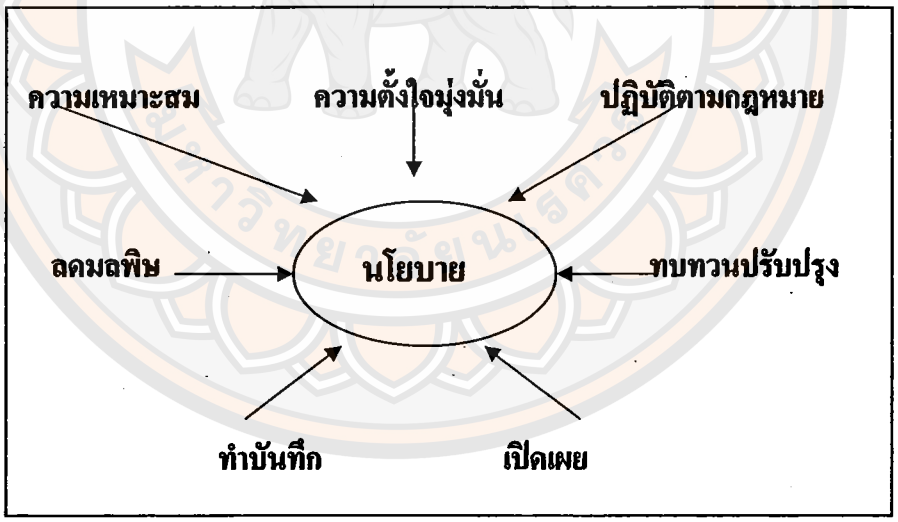
2.6.6 องค์ประกอบของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.6.6.1 การกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม (Environmental Policy)

นโยบายสิ่งแวดล้อม (Environmental Policy) คือ แถลงการณ์ขององค์กรถึงความตั้งใจและหลักการที่เกี่ยวกับผลการทำงานด้านสิ่งแวดล้อมโดยรวม ซึ่งจะเป็นกรอบสำหรับการกระทำและการจัดตั้งวัตถุประสงค์และเป้าหมายสิ่งแวดล้อม

นโยบายเป็นตัวสำคัญในการขับเคลื่อนกลไกในการปฏิบัติ และปรับปรุงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กร เพื่อให้สามารถรักษาและปรับปรุงผลงานด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งสอดคล้องกับกฎหมาย และระบุถึงความตั้งใจมุ่งมั่นของผู้บริหารระดับสูง ในอันที่จะปฏิบัติตามกฎหมายและปรับปรุงระบบให้ดีขึ้นเรื่อยๆ เพื่อประโยชน์ทางการค้า การดำเนินการ และอื่นๆ

นโยบายต้องชัดเจนและง่ายต่อการอธิบายต่อคนในองค์กรและผู้สนใจทั่วไป พร้อมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนให้ทันต่อเหตุการณ์และข้อมูลอยู่เสมอ นโยบายนี้ยังควรสอดคล้องกับนโยบายด้านอื่นๆ ขององค์กร เช่น นโยบายด้านคุณภาพ ความปลอดภัย ฯลฯ การกำหนดนโยบายต้องคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆ ดังแสดงในรูป ดังนี้

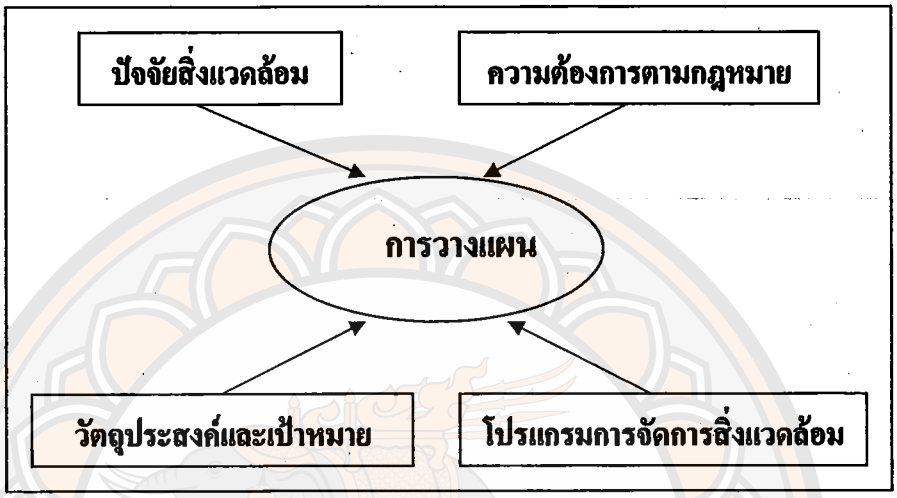


รูปที่ 2.6 การกำหนดนโยบาย

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

2.6.6.2 การวางแผน (Planning)

การวางแผนเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากในการจัดระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพราะเป็นกลไกที่จะทำให้ได้ผลงานด้านสิ่งแวดล้อมตามนโยบายที่กำหนดไว้แล้วโดยผู้บริหารระดับสูง สามารถแบ่งได้ดังนี้



รูปที่ 2.7 การวางแผน

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

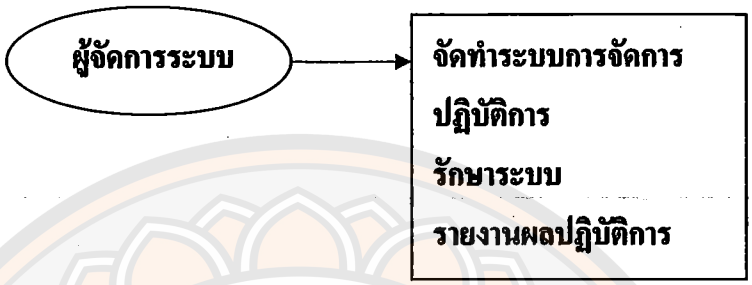
2.6.6.3 การปฏิบัติและดำเนินการ (Implementation and Operation)

เพื่อให้มีการนำแผนงานไปใช้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ องค์กรจำเป็นต้องให้ความสำคัญต่อบุคลากร ระบบการทำงาน ยุทธวิธี ทรัพยากรและโครงสร้างองค์กร ในแต่ละองค์กรการเริ่มใช้ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมสามารถทำได้เป็นขั้นๆ โดยคำนึงถึงระดับความต้องการ จิตสำนึกต่อสิ่งแวดล้อม ปัจจัยสิ่งแวดล้อม ความคาดหวัง ประโยชน์ที่จะได้รับ และทรัพยากรที่มีอยู่ ซึ่งองค์ประกอบในการเริ่มปฏิบัติการและดำเนินการให้บรรลุผล แบ่งออกเป็นดังนี้

ก. โครงสร้างและความรับผิดชอบ (Structure and Responsibility) องค์กรต้องมีเอกสารที่บรรยายถึงหน้าที่ ความรับผิดชอบ และอำนาจของบุคลากรในระดับต่างๆ ในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้บริหารระดับสูงต้องแต่งตั้งผู้รับผิดชอบโดยตรงต่อระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

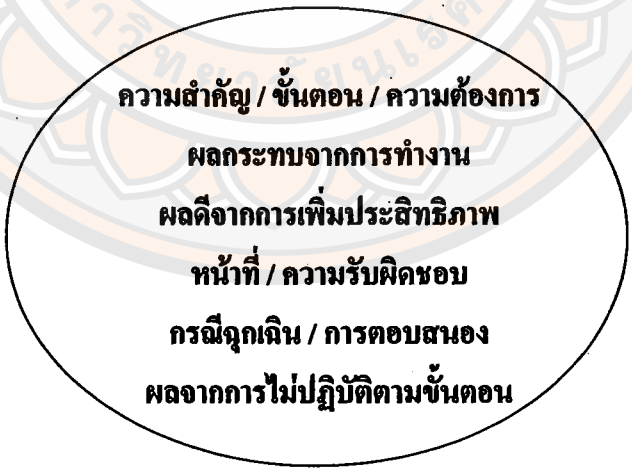
ก.1 จัดทำ ปฏิบัติ และรักษาระบบให้เป็นไปตามมาตรฐาน

ก.2 รายงานผลการปฏิบัติงานของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้กับผู้บริหารระดับสูง เพื่อพิจารณาทบทวน และเป็นฐานของการปรับปรุงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดียิ่งขึ้น



รูปที่ 2.8 หน้าที่ของผู้จัดการระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

ข. การฝึกอบรม สร้างจิตสำนึก และเพิ่มประสิทธิภาพ (Training, Awareness and Competence) องค์กรต้องให้การฝึกอบรมต่อพนักงานทุกคน ในการทำงานที่อาจส่งผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมโดยการจัดทำ และรักษาขั้นตอนการทำงาน



รูปที่ 2.9 การอบรม สร้างจิตสำนึก และเพิ่มประสิทธิภาพ
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

ข.1 ความสำคัญ ในการปฏิบัติตามนโยบายสิ่งแวดล้อม และขั้นตอนการดำเนินการ และความต้องการของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

ข.2 ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่สำคัญที่เกิดขึ้นจริง หรืออาจเกิดขึ้น จากการทำงานของตนและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่จะได้รับจากการเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

หน้าที่ ความรับผิดชอบของตน ในการทำงานให้เป็นไปตามนโยบายสิ่งแวดล้อม และขั้นตอนการทำงาน ความต้องการของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม รวมถึงความเตรียมพร้อมในกรณีฉุกเฉินและความต้องการในการตอบสนอง

ข.3 ผลที่อาจเกิดขึ้นจากการไม่ปฏิบัติตามขั้นตอนการทำงานตามกำหนด

ค. การสื่อสารข้อมูล (Communications) องค์กรต้องจัดทำและรักษาขั้นตอนสำหรับการสื่อสารดังนี้

ค.1 สื่อสารข้อมูลภายในระหว่างระดับชั้นและผู้มีหน้าที่ต่าง

ค.2 การรับ การบันทึก และการตอบการสื่อสารจากกลุ่มผู้สนใจภายนอก

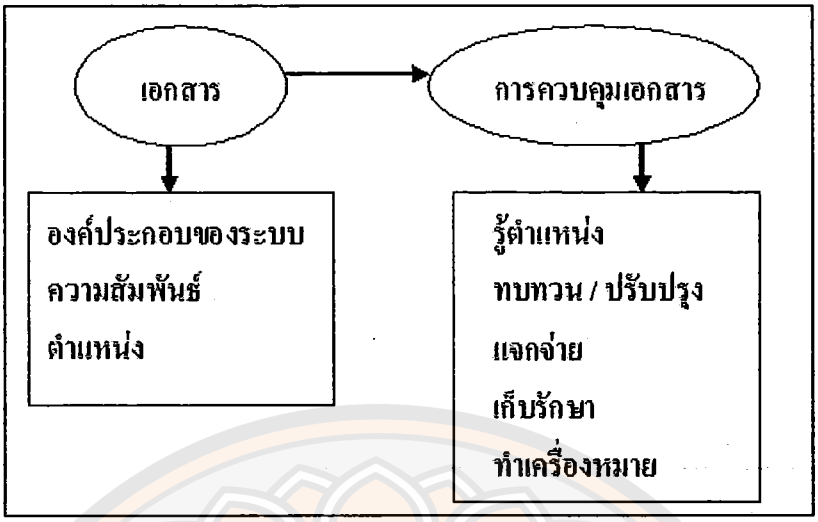
ค.2.1 ลักษณะข้อมูล ที่จะสื่อสาร ควรมีลักษณะดังนี้

- เป็นแบบสื่อสาร ตอบ-รับ ได้ (2 ทาง)
- เป็นข้อมูลที่เป็นประโยชน์เข้าใจง่าย
- ถูกต้อง
- อยู่ในรูปแบบที่คงที่ เพื่อให้เข้าใจง่ายในการเปรียบเทียบ
- ข้อมูลสำคัญต้องมีการประชาสัมพันธ์อย่างทั่วถึง
- ไม่ควรเป็นข้อมูลที่ซ้ำๆ กัน

ค.2.2 ประเภทข้อมูล ที่อาจสื่อสารได้มีหลายชนิด เช่น

- นโยบาย
- ปัจจัยสิ่งแวดล้อม
- ความต้องการทางกฎหมายและอื่นๆ
- วัตถุประสงค์และนโยบาย
- การควบคุมการทำงาน
- การฝึกอบรม
- การวัดค่าผลการปฏิบัติงาน
- การตรวจสอบ

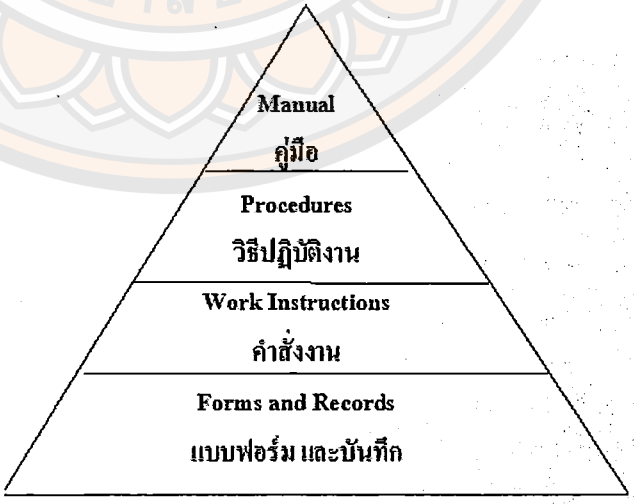
ง. เอกสารการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Systems Documentation) องค์กรต้องจัดทำและรักษาข้อมูลบนกระดาษหรือบนคอมพิวเตอร์ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.10 เอกสารและการควบคุมเอกสาร
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

- บรรยายถึงองค์ประกอบหลักของระบบการจัดการและความสัมพันธ์ขององค์ประกอบต่างๆ

- บอกตำแหน่งของเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น แผนผังองค์กร วิธีควบคุมการทำงาน แผนอุบัติเหตุ กรณีฉุกเฉิน ใบอนุญาตต่างๆ เพื่อความสะดวกในการจัดเอกสาร ลำดับความสำคัญของเอกสารดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.11 ลำดับความสำคัญของเอกสาร
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

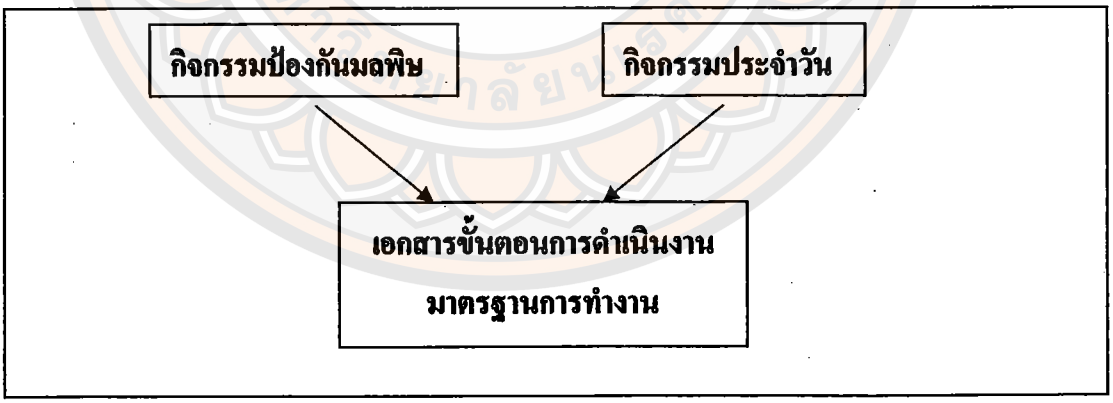
จ. การควบคุมเอกสาร (Document Control) องค์กรต้องจัดทำและรักษาขั้นตอนการทำงานสำหรับควบคุมเอกสารทั้งหมดที่มาตรฐานนี้ต้องการ โดยทำให้มั่นใจว่า

- สามารถหาเอกสารได้
- เอกสารได้รับพิจารณาทบทวนเป็นระยะๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงเมื่อจำเป็น
- มีเอกสารฉบับล่าสุดตามจุดต่างๆ ที่มีการปฏิบัติงานที่สำคัญ

จ.1 ลักษณะเอกสาร ต้องเป็นดังนี้

- ชัดเจน
- มีวันที่ (รวมวันที่แก้ไข)
- สามารถแจกแจงแยกประเภทเพื่อรักษาอย่างมีระเบียบ
- เก็บไว้ตามระยะเวลาที่กำหนด
- ควรกำหนดขั้นตอนการดำเนินงาน และความรับผิดชอบสำหรับการจัดทำและแก้ไขเอกสารต่างๆ
- รักษาปฏิบัติตามข้อกำหนดนั้น

ฉ. การควบคุมการดำเนินการ (Operational Control) องค์กรต้องหาว่าการดำเนินการและกิจกรรมใดที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ตามนโยบาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร และวางแผนสำหรับกิจกรรมเหล่านี้ รวมทั้งการบำรุงรักษาเพื่อให้มีการควบคุม



รูปที่ 2.12 การควบคุมการดำเนินงาน

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

- การจัดทำและรักษาเอกสารของขั้นตอนการทำงาน เพื่อให้ครอบคลุมถึงกรณีที่เกิดการละเว้นแล้วจะทำให้ผิดไปจากนโยบาย วัตถุประสงค์ และเป้าหมายสิ่งแวดล้อม

- มีการกำหนดมาตรฐานในการทำงานไว้ในขั้นตอนการทำงาน จัดทำและรักษาขั้นตอนการทำงานที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ

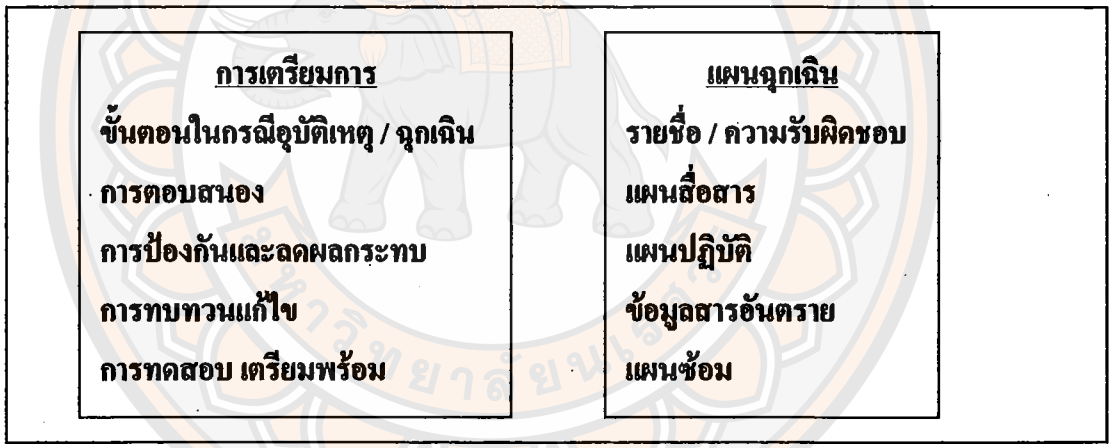
ช. การเตรียมการในกรณีฉุกเฉินและวิธีตอบสนอง (Emergency Preparedness and Response) องค์กรต้องเตรียมการดังนี้

- จัดทำและรักษาขั้นตอนการทำงาน ในการแยกแยะแนวโน้ม ที่จะเกิดอุบัติเหตุและกรณีฉุกเฉิน และการตอบสนอง

- ป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ที่อาจเกิดขึ้นในกรณีเหล่านี้

- พิจารณาทบทวน แก้ไขเมื่อจำเป็นอยู่เสมอ โดยเฉพาะหลังเกิดอุบัติเหตุหรือกรณีฉุกเฉินขึ้นแล้ว

- มีการทดสอบขั้นตอนการดำเนินเหล่านี้ตามที่จะทำได้

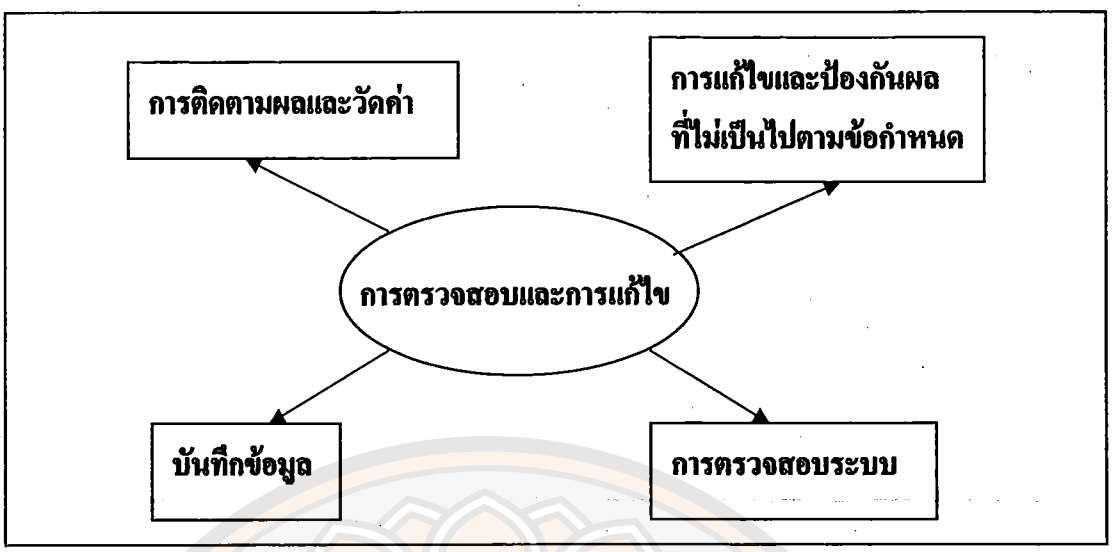


รูปที่ 2.13 การเตรียมการและแผนฉุกเฉิน

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

2.6.6.4 การตรวจสอบและแก้ไข(Checking and Corrective Action)

การวัดค่า ติดตามผล และการประเมินผล รวมทั้งการแก้ไข เป็นกิจกรรมสำคัญของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มั่นใจว่าองค์กรสามารถปฏิบัติตามโปรแกรมสิ่งแวดล้อมที่ได้แจ้งไว้ แบ่งได้เป็น 4 ข้อ ดังนี้



รูปที่ 2.14 การตรวจสอบและการแก้ไข
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

ก. การติดตามผลและการวัดค่า (Monitoring and Measurement)

รูปที่ 2.15 การติดตามผลและการวัดค่า
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

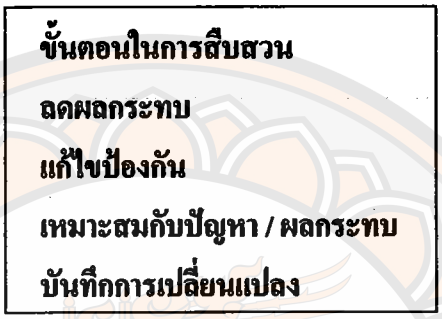
- องค์กรต้องจัดทำและรักษาเอกสารขั้นตอนการทำงานที่จะติดตามผล และวัดค่าลักษณะสำคัญอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งกิจกรรมที่อาจมีผลกระทบสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม

- ต้องมีการบันทึกข้อมูลเพื่อติดตามผลการทำงาน มีการควบคุมการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องและการปฏิบัติตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร

- เครื่องมือวัดผลต้องถูกปรับค่าให้เที่ยงตรงและบำรุงรักษา โดยมีบันทึกของกิจกรรมนี้ไว้ตามขั้นตอนการดำเนินงานขององค์กร

- องค์กรต้องจัดทำและรักษาเอกสารขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการประเมินผลเป็นระยะๆ เพื่อให้เป็นไปตามข้อบังคับและกฎหมายสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ

ข. การแก้ไขและป้องกันการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด (Non-Conformance and Corrective and Preventive Action)



รูปที่ 2.16 การแก้ไขและป้องกันผลที่ไม่ต้องการ
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

- มีการจัดทำและรักษาขั้นตอนการดำเนินงาน ที่จะให้ความรับผิดชอบและอำนาจในการจัดการ และสืบสวนการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

- จัดการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

- เริ่มทำการแก้ไขและป้องกันให้เป็นผลสำเร็จ

- การกระทำเพื่อแก้ไขและป้องกัน เพื่อกำจัดสาเหตุของการเกิดผลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดตามจริง และที่อาจเกิดขึ้น ต้องเหมาะสมกับขนาดของปัญหา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

- องค์กรต้องเริ่มปฏิบัติและจดบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำเพื่อแก้ไขและป้องกัน ในเอกสารขั้นตอนการดำเนินงาน

ข.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน ควรรวมถึงสิ่งต่อไปนี้

- หาสาเหตุของการเกิดผลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

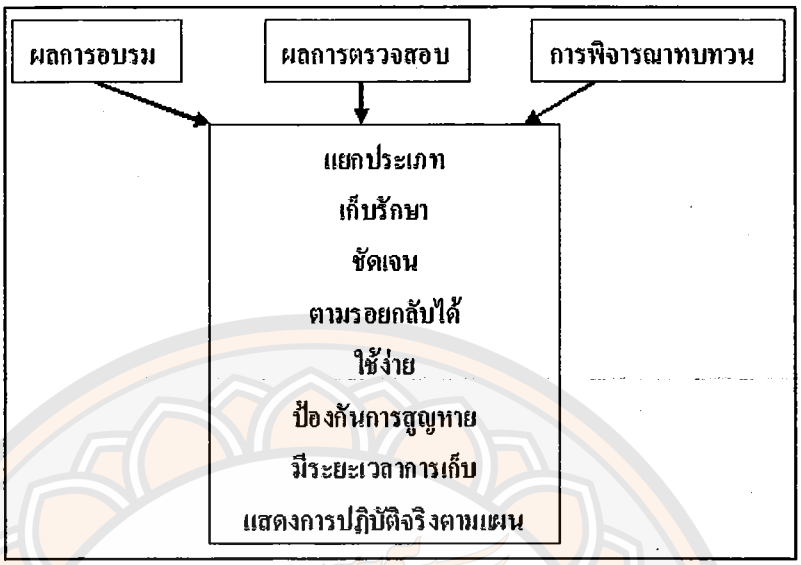
- หาและเริ่มทำการแก้ไขที่จำเป็น

- แก้ไขปรับเปลี่ยนค่าที่ใช้ในการควบคุมเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขึ้นอีก

- การแก้ไขอาจทำได้รวดเร็วและไม่เป็นทางการหรือยุ่งยากและต้องทำในระยะยาวขึ้นกับสถานการณ์และผลกระทบ

- ต้องจดบันทึกการแก้ไขและผลของการเปลี่ยนแปลง

ค. บันทึกข้อมูล (Records)



รูปที่ 2.17 บันทึกข้อมูล

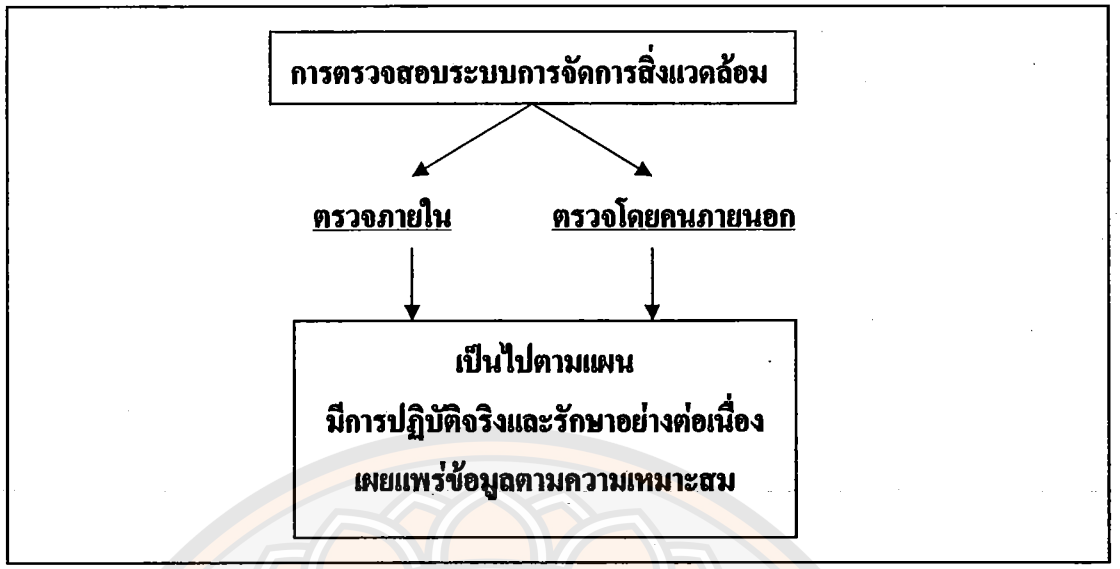
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

ค.1 จุดประสงค์ของการเก็บข้อมูล ก็เพื่อแสดงว่า

- สามารถปฏิบัติได้ตามมาตรฐาน นโยบาย และเป้าหมาย
- เหมาะสมกับระบบและองค์กร
- ให้ความสำคัญเฉพาะข้อมูลที่ต้องการเริ่มปฏิบัติดำเนินการ
- ไม่ควรเก็บข้อมูลมากเกินไป

ง. การตรวจสอบระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม (Environmental Management Systems Audit) องค์กรต้องจัดทำและรักษาโปรแกรมและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นระยะๆ เพื่อ

- หาว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นไปตามแผนสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่วางไว้ รวมทั้งความต้องการของมาตรฐานและได้รับการปฏิบัติและรักษาอย่างถูกต้อง
- ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลของการตรวจประเมินต่อผู้บริหาร โดยไม่จำเป็นต้องเผยแพร่สู่ภายนอก



รูปที่ 2.18 การตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

ง .1 ขั้นตอนการตรวจประเมิน
- ขอบเขตการตรวจประเมิน
- ความถี่และวิธีการ
- ความรับผิดชอบ
- ความต้องการในการตรวจประเมิน

ง.2 องค์ประกอบ ของการตรวจสอบควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
- กิจกรรมที่ต้องการตรวจประเมิน
- วิธีตรวจประเมิน
- การตรวจประเมินภายใน หรือการใช้ผู้อื่นจากภายนอก

2.6.6.5 การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร (Management Review)

องค์ประกอบที่ 5 ของข้อกำหนดตามมาตรฐาน ISO 14001 คือ การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร (Management Review) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องต่อระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กร

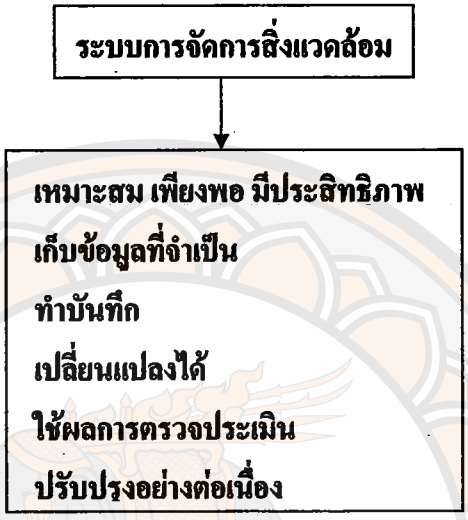
ก. การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร (Management Review) ตามข้อกำหนดของมาตรฐาน ISO 14001 ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต้องพิจารณาทบทวนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามระยะเวลาที่กำหนดไว้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่า

- มีความเหมาะสม เพียงพอ และมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง
- ข้อมูลที่จำเป็นถูกเก็บมาใช้ในการพิจารณา

- มีการบันทึกการพิจารณา ผลสังเกต ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ

- มีความจำเป็นที่จะต้องเปลี่ยนนโยบาย วัตถุประสงค์ เป้าหมาย และองค์ประกอบอื่นของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือไม่

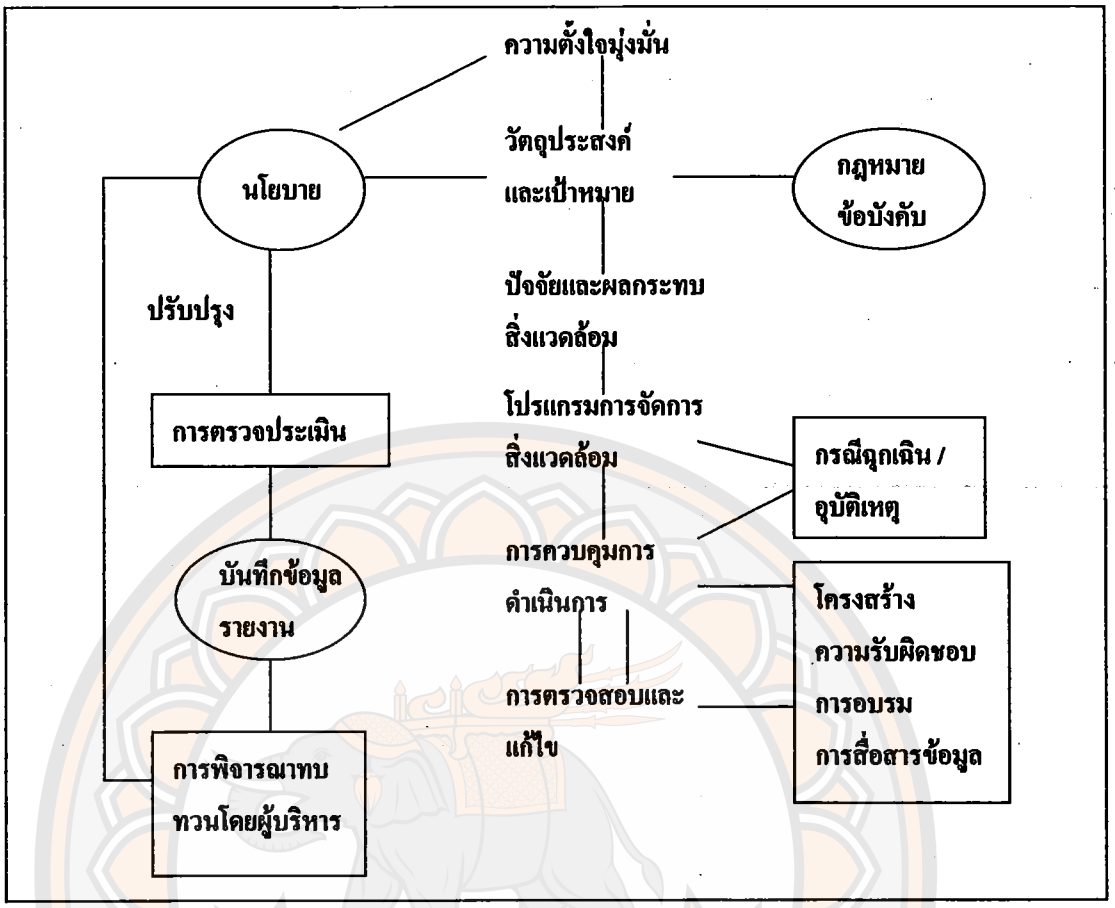
ข. ข้อมูลในการพิจารณา ควรดูจากข้อมูลดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.19 หัวข้อการพิจารณาโดยผู้บริหาร

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

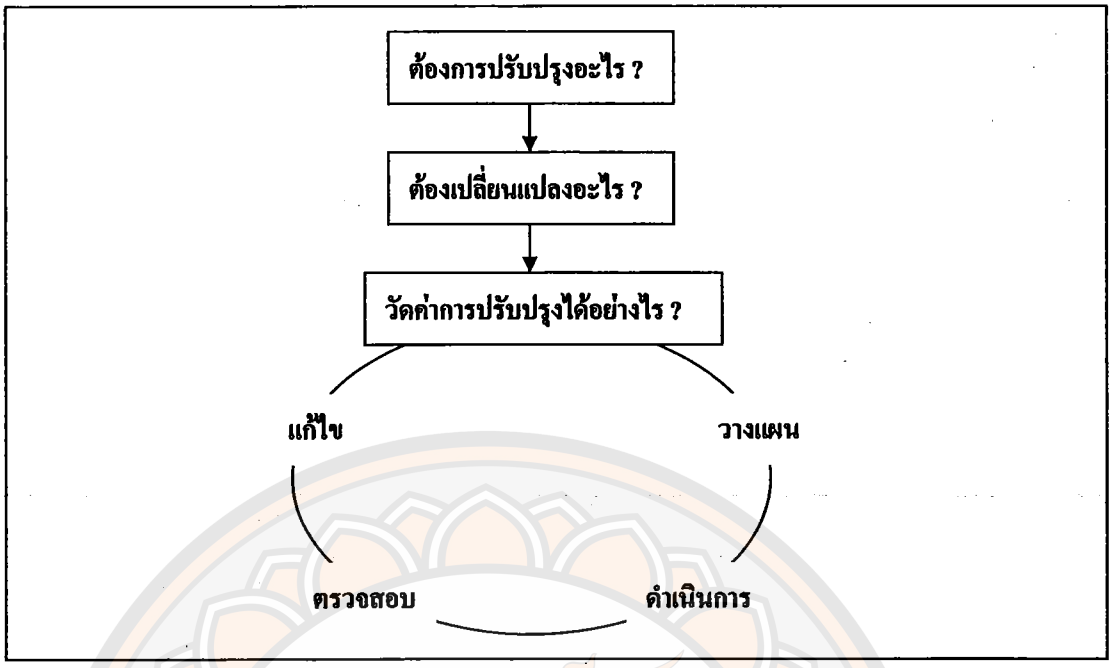
ค. การตรวจประเมิน เพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ได้วางไว้ อาจจะให้บุคคลภายนอกเข้ามาตรวจประเมิน หรืออาจจัดตั้งคณะทำงานขึ้นภายในองค์กรเพื่อตรวจประเมิน เพื่อใช้ผลการตรวจประเมินประกอบในการพิจารณาทบทวนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม และปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อยๆ โดยมีการรักษาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ขึ้นด้วย



รูปที่ 2.20 การรักษาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

ง. การปรับปรุงให้ดีขึ้น แนวทางสำหรับผู้บริหารระดับสูงที่หาทางปรับปรุงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นเรื่อยๆ อาจทำให้ด้วยการพิจารณา โมเดลการปรับปรุง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.21 โมเดลการปรับปรุง
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

2.6.7 ประโยชน์ของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

2.6.7.1 มีนโยบายสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสม

2.6.7.2 บ่งชี้ผลสิ่งแวดล้อมที่เกิดจากการกระทำ ผลิตภัณฑ์หรือการบริการขององค์กรในอดีตปัจจุบัน หรือตามที่วางแผนไว้ในอนาคต เพื่อหาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่มีความสำคัญ

2.6.7.3 แยกแยะความต้องการของกฎหมาย และข้อบังคับต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง

2.6.7.4 จัดความสำคัญก่อนหลัง ทำวัตถุประสงค์และเป้าหมายสิ่งแวดล้อมให้ตรงความสำคัญนั้น

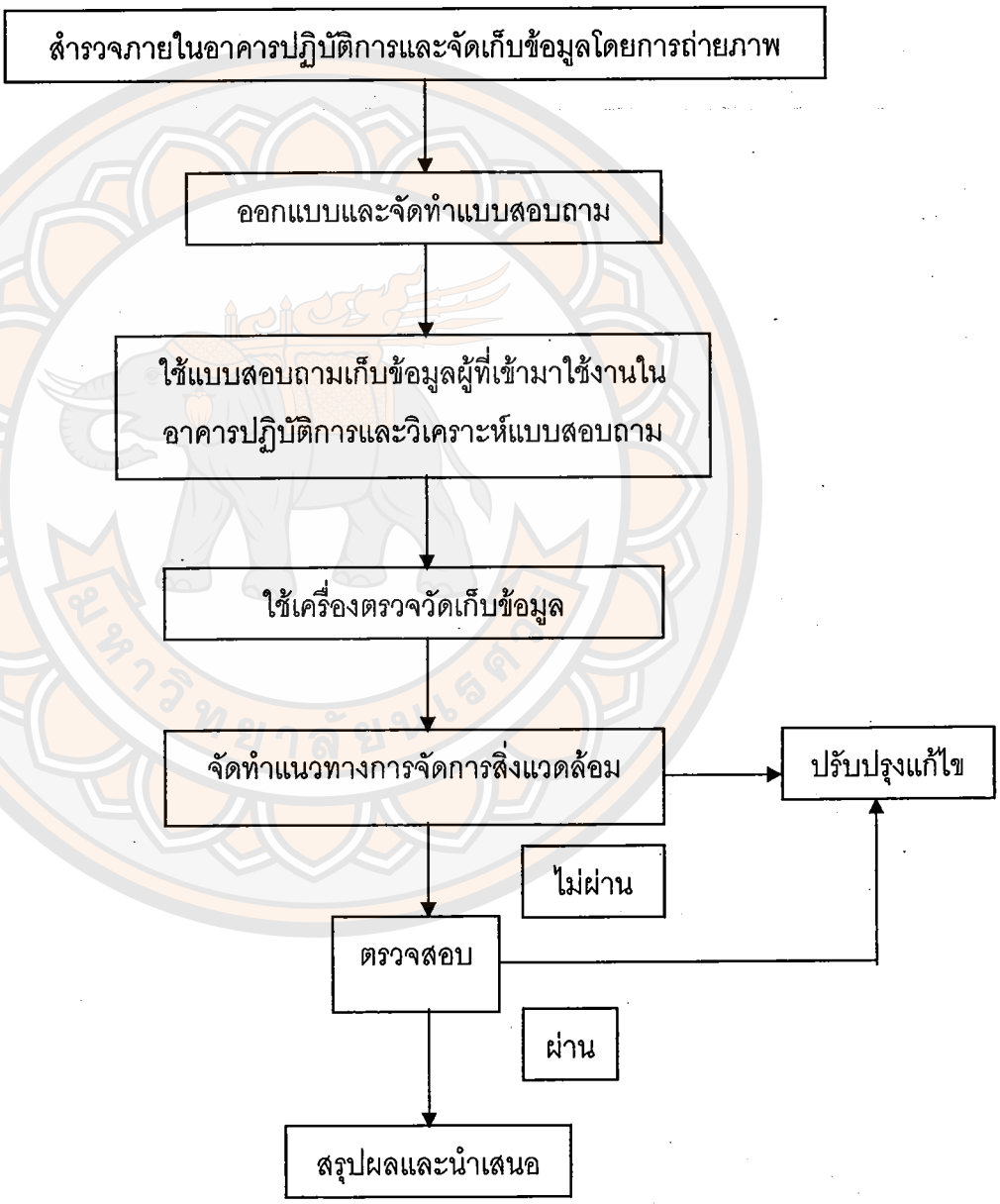
2.6.7.5 จัดทำโครงสร้างและโปรแกรม เพื่อนำไปปฏิบัติตามนโยบาย ให้บรรลุถึงวัตถุประสงค์ และเป้าหมาย

2.6.7.6 ช่วยในการวางแผน ควบคุม ติดตามผล แก้ไข ตรวจสอบและทบทวน เพื่อให้แน่ใจว่าทั้งนโยบายและระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมมีความเหมาะสมอยู่เสมอ

2.6.7.7 สามารถปรับเปลี่ยนระบบให้เข้ากับสถานการณ์ที่เปลี่ยนไปได้

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเพื่อเสนอแนวทางในการปรับปรุงปัญหาและการจัดการสิ่งแวดล้อมในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้



รูปที่ 3.1 รูปแสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

จากรูปที่ 3.1 เป็นรูปที่แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย ซึ่งการดำเนินงานได้เริ่มตั้งแต่การสำรวจและเก็บข้อมูลของอาคารปฏิบัติการ โดยการถ่ายรูปและสอบถามจากครูช่าง เพื่อจะได้เห็นถึงสภาพปัจจุบันของอาคารปฏิบัติการ ขั้นที่สองทำการออกแบบสอบถามและจัดทำแบบสอบถาม เพื่อเก็บข้อมูลและทราบถึงปัญหาเกี่ยวกับสภาพแวดล้อมในด้านต่าง ๆ ของอาคารปฏิบัติการ แล้วนำข้อมูลเหล่านั้นมาวิเคราะห์จากนั้นทาการตรวจวัดด้วยเครื่องมือวัดเพื่อที่จะได้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและจัดทำแนวทางการปรับปรุง ซึ่งรายระเอียดในการดำเนินงานมีดังนี้

3.1 การสำรวจและเก็บข้อมูลอาคาร

ขั้นตอนในการสำรวจและการเก็บข้อมูลอาคารนี้จะเป็นการสำรวจทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยแบ่งการสำรวจออกเป็นด้านต่างๆดังนี้

3.1.1 สำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

สำรวจปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้นในอาคารปฏิบัติการ โดยทำการเก็บข้อมูล

3.1.1.1 ถ่ายรูป

คือทำการถ่ายรูปอาคารปฏิบัติการทั้งภายในและภายนอกอาคาร โดยละเอียดเพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาต่างๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ซึ่งขั้นตอนการถ่ายรูปจะมีการแบ่งเป็นโซน ดังนี้

ก. โซนภายนอกอาคาร

ข. โซนภายในอาคารแบ่งเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นบน และชั้นล่างของอาคาร

ข.1 ชั้นล่าง

ข.1.1 ห้องวัสดุ

ข.1.2 ห้องพักอาจารย์

ข.1.3 ห้องเก็บผลงาน

ข.1.4 เครื่องจักรต่างๆ เช่น เครื่องกลึง เครื่องกัด เครื่องไส เครื่องปั๊มขึ้นรูป เครื่องเจาะ เครื่องตัด และเครื่องเจียร เป็นต้น

ข.1.5 จุดเชื่อม

ข.1.6 ห้องเก็บเครื่องมือ

ข.1.7 ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก

ข.1.8 ห้องปฏิบัติการ CNC

ข.1.9 ห้องไฟ

ข.1.10 ห้องเก็บอุปกรณ์งานเชื่อม

ข.1.11 ห้องน้ำนิสิต

ข.2 ชั้นบน

ข.2.1 ห้องเรียน

ข.2.2 ห้องปฏิบัติการนิวเมติกส์

ข.2.3 ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา

ข.2.4 ห้องส่องกล้องจุลทรรศน์

ข.2.5 ห้องปฏิบัติวิเคราะห์ธาตุ

ข.2.6 ห้องแม่บ้าน

ข.2.7 ห้องปฏิบัติการเคมี

ข.2.8 ห้องเก็บสารเคมี

ข.2.9 ห้องน้ำอาจารย์

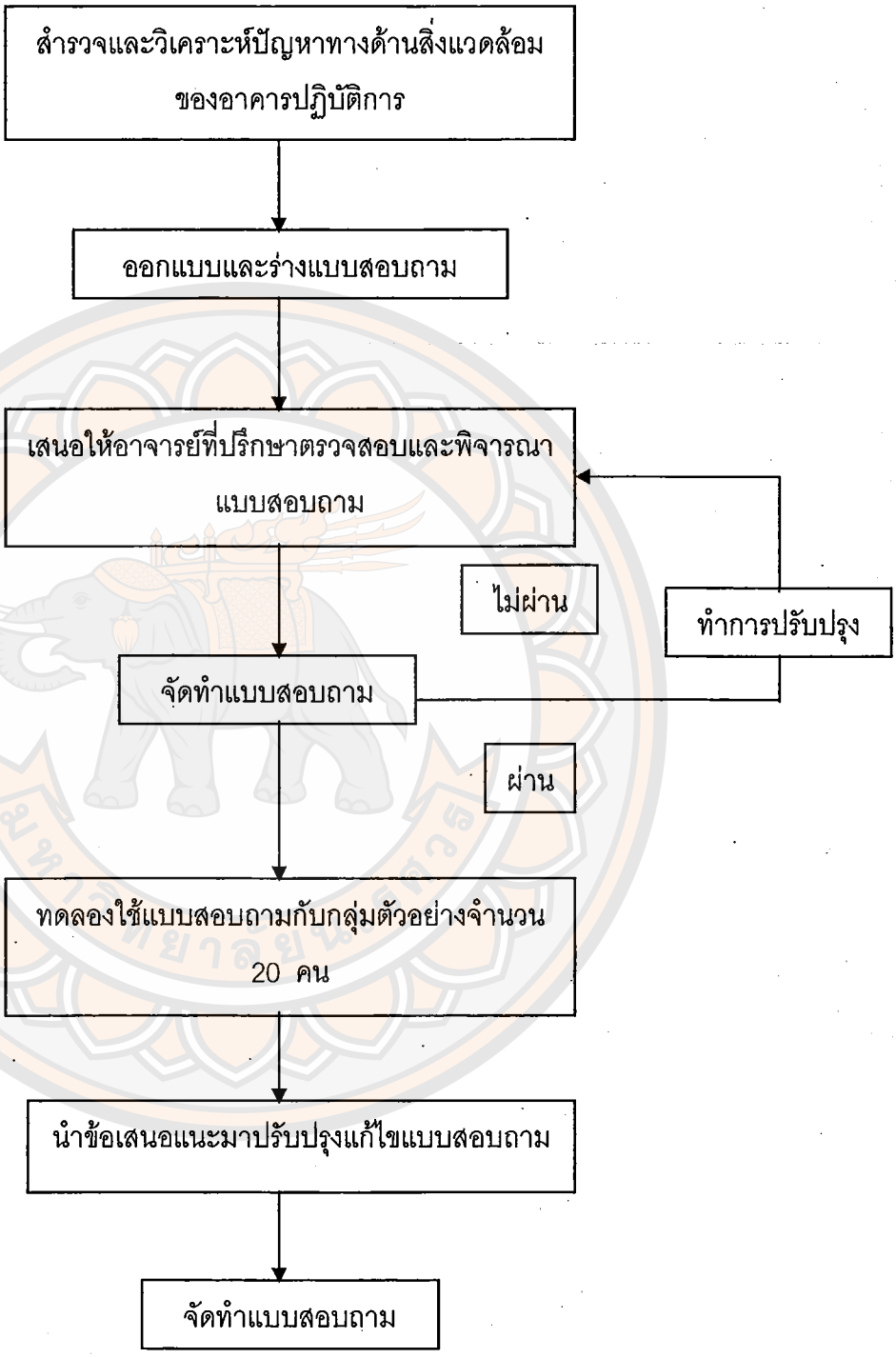
ข.2.10 ห้องน้ำนิสิต

ข.2.11 ห้องศึกษาทางวัสดุ

3.1.2 สำรวจข้อมูลผู้ใช้อาคาร

โดยสำรวจจากตารางการใช้งานอาคารตั้งแต่ปีการศึกษา 1/2552 – 2/2552

3.2 ออกแบบและจัดทำแบบสอบถาม



รูปที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการทำแบบสอบถาม

จากรูปที่ 3.2 เป็นรูปที่แสดงขั้นตอนการทำแบบสอบถาม โดยขั้นแรกนั้นทำการสำรวจเพื่อศึกษาปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมของอาคารปฏิบัติการ เพื่อนำมากำหนดรูปแบบและออกแบบและร่างแบบสอบถามเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อพิจารณาว่ามีข้อผิดพลาดหรือไม่ เมื่ออาจารย์ที่ปรึกษาเห็นว่ามีความเหมาะสมก็จัดทำแบบสอบถามขึ้น แล้วนำไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 20คน เพื่อที่จะได้นำข้อเสนอแนะในเรื่องการออกแบบสอบถามมาปรับปรุงแก้ไข เมื่อทำการรับปรุงเสร็จจะสร้างแบบสอบถามที่ใช้ในการเก็บข้อมูลจริงขึ้นมา เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูล

3.3 ใช้แบบสอบถามเก็บข้อมูลผู้ที่เข้ามาใช้งานในอาคารปฏิบัติการและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม

3.3.1 เก็บข้อมูลโดยการถ่ายรูป

เพื่อนำมาวิเคราะห์สภาพปัจจุบันภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

3.3.2 เก็บข้อมูลจากแบบสอบถาม

เพื่อนำมาวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นในด้านต่าง ๆ

1) วิเคราะห์ปัญหาด้านแสงสว่าง
2) วิเคราะห์ปัญหาด้านเสียง
3) วิเคราะห์ปัญหาด้านความร้อน
4) วิเคราะห์ปัญหาด้านฝุ่นละออง
5) วิเคราะห์ปัญหาด้านน้ำทิ้ง

3.4 วางแผนเสนอแนวทางการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อมที่เกิดขึ้น ในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

3.5 จัดทำแนวทางการจัดการปัญหาสิ่งแวดล้อม

โดยนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจมาเสนอแนวทางการปรับปรุงอาคารปฏิบัติงาน

3.6 สรุปและนำเสนอผลงานที่จัดทำ

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์

4.1 ผลการสำรวจและเก็บข้อมูลอาคาร

ขั้นตอนการสำรวจเก็บข้อมูลนั้นจะแบ่งออกเป็นการเก็บข้อมูลทั้งภายในและภายนอกซึ่งภายในนั้นจะแบ่งเป็นส่วนของชั้นบนและชั้นล่างรวมไปถึงภายในห้องต่างๆ ส่วนภายนอกจะเก็บข้อมูลโดยรอบมีขอบเขตแค่พื้นที่รอบชายคาเท่านั้น

4.1.1 วิธีการสำรวจและเก็บข้อมูลเบื้องต้นของอาคาร

ในการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของอาคารปฏิบัติการจะใช้วิธีการสามวิธีหลัก ได้แก่

4.1.1.1 การถ่ายรูป

ผู้จัดทำโครงการทำการถ่ายรูปอาคารปฏิบัติการ ทั้งภายในและภายนอกอาคารโดยละเอียด ซึ่งขั้นตอนการถ่ายรูปในครั้งนี้จะมีการเก็บภาพถ่ายไว้โดยมีการแบ่งโซน ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการแบ่งโซนพื้นที่ถ่ายรูป

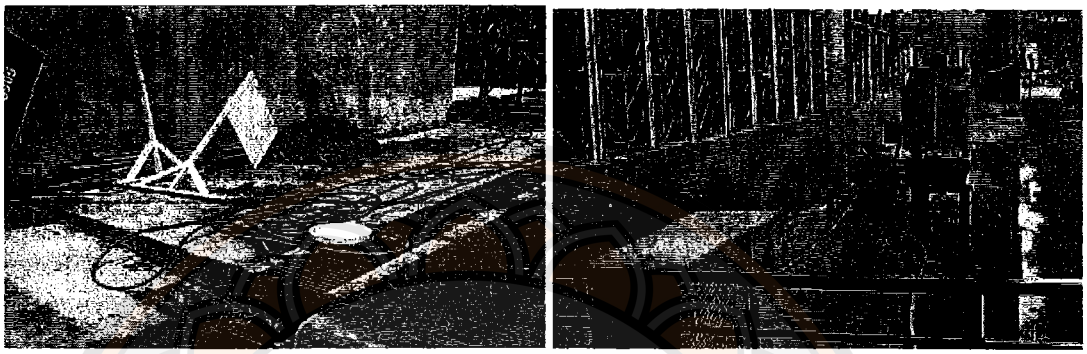
แบ่งโซน	พื้นที่การถ่ายภาพ
โซนภายนอก	ในบริเวณรอบชายคา
โซนภายใน	**ชั้นบน** 1) ห้องศึกษาทางวัสดุ 2) ห้องเรียน 3) ห้องปฏิบัติการนิวเมติกส์ 4) ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา 5) ห้องส่องกล้องจุลทรรศน์

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ตารางแสดงการแบ่งโซนพื้นที่ถ่ายรูป

การแบ่งโซน	**พื้นที่การถ่ายภาพ**
โซนภายใน	6) ห้องปฏิบัติวิเคราะห์ธาตุ 7) ห้องเก็บสารเคมี 8) ห้องน้ำอาจารย์ 9) ห้องน้ำนิสิต 10) ห้องปฏิบัติการเคมี
	<u>ชั้นล่าง</u> 1) ห้องวัสดุ 2) ห้องพักอาจารย์ 3) ห้องเก็บผลงาน 4) ห้องเก็บเครื่องมือ 5) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก 6) ห้องปฏิบัติการ CNC 7) ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า 8) ห้องเก็บอุปกรณ์งานเชื่อม 9) ห้องน้ำนิสิต 10) ห้องแม่บ้าน 11) พื้นที่ปฏิบัติงานกลึงและงานเจียร 12) พื้นที่ปฏิบัติงานไส 13) พื้นที่ปฏิบัติงานกัด 14) พื้นที่ปฏิบัติงานตัด 15) พื้นที่ปฏิบัติงานเจาะ 16) พื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อม 17) พื้นที่ปฏิบัติงานตะไบ 18) พื้นที่ปฏิบัติงานปั๊มขึ้นรูป 19) พื้นที่ปฏิบัติงานหล่อขึ้นรูป

ก. โซนภายนอกอาคาร

พื้นที่บริเวณโดยรอบชายคาอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ได้ทำการสำรวจภายนอกอาคาร จะเห็นได้ว่าอาคารมีสภาพที่ค่อนข้างร้อนและไม่มีการทำความสะอาดท่อระบายน้ำทิ้งทำให้เกิดการสะสมของตะกอนสิ่งสกปรกและน้ำไหลไม่สะดวก ดังรูป



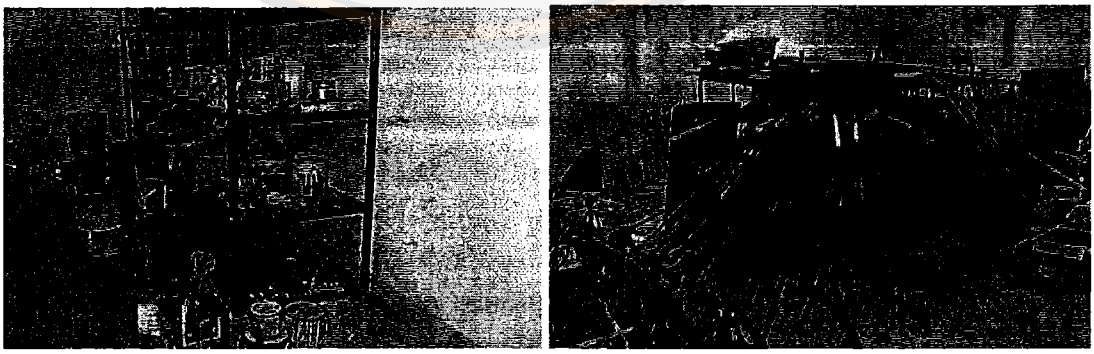
รูปที่ 4.1รูปพื้นที่บริเวณโดยรอบชายคาอาคารปฏิบัติการ

ข. ภายในอาคาร

ข.1 ชั้นล่าง

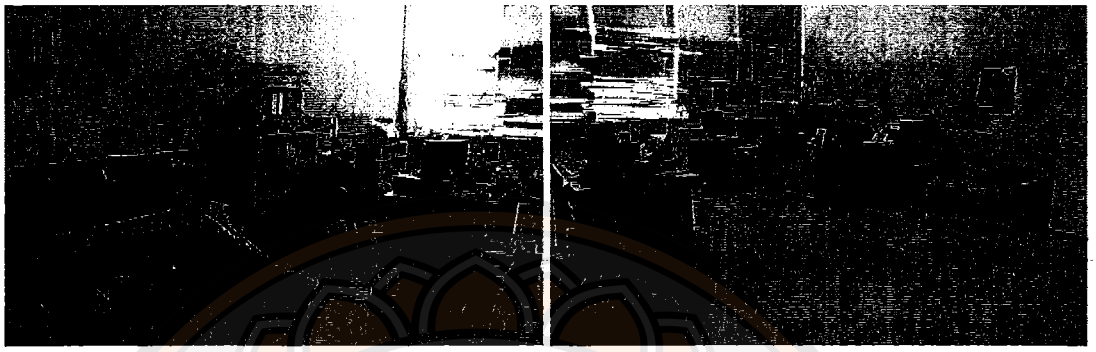
พื้นที่ชั้นล่างของอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ประกอบด้วยห้องต่างๆ ดังนี้

1) ห้องเก็บวัสดุ ภายในห้องเก็บวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเรียนการสอน และยังเป็นที่เก็บอุปกรณ์ที่ใช้ภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ภายในห้องมีการติดตั้งหลอดไฟให้ความสว่างของห้องอย่างเพียงพอแต่ขาดการจัดเก็บวัสดุให้เรียบร้อย เหล็กและอุปกรณ์ที่ใช้แล้ววางเกลื่อนกลาดยากต่อการทำความสะอาดและเกิดการสะสมของฝุ่นละอองขนาดเล็ก ดังรูป



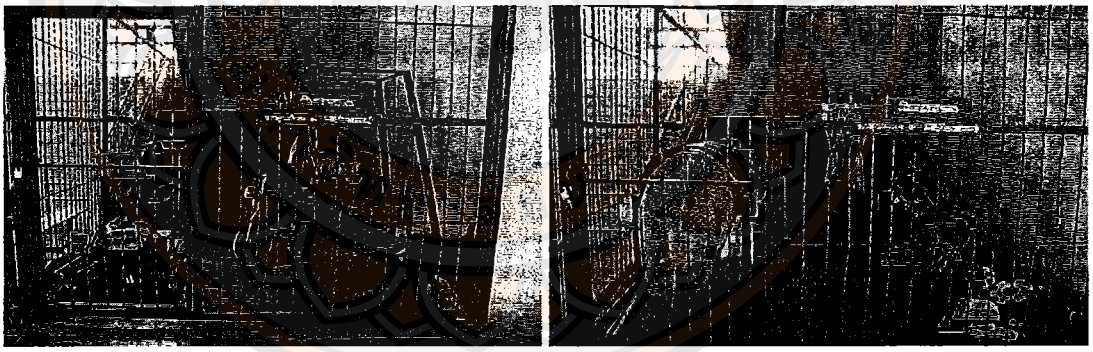
รูปที่ 4.2 รูปห้องเก็บวัสดุ

2) ห้องพักอาจารย์ห้องพักอาจารย์ ภายในห้องมีการติดตั้งม่านกรองแสงและมีการติดตั้งระบบปรับอากาศเพื่อลดอุณหภูมิความร้อนที่เกิดขึ้น แต่ยังมีเสียงรบกวนจากการทำงานของเครื่องจักรเนื่องจากอยู่ใกล้จุดปฏิบัติงานตัดและงานกลึง ดังรูป



รูปที่ 4.3 รูปห้องพักอาจารย์

3) ห้องเก็บผลงานได้สำรวจพบว่าห้องที่ใช้ในการเก็บผลงานเป็นห้องใต้บันไดและเป็นห้องโปร่งขาดการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอทำให้ง่ายต่อการสะสมฝุ่นละออง ดังรูป



รูปที่ 4.4 รูปห้องเก็บผลงาน

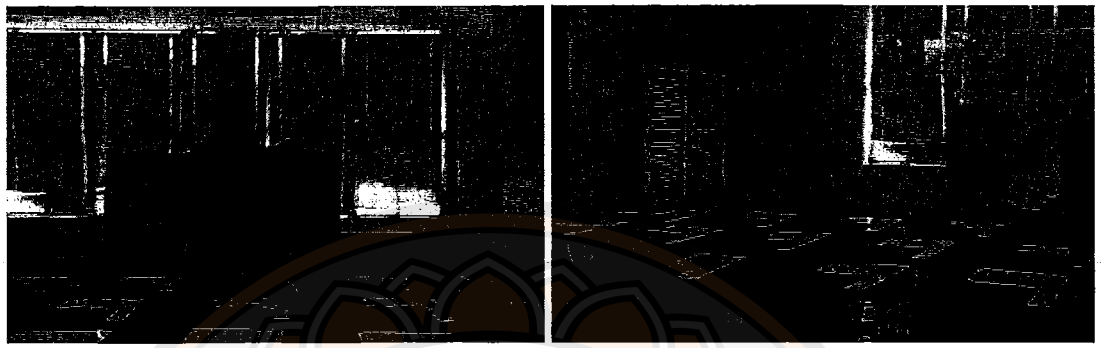
4) ห้องเก็บเครื่องมือ เป็นห้องเก็บอุปกรณ์และเครื่องมือในการปฏิบัติงานทุกงาน โดยส่วนใหญ่มีการใช้ระบบแสงสว่างจากจากธรรมชาติและมีการเข้าออกบ่อยทำให้มีการนำพาฝุ่นละอองที่ติดตัวผู้ปฏิบัติงานเข้าไปในห้องด้วย ดังรูป

รูปที่ 4.5 รูปห้องเก็บเครื่องมือ

5) ห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก เป็นห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก ภายในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก พื้นที่ภายในห้องโล่ง มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและแสงสว่างจากหลอดไฟ และมีการติดม่านกั้นแสง ดังรูป

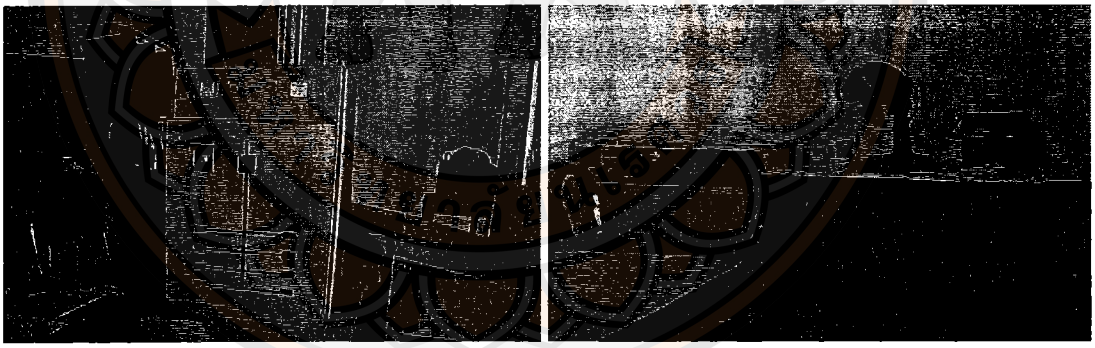
รูปที่ 4.6 รูปห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก

6) ห้องปฏิบัติการ CNC เป็นห้องปฏิบัติการ CNC เป็นห้องที่เก็บเครื่องจักรที่มีราคาสูง เพื่อการเรียนรู้ มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและแสงสว่างจากหลอดไฟมีการติดม่านบังแสงแดดจากภายนอก ดังรูป



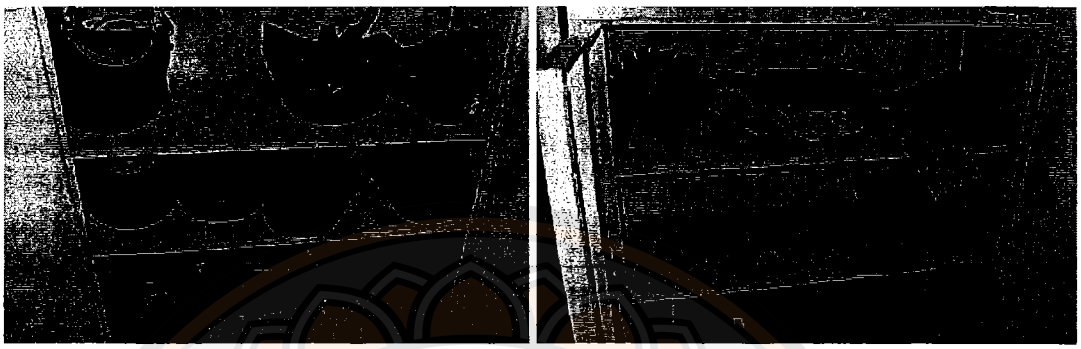
รูปที่ 4.7 รูปห้องปฏิบัติการ CNC

7) ห้องไฟ เป็นห้องที่ใช้ควบคุมไฟฟ้าภายในอาคารทั้งหมดซึ่งภายในห้องมีสิ่งของที่ไม่จำเป็นเก็บไว้ ทำให้ยากต่อการทำความสะอาด และเกิดการสะสมของฝุ่นละออง ดังรูป



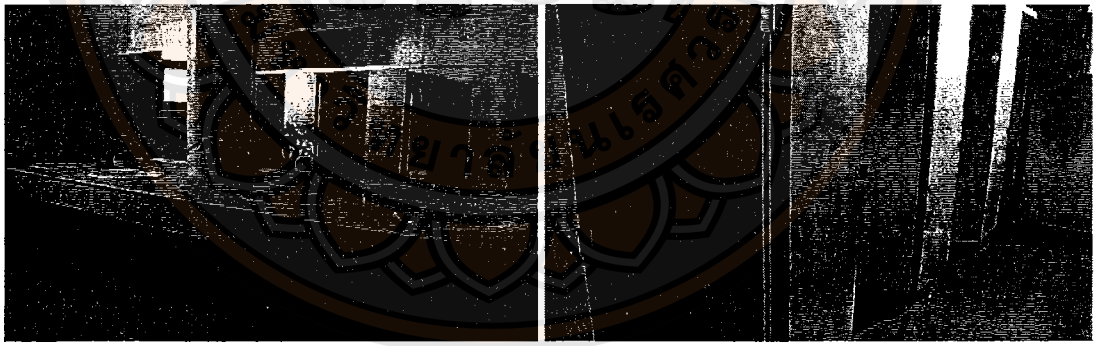
รูปที่ 4.8 ห้องไฟ

8) ห้องเก็บอุปกรณ์งานเชื่อม เป็นห้องเก็บอุปกรณ์งานเชื่อมและผลงานเชื่อมของนิสิต ซึ่งได้ต่อเติมขึ้นตรงใต้บันไดทางขึ้นชั้นสอง ภายในห้องมีการติดหลอดไฟให้แสงสว่าง แต่พื้นที่แคบ และมีความอบอ้าว ดังรูป



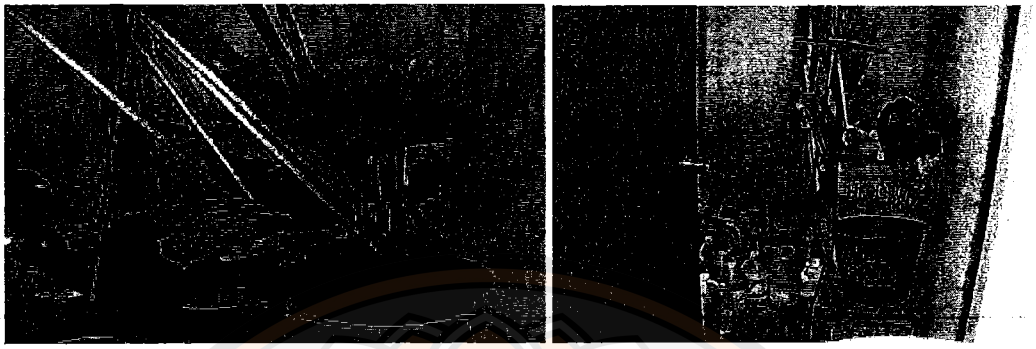
รูปที่ 4.9 รูปห้องเก็บอุปกรณ์งานเชื่อม

9) ห้องน้ำนิสิต เป็นพื้นที่ห้องน้ำนิสิตชั้นล่าง มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ และจากหลอดไฟ ซึ่งภายในค่อนข้างสกปรกเนื่องจากคราบน้ำมันและผงฝุ่นต่าง ๆ ที่เกิดจากการที่นิสิตเข้ามาล้างมือหรือทำธุระส่วนตัว ดังรูป



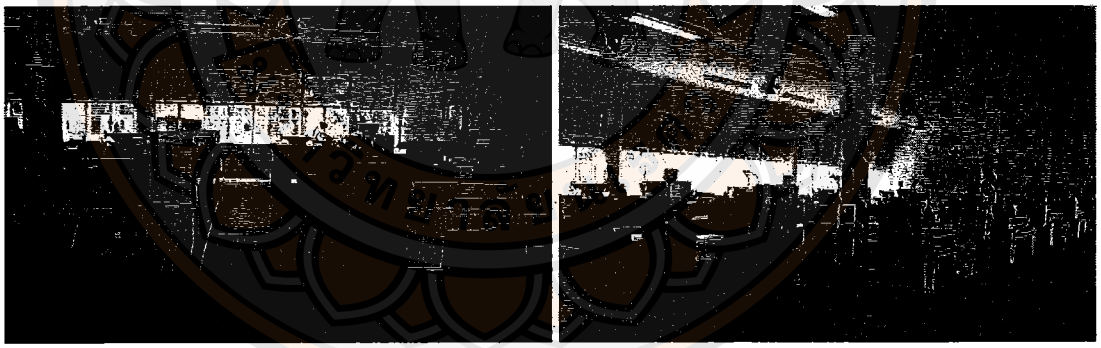
รูปที่ 4.10 รูปห้องน้ำนิสิต

10) ห้องแม่บ้าน เป็นบริเวณห้องเก็บของ อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการทำความสะอาดของแม่บ้านซึ่งค่อนข้างแคบและมืด ดังรูป



รูปที่ 4.11 ห้องแม่บ้าน

11) โซนของพื้นที่เครื่องกลึง เป็นบริเวณที่ใช้ในการปฏิบัติงานกลึง มีการติดตั้งหลอดไฟและใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและมีการใช้กระดาษปิดกระจกป้องกันแสงสว่างจ้าเกินไปจากภายนอก นอกจากนี้มีการติดตั้งพัดลมเพื่อลดความร้อนขณะทำงาน



รูปที่ 4.12 รูปเครื่องกลึง

12) โซนของพื้นที่เครื่องไส เป็นบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงานไส มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและมีการติดตั้งหลอดไฟให้ความสว่างนอกจากนี้ยังมีการติดพัดลมเพื่อลดความร้อนขณะทำงาน ดังรูป

รูปที่ 4.13 รูปเครื่องไส

13) โซนของพื้นที่เครื่องเจียร เป็นพื้นที่การปฏิบัติงานเจียร ซึ่งอยู่รวมกับจุดปฏิบัติงานกลึงจึงมีการใช้ระบบแสงสว่างและพัดลมร่วมกับงานกลึง ดังรูป

รูปที่ 4.14 รูปเครื่องเจียร

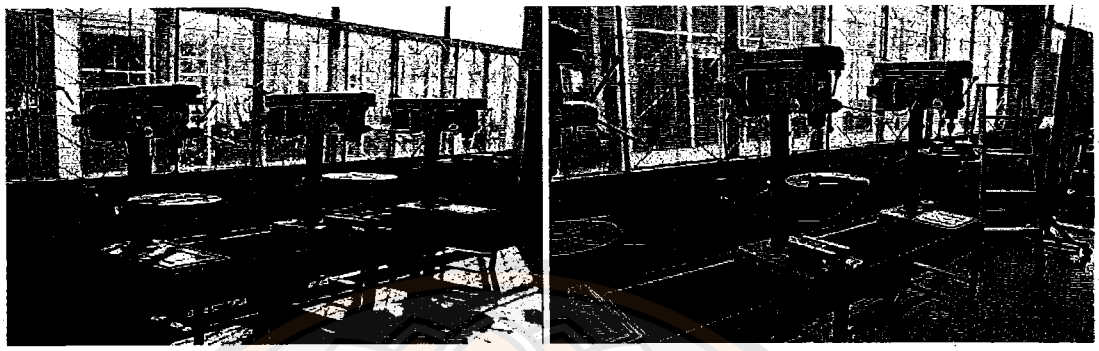
14) โซนของพื้นที่เครื่องกัด เป็นบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในการปฏิบัติงานกัด เป็นบริเวณที่โล่งกว้างอากาศผ่านเข้าได้สะดวก โดยปกติจะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในการปฏิบัติงาน ดังรูป

รูปที่ 4.15 รูปเครื่องกัด

15) โซนของพื้นที่เครื่องตัด เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานตัดโลหะเส้นและ เครื่องตัดโลหะแผ่น ซึ่งจะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในตอนกลางวันและมีการติดตั้งหลอดไฟให้แสงสว่างหากใช้ในช่วงกลางคืน ดังรูป

รูปที่ 4.16 รูปเครื่องตัด

16) โซนของพื้นที่เครื่องเจาะ เป็นบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในงานเจาะ จากรูปจะเห็นได้ว่าบริเวณงานเจาะเป็นจุดที่ใช้แสงสว่างจากธรรมชาติในการทำงานแต่ปริมาณแสงมากเกินไป ดังรูป

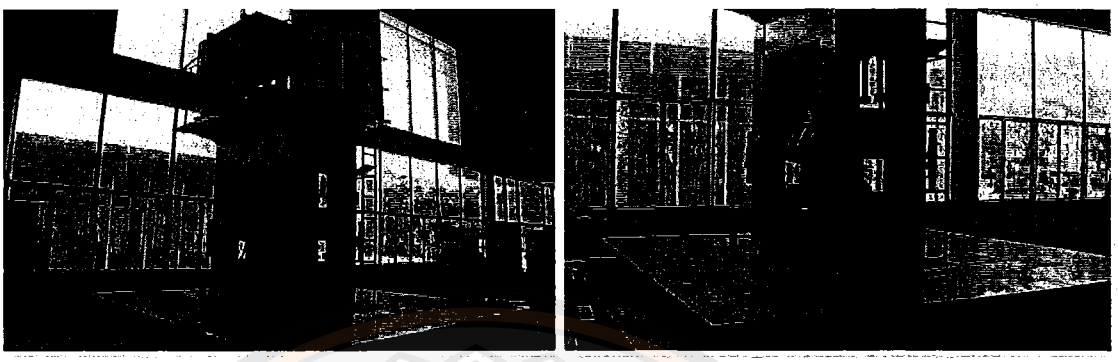


รูปที่ 4.17 รูปเครื่องเจาะ

17) โซนของพื้นที่จุดเชื่อม เป็นพื้นที่ปฏิบัติงานเชื่อม ภายในพื้นที่ในการปฏิบัติงานเชื่อมมีการติดตั้งหลอดไฟให้ความสว่างขณะปฏิบัติงาน มีการใช้พัดลมช่วยระบายความร้อนและมีท่อดูดอากาศที่เกิดจากการเชื่อมให้ไปสู่ภายนอกอาคาร ดังรูป

รูปที่ 4.18 รูปจุดเชื่อม

18) โซนของพื้นที่เครื่องปั๊มขึ้นรูป เป็นบริเวณพื้นที่ที่ใช้ในงานปั๊มขึ้นรูป จะใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและไม่มีการใช้งานบ่อยมากนัก ดังรูป



รูปที่ 4.19 รูปเครื่องปั๊มขึ้นรูป

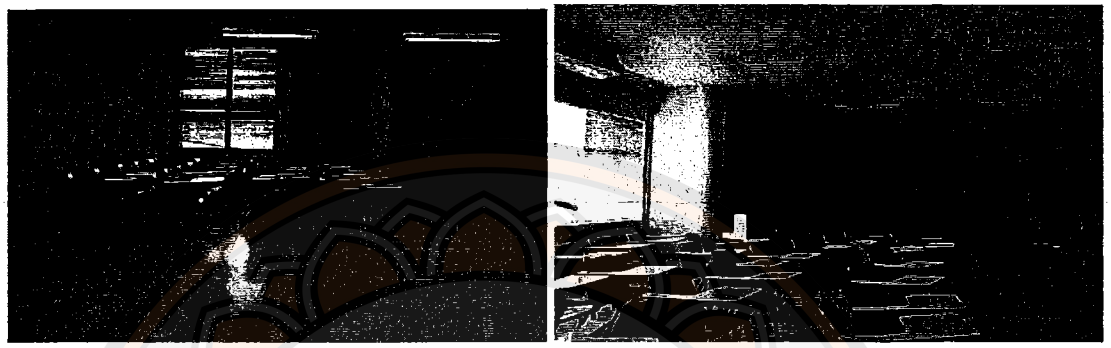
19) โซนของพื้นที่งานหล่อขึ้นรูปโลหะ เป็นบริเวณพื้นที่ปฏิบัติงานหล่อขึ้นรูปโลหะ มีการใช้แสงสว่างจากธรรมชาติและเป็นจุดที่เกิดความร้อนสูงแต่ไม่มีการใช้งานบ่อยมากนัก ดังรูป

รูปที่ 4.20 รูปพื้นที่งานหล่อขึ้นรูปโลหะ

1.2.2 ชั้นบน

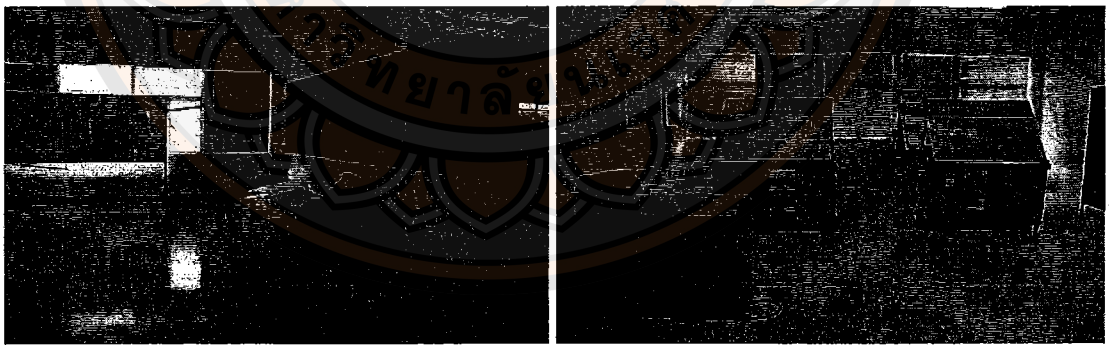
พื้นที่ชั้นบนของอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ประกอบด้วยห้องต่าง ๆ ดังนี้

1) ห้องเรียน เป็นห้องที่ใช้ในการเรียนการสอนเกี่ยวกับทฤษฎี ซึ่งภายในห้องมีการติดตั้งหลอดไฟให้ความสว่างและเครื่องปรับอากาศแต่ค่อนข้างสกปรกเนื่องจากผงฝุ่นต่าง ๆ ดังรูป



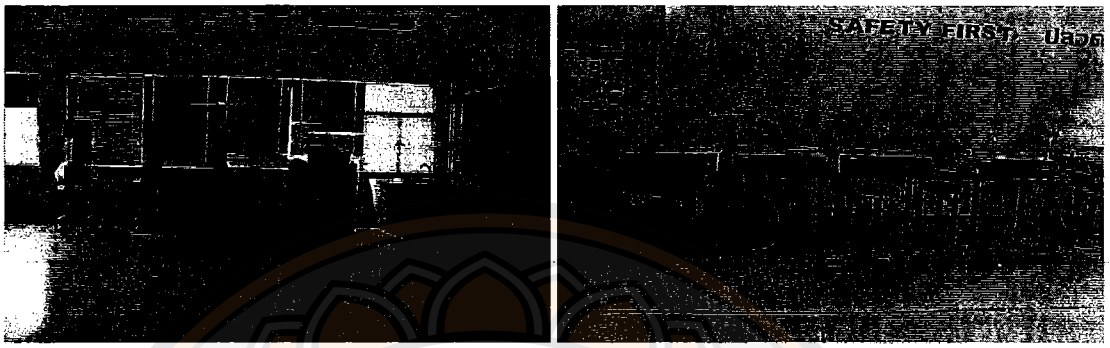
รูปที่ 4.21 ห้องเรียน

2) ห้องปฏิบัติการนิวเมติกส์ จากเป็นห้องปฏิบัติการนิวเมติกส์ ซึ่งภายในห้องค่อนข้างโล่ง มีการติดหลอดไฟให้ความสว่างและใช้แสงจากธรรมชาติ นอกจากนี้ยังมีการติดม่านบังแสงจากภายนอกอีกด้วย ดังรูป



รูปที่ 4.22 ห้องปฏิบัติการนิวเมติกส์

3) ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา เป็นห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา ภายในห้องมีการติดตั้งพัดลมเพดานระบายความร้อน มีการติดตั้งหลอดไฟและใช้แสงสว่างจากธรรมชาติ และติดม่านกันแสงเพื่อป้องกันความร้อนเข้ามาในห้อง ดังรูป

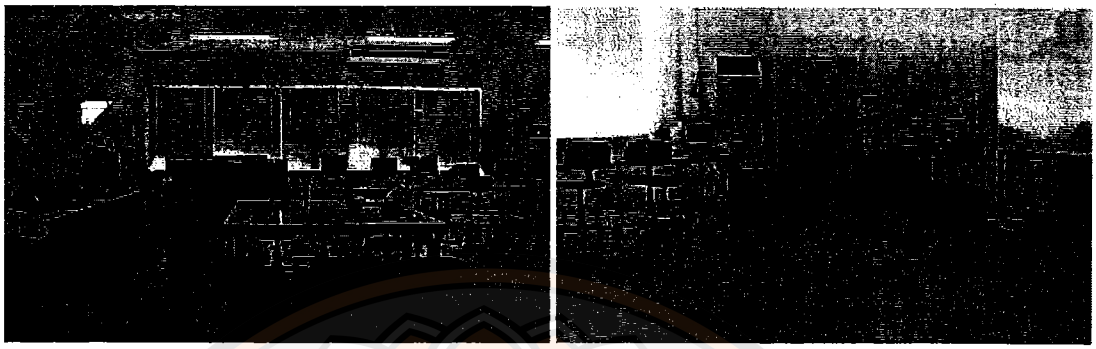


รูปที่ 4.23 ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา

4) ห้องส่องกล้องจุลทรรศน์ เป็นห้องที่ใช้ในการส่องกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งภายในห้องมีการจัดเก็บกล้องจุลทรรศน์เป็นอย่างดี มีระบบปรับอากาศและแสงสว่างที่เพียงพอ เพราะตัวกล้องจุลทรรศน์มีราคาที่แพง จึงต้องมีการดูแลเป็นอย่างดี ดังรูป

รูปที่ 4.24 ห้องส่องกล้องจุลทรรศน์

5) ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุ เป็นห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุ มีการติดตั้งระบบปรับอากาศและติดตั้งหลอดไฟให้แสงสว่างที่เพียงพอ ดังรูป

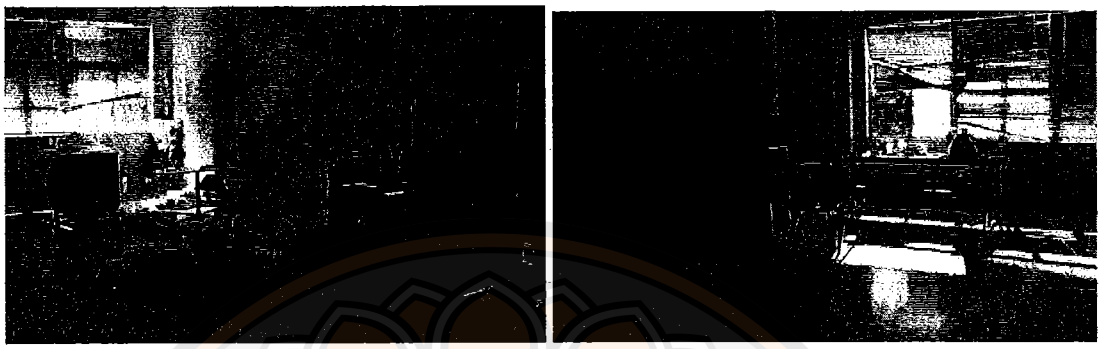


รูปที่ 4.25 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ธาตุ

6) ห้องปฏิบัติการทางเคมี เป็นห้องที่ใช้ในการเรียนการสอนของภาควิชาเคมี ซึ่งภายในห้องมีการติดหลอดไฟให้ความสว่างและมีการติดพัดลมเพดานระบายความร้อน ดังรูป

รูปที่ 4.26 ห้องปฏิบัติการทางเคมี

7) ห้องเก็บสารเคมี เป็นห้องที่ใช้เก็บสารเคมี ซึ่งภายในห้องมีการจัดเก็บสารเคมีที่มิดชิด มีการติดตั้งหลอดไฟให้ความสว่างตอดม่านกันแสงจากภายนอกแต่ม่านค่อนข้างเก่าและพังไปบ้าง ดังรูป

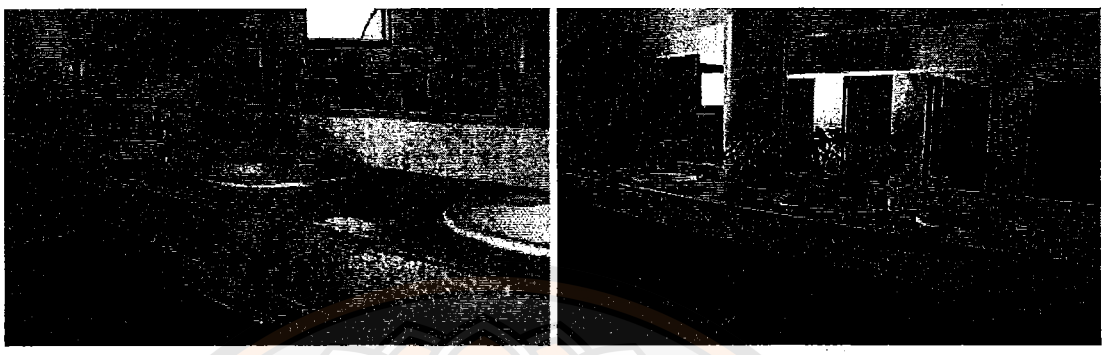


รูปที่ 4.27 ห้องเก็บสารเคมี

8) ห้องน้ำอาจารย์ เป็นห้องน้ำอาจารย์ ซึ่งภายในห้องน้ำมีความสะอาด และเป็นระเบียบเรียบร้อย มีการติดหลอดไฟให้ความสว่าง ดังรูป

รูปที่ 4.28 ห้องน้ำอาจารย์

9) ห้องน้ำนิสิต เป็นพื้นที่ห้องน้ำนิสิตชั้นบน ซึ่งภายในค่อนข้างสกปรกเนื่องจากคราบน้ำมันและผงฝุ่นต่างๆ ที่เกิดจากการที่นิสิตเข้ามาล้างมือหรือทำธุระส่วนตัว ดังรูป



รูปที่ 4.29 ห้องน้ำนิสิต

4.1.1.2 การสำรวจข้อมูลผู้ใช้อาคาร

ตารางที่ 4.2 แสดงจำนวนนิสิตที่ใช้อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการภาคเรียนที่ 1/2552

ที่	รหัสวิชา	รายวิชา	ชั้นปี					
			1	2	3	4	5 ขึ้นไป	รวม
1	301101	Engineering Tools and Operations	302	43	22	45	4	416
2	301212	Manufacturing Processes II	0	0	136	55	50	241

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนนิสิตที่ใช้อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการภาคเรียนที่ 2/2552

ที่	รหัสวิชา	รายวิชา	ชั้นปี					
			1	2	3	4	5 ขึ้นไป	รวม
1	301101	Engineering Tools and Operations	302	43	22	45	4	416
2	301211	Manufacturing Processes I	0	1	246	10	34	291
3	301314	Tool Engineering	0	0	122	20	10	152
4	301472	Industrial Engineering Laboratory	0	0	0	115	2	117

จากการสำรวจข้อมูลผู้ใช้อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ โดยใช้ข้อมูลจากตารางการใช้อาคารปีการศึกษา 1/2552 – 2/2552 พบว่าจะมีรายวิชาหลัก ที่ใช้อาคารปฏิบัติการเป็นแหล่งเรียนรู้ อยู่ 5 รายวิชา ทั้ง 5 รายวิชาจะแบ่งอยู่ในสองภาคเรียน ภาคเรียนที่ 1 จะมีสามรายวิชา คือ

(301211) Manufacturing Processes I ซึ่งจะมีการใช้พื้นที่การเรียนรู้ภายในห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา ปฏิบัติการหล่อขึ้นรูปโลหะ ปฏิบัติการงานไส และงานกัด

(301101) Engineering Tools And Operations ซึ่งจะมีการใช้พื้นที่การเรียนรู้การปฏิบัติการงานตะไบ งานกลึง และงานเชื่อม

(301472) Industrial Engineering Laboratory ซึ่งจะมีการใช้พื้นที่ในการเรียนรู้ภายในห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีพลาสติก และห้องปฏิบัติการCNC

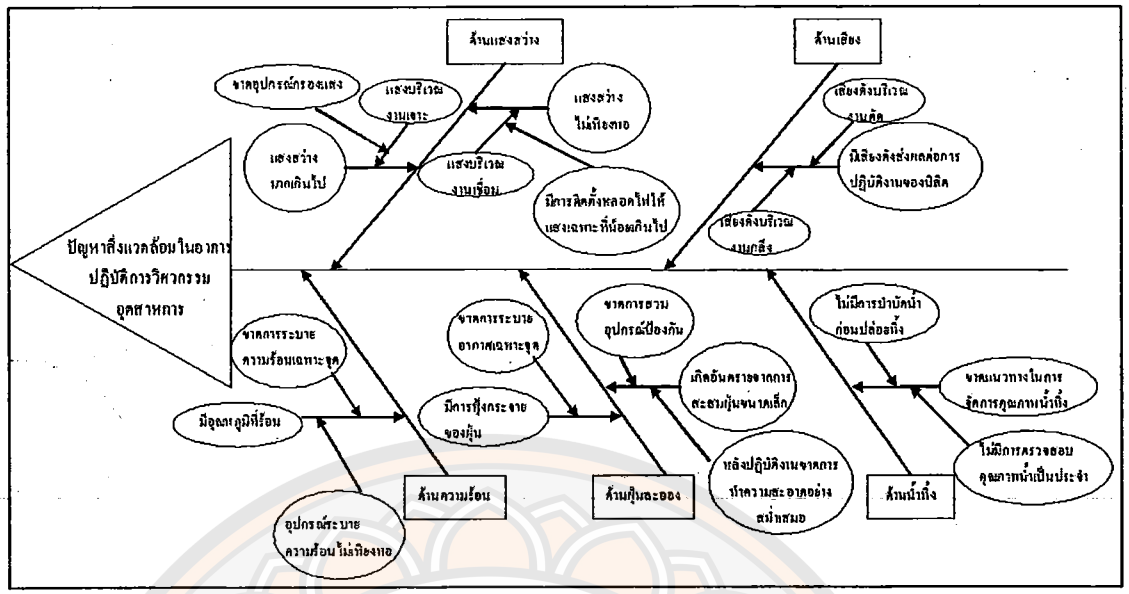
ส่วนภาคเรียนที่ 2 จะมีสองรายวิชา คือ(301212) Manufacturing Processes II ซึ่งจะมีการใช้พื้นที่ในการเรียนรู้การปฏิบัติการงานกลึง และงานกัด

(301314) Tool Engineering ซึ่งจะมีการใช้พื้นที่การเรียนรู้การปฏิบัติงานปั๊มขึ้นรูปส่วนรายวิชาอื่น ๆ ที่เพิ่มขึ้นมาก็จะเป็น รายวิชาที่เปิดให้กับนิสิตที่ตกแผน หรือเปิดขึ้นเพื่อเป็นวิชาเลือก

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจหน้างาน และแบบสอบถาม

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากการสำรวจหน้างาน

จากการเก็บข้อมูลเบื้องต้นของอาคารปฏิบัติการ โดยการถ่ายรูปจะเห็นว่า ปัจจุบันอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการมีสภาพปัญหาสิ่งแวดล้อม ได้แก่ ด้านแสงสว่าง โดยแบ่งเป็นแสงสว่างมากเกินไป คือ บริเวณงานเจาะ มีแสงจ้ามาก ขาดอุปกรณ์กรองแสง และบริเวณที่แสงสว่างไม่เพียงพอ คือ บริเวณงานเชื่อม มีการติดตั้งหลอดไฟให้แสงเฉพาะที่น้อยเกินไปและหลอดไฟที่มีอยู่ก็ไม่ติด ด้านเสียง แบ่งเป็นบริเวณงานตัด ซึ่งส่งเสียงดัง และบริเวณงานกลึงหากมีการปฏิบัติงานพร้อมกันทุกเครื่องจะส่งเสียงดัง ด้านความร้อน โดยรวมของสภาพอาคารมีอุณหภูมิที่ร้อน ขาดการระบายความร้อนเฉพาะจุด อุปกรณ์ระบายความร้อนไม่เพียงพอ ด้านฝุ่นละออง ขณะปฏิบัติงานมีการฟุ้งกระจาย ขาดการระบายอากาศเฉพาะจุด ขาดการสวมอุปกรณ์ป้องกัน หลังปฏิบัติงานขาดการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ ด้านน้ำทิ้ง ไม่มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง ไม่มีบ่อบำบัด ขาดแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้ง ซึ่งทางกลุ่มได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาออกมาในรูปของแผนผังก้างปลา ดังนี้



รูปที่ 4.30 แผนผังก้างปลาแสดงปัญหาสิ่งแวดล้อมภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม

จากการออกแบบสอบถามผู้ที่เข้ามาปฏิบัติงานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการโดยใช้จำนวนทั้งหมด 120 คน ซึ่งแบ่งเป็นชั้นปีละ 30 คน ได้แก่ ชั้นปีที่ 1 ชั้นปีที่ 2 ชั้นปีที่ 3 และชั้นปีที่ 4 ขึ้นไป แล้วนำผลที่ได้จากแบบสอบถามมาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม SPSSซึ่งจะช่วยในการวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยแบ่งผลที่ได้ออกเป็นห้าด้าน ได้แก่ ด้านแสงสว่าง ด้านเสียง ด้านความร้อน ด้านฝุ่นละออง ด้านน้ำทิ้ง ดังตารางต่อไปนี้

4.2.2.1 ด้านแสงสว่าง

กำหนดให้ H0 : มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

H1 : ไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความคิดเห็นด้านแสงสว่างของแต่ละชั้นปี

ANOVA

rating of topic

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	16.012	3	5.337	12.548	.000
Within Groups	49.342	116	.425		
Total	65.353	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:rating of topic

	(I) year	(J) year	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.42067	.16840	.065	-.0183	.8596
		ชั้นปีที่ 3	1.01767*	.16840	.000	.5787	1.4566
		ชั้นปีที่ 4	.59900*	.16840	.003	.1600	1.0380
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.42067	.16840	.065	-.8596	.0183
		ชั้นปีที่ 3	.59700*	.16840	.003	.1580	1.0360
		ชั้นปีที่ 4	.17833	.16840	.715	-.2606	.6173
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.01767*	.16840	.000	-1.4566	-.5787
		ชั้นปีที่ 2	-.59700*	.16840	.003	-1.0360	-.1580
		ชั้นปีที่ 4	-.41867	.16840	.067	-.8576	.0203
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-.59900*	.16840	.003	-1.0380	-.1600
		ชั้นปีที่ 2	-.17833	.16840	.715	-.6173	.2606
		ชั้นปีที่ 3	.41867	.16840	.067	-.0203	.8576
LSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.42067*	.16840	.014	.0871	.7542
		ชั้นปีที่ 3	1.01767*	.16840	.000	.6841	1.3512
		ชั้นปีที่ 4	.59900*	.16840	.001	.2655	.9325
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.42067*	.16840	.014	-.7542	-.0871
		ชั้นปีที่ 3	.59700*	.16840	.001	.2635	.9305
		ชั้นปีที่ 4	.17833	.16840	.292	-.1552	.5119
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.01767*	.16840	.000	-1.3512	-.6841
		ชั้นปีที่ 2	-.59700*	.16840	.001	-.9305	-.2635
		ชั้นปีที่ 4	-.41867*	.16840	.014	-.7522	-.0851
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-.59900*	.16840	.001	-.9325	-.2655
		ชั้นปีที่ 2	-.17833	.16840	.292	-.5119	.1552
		ชั้นปีที่ 3	.41867*	.16840	.014	.0851	.7522

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.5 ตารางค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านแสงสว่างในแต่ละชั้นปี

Homogeneous Subsets

rating of topic

	year	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD[a]	ชั้นปีที่ 3	30	2.8030		
	ชั้นปีที่ 4	30	3.2217	3.2217	
	ชั้นปีที่ 2	30		3.4000	3.4000
	ชั้นปีที่ 1	30			3.8207
	Sig.		.067	.715	.065
Duncan[a]	ชั้นปีที่ 3	30	2.8030		
	ชั้นปีที่ 4	30		3.2217	
	ชั้นปีที่ 2	30		3.4000	
	ชั้นปีที่ 1	30			3.8207
	Sig.		1.000	.292	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สรุปผล

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan เพื่อแบ่งกลุ่มความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญของนิสิตแต่ละชั้นปี ในเรื่องค่าเฉลี่ยทางด้านแสงสว่างสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ชั้นปีที่ 3 อยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีความคิดเห็นค่าเฉลี่ยน้อยสุด เท่ากับ 2.80 ในกลุ่มที่ 2 จะมีชั้นปีที่ 4 และ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.22 และ 3.40 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองชั้นปีนั้นไม่มีไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญในกลุ่มที่ 3 จะมีชั้นปีที่ 1 และเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.82 แต่ชั้นปีที่ 3 ที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และชั้นปีที่ 1 อยู่ในกลุ่มที่ 3 จะมีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะเห็นได้ว่า ในชั้นปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านแสงสว่างต่ำที่สุด

4.2.2.2 ด้านเสียง

กำหนดให้ H0 : มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

H1 : ไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.6 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความคิดเห็นด้านเสียงของแต่ละชั้นปี

ANOVA

rating of topic

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	22.389	3	7.463	15.165	.000
Within Groups	57.084	116	.492		
Total	79.472	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:rating of topic

	(I) year	(J) year	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.57600*	.18113	.010	.1039	1.0481
		ชั้นปีที่ 3	1.21633*	.18113	.000	.7442	1.6885
		ชั้นปีที่ 4	.50900*	.18113	.029	.0369	.9811
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.57600*	.18113	.010	-1.0481	-.1039
		ชั้นปีที่ 3	.64033*	.18113	.003	.1682	1.1125
		ชั้นปีที่ 4	-.06700	.18113	.983	-.5391	.4051
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.21633*	.18113	.000	-1.6885	-.7442
		ชั้นปีที่ 2	-.64033*	.18113	.003	-1.1125	-.1682
		ชั้นปีที่ 4	-.70733*	.18113	.001	-1.1795	-.2352
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-.50900*	.18113	.029	-.9811	-.0369
		ชั้นปีที่ 2	.06700	.18113	.983	-.4051	.5391
		ชั้นปีที่ 3	.70733*	.18113	.001	.2352	1.1795
LSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.57600*	.18113	.002	.2173	.9347
		ชั้นปีที่ 3	1.21633*	.18113	.000	.8576	1.5751
		ชั้นปีที่ 4	.50900*	.18113	.006	.1503	.8677
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.57600*	.18113	.002	-.9347	-.2173
		ชั้นปีที่ 3	.64033*	.18113	.001	.2816	.9991
		ชั้นปีที่ 4	-.06700	.18113	.712	-.4257	.2917
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.21633*	.18113	.000	-1.5751	-.8576
		ชั้นปีที่ 2	-.64033*	.18113	.001	-.9991	-.2816
		ชั้นปีที่ 4	-.70733*	.18113	.000	-1.0661	-.3486
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-.50900*	.18113	.006	-.8677	-.1503
		ชั้นปีที่ 2	.06700	.18113	.712	-.2917	.4257
		ชั้นปีที่ 3	.70733*	.18113	.000	.3486	1.0661

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.7 ตารางค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านเสียงในแต่ละชั้นปี

Homogeneous Subsets

rating of topic

	year	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD[a]	ชั้นปีที่ 3	30	2.4617		
	ชั้นปีที่ 2	30		3.1020	
	ชั้นปีที่ 4	30		3.1690	
	ชั้นปีที่ 1	30			3.6780
	Sig.		1.000	.983	1.000
Duncan[a]	ชั้นปีที่ 3	30	2.4617		
	ชั้นปีที่ 2	30		3.1020	
	ชั้นปีที่ 4	30		3.1690	
	ชั้นปีที่ 1	30			3.6780
	Sig.		1.000	.712	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สรุปผล

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan เพื่อแบ่งกลุ่มความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญของนิสิตแต่ละชั้นปี ในเรื่องความคิดเห็นของค่าเฉลี่ยทางด้านเสียงสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ชั้นปีที่ 3 อยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด เท่ากับ 2.46 ในกลุ่มที่ 2 จะมีชั้นปีที่ 2 และ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 และ 3.16 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองชั้นปีนั้นไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ ในกลุ่มที่ 3 จะมีชั้นปีที่ 1 และเป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.67 แต่ชั้นปีที่ 3 ที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และชั้นปีที่ 1 อยู่ในกลุ่มที่ 3 จะมีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะเห็นได้ว่า ในชั้นปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในด้านเสียงน้อยที่สุด

4.2.2.3 ด้านความร้อน

กำหนดให้ H0 : มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

H1 : ไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.8 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความคิดเห็นด้านความร้อนของแต่ละชั้นปี

ANOVA

rating of topic

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	50.773	3	16.924	25.787	.000
Within Groups	76.132	116	.656		
Total	126.906	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:rating of topic

	(I) year	(J) year	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.34933	.20917	.344	-.1959	.8946
		ชั้นปีที่ 3	1.67300*	.20917	.000	1.1278	2.2182
		ชั้นปีที่ 4	1.09800*	.20917	.000	.5528	1.6432
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.34933	.20917	.344	-.8946	.1959
		ชั้นปีที่ 3	1.32367*	.20917	.000	.7784	1.8689
		ชั้นปีที่ 4	.74867*	.20917	.003	.2034	1.2939
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.67300*	.20917	.000	-2.2182	-1.1278
		ชั้นปีที่ 2	-1.32367*	.20917	.000	-1.8689	-.7784
		ชั้นปีที่ 4	-.57500*	.20917	.035	-1.1202	-.0298
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-1.09800*	.20917	.000	-1.6432	-.5528
		ชั้นปีที่ 2	-.74867*	.20917	.003	-1.2939	-.2034
		ชั้นปีที่ 3	.57500*	.20917	.035	.0298	1.1202
LSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.34933	.20917	.098	-.0650	.7636
		ชั้นปีที่ 3	1.67300*	.20917	.000	1.2587	2.0873
		ชั้นปีที่ 4	1.09800*	.20917	.000	.6837	1.5123
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.34933	.20917	.098	-.7636	.0650
		ชั้นปีที่ 3	1.32367*	.20917	.000	.9094	1.7380
		ชั้นปีที่ 4	.74867*	.20917	.001	.3344	1.1630
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.67300*	.20917	.000	-2.0873	-1.2587
		ชั้นปีที่ 2	-1.32367*	.20917	.000	-1.7380	-.9094
		ชั้นปีที่ 4	-.57500*	.20917	.007	-.9893	-.1607
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-1.09800*	.20917	.000	-1.5123	-.6837
		ชั้นปีที่ 2	-.74867*	.20917	.001	-1.1630	-.3344
		ชั้นปีที่ 3	.57500*	.20917	.007	.1607	.9893

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.9 ตารางค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านความร้อนในแต่ละชั้นปี

Homogeneous Subsets

rating of topic

	year	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD[a]	ชั้นปีที่ 3	30	1.9680		
	ชั้นปีที่ 4	30		2.5430	
	ชั้นปีที่ 2	30			3.2917
	ชั้นปีที่ 1	30			3.6410
	Sig.		1.000	1.000	.344
Duncan[a]	ชั้นปีที่ 3	30	1.9680		
	ชั้นปีที่ 4	30		2.5430	
	ชั้นปีที่ 2	30			3.2917
	ชั้นปีที่ 1	30			3.6410
	Sig.		1.000	1.000	.098

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สรุปผล

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan เพื่อแบ่งกลุ่มความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญของนิสิตแต่ละชั้นปี ในเรื่องค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านความร้อน สามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ชั้นปีที่ 3 อยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด เท่ากับ 1.96 ในกลุ่มที่ 2 จะมีชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.54 และในกลุ่มที่ 3 จะมีชั้นปีที่ 2 และ ชั้นปีที่1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.29 และ 3.64 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองชั้นปีนั้นไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

แต่ชั้นปีที่ 3 ที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และชั้นปีที่ 4 อยู่ในกลุ่มที่ 2 จะมีค่ามีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะเห็นได้ว่า ในชั้นปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในด้านความร้อนน้อยที่สุด

4.2.2.4 ด้านฝุ่นละออง

กำหนดให้ H0 : มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

H1 : ไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.10 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความคิดเห็นด้านฝุ่นละอองของแต่ละชั้นปี

ANOVA

rating of topic

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	36.105	3	12.035	19.866	.000
Within Groups	70.271	116	.606		
Total	106.376	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:rating of topic

	(I) year	(J) year	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.56133*	.20096	.031	.0375	1.0852
		ชั้นปีที่ 3	1.47167*	.20096	.000	.9478	1.9955
		ชั้นปีที่ 4	1.04333*	.20096	.000	.5195	1.5672
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.56133*	.20096	.031	-1.0852	-.0375
		ชั้นปีที่ 3	.91033*	.20096	.000	.3865	1.4342
		ชั้นปีที่ 4	.48200	.20096	.083	-.0418	1.0058
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.47167*	.20096	.000	-1.9955	-.9478
		ชั้นปีที่ 2	-.91033*	.20096	.000	-1.4342	-.3865
		ชั้นปีที่ 4	-.42833	.20096	.149	-.9522	.0955
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-1.04333*	.20096	.000	-1.5672	-.5195
		ชั้นปีที่ 2	-.48200	.20096	.083	-1.0058	.0418
		ชั้นปีที่ 3	.42833	.20096	.149	-.0955	.9522
LSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.56133*	.20096	.006	.1633	.9594
		ชั้นปีที่ 3	1.47167*	.20096	.000	1.0736	1.8697
		ชั้นปีที่ 4	1.04333*	.20096	.000	.6453	1.4414
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.56133*	.20096	.006	-.9594	-.1633
		ชั้นปีที่ 3	.91033*	.20096	.000	.5123	1.3084
		ชั้นปีที่ 4	.48200*	.20096	.018	.0840	.8800
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.47167*	.20096	.000	-1.8697	-1.0736
		ชั้นปีที่ 2	-.91033*	.20096	.000	-1.3084	-.5123
		ชั้นปีที่ 4	-.42833*	.20096	.035	-.8264	-.0303
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-1.04333*	.20096	.000	-1.4414	-.6453
		ชั้นปีที่ 2	-.48200*	.20096	.018	-.8800	-.0840
		ชั้นปีที่ 3	.42833*	.20096	.035	.0303	.8264

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.11 ตารางค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านฝุ่นละอองในแต่ละชั้นปี

Homogeneous Subsets

rating of topic

	year	N	Subset for alpha = 0.05			
			1	2	3	4
Tukey HSD[a]	ชั้นปีที่ 3	30	2.0977			
	ชั้นปีที่ 4	30	2.5260	2.5260		
	ชั้นปีที่ 2	30		3.0080		
	ชั้นปีที่ 1	30			3.5693	
	Sig.		.149	.083	1.000	
Duncan[a]	ชั้นปีที่ 3	30	2.0977			
	ชั้นปีที่ 4	30		2.5260		
	ชั้นปีที่ 2	30			3.0080	
	ชั้นปีที่ 1	30				3.5693
	Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สรุปผล

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan เพื่อแบ่งกลุ่มความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญของนิสิตแต่ละชั้นปี ในเรื่องค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านฝุ่นละอองสามารถแบ่งได้ 4 กลุ่มหลัก ได้แก่ชั้นปีที่ 3 อยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด เท่ากับ 2.09 ในกลุ่มที่ 2 จะมีชั้นปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.52 ในกลุ่มที่ 3 จะมีชั้นปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.00 ในกลุ่มที่ 4 จะมีชั้นปีที่1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.56 แต่ชั้นปีที่ 3 ที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และชั้นปีที่ 1 อยู่ในกลุ่มที่ 4 จะมีค่าความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะเห็นได้ว่า ในชั้นปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในด้านฝุ่นละอองน้อยที่สุด

4.2.2.5 ด้านน้ำทิ้ง

กำหนดให้ H0 : มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

H1 : ไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

ตารางที่ 4.12 ตารางเปรียบเทียบค่าความแตกต่างค่าเฉลี่ยความคิดเห็นด้านน้ำทิ้งของแต่ละชั้นปี

ANOVA

rating of topic

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	45.442	3	15.147	18.199	.000
Within Groups	96.550	116	.832		
Total	141.992	119			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:rating of topic

	(I) year	(J) year	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
						Lower Bound	Upper Bound
Tukey HSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.61667*	.23556	.049	.0026	1.2307
		ชั้นปีที่ 3	1.70000*	.23556	.000	1.0860	2.3140
		ชั้นปีที่ 4	.98333*	.23556	.000	.3693	1.5974
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.61667*	.23556	.049	-1.2307	-.0026
		ชั้นปีที่ 3	1.08333*	.23556	.000	.4693	1.6974
		ชั้นปีที่ 4	.36667	.23556	.407	-.2474	.9807
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.70000*	.23556	.000	-2.3140	-1.0860
		ชั้นปีที่ 2	-1.08333*	.23556	.000	-1.6974	-.4693
		ชั้นปีที่ 4	-.71667*	.23556	.015	-1.3307	-.1026
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-.98333*	.23556	.000	-1.5974	-.3693
		ชั้นปีที่ 2	-.36667	.23556	.407	-.9807	.2474
		ชั้นปีที่ 3	.71667*	.23556	.015	.1026	1.3307
LSD	ชั้นปีที่ 1	ชั้นปีที่ 2	.61667*	.23556	.010	.1501	1.0832
		ชั้นปีที่ 3	1.70000*	.23556	.000	1.2334	2.1666
		ชั้นปีที่ 4	.98333*	.23556	.000	.5168	1.4499
	ชั้นปีที่ 2	ชั้นปีที่ 1	-.61667*	.23556	.010	-1.0832	-.1501
		ชั้นปีที่ 3	1.08333*	.23556	.000	.6168	1.5499
		ชั้นปีที่ 4	.36667	.23556	.122	-.0999	.8332
	ชั้นปีที่ 3	ชั้นปีที่ 1	-1.70000*	.23556	.000	-2.1666	-1.2334
		ชั้นปีที่ 2	-1.08333*	.23556	.000	-1.5499	-.6168
		ชั้นปีที่ 4	-.71667*	.23556	.003	-1.1832	-.2501
	ชั้นปีที่ 4	ชั้นปีที่ 1	-.98333*	.23556	.000	-1.4499	-.5168
		ชั้นปีที่ 2	-.36667	.23556	.122	-.8332	.0999
		ชั้นปีที่ 3	.71667*	.23556	.003	.2501	1.1832

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ตารางที่ 4.13 ตารางค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านน้ำทิ้งในแต่ละชั้นปี

Homogeneous Subsets

rating of topic

	year	N	Subset for alpha = 0.05		
			1	2	3
Tukey HSD[a]	ชั้นปีที่ 3	30	1.9917		
	ชั้นปีที่ 4	30		2.7083	
	ชั้นปีที่ 2	30		3.0750	
	ชั้นปีที่ 1	30			3.6917
	Sig.		1.000	.407	1.000
Duncan[a]	ชั้นปีที่ 3	30	1.9917		
	ชั้นปีที่ 4	30		2.7083	
	ชั้นปีที่ 2	30		3.0750	
	ชั้นปีที่ 1	30			3.6917
	Sig.		1.000	.122	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 30.000.

สรุปผล

จากการทดสอบทางสถิติโดยใช้วิธี Duncan เพื่อแบ่งกลุ่มความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญของนิสิตแต่ละชั้นปี ในเรื่องค่าเฉลี่ยความคิดเห็นทางด้านน้ำทิ้งสามารถแบ่งได้ 3 กลุ่มหลัก ได้แก่ชั้นปีที่ 3 อยู่ในกลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยน้อยสุด เท่ากับ 1.99 ในกลุ่มที่ 2 จะมีชั้นปีที่ 4 และชั้นปีที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.70 และ 3.07 ตามลำดับ ซึ่งทั้งสองชั้นปีนั้นไม่มีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ และในกลุ่มที่ 3 จะมีชั้นปีที่1 เป็นกลุ่มที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเท่ากับ 3.69 แต่ชั้นปีที่ 3 ที่อยู่ในกลุ่มที่ 1 และชั้นปีที่ 1 อยู่ในกลุ่มที่ 3 จะมีค่ามีความแตกต่างกันด้านค่าเฉลี่ยความคิดเห็นอย่างมีนัยสำคัญ

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติจะเห็นได้ว่า ในชั้นปีที่ 3 มีค่าเฉลี่ยความคิดเห็นในด้านน้ำทิ้งน้อยที่สุด

ตารางที่ 4.14 แสดงการวิเคราะห์แบบสอบถามที่ใช้วัดความคิดเห็นในแต่ละด้าน

ประเด็นวัดความคิดเห็น	N=120				
	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	%	เฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
1. ด้านแสงสว่าง					
1.1 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานกลึงเพียงพอ	600	416	69.33	3.47	พอใช้
1.2 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจียรเพียงพอ	600	403	67.17	3.36	พอใช้
1.3 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานตัดโลหะเพียงพอ	600	409	68.17	3.41	พอใช้
1.4 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานไสเพียงพอ	600	411	68.50	3.43	พอใช้
1.5 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานกัดโลหะเพียงพอ	600	414	69.00	3.45	พอใช้
1.6 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจาะเพียงพอ	600	367	61.17	3.06	พอใช้
1.7 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานตะไบเพียงพอ	600	411	68.50	3.43	พอใช้
1.7 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเชื่อมเพียงพอ	600	382	63.67	3.18	พอใช้
1.9 มีความสว่างในห้องเรียนเพียงพอ	600	403	67.17	3.36	พอใช้
1.9 มีความสว่างในห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา	600	409	68.17	3.41	พอใช้
1.10 กระจกฝ้าและหน้าต่างมีความสะอาด แสงผ่านได้เต็มที่	600	387	64.50	3.23	พอใช้
1.11 มีการทาสีเพดาน กำแพง และจุดบริเวณปฏิบัติงาน ให้แลดูสว่าง	600	388	64.67	3.23	พอใช้
1.12 มีการติดตั้งหลอดไฟให้แสงเฉพาะที่หรือปรับความสว่างได้	600	379	63.17	3.16	พอใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์แบบสอบถามที่ใช้วัดความคิดเห็นในแต่ละด้าน

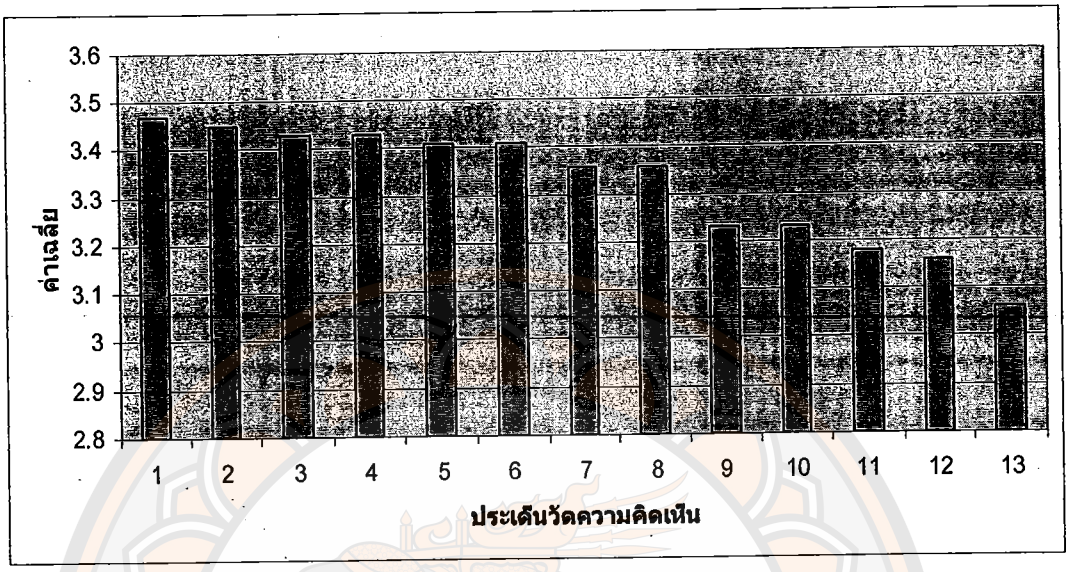
ประเด็นวัดความคิดเห็น	N=120				
	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	%	เฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
2. ด้านเสียง					
2.1 มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานกลึงพอดี	600	366	61.00	3.05	พอใช้
2.2 มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานตัดพอดี	600	362	60.33	3.02	พอใช้
2.3 มีระดับทางเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจียรพอดี	600	375	62.50	3.13	พอใช้
2.4 มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานไสพอดี	600	383	63.83	3.19	พอใช้
2.5 มีระดับเสียงในจุดปฏิบัติงานกัดโลหะพอดี	600	385	64.17	3.21	พอใช้
2.6 มีระดับเสียงในจุดปฏิบัติงานเชื่อมพอดี	600	380	63.33	3.17	พอใช้
2.7 มีระดับเสียงที่ไม่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนิสิต	600	361	60.17	3.01	พอใช้
3. ด้านความร้อน					
3.1 มีการป้องกันความร้อนของอาคารสถานที่โดยใช้ฉนวนบุกั้นบนหลังคาหรือกำแพง	600	376	62.67	3.13	พอใช้
3.2 มีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนขณะปฏิบัติงาน เช่น พัดลม	600	360	60.00	3.00	พอใช้
3.3 มีการใช้หรือการปรับปรุงการระบายความร้อนเฉพาะจุด	600	345	57.5	2.88	พอใช้
3.4 มีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนที่เพียงพอขณะปฏิบัติงาน	600	344	57.33	2.87	พอใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ) แสดงการวิเคราะห์แบบสอบถามที่ใช้วัดความคิดเห็นในแต่ละด้าน

ประเด็นวัดความคิดเห็น	N=120				
	คะแนนเต็ม	คะแนนรวม	%	เฉลี่ย	ผลวิเคราะห์
3.5 ภายในอาคารมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน	600	340	56.67	2.83	พอใช้
3.6 ความร้อนไม่ได้ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนิสิต	600	311	51.83	2.59	พอใช้
4. ด้านฝุ่นละออง					
4.1 ไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการปฏิบัติงาน	600	338	56.33	2.82	พอใช้
4.2 ไม่มีอันตรายจากการสะสมฝุ่นขนาดเล็ก	600	330	55.00	2.75	พอใช้
4.3 มีการระบายอากาศเฉพาะจุด	600	344	57.33	2.87	พอใช้
4.4 มีการสวมอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นขณะปฏิบัติงาน	600	320	53.33	2.67	พอใช้
4.5 มีการทำความสะอาดและกำจัดฝุ่นสม่ำเสมอ	600	338	56.33	2.82	พอใช้
4.6 มีการระบายอากาศในบริเวณที่เชื่อมโลหะ	600	354	59.00	2.95	พอใช้
5. ด้านน้ำทิ้ง					
5.1 ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ	600	324	54.00	2.70	พอใช้
5.2 มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง	600	346	57.67	2.88	พอใช้
5.3 มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งเป็นประจำ	600	347	57.83	2.89	พอใช้
5.4 มีแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการ	600	315	52.50	2.63	พอใช้

4.2.3 สรุปความคิดเห็นจากแบบสอบถาม

4.2.3.1 ด้านแสงสว่าง

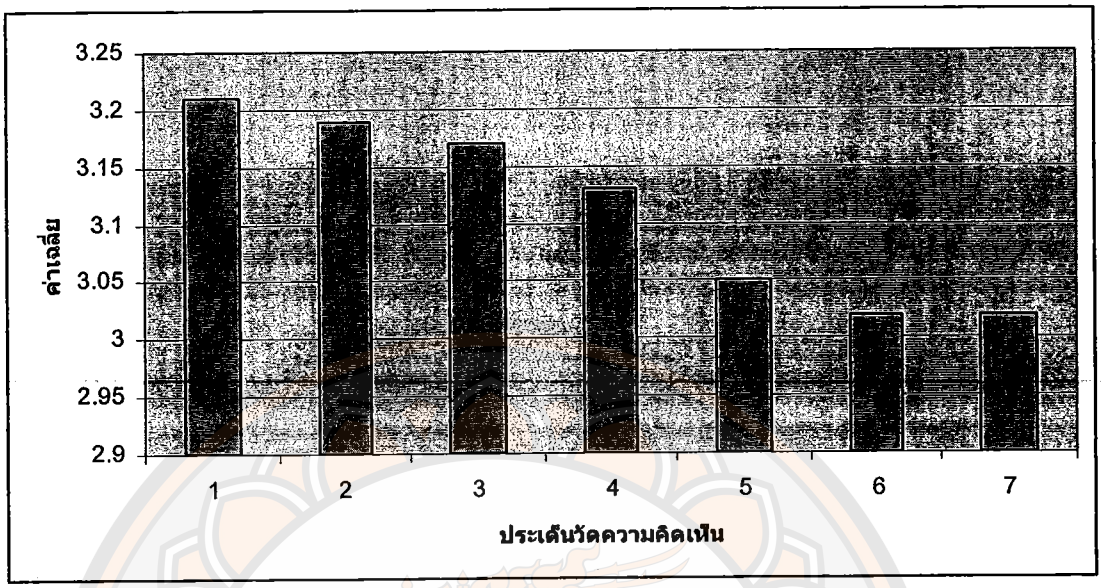


รูปที่ 4.31 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านแสงสว่าง

ประเด็นวัดความคิดเห็นด้านแสงสว่าง ได้แก่

1) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานกลึงเพียงพอ
2) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานกัดโลหะเพียงพอ
3) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานไสเพียงพอ
4) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานตะไบเพียงพอ
5) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานตัดโลหะเพียงพอ
6) มีความสว่างในห้องปฏิบัติการโลหะวิทยาเพียงพอ
7) มีความสว่างในห้องเรียนเพียงพอ
8) กระจกฝ้าและหน้าต่างมีความสะอาด แสงผ่านได้เต็มที่
9) มีการทาสีเพดาน กำแพง และจุดบริเวณปฏิบัติงาน ให้แลดูสว่าง
10) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเชื่อมเพียงพอ
11) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจียรเพียงพอ
12) มีการติดตั้งหลอดไฟให้แสงเฉพาะที่หรือปรับความสว่างได้
13) มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจาะเพียงพอ

4.2.3.2 ด้านเสียง

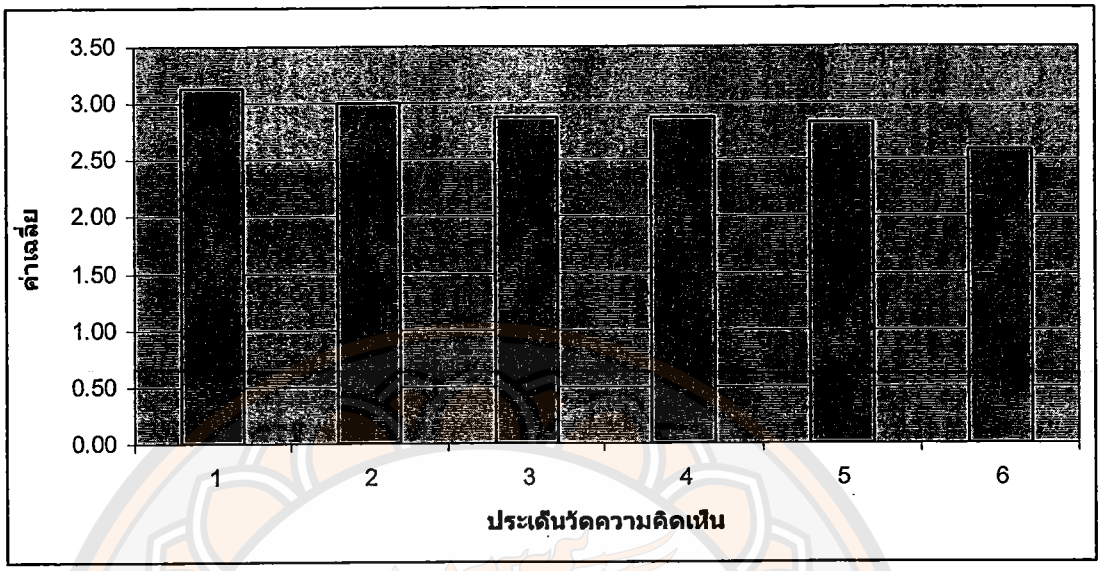


รูปที่ 4.32 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านเสียง

ประเด็นวัดความคิดเห็นด้านเสียง ได้แก่

1) มีระดับเสียงในจุดปฏิบัติงานกัดโลหะพอดี
2) มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานไสพอดี
3) มีระดับเสียงในจุดปฏิบัติงานเชื่อมพอดี
4) มีระดับทางเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจียรพอดี
5) มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานกลึงพอดี
6) มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานตัดพอดี
7) มีระดับเสียงที่ไม่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนิสิต

4.2.3.3 ด้านความร้อน

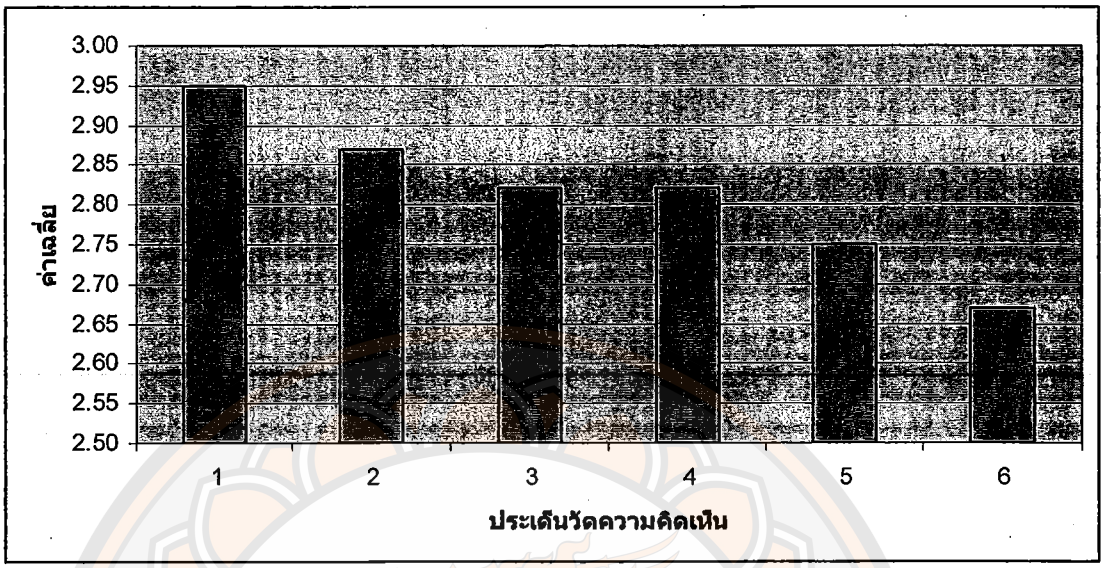


รูปที่ 4.33 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านความร้อน

ประเด็นวัดความคิดเห็นด้านความร้อน ได้แก่

1) มีการป้องกันความร้อนของอาคารสถานที่โดยใช้ฉนวนบุกั้นบนหลังคา หรือกำแพง
2) มีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนขณะปฏิบัติงาน เช่น พัดลม
3) มีการใช้หรือการปรับปรุงการระบายความร้อนเฉพาะจุด
4) มีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนที่เพียงพอขณะปฏิบัติงาน
5) ภายในอาคารมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน
6) ความร้อนไม่ได้ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนิสิต

4.2.3.4 ด้านฝุ่นละออง

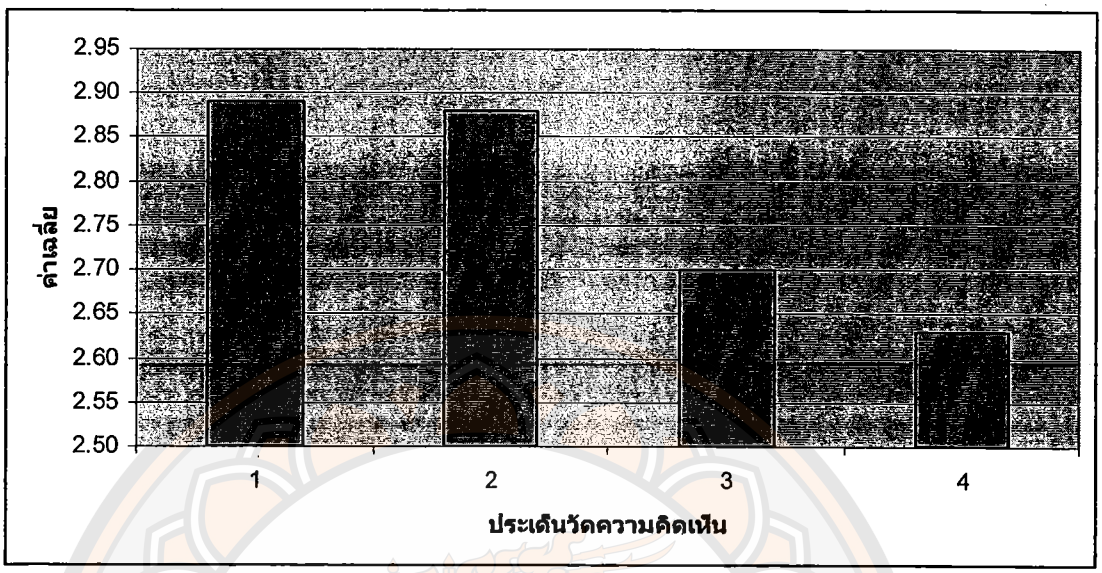


รูปที่ 4.34 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านฝุ่นละออง

ประเด็นวัดความคิดเห็นด้านฝุ่นละออง ได้แก่

1) การระบายอากาศในบริเวณที่เชื่อมโลหะ
2) มีการระบายอากาศเฉพาะจุด
3) ไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการปฏิบัติงาน
4) มีการสวมอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นขณะปฏิบัติงาน
5) ไม่มีอันตรายจากการสะสมฝุ่นขนาดเล็ก
6) มีการทำความสะอาดและกำจัดฝุ่นสม่ำเสมอ

4.2.3.5 ด้านน้ำทิ้ง



รูปที่ 4.35 กราฟแสดงความคิดเห็นด้านน้ำทิ้ง

ประเด็นวัดความคิดเห็นด้านน้ำทิ้ง ได้แก่

1) มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งเป็นประจำ
2) มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง
3) ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ
4) มีแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการ

กำหนดให้

คะแนนค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดีมาก

คะแนนค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ดี

คะแนนค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ พอใช้

คะแนนค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ น้อย

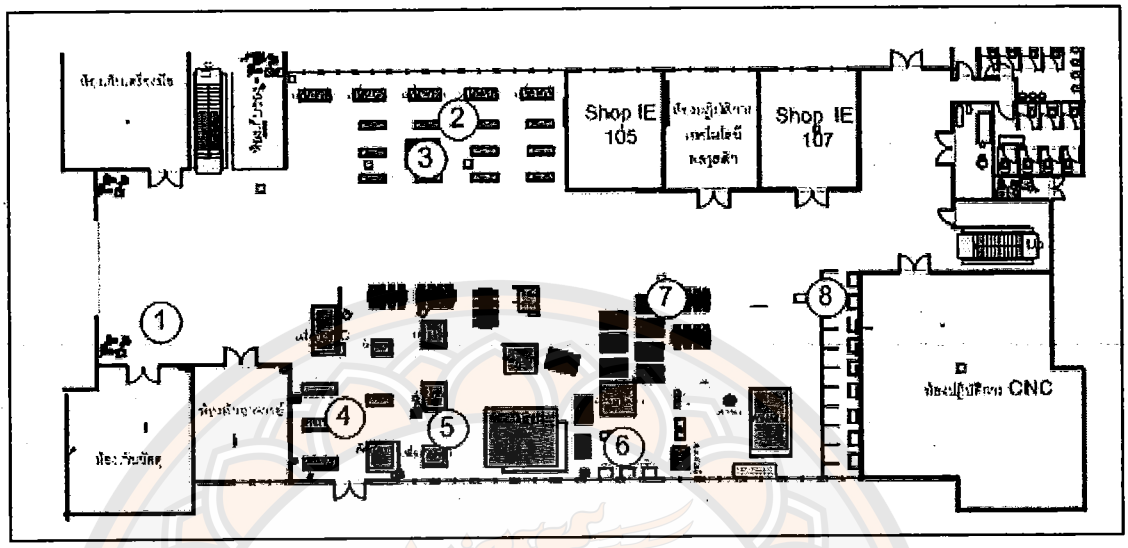
คะแนนค่าเฉลี่ย 1.00 - 2.00 มีความคิดเห็นอยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

สรุปผล

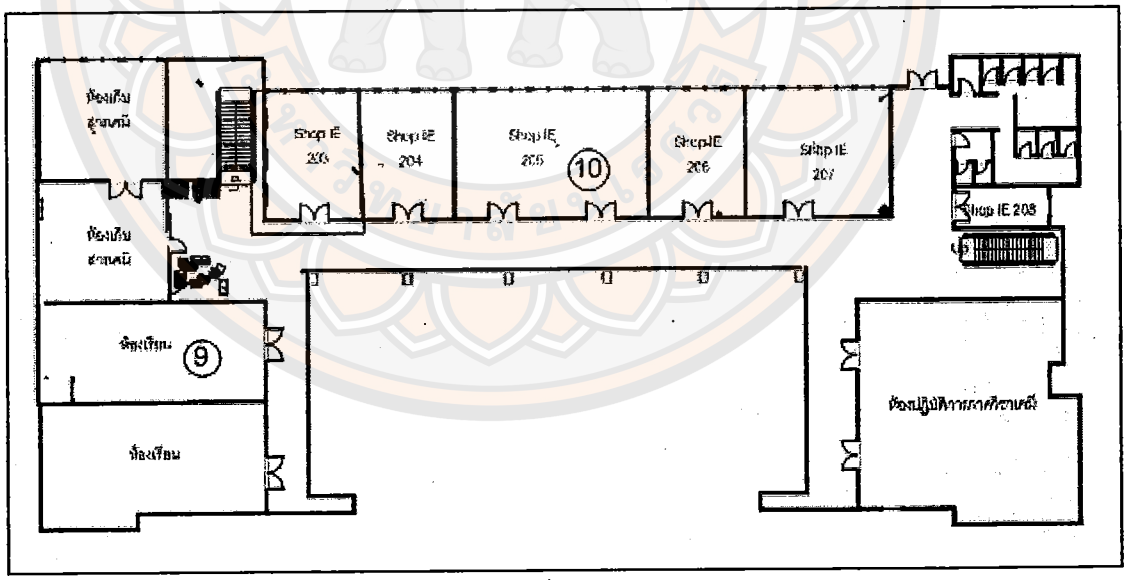
จากการสำรวจแบบสอบถามจากนิสิตชั้นปีที่ 1- 4 พบว่าประเด็นวัดความคิดเห็นของนิสิต เมื่อหาค่าเฉลี่ย ในด้านแสงสว่าง ด้านเสียง ด้านความร้อน ด้านฝุ่นละออง ด้านน้ำทิ้ง ได้ผลวิเคราะห์ว่า นิสิตในทุกระดับชั้นมีความคิดเห็นว่าสภาพสิ่งแวดล้อมในทุกด้าน มีความคิดเห็นอยู่ในระดับพอใช้ ดังนั้นสรุปได้ว่า ควรมีการศึกษาปัญหาสิ่งแวดล้อมในแต่ละด้านก่อนเพื่อที่จะได้ทราบว่าในด้านใดเกิดปัญหาอย่างไรบ้าง และในด้านใดที่เกิดปัญหา ควรมีการหาแนวทางในการจัดการสิ่งแวดล้อม โดยอ้างอิงจากค่ามาตรฐานของในแต่ละด้าน

4.3 การตรวจวัดระดับของแสงสว่าง

4.3.1 สถานที่ทำการตรวจวัด



รูปที่ 4.36 แสดงจุดที่ทำการวัดแสงสว่างของอาคารบริเวณชั้นล่างภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาการ



รูปที่ 4.37 แสดงชั้นบนของอาคารที่ทำการตรวจวัดแสงสว่างภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

ซึ่งจุดที่ทำการตรวจวัดปริมาณแสงสว่างมีทั้งหมด 10 จุดด้วยกันดังนี้

1) บริเวณงานตัดโลหะ
2) บริเวณงานกลึง
3) บริเวณงานเจียร
4) บริเวณงานไส
5) บริเวณงานกัดเฟือง
6) บริเวณงานเจาะ
7) บริเวณงานตะไบ
8) บริเวณงานเชื่อม
9) ในห้องเรียน
10) ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา (shop IE 205)

4.3.2 เครื่องมือตรวจวัด

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับ คือ Lux Meter โดยจะทำการวัดจุดที่มีการใช้งานและปฏิบัติอยู่เสมอเพื่อตรวจสอบปริมาณแสงสว่างภายในอาคาร

รูปที่ 4.38 แสดงเครื่อง Lux Meter

4.3.3 วิธีการทดลอง

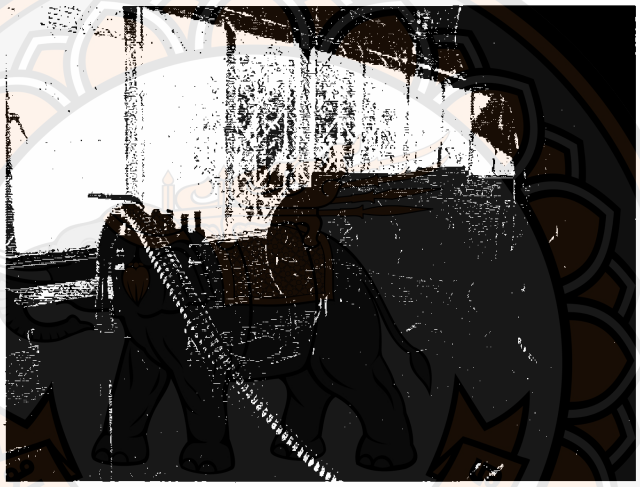
1) ทำการเปิดเครื่องที่หน้าจอจะแสดงค่าการวัดปัจจุบันจากนั้นทำการเลือกช่วงการวัด

2) เลือกช่วงความละเอียดที่หน่วย Lux ที่ความละเอียดเป็น Lux และเลือกสถานที่การวัดที่ Location 01

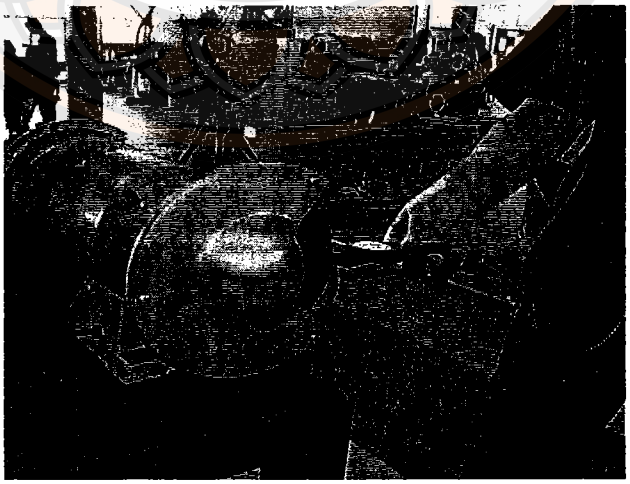
3) นำ Probe วัดแสงไปวางจุดที่ทำการวัดแสงโดยระวังอย่าให้บังเงาของแสงสว่าง

4) เมื่อค่าคงที่ทำการบันทึกค่าที่วัดได้ และทำการตรวจวัดจุดเดิมอีกสองครั้งเพื่อป้องกันค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้น

5) ทำการตรวจวัดทุกจุดที่ต้องการตรวจวัดโดยปฏิบัติตามข้อ 1 – 4



รูปที่ 4.39 การวัดแสงงานกลึง



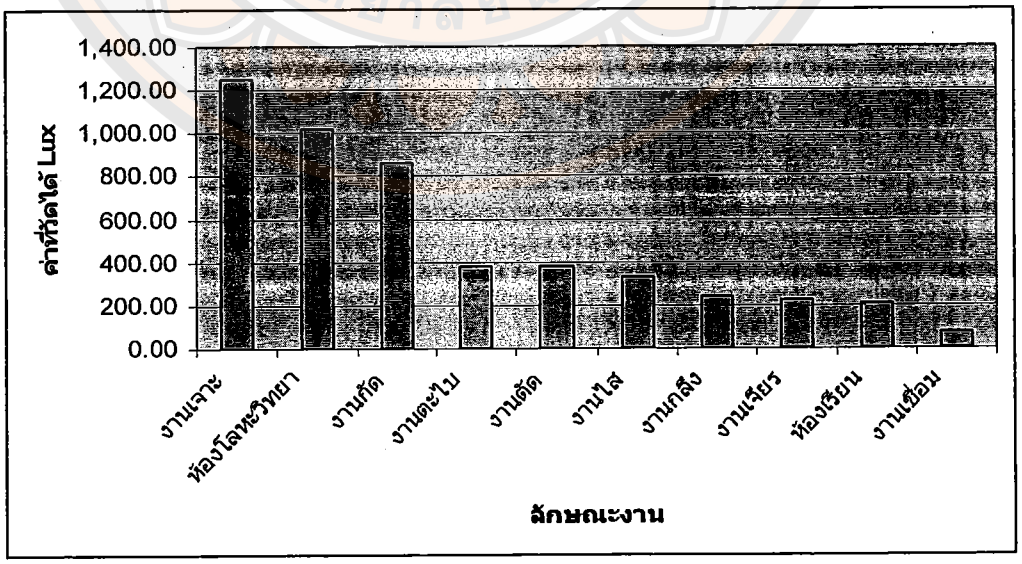
รูปที่ 4.40 การวัดแสงงานเจียร

4.3.4 ผลการทดลอง

4.3.4.1 ช่วงเช้า

ตารางที่ 4.15 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าระดับแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)				ค่าเฉลี่ย	SD
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4		
งานเชื่อม	71.06	76.83	77.94	73.05	74.72	3.21
งานเจาะ	1,354.89	1,360.83	1,160.00	1,130.94	1,251.67	123.22
งานกัด	970.11	863.33	852.17	760.06	861.42	85.98
งานกลึง	232.72	254.33	237.22	248.44	243.18	9.95
งานไส	340.89	295.67	349.62	346.45	333.16	25.25
งานตัด	413.06	379.44	346.28	396.11	383.72	28.49
งานเจียร	225.23	230.56	221.22	221.5	224.63	4.36
งานตะไบ	317.72	389.22	418.83	410.22	384.00	45.90
ห้องเรียน	210.72	208.67	213.39	209.89	210.67	2.00
ห้องโลหะวิทยา	1,015.34	1,019.33	1,059.95	973.28	1,016.98	35.42

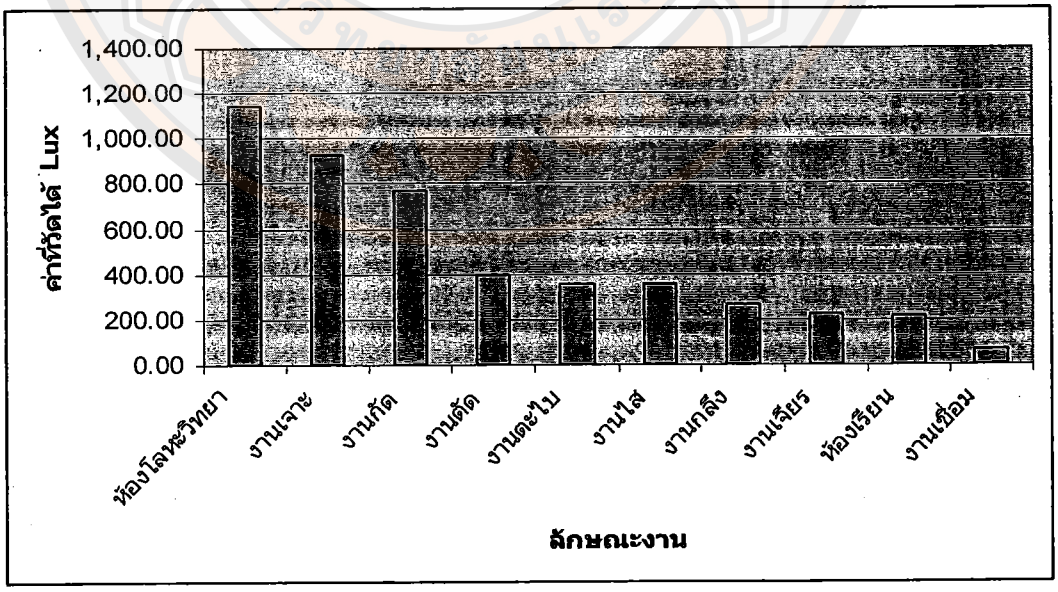


รูปที่ 4.41 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงเช้า

4.3.4.2 ช่วงบ่าย

ตารางที่ 4.16 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าระดับแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)				ค่าเฉลี่ย	SD
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4		
งานเชื่อม	62.2	64.4	73.6	70.4	67.65	5.27
งานเจาะ	783.39	1,004.33	938	1,001.00	931.68	103.46
งานกัด	683	842.27	823.27	740.4	772.24	74.13
งานกลึง	291.93	242.87	268.4	246.8	262.50	22.60
งานไส	343.93	367.47	348.2	356.93	354.13	10.41
งานตัด	478.33	290.33	397.98	426.67	398.33	79.30
งานเจียร	234.93	221.67	230.27	216.47	225.84	8.32
งานตะไบ	326.2	390.87	356.07	347.73	355.22	26.89
ห้องเรียน	197.6	206.06	212.6	229.67	211.48	13.59
ห้องโลหะวิทยา	1,293.13	1,018.13	1,128.87	1,148.93	1,147.27	112.98



รูปที่ 4.42 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงบ่าย

ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงเช้าพบว่าจุดปฏิบัติงานเจาะเป็นจุดที่มีค่าแสงสว่างสูงที่สุดมีค่าอยู่ที่ 1,251.67 Lux รองลงมาคือห้องปฏิบัติการโลหะวิทยามีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 1,016.98 Lux จุดปฏิบัติงานกัดมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 861.42 Lux จุดปฏิบัติงานตะไบมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 384.00 Lux จุดปฏิบัติงานตัดมีค่าแสงสว่างอยู่ที่383.72 Lux จุดปฏิบัติงานไสมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 333.16 Lux จุดปฏิบัติงานกลึงมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 243.18 Lux จุดปฏิบัติงานเจียรมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 224.63 Lux ห้องห้องเรียนค่าแสงสว่างอยู่ที่ 210.67 Lux จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีเป็นจุดที่มีค่าแสงสว่างน้อยที่สุดมีค่าอยู่ที่ 74.72 Lux

ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างช่วงบ่ายพบว่าจุดที่มีค่าแสงสว่างสูงที่สุดคือห้องปฏิบัติการโลหะวิทยามีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 1,147.27 Lux รองลงมาคือจุดปฏิบัติงานเจาะมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 931.68 Lux จุดปฏิบัติงานกัดมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 772.24 Lux จุดปฏิบัติงานตัดมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 398.33 Lux จุดปฏิบัติงานตะไบมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 355.22 Lux จุดปฏิบัติงานไสมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 354.13 Lux จุดปฏิบัติงานกลึงมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 262.50 Lux จุดปฏิบัติงานเจียรมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 225.84 Lux ห้องห้องเรียนมีค่าแสงสว่างอยู่ที่ 211.48 Lux จุดปฏิบัติงานเชื่อมเป็นจุดที่มีค่าแสงสว่างน้อยที่สุดอยู่ที่ 67.65 Lux

4.3.4.3 การเปรียบเทียบค่าแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่าง

ตารางที่ 4.17 การเปรียบเทียบค่าแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าที่วัดได้ (Lux)	ค่ามาตรฐาน(Lux)	สรุป
งานเจาะ	1,251.67	200	ผ่าน
ห้องโลหะวิทยา	1,016.98	200	ผ่าน
งานกัด	861.42	200	ผ่าน
งานตะไบ	384.00	200	ผ่าน
งานตัด	383.72	200	ผ่าน
งานไส	333.16	200	ผ่าน
งานกลึง	243.18	200	ผ่าน
งานเจียร	224.63	200	ผ่าน
ห้องเรียน	210.67	200	ผ่าน
งานเชื่อม	74.72	100	ไม่ผ่าน

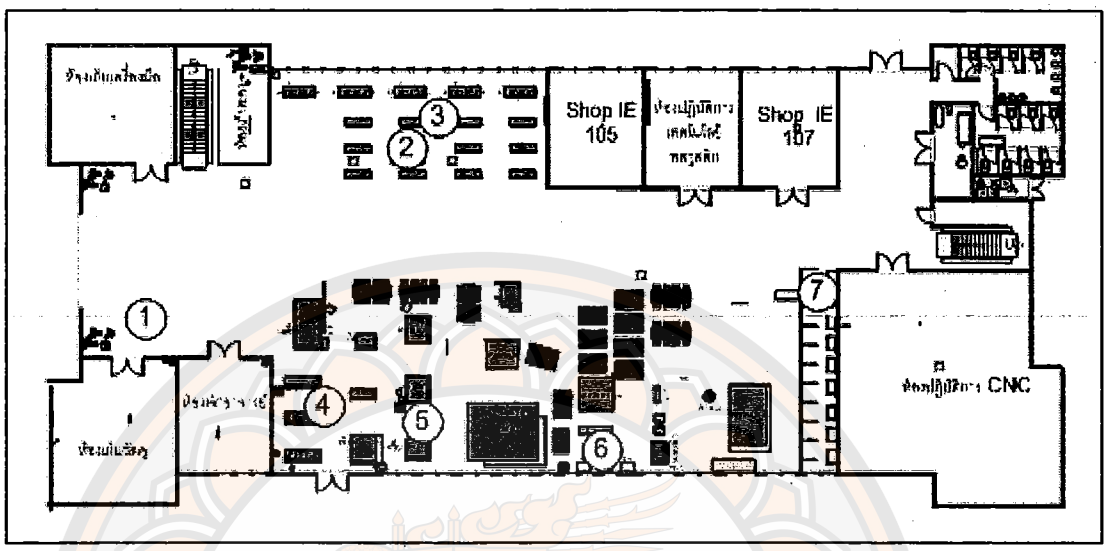
ตารางที่ 4.18 การเปรียบเทียบค่าแสงสว่างกับเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าที่วัดได้ (Lux)	ค่ามาตรฐาน(Lux)	สรุป
ห้องโลหะวิทยา	1,147.27	200	ผ่าน
งานเจาะ	931.68	200	ผ่าน
งานกัด	772.24	200	ผ่าน
งานตัด	398.33	200	ผ่าน
งานตะไบ	355.22	200	ผ่าน
งานไส	354.13	200	ผ่าน
งานกลึง	262.50	200	ผ่าน
งานเจียร	225.84	200	ผ่าน
ห้องเรียน	211.48	200	ผ่าน
งานเชื่อม	67.65	100	ไม่ผ่าน

จากผลการทดลองการตรวจวัดระดับค่าแสงสว่างในจุดต่างๆ ที่มีการปฏิบัติงานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่ายนั้น จุดปฏิบัติงานจุดต่างๆ ส่วนใหญ่ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานแสงสว่างที่ตั้งไว้สำหรับการทำงานในแต่ละประเภท มีงานเจาะที่แสงจ้ามากเกินไปในช่วงเช้าเนื่องจากเป็นจุดที่แสงแดดส่องเข้าถึงได้และจุดปฏิบัติงานเชื่อมที่มีค่าแสงสว่างไม่เพียงพอเนื่องจากมีท่อดูดอากาศบังแสงจากหลอดไฟ

4.4 การตรวจวัดระดับของเสียง

4.4.1 สถานที่ทำการตรวจวัด



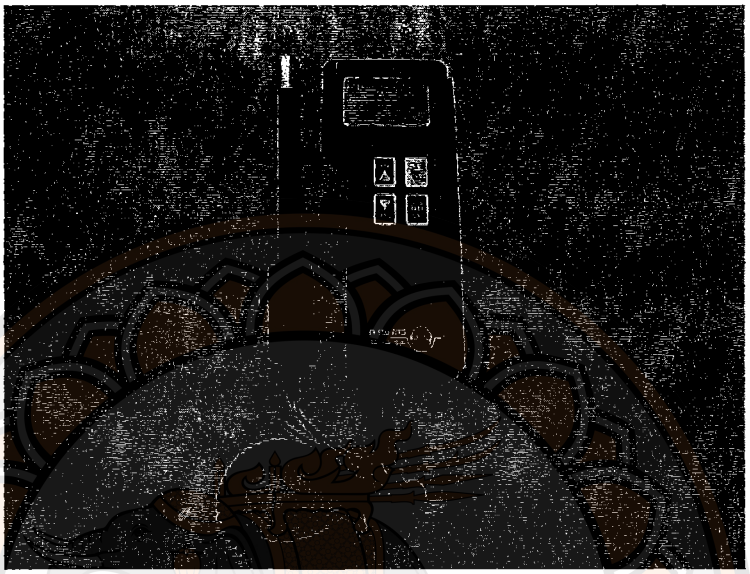
รูปที่ 4.43 แสดงจุดทำการตรวจวัดระดับเสียงภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

ซึ่งจุดทำการตรวจวัดระดับเสียงมีทั้งหมด 7 จุดดังนี้

1) บริเวณงานตัดโลหะ
2) บริเวณงานเจียร
3) บริเวณงานกลึง
4) บริเวณงานไส
5) บริเวณงานกัดเฟือง
6) บริเวณงานเจาะ
7) บริเวณงานเชื่อม

4.4.2 เครื่องมือตรวจวัด

เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดระดับ คือ Sound Level Meter โดยจะทำการวัด บริเวณจุดที่เป็นแหล่งกำเนิดเสียงภายในอาคารและเป็นจุดที่มีการใช้งานและปฏิบัติอยู่เสมอ



รูปที่ 4.44 เครื่องมือตรวจวัด Sound Level Meter

4.4.3 วิธีการทดลอง

1) ทำการเปิดเครื่องและเลือกค่าความไวของการวัด

2) ให้เลื่อน Microphone ไปตำแหน่งที่จะทำการวัดเพื่อวัดระดับความดังเสียงในจุดที่ได้กำหนดไว้

3) ขณะทำการวัดควรเลือกช่วงการวัดให้เหมาะสม ถ้าหน้าจอแสดง Under ค่าที่ได้จะอยู่ต่ำกว่า Rang ที่เลือกจะต้องลด Rang โดยกดปุ่ม Rang ถ้าหน้าจอแสดง Over ค่าที่ได้จะอยู่สูงกว่า Rang ที่เลือกจะต้องเพิ่ม Rang โดยกดปุ่ม Rang ถ้าหน้าจอไม่แสดง Over หรือ Under แสดงว่าย่านการวัดที่เลือกนั้นถูกต้อง

4) ให้ยื่น Microphone ไปยังจุดที่ต้องการวัดโดยให้ Microphone ห่างจากแหล่งกำเนิดเสียงประมาณ 1 เมตรและให้ตัว Microphone ห่างจากตัวผู้ใช้งานประมาณ 50 เซนติเมตร เพื่อหลีกเลี่ยงค่าความผิดพลาดอันเกิดจากคลื่นเสียงจากแหล่งกำเนิดเสียงไปกระทบและสะท้อนออกมาจากจุดต่างๆ โดยเฉพาะจากตัวผู้วัด

5) อ่านค่าที่หน้าจอเมื่อค่าที่อ่านได้ค่อนข้างคงที่ และทำการจดบันทึกค่าที่วัดได้ จากนั้นทำการวัดใหม่อีกครั้งโดยทำการวัดจุดละ 3 ครั้งเพื่อความแน่นอนของค่าที่วัดได้

หมายเหตุ เมื่อทำการวัดความดังเสียงในสถานที่ที่มีพัดลมผ่าน ค่าความดังเสียงที่วัดได้ที่หน้าจออาจเกิดความผิดพลาดได้ ซึ่งควรที่จะใช้ Protective Wind สวมที่ Microphone เพื่อป้องกันความผิดพลาด

รูปที่ 4.45 การวัดความดังเสียงที่งานกลึง

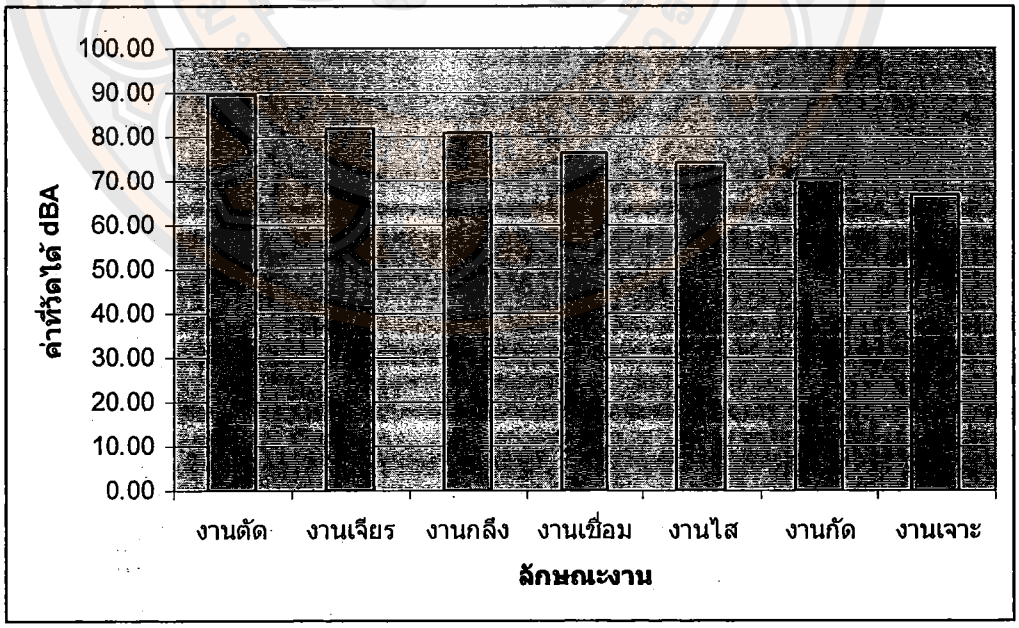
รูปที่ 4.46 การวัดความดังเสียงที่งานเจาะ

4.4.4 ผลการทดลอง

4.4.4.1 ช่วงเช้า

ตารางที่ 4.19 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)				ค่าเฉลี่ย	SD
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4		
งานตัด	92.49	89.7	89.07	87.08	89.59	2.24
งานกลึง	81.55	80.81	81.21	79.78	80.84	0.77
งานเจียร	83.67	81.73	81.97	80.15	81.88	1.44
งานกัด	71.64	69.74	70.57	70.5	70.61	0.78
งานไส	78.16	74.45	74	69.47	74.02	3.56
งานเจาะ	70.33	67.13	61.83	67.23	66.63	3.53
งานเชื่อม	66.62	80.13	78.12	79.73	76.15	6.41

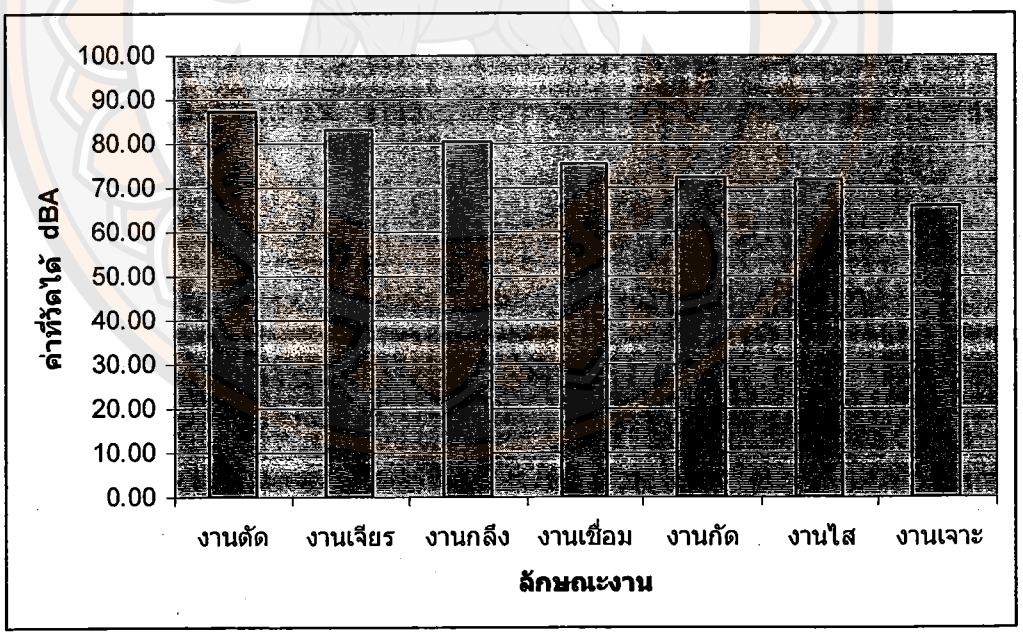


รูปที่ 4.47 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงเช้า

4.4.4.2 ช่วงบ่าย

ตารางที่ 4.20 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)				ค่าเฉลี่ย	SD
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4		
งานตัด	87.47	87.52	86.97	87.02	87.25	0.29
งานกลึง	81.56	81.32	78.7	79.68	80.32	1.36
งานเจียร	83.87	84.47	81.22	82.43	83.00	1.46
งานกัด	70.75	70.17	74.61	72.72	72.06	2.02
งานไส	73.75	70.21	73.07	71.11	72.04	1.65
งานเจาะ	68.73	61.73	66.22	67.29	65.99	3.02
งานเชื่อม	69.12	78.48	79.13	74.61	75.34	4.60



รูปที่ 4.48 ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงบ่าย

ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงเช้าพบว่า จุดปฏิบัติงานตัดเป็นจุดที่มีระดับเสียงสูงที่สุดมีระดับเสียงอยู่ที่ 89.59 dBA รองลงมาคือจุดปฏิบัติงานเจียรมีระดับเสียงอยู่ที่ 81.88 dBA จุดปฏิบัติงานกลึงมีระดับเสียงอยู่ที่ 80.84 dBA จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีระดับเสียงอยู่ที่ 76.15 dBA จุดปฏิบัติงานไสมีระดับเสียงอยู่ที่ 74.02 dBA จุดปฏิบัติงานกัดมีระดับเสียงอยู่ที่ 70.61 dBA และจุดปฏิบัติงานเจาะเป็นจุดที่มีระดับเสียงต่ำสุดมีระดับเสียงอยู่ที่ 66.63 dBA

ผลการตรวจวัดระดับเสียงช่วงบ่ายพบว่าจุดปฏิบัติงานตัดเป็นจุดที่มีระดับเสียงสูงที่สุดมีระดับเสียงอยู่ที่ 87.25 dBA รองลงมาคือ จุดปฏิบัติงานเจียรมีระดับเสียงอยู่ที่ 83.00 dBA จุดปฏิบัติงานกลึงมีระดับเสียงอยู่ที่ 80.32 dBA จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีระดับเสียงอยู่ที่ 75.34 dBA จุดปฏิบัติงานกัดมีระดับเสียงอยู่ที่ 72.06 dBA จุดปฏิบัติงานไสมีระดับเสียงอยู่ที่ 72.04 dBA จุดปฏิบัติงานเจาะเป็นจุดที่มีระดับเสียงต่ำสุดมีระดับเสียงอยู่ที่ 65.99 dBA

ซึ่งระดับความดังของเสียงในช่วงเช้าและช่วงบ่ายมีค่าที่ใกล้เคียงกันเนื่องจากระดับความดังของเครื่องจักรค่อนข้างคงที่

4.4.4.3 การเปรียบเทียบระดับเสียงกับเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4.21 การเปรียบเทียบระดับเสียงกับเกณฑ์มาตรฐานช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าที่วัดได้ (dBA)	ค่ามาตรฐาน(dBA)	สรุป
งานตัด	89.59	97	ผ่าน
งานเจียร	81.88	97	ผ่าน
งานกลึง	80.84	97	ผ่าน
งานเชื่อม	76.15	97	ผ่าน
งานไส	74.02	97	ผ่าน
งานกัด	70.61	97	ผ่าน
งานเจาะ	66.63	97	ผ่าน

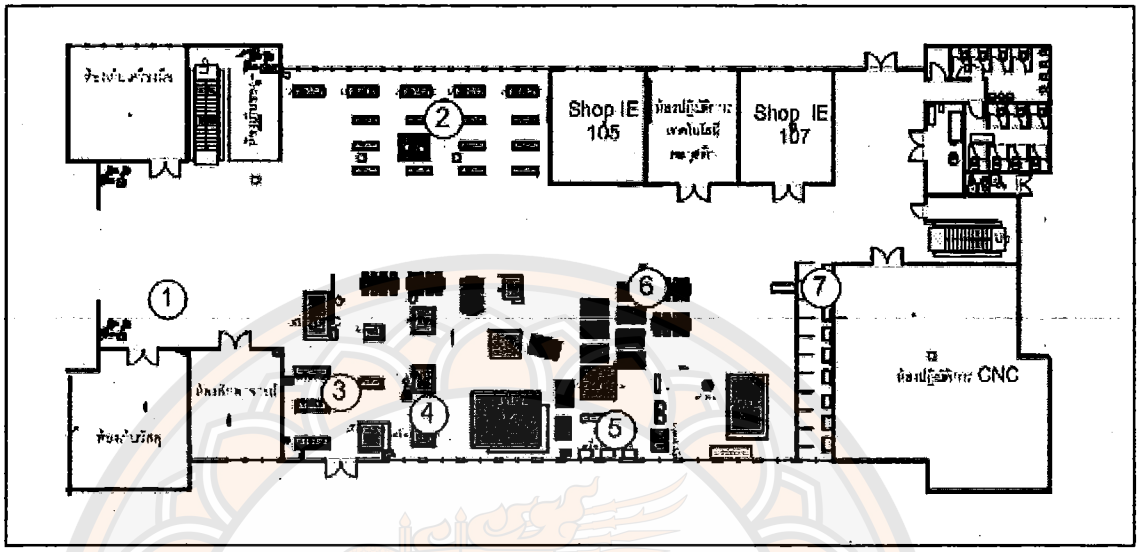
ตารางที่ 4.22 การเปรียบเทียบระดับเสียงกับเกณฑ์มาตรฐานช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าที่วัดได้ (dBA)	ค่ามาตรฐาน(dBA)	สรุป
งานตัด	87.25	97	ผ่าน
งานเจียร	83.00	97	ผ่าน
งานกลึง	80.32	97	ผ่าน
งานเชื่อม	75.34	97	ผ่าน
งานกัด	72.06	97	ผ่าน
งานไส	72.04	97	ผ่าน
งานเจาะ	87.25	97	ผ่าน

จากผลการทดลองการตรวจวัดค่าระดับเสียงในจุดต่างๆ ที่มีการปฏิบัติงานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่ายนั้น จุดปฏิบัติงานจุดต่างๆ ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้สำหรับการทำงานในแต่ละประเภท ที่ 97 dBA สำหรับการทำงานในระยะเวลา 2 – 3 ชั่วโมง

4.5 การตรวจวัดค่าอุณหภูมิความร้อน

4.5.1 สถานที่ทำการตรวจวัด



รูปที่ 4.49 แสดงจุดที่ใช้ในการวัดความร้อนในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

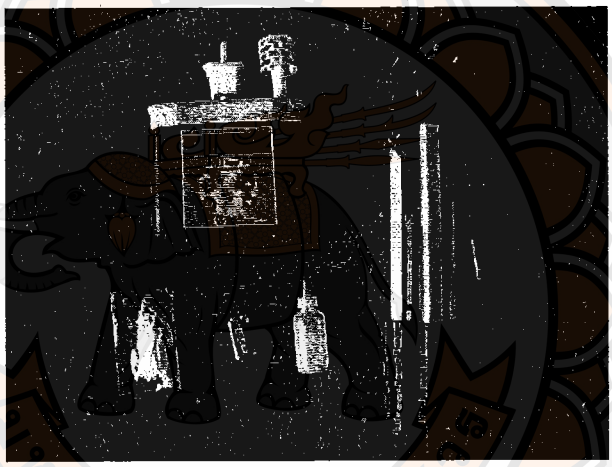
ซึ่งจุดทำการตรวจวัดระดับความร้อนมีทั้งหมด 7 จุดดังนี้

1) บริเวณงานตัดโลหะ
2) บริเวณงานกลึงและงานเจียร
3) บริเวณงานไส
4) บริเวณงานกัดเฟือง
5) บริเวณงานเจาะ
6) บริเวณงานตะไบ
7) บริเวณงานเชื่อม

4.5.2 เครื่องมือตรวจวัด

เครื่อง QUESTEMP 34 เป็นเครื่องตรวจสอบค่า Heat Stress การคำนวณค่าของเครื่องจะอยู่ในรูปของดัชนี WBGT ซึ่งเป็นวิธีที่ได้รับการยอมรับสำหรับการพิจารณาระดับค่า Heat Stress ซึ่งขึ้น กับสภาพแวดล้อมนั้นๆ QUESTEMP 34 จะวัดค่าพารามิเตอร์ 3 ตัวได้แก่ WET BLUB (WB) DRY BLUB(DB) GLOB (G) ประกอบด้วย อุปกรณ์ ดังนี้

1) เครื่องวัดอุณหภูมิความร้อน
2) ปลอกผ้า
3) น้ำกลั่น
4) ขาตั้งเครื่องวัดอุณหภูมิ



รูปที่ 4.50 เครื่อง QUESTEMP 34

4.5.3 วิธีการทดลอง

1) ทำการตั้งเครื่องโดยเครื่องควรถูกตั้งในที่ที่สูง 3.5 ฟุต หรือ 1.1 เมตร สำหรับการตั้งในแนวตั้ง 2 ฟุตหรือ 0.6 เมตร ในกรณีที่ตั้งบนแกน Sensor Array การติดตั้งบนขาตั้งให้อยู่ในตำแหน่งที่ไม่มีสิ่งใดปิดกั้น การแผ่รังสีความร้อนหรือการไหลเวียนของลมเกลียวบูชขนาด ¼ นิ้ว * 20 จะอยู่ในตำแหน่งใต้เครื่อง QUESTEMP 34 ใช้ในการต่อกับขาตั้ง 3 ขาแบบกล้องถ่ายรูปมาตรฐาน เวลาทำการ RUN เก็บข้อมูลหรือวัดค่าไม่ควรยืนอยู่ใกล้เครื่องเพราะตัวเราอาจเป็นตัวแผ่รังสีความร้อน ตัวกั้นความร้อนหรือตัวบังการพัดพาของอากาศ ทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ใช่ค่าที่แท้จริงของสภาพแวดล้อมนั้น

2) ในการใช้งานจะต้องตรวจเสมอเพื่อให้เกิดความแน่ใจว่ากระเปาะเปียกชื้นน้ำอยู่ภายหลังจากการเติมน้ำหรือการเปลี่ยนสถานที่ตั้งใหม่ทุกครั้งจะต้องปล่อยให้เครื่องทำงานก่อนเป็นเวลา 10 นาที ก่อนการ RUN เพื่อให้การอ่านค่าของลูกกลมและกระเปาะเปียกมีเสถียรภาพ

3) ตรวจสอบเทอร์โมมิเตอร์ว่าถูกสวมด้วยปลอกผ้าที่เปียกชื้นหรือไม่โดยสังเกตว่ามีปลอกผ้าที่บรรจุน้ำกลั่นสะอาดหรือผ้าเสียหรือไม่ ถ้าไม่มีผ้าหรือผ้าเสียให้เปลี่ยนใหม่โดยดึงปลอกผ้าออกจะทำให้แผ่นฟองน้ำหลุดตามออกมาด้วย หลังจากนั้นทำการเปลี่ยนสวมปลอกผ้าอันใหม่จนสุดถึงพื้นภาชนะแล้วจึงใส่ฟองน้ำตาม

4) ทำการเปิดเครื่องและทำการเก็บตัวอย่างในจุดที่ต้องการตรวจวัด ค่า WBGT โดยตั้งเครื่องไว้เป็นเวลา 10 นาทีจากน้ำจึงอ่านค่าซึ่งในตัวเครื่องจะแสดงผลดังนี้

หน้าจอที่ 1 WET BLUB และ DRY BLUB

หน้าจอที่ 2 GLOB

หน้าจอที่ 3 WBGTi (WBGT Indoor) และ WBGTo (WBGT Outdorr)

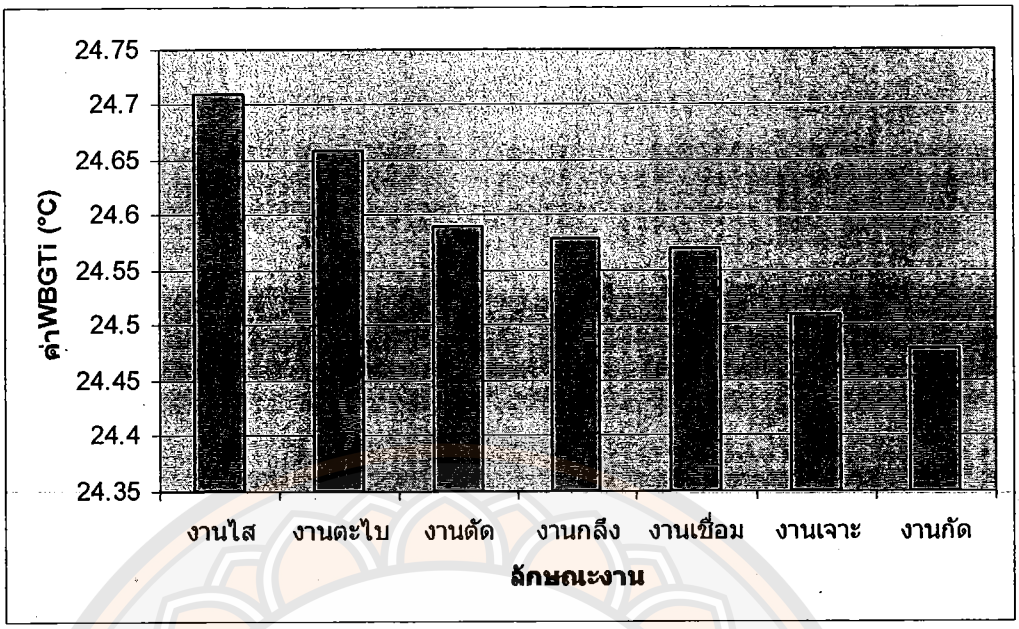
หน้าจอที่ 4 RH (Relative Humidity)และ H.I. หรือ HU (Heat Undex หรือ Humidex)

4.5.4 ผลการทดลอง

4.5.4.1 ช่วงเช้า

ตารางที่ 4.23 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าอุณหภูมิ WBGT ที่วัดได้ (°C)				ค่าเฉลี่ย	SD
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4		
งานกลึง	24.4	24.53	24.55	24.85	24.58	0.19
งานตัด	24.48	24.53	24.68	24.68	24.59	0.10
งานเชื่อม	24.38	24.48	24.55	24.85	24.57	0.20
งานกัด	24.3	24.42	24.48	24.73	24.48	0.18
งานไส	24.72	24.57	24.53	25.02	24.71	0.22
งานเจาะ	24.28	24.37	24.52	24.85	24.51	0.25
งานตะไบ	24.55	24.62	24.5	24.98	24.66	0.22

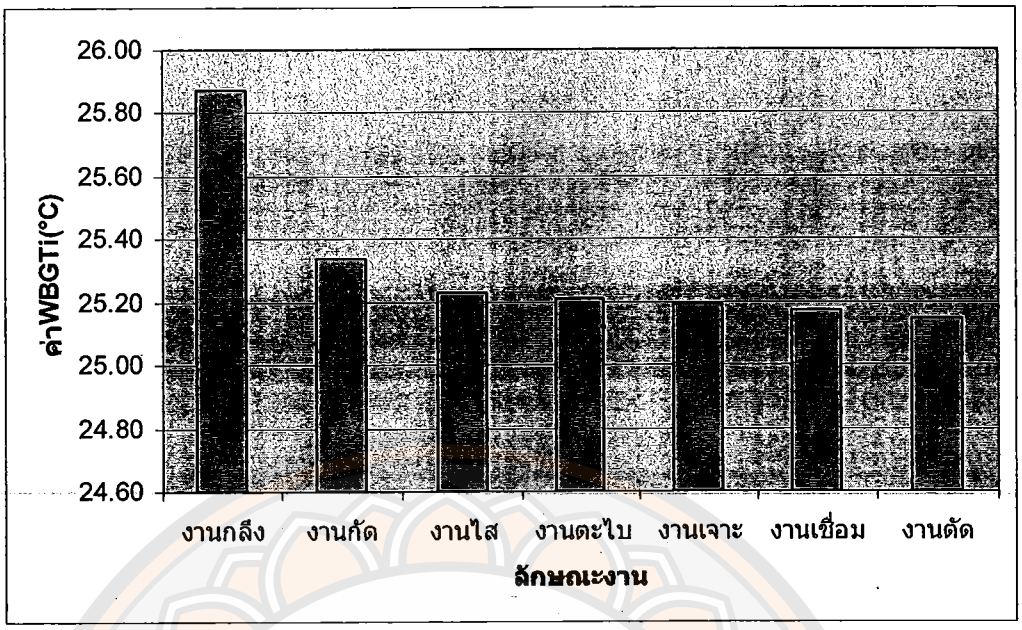


รูปที่ 4.51 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงเช้า

4.5.4.2 ช่วงบ่าย

ตารางที่ 4.24 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าอุณหภูมิ WBGT ที่วัดได้ (°C)				ค่าเฉลี่ย	SD
	สัปดาห์ที่ 1	สัปดาห์ที่ 2	สัปดาห์ที่ 3	สัปดาห์ที่ 4		
งานกลึง	27.02	25.32	25.52	25.6	25.87	0.78
งานตัด	24.74	25.32	25.3	25.22	25.15	0.27
งานเชื่อม	25.04	25.24	25.14	25.26	25.17	0.10
งานกัด	24.94	25.62	25.38	25.42	25.34	0.29
งานไส	24.96	25.22	25.38	25.36	25.23	0.19
งานเจาะ	24.9	25.24	25.48	25.16	25.20	0.24
งานตะไบ	25.24	24.88	25.52	25.2	25.21	0.26



รูปที่ 4.52 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงบ่าย

ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงเช้าพบว่า จุดปฏิบัติงานไสเป็นจุดที่มีค่าสูงที่สุดมีค่าอยู่ที่ 24.71 °C รองลงมาคือจุดปฏิบัติงานตะไบมีค่าอยู่ที่ 24.66 °C จุดปฏิบัติงานตัดมีค่าอยู่ที่ 24.59 °C จุดปฏิบัติงานกลึงมีค่าอยู่ที่ 24.58 °C จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีค่าอยู่ที่ 24.57 °C จุดปฏิบัติงานกัดมีค่าอยู่ที่ 24.48 °C และจุดปฏิบัติงานเจาะเป็นจุดที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ที่ 24.51 °C

ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ช่วงบ่ายพบว่า จุดปฏิบัติงานกลึงเป็นจุดที่มีค่าสูงที่สุดมีค่าอยู่ที่ 25.87 °C รองลงมาคือจุดปฏิบัติงานกัดมีค่าอยู่ที่ 25.34 °C จุดปฏิบัติงานไสมีค่าอยู่ที่ 25.23 °C จุดปฏิบัติงานตะไบมีค่าอยู่ที่ 25.21 °C จุดปฏิบัติงานเจาะมีค่าอยู่ที่ 25.20 °C จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีค่าอยู่ที่ 25.17°C และจุดปฏิบัติงานตัดเป็นจุดที่มีค่าต่ำที่สุดซึ่งมีค่าอยู่ที่ 25.15 °C

ซึ่งค่าที่วัดได้ช่วงบ่ายจะมีอุณหภูมิที่ร้อนกว่าช่วงเช้าเนื่องจากว่าช่วงบ่ายนั้นจะมีอากาศที่ร้อนอบอ้าว

4.5.4.3 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิความร้อนกับเกณฑ์มาตรฐาน

ตารางที่ 4.25 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ WBGT กับเกณฑ์มาตรฐานช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้ (°C)	ค่ามาตรฐานWBGT (°C)	สรุป
งานกลึง	24.58	32.2	ผ่าน
งานตัด	24.59	30.0	ผ่าน
งานเชื่อม	24.57	32.2	ผ่าน
งานกัด	24.48	32.2	ผ่าน
งานไส	24.71	32.2	ผ่าน
งานเจาะ	24.51	32.2	ผ่าน
งานตะไบ	24.66	30.6	ผ่าน

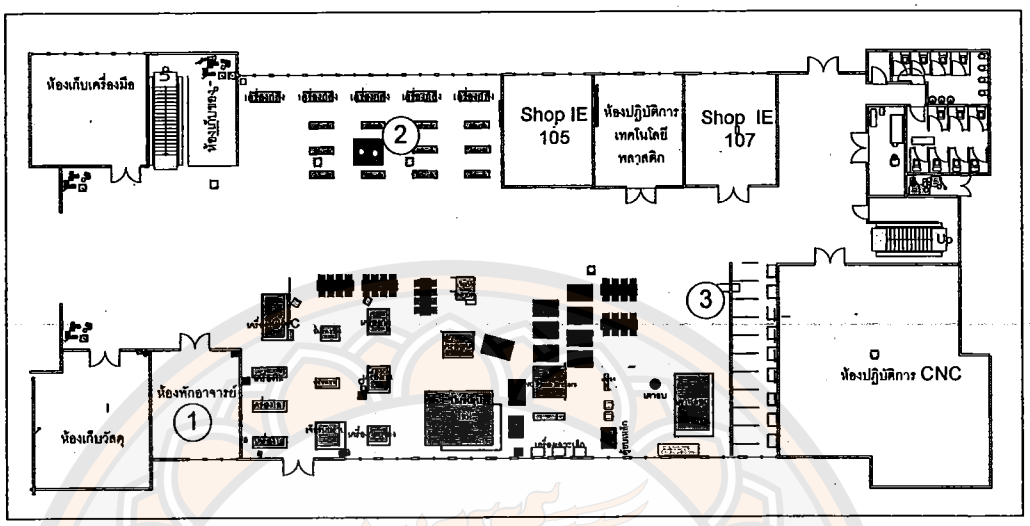
ตารางที่ 4.26 การเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิ WBGT กับเกณฑ์มาตรฐานช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้ (°C)	ค่ามาตรฐานWBGT (°C)	สรุป
งานกลึง	25.34	32.2	ผ่าน
งานตัด	25.20	30.0	ผ่าน
งานเชื่อม	25.87	32.2	ผ่าน
งานกัด	25.17	32.2	ผ่าน
งานไส	25.23	32.2	ผ่าน
งานเจาะ	25.15	32.2	ผ่าน
งานตะไบ	25.24	30.6	ผ่าน

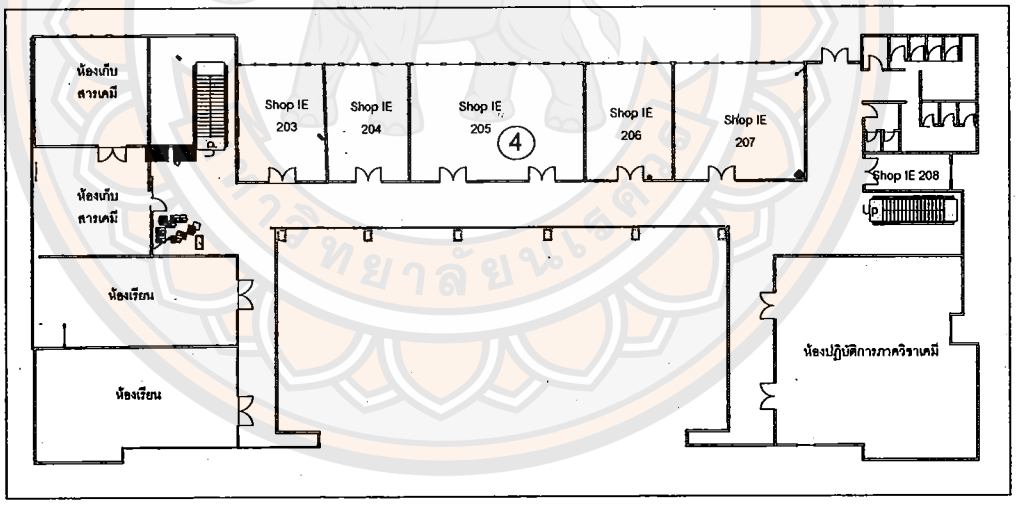
จากผลการทดลองการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT ในจุดต่างๆ ที่มีการปฏิบัติงานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ทั้งช่วงเช้าและช่วงบ่ายนั้น จุดปฏิบัติงานจุดต่างๆ ได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้สำหรับการทำงานในอาคารที่มีการทำงานสำหรับการทำงานเบาและงานปานกลาง

4.6 การตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}

4.6.1 สถานที่ทำการตรวจวัด



รูปที่ 4.53 ผังแสดงจุดที่ทำการวัดฝุ่น PM10 บริเวณชั้นล่างอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ



รูปที่ 4.54 ผังแสดงจุดที่ทำการวัดฝุ่น PM10 บริเวณชั้นบนอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

จุดที่ทำการเก็บตัวอย่างการฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM_{10}) มี 4 จุดได้แก่

1) ห้องพักอาจารย์

2) บริเวณงานกลึงและงานเจียร

3) บริเวณงานเชื่อมและงานหล่อโลหะ

4) ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา (shop IE 205)

4.6.2 ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่าง

วันทำงานทุกวัน ตั้งแต่อาคารปฏิบัติการเปิดจนถึงเวลาที่อาคารปิด วันละ 8 ชั่วโมง เก็บจุดละ 3 ครั้ง

4.6.3 เครื่องมือตรวจวัด

4.6.3.1 เครื่องเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในบรรยากาศที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10) Low -Volume ซึ่งประกอบด้วย

1) หัวคัดฝุ่นละอองในบรรยากาศที่มีขนาดไม่เกิน 10 ไมครอน (PM10)

2) มอเตอร์สำหรับดูดอากาศให้ไหลผ่านกระดาษกรอง

3) เครื่องบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder)

4) กระดาษกราฟสำหรับบันทึกอัตราการไหลของอากาศ (Recorder chart)

5) อุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหลของอากาศ (Control flow device)

6) อุปกรณ์ตั้งเวลาเปิด – ปิดเครื่องเก็บตัวอย่าง (Timer)

รูปที่ 4.55 เครื่องมือเก็บตัวอย่างชนิด Low Volume Sampler

4.6.3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการ

1) ตู้ดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีอุปกรณ์วัดความชื้นสัมพัทธ์ (Hydrometer)

2) สารดูดความชื้น ซิลิกา เจล (Silica gel)

3) คีมคีบปากแบน (Forcep) เคลือบด้วย Teflon

4) ถุงมือชนิดไวนิลไม่มีแป้ง (Vinyl on powered gloves)

5) ถุงพลาสติกซิป สำหรับบรรจุกระดาษกรอง

6) กระดาษฟลอยด์สำหรับบรรจุกระดาษกรอง

4.6.4 วิธีการทดลอง

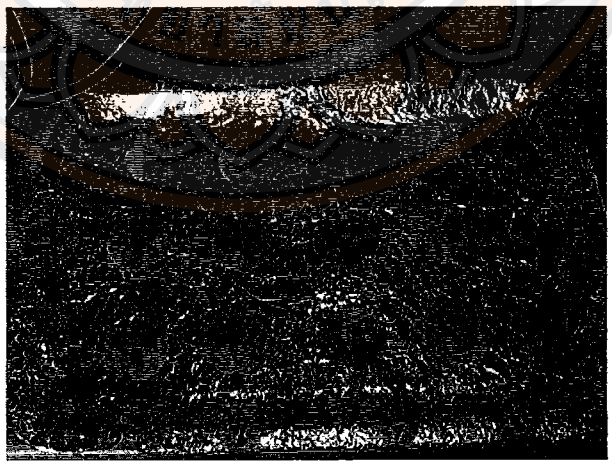
4.6.4.1 การเตรียมกระดาษกรอง

1) ใช้กระดาษกรองใยแก้ว (Glass fiber filter) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 37 mm

2) ตรวจดูความไม่สมบูรณ์ของกระดาษกรอง เช่น รอยฉีกขาด รูพรุน สีของกระดาษกรองที่เปลี่ยนไป และกระดาษกรองที่เรียบไม่เสมอกัน เป็นต้น หากพบว่ากระดาษกรองมีเหตุบกพร่องดังกล่าวจะไม่นำมาใช้ในการเก็บตัวอย่าง

3) การกำหนดรหัสหมายเลขของกระดาษกรอง ควรกำหนดรหัสเป็นตัวเลขที่แสดงรายละเอียดของกระดาษกรอง เช่น ปีที่ใช้กระดาษกรอง ชนิดของกระดาษกรอง และรหัสของกระดาษกรองเป็นต้น

4) ประทับรหัสหมายเลขกระดาษกรองบนด้านหลังของกระดาษรอง (ด้านที่ไม่ใช่ด้านเก็บตัวอย่าง)



รูปที่ 4.56 การเตรียมกระดาษกรอง

4.6.4.2 การอบกระดาษกรองก่อนเก็บตัวอย่าง

1) สภาวะแวดล้อมสำหรับการอบกระดาษกรองนั้น ก่อนเก็บตัวอย่างจะต้องมีความชื้นสัมพัทธ์น้อยกว่า 50% โดยควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน 5% อุณหภูมิห้องไม่เกิน 15 – 30 องศาเซลเซียส ควบคุมไม่ให้เปลี่ยนแปลงเกิน 3 องศาเซลเซียส

2) ก่อนอบกระดาษกรอง ให้ทำความสะอาดตู้ดูดความชื้นทุกครั้ง

3) นำซิลิกาเจล ใส่ในตู้ดูดความชื้น

4) วางกระดาษกรองลงบนภาชนะที่เตรียมไว้บนชั้นวางของตู้ดูดความชื้น โดยหงายด้านที่ใช้เก็บตัวอย่างขึ้น

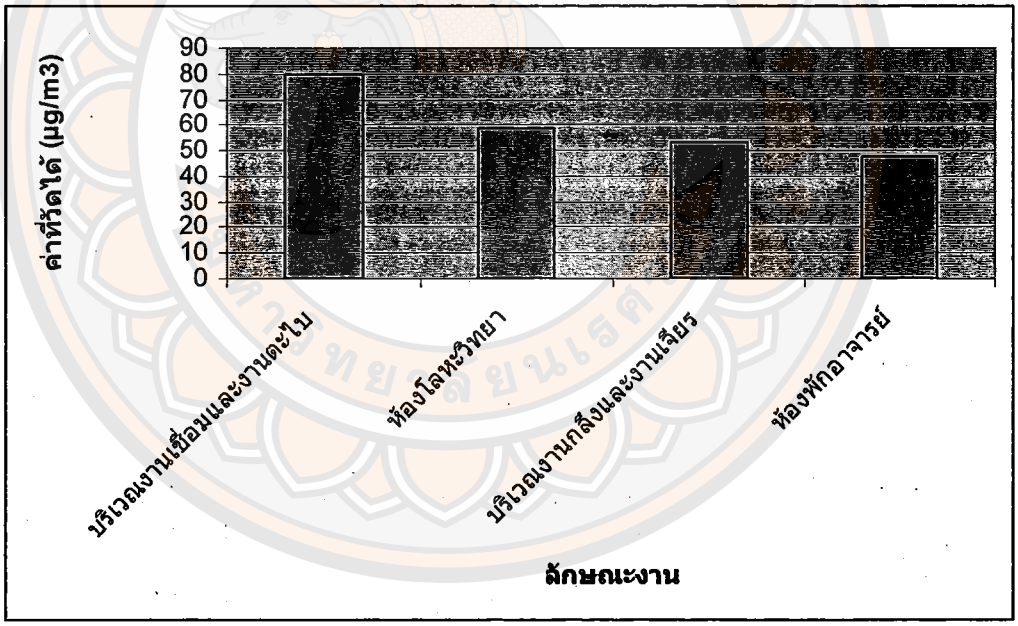
5) อบกระดาษอย่างน้อย 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนดแล้ว นำกระดาษมาชั่งน้ำหนักเสร็จแล้วให้บรรจุลงในถุงซิปที่เตรียมไว้แล้วนำไปเข้าตู้ดูดความชื้นอีก 2 – 3 ชั่วโมง เพื่อให้มีการดูดความชื้นในถุงซิปอีกครั้ง

รูปที่ 4.57 การติดตั้งเครื่องเก็บตัวอย่าง

4.6.5 ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.27 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}

สถานที่ตรวจวัด	ปริมาณฝุ่นจากการคำนวณ ($\mu g/m^3$)			ค่าเฉลี่ย	SD
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
บริเวณงานเชื่อมและงานตะไบ	96.15	64.1	80.13	80.13	13.08
ห้องพักอาจารย์	48.08	-	48.08	48.08	0.00
บริเวณงานกลึงและงานเจียร	32.05	64.1	64.1	53.42	15.11
ห้องโลหะวิทยา	80.13	64.1	32.05	58.76	19.99



รูปที่ 4.58 ผลการตรวจวัดปริมาณฝุ่น PM_{10}

ผลการเก็บตัวอย่างของฝุ่น PM 10 ในจุดต่างๆที่มีการปฏิบัติงานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ โดยจุดปฏิบัติงานเชื่อมและงานตะไบเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดมีปริมาณฝุ่น 80.13 µg/m³ ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยามีปริมาณฝุ่น 80.13 µg/m³ บริเวณงานกลึงและงานเจียรมีปริมาณฝุ่น 64.10 µg/m³ ห้องพักอาจารย์มีปริมาณฝุ่น 64.10 µg/m³ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าในสภาพการทำงานที่มีการปฏิบัติงานเกี่ยวข้องกับงานตัดแต่งโลหะจะมีการฟุ้งกระจายของฝุ่นเกิดขึ้นมากกว่าบริเวณที่ไม่มีการปฏิบัติงาน

4.6.6 การเปรียบเทียบการเก็บตัวอย่างของฝุ่น PM 10 กับเกณฑ์มาตรฐาน

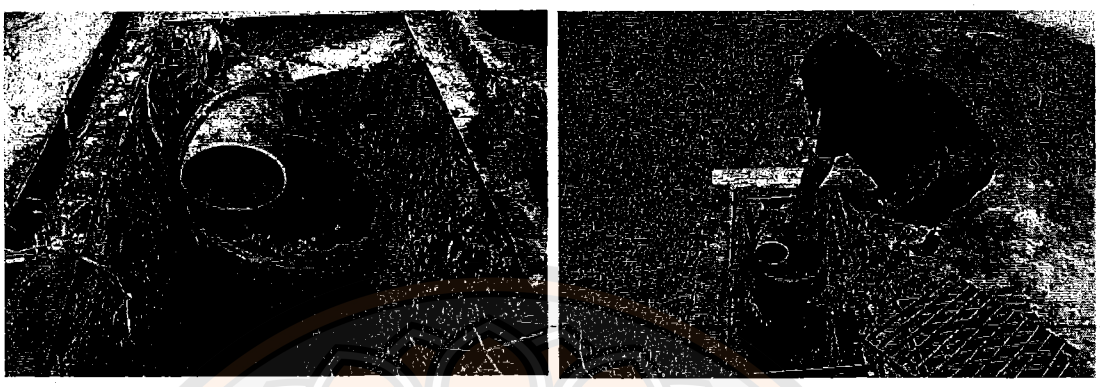
ตารางที่ 4.28 การเปรียบเทียบการเก็บตัวอย่างของฝุ่น PM 10 กับเกณฑ์มาตรฐาน

สถานที่ตรวจวัด	ปริมาณฝุ่นจากการคำนวณ	ค่ามาตรฐาน ($\mu g/m^3$)	สรุป
บริเวณงานเชื่อมและงานตะไบ	80.13	120	ผ่าน
ห้องพักอาจารย์	48.08	120	ผ่าน
บริเวณงานกลึงและงานเจียร	53.42	120	ผ่าน
ห้องโลหะวิทยา	58.76	120	ผ่าน

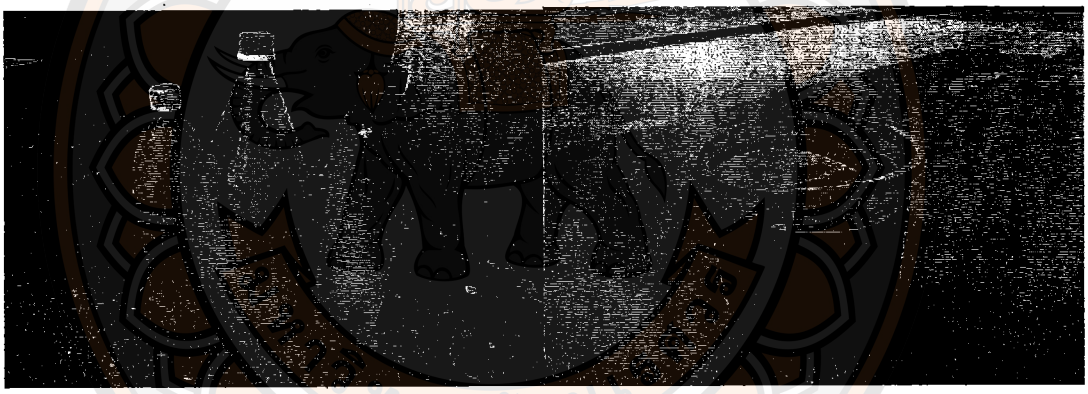
จากผลการเก็บตัวอย่างของฝุ่น PM 10 ในจุดต่างๆที่มีการปฏิบัติงานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ โดยจุดปฏิบัติงานเชื่อมและงานตะไบเป็นจุดที่มีค่าสูงสุดมีปริมาณฝุ่น 80.13 µg/m³ ห้องปฏิบัติการโลหะวิทยามีปริมาณฝุ่น 80.13 µg/m³ บริเวณงานกลึงและงานเจียรมีปริมาณฝุ่น 64.10 µg/m³ ห้องพักอาจารย์มีปริมาณฝุ่น 64.10 µg/m³ ซึ่งค่าที่วัดได้ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสิ่งแวดล้อม ซึ่งได้กำหนดไว้ที่ 120 µg/m³

4.7 การตรวจวัดคุณภาพของน้ำทิ้ง

4.7.1 จุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง



รูปที่ 4.59 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง



รูปที่ 4.60 แสดงตัวอย่างน้ำทิ้งที่เก็บได้

4.7.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้ง

จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เป็นเวลา 3 สัปดาห์ โดยใช้ถังเก็บน้ำจากบ่อจากนั้นล้างขวดเก็บน้ำด้วยน้ำทิ้งในถัง 1 ครั้งเทน้ำออกแล้วกรอกน้ำใส่ขวดเก็บน้ำจนเต็มปิดฝาปิดฉลากแสดงวัน เดือน ปี ที่เก็บตัวอย่าง

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างได้แก่

1) ขวดพลาสติก
2) ถังน้ำพลาสติก

4.7.3 พารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.29 แสดงค่าพารามิเตอร์ที่ทำการวิเคราะห์

พารามิเตอร์	ปริมาตรน้ำที่ใช้ (ml)
พีเอช (pH)	50
ของแข็งแขวนลอย (Suspended solid)	300
ซีโอดี (Chemical Demand)	1,000
บีโอดี (Biochemical Demand)	1,000

4.7.4 ผลการทดลอง

4.7.4.1 ค่า pH

ตารางที่ 4.30 ผลการวิเคราะห์ค่า pH

ลำดับที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าที่ได้จากการทดสอบ	ค่าเฉลี่ย
1	8 ธันวาคม 2552	7.73	
2	14 ธันวาคม 2552	7.19	7.59
3	22 ธันวาคม 2552	7.85	

จากตารางที่ 4.30พบว่าค่า pH ของตัวอย่างน้ำอยู่ที่ 7.59 ซึ่งมีสภาพน้ำเป็นกลาง

4.7.4.2 ของแข็งแขวนลอย

ตารางที่ 4.31 ผลการวิเคราะห์ค่าของแข็งแขวนลอย

ลำดับที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าที่ได้จากการทดสอบ (mg/L)	ค่าเฉลี่ย (mg/L)
1	8 ธันวาคม 2552	69.50	136.17
2	14 ธันวาคม 2552	159.00	
3	22 ธันวาคม 2552	180.00	

จากตารางที่ 4.31 พบว่าค่าปริมาณสารแขวนลอยของตัวอย่างน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 136.7 mg/L ซึ่งเป็นน้ำที่เกิดจากการขัดโลหะ การหล่อลื่น และน้ำหล่อเย็นจากการปฏิบัติงานในอาคาร จึงทำให้มีปริมาณสารแขวนลอยสูง

4.7.4.3 ซีโอดี (COD)

ตารางที่ 4.32 ผลการวิเคราะห์ค่า COD

ลำดับที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าที่ได้จากการทดสอบ (mg/L)	ค่าเฉลี่ย (mg/L)
1	8 ธันวาคม 2552	1,800	2,792
2	14 ธันวาคม 2552	2,914	
3	22 ธันวาคม 2552	3,662	

จากตารางที่ 4.32 พบว่าค่า COD ของตัวอย่างน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2,792 mg/L เนื่องจากเป็นน้ำที่เกิดจากการขัดโลหะ การหล่อลื่น และน้ำหล่อเย็นจากการปฏิบัติงานในอาคาร จึงทำให้มีค่า COD สูง

4.7.4.4 บีโอดี (BOD)

ตารางที่ 4.33 ผลการวิเคราะห์ค่า BOD

ลำดับที่	วันที่เก็บตัวอย่าง	ค่าที่ได้จากการทดสอบ(mg/L)	ค่าเฉลี่ย(mg/L)
1	8 ธันวาคม 2552	578.00	
2	14 ธันวาคม 2552	571.00	628.67
3	22 ธันวาคม 2552	737.00	

จากตารางที่ 4.33 พบว่าค่า BOD ของตัวอย่างน้ำมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 628.67 mg/L ซึ่งมีค่าสูงเนื่องจากเป็นน้ำที่เกิดจากการปฏิบัติงานในอาคาร

4.7.4.5 การเปรียบเทียบค่าพารามิเตอร์กับเกณฑ์มาตรฐานตัวอย่างน้ำทิ้ง

ตารางที่ 4.34 การเปรียบเทียบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากอาคารกับค่าพารามิเตอร์

พารามิเตอร์	ค่าที่วัดได้ (mg/L)	ค่ามาตรฐาน(mg/L)	สรุป
พีเอช (pH)	7.59	5-9	ผ่าน
ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solid)	136.17	30	ไม่ผ่าน
ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)	2,792.00	120	ไม่ผ่าน
บีโอดี (Biological Oxygen Demand)	628.67	20	ไม่ผ่าน

จากผลการทดลองพบว่า

1) ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของตัวอย่างน้ำซึ่งค่าที่วัดได้ผ่านเกณฑ์ตามมาตรฐานสิ่งแวดล้อม

2) ค่าของแข็งแขวนลอย (SS) สูงเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานสิ่งแวดล้อมซึ่งได้กำหนดไว้

3) ค่าซีโอดี (COD) ของตัวอย่างน้ำ ซึ่งค่าที่วัดได้สูงเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานสิ่งแวดล้อมซึ่งได้กำหนดไว้

4) ค่าบีโอดี (BOD) ของตัวอย่างน้ำซึ่งค่าที่วัดได้สูงเกินกว่าที่เกณฑ์มาตรฐานสิ่งแวดล้อมซึ่งได้กำหนดไว้

4.8 แนวทางการปรับปรุง

จากผลการเก็บรวบรวมข้อมูลได้จัดทำการแนวทางการปรับปรุงอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ โดยจากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นค่าที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานมี 2 ด้านคือ ด้านแสงสว่างและน้ำทิ้ง ดังนี้

4.8.1 ด้านแสงสว่าง

4.8.1.1 การลดแสงจ้า

แนวทางการปรับปรุง ด้านแสงสว่าง ซึ่งมีจุดที่มีแสงสว่างจ้าเกินไปทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำงานและยังเป็นสาเหตุให้ความร้อนเข้ามาภายในอาคารได้ซึ่งทางกลุ่มได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโดยการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการกรองแสงดังนี้

1) การใช้กระดาษปิดกระจกเพื่อลดแสงจ้า

รูปที่ 4.61 ก่อนติดกระดาษ

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด

รูปที่ 4.62 หลังติดกระดาษ

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด

ผลการทดลอง

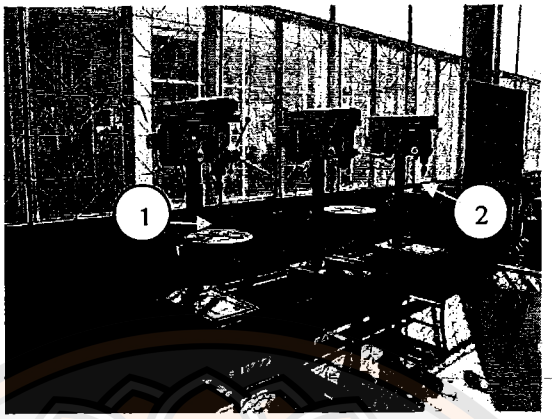
ตารางที่ 4.35 ผลการทดลองติดกระดาษ

จุดที่ทำการตรวจวัด	ระดับแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)									
	ก่อนทดลอง					หลังทดลอง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD
จุดที่ 1	2,105	1,978	2,098	2,060	701.70	1,373	1,379	1,383	1,378	12.83
จุดที่ 2	3,276	3,370	3,366	3,337		1,402	1,400	1,401	1,401	

จากการทดลองติดกระดาษเพื่อลดแสงจ้าในจุดปฏิบัติงานเจาะ พบว่า ก่อนทำการทดลองระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2,060 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 3,337 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างสูงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ มาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 701.70 เนื่องจากทั้ง 2 จุดได้รับแสงสว่างไม่เท่ากัน ในจุดที่ 1 มีการบดบังจากโรงอาหารจึงได้รับแสงสว่างน้อยกว่าจุดที่ 2

หลังทำการทดลองติดกระดาษ พบว่าระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1,378 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 1,340 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างลดลงจากก่อนทำการทดลอง และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 12.83เนื่องจากในแต่ละจุดนั้นแสงสว่างส่องผ่านเข้ามาไม่เท่ากัน

2) การใช้แผ่นพลาสติกปิดกระจกเพื่อลดแสงจ้า



รูปที่ 4.63 ก่อนติดแผ่นพลาสติก

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด

รูปที่ 4.64 หลังติดแผ่นพลาสติก

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด

ผลการทดลอง

ตารางที่ 4.36 ผลการทดลองติดแผ่นพลาสติก

จุดที่ทำการตรวจวัด	ระดับแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)									
	ก่อนทดลอง					หลังทดลอง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD
จุดที่ 1	2,105	1,978	2,098	2,060	701.70	1,372	1,285	1,364	1,340	54.99
จุดที่ 2	3,276	3,370	3,366	3,337		1,450	1,402	1,400	1,401	

จากการทดลองติดแผ่นพลาสติกเพื่อลดแสงจ้าในจุดปฏิบัติงานเจาะ พบว่า ก่อนทำการทดลองระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 2,060 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 3,337 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างสูงเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ มาก และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 701.70 เนื่องจากทั้ง 2 จุดได้รับแสงสว่างไม่เท่ากัน ในจุดที่ 1 มีการบดบังจากโรงอาหารจึงได้รับแสงสว่างน้อยกว่าจุดที่ 2

หลังทำการทดลองติดกระดาษ พบว่าระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 1,340 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 1,401 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างลดลงจากก่อนทำการทดลอง และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 54.99 เนื่องจากในแต่ละจุดนั้นแสงสว่างส่องผ่านเข้ามาไม่เท่ากัน

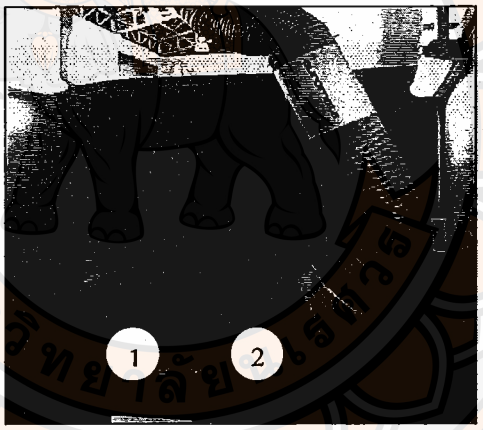
4.8.1.2 การเพิ่มแสงสว่าง

แนวทางการปรับปรุง ด้านแสงสว่าง ซึ่งมีจุดที่มีแสงสว่างน้อยเกินไปทำให้เป็นอุปสรรคต่อการทำงานซึ่งทางกลุ่มได้นำเสนอแนวทางในการปรับปรุงแก้ไขโดยทางกลุ่มได้มีแนวทางดังนี้

1) การเพิ่มแสงสว่างบริเวณจุดปฏิบัติงานเชื่อมโดยการติดหลอดไฟเพิ่ม

รูปที่ 4.65 ก่อนติดหลอดไฟเพิ่ม

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด



รูปที่ 4.66 หลังติดหลอดไฟเพิ่ม

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด

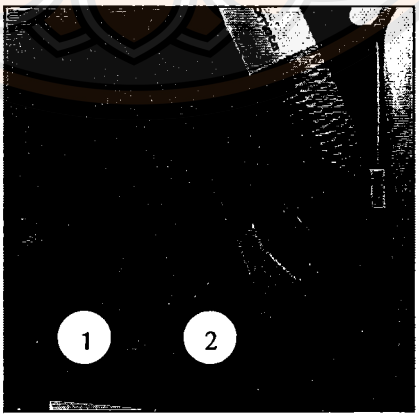
ตารางที่ 4.37 ผลการทดลองติดหลอดไฟเพิ่ม

จุดที่ทำการตรวจวัด	ระดับแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)									
	ก่อนทดลอง					หลังทดลอง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD
จุดที่ 1	67	75	72	71.33	3.98	167	170	169	168	2.61
จุดที่ 2	78	73	69	73.33		165	168	163	165	

จากการทดลองติดหลอดไฟเพิ่มเพื่อเพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงานเชื่อม พบว่า ก่อนทำการทดลองระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 71.33 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 73.33 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 3.98 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจาก จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีลักษณะเป็นช่องปฏิบัติงาน มีการให้แสงสว่างเฉพาะจุด

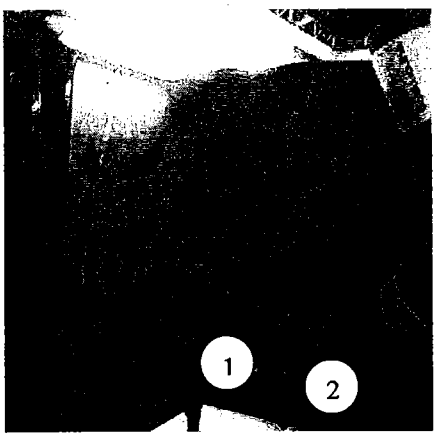
หลังทำการทดลองติดหลอดไฟเพิ่มพบว่าระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 168 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 165 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการทดลองซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 2.61 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน

2) การเพิ่มแสงสว่างบริเวณจุดปฏิบัติงานเชื่อมโดยการย้ายหลอดไฟจากที่ติดด้านที่มีท่อระบายอากาศมาติดอีกด้าน



รูปที่ 4.67 ก่อนย้ายหลอดไฟ

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด



รูปที่ 4.68 หลังย้ายหลอดไฟ

หมายเหตุ : จุดที่ (1) และ (2) เป็นจุดที่ทำการตรวจวัด

ตารางที่ 4.38 ผลการทดลองย้ายหลอดไฟ

จุดที่ทำการตรวจวัด	ระดับแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)									
	ก่อนทดลอง					หลังทดลอง				
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย	SD
จุดที่ 1	67	75	72	71.33	3.98	125	123	124	124	1.94
จุดที่ 2	78	73	69	73.33		126	128	123	125	

จากการทดลองย้ายหลอดไฟเพื่อเพิ่มแสงสว่างในจุดปฏิบัติงานเชื่อม พบว่า ก่อนทำการทดลองระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 71.33 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 73.33 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนดไว้ และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 3.98 ซึ่งเป็นค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก เนื่องจาก จุดปฏิบัติงานเชื่อมมีลักษณะเป็นช่องปฏิบัติงาน มีการให้แสงสว่างเฉพาะจุด

หลังทำการทดลองย้ายหลอดไฟพบว่าระดับแสงสว่างในจุดที่ 1 มีค่าเฉลี่ย 124 Lux และจุดที่ 2 มีค่าเฉลี่ย 125 Lux ซึ่งทั้ง 2 จุดมีค่าแสงสว่างเพิ่มขึ้นจากก่อนทำการทดลองซึ่งเป็นค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน และมีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานทั้ง 2 จุดอยู่ที่ 1.94 ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันมาก

4.8.2 ด้านน้ำทิ้ง

จากการศึกษาและวิเคราะห์พบว่าคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการมีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งอย่างมาก เนื่องจากไม่มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงมีความคิดเห็นว่าควรมีการติดตั้งบ่อบำบัดน้ำ ซึ่งมีแนวทางดังต่อไปนี้

4.8.2.1 ความสำคัญของระบบบำบัดน้ำเสีย

โรงบำบัดน้ำเสียเป็นสถานที่รวบรวมน้ำเสียจากบ้านเรือน แหล่งพาณิชยกรรม อุตสาหกรรม และสถาบัน เข้าสู่กระบวนการบำบัดแบบต่าง ๆ เพื่อกำจัดมลสารที่อยู่ในน้ำเสีย ให้มีคุณภาพดีขึ้นและไม่ก่อให้เกิดผลเสียหายต่อแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำธรรมชาติหรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบ โดยน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดแล้วจะถูกระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือบางส่วนยังสามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านการเกษตร อุตสาหกรรม และอื่นๆแม้ว่าน้ำจะเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีการใช้ซ้ำหลายครั้งวนเวียนเป็นวัฏจักร และมีกระบวนการทำให้สะอาดโดยตัวมันเอง (Self Purification) แต่กระบวนการนี้ก็มีขีดความสามารถจำกัดในแต่ละแหล่งน้ำ ดังนั้น การบำบัดน้ำเสียจึงเป็นกลไกสำคัญอันหนึ่งที่จะช่วยลดภาระของแหล่งน้ำในการทำความสะอาดตัวเองตามธรรมชาติและช่วยป้องกันมิให้สารมลพิษปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำดิบในการผลิตน้ำประปา

4.8.2.2 การรวบรวมน้ำเสีย

ระบบท่อระบายน้ำจะเป็นระบบท่อ ที่มีการเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่ซับซ้อนทำหน้าที่รวบรวมน้ำเสียจากที่พักอาศัย อุตสาหกรรม ธุรกิจพาณิชยกรรม และสถาบัน ให้ไหลไปตามท่อระบายน้ำซึ่งวางอยู่ใต้ดินไปสู่ระบบบัดน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อม โดยปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจะใกล้เคียงกับอัตราการใช้น้ำในชุมชนนั้นๆ และการไหลของน้ำเสียเข้าระบบบำบัดน้ำเสียจะแปรผันตามช่วงการใช้น้ำในแต่ละวัน และแปรผันตามฤดูกาลในแต่ละปี ทั้งนี้ระบบท่อระบายน้ำจะต้องมีความสามารถในการรองรับน้ำที่ไหลเข้าท่อระบายน้ำได้ทั้งหมดโดยไม่ก่อให้เกิดการรั่วซึมหรือทำให้เกิดน้ำท่วมขึ้นภายในชุมชน

4.8.2.3 กระบวนการบำบัดน้ำเสีย

กระบวนการบำบัดน้ำเสียมีอยู่ด้วยกันหลายกระบวนการ ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 3 กระบวนการคือ

ก. การบำบัดทางกายภาพ (Physical Treatment)

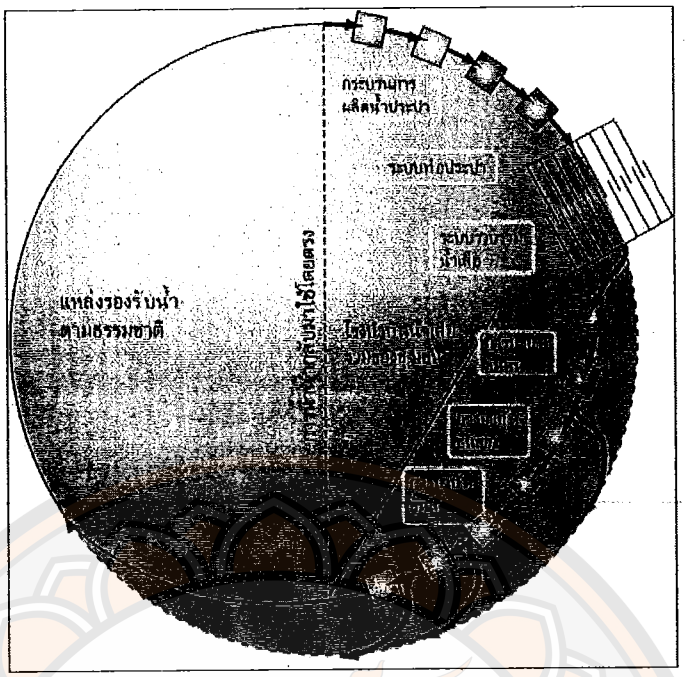
เป็นวิธีการแยกเอาสิ่งเจือปนออกจากน้ำเสีย เช่น ของแข็งขนาดใหญ่ กระดาษ พลาสติก เศษอาหาร กรวด ทราย ไขมันและน้ำมัน โดยใช้อุปกรณ์ในการบำบัดทางกายภาพ คือ ตะแกรงดักขยะ ถังดักกรวดทราย ถังดักไขมันและน้ำมัน และถังตกตะกอน ซึ่งจะเป็นการลดปริมาณของแข็งทั้งหมดที่มีในน้ำเสียเป็นหลัก

ข. การบำบัดทางเคมี (Chemical Treatment)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยจะใช้กระบวนการทางเคมี เพื่อทำปฏิกิริยากับสิ่งที่เจือปนในน้ำเสีย วิธีการนี้จะใช้สำหรับน้ำเสียที่มีส่วนประกอบอย่างใดอย่างหนึ่งดังต่อไปนี้ คือ ค่าพีเอชสูงหรือต่ำเกินไป มีสารพิษ มีโลหะหนัก มีของแข็งแขวนลอยที่ตกตะกอนยาก มีไขมันและน้ำมันที่ละลายน้ำ มีไนโตรเจนหรือฟอสฟอรัสที่สูงเกินไป และมีเชื้อโรค ทั้งนี้อุปกรณ์ที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียด้วยวิธีทางเคมี ได้แก่ ถังกวนเร็ว ถังกวนช้า ถังตกตะกอน ถังกรอง และถังฆ่าเชื้อโรค

ค. การบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment)

เป็นวิธีการบำบัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทาง ชีวภาพหรือใช้จุลินทรีย์ ในการกำจัดสิ่งเจือปนในน้ำเสียโดยเฉพาะสารคาร์บอนอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส โดยความสกปรกเหล่านี้จะถูกใช้เป็นอาหาร และยังเป็นแหล่งพลังงานของจุลินทรีย์ในถังเลี้ยงเชื้อเพื่อการเจริญเติบโต ทำให้น้ำเสียมีค่าความสกปรกลดลง โดยจุลินทรีย์เหล่านี้อาจเป็นแบบใช้ออกซิเจน (Aerobic Organisms) หรือไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobic Organisms) ก็ได้ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยหลักการทางชีวภาพ ได้แก่ ระบบ แอกทิเวเต็ดสลัดจ์ (Activate Sludge, AS) ระบบแผ่นจานหมุนชีวภาพ (Rotating Biological Contactor, RBC) ระบบคลอง วนเวียน (Oxidation Ditch, OD) ระบบบ่อเติมอากาศ (Aerated Lagoon, AL) ระบบโปรยกรอง(Trickling Filter) ระบบบ่อบำบัดน้ำเสีย (Stabilization Pond) ระบบยูเอเอสบี (Upflow Anaerobic Sludge Blanket, UASB) และ ระบบกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter, AF) เป็นต้น



รูปที่ 4.69 การบำบัดน้ำ

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

4.8.2.4 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสียมี 4 ขั้นตอนหลักดังนี้

ก. การบำบัดขั้นต้น (Preliminary Treatment)

เป็นการบำบัดเพื่อแยกทราย กรวด และของแข็งขนาดใหญ่ ออกจากของเหลวหรือน้ำเสียโดยอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบด้วย ตะแกรงหยาบ (Coarse Screen) ตะแกรงละเอียด (Fine Screen) ถังดักกรวดทราย (Grit Chamber) ถังตกตะกอนเบื้องต้น (Primary Sedimentation Tank) และเครื่องกำจัดไขฝ้า (Skimming Devices) การบำบัดน้ำเสียขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยได้ร้อยละ 50 - 70 และกำจัดสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของบีโอดีได้ ร้อยละ 25 - 40

ข. การบำบัดขั้นที่สอง (Secondary Treatment)

เป็นการบำบัดน้ำเสียที่ผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นและการบำบัดเบื้องต้นมาแล้ว แต่ยังคงมีของแข็งแขวนลอยขนาดเล็กและสารอินทรีย์ทั้งที่ละลายและไม่ละลายใน น้ำเสียเหลือค้างอยู่ โดยทั่วไปการบำบัดขั้นที่สองหรือเรียกอีกอย่างว่าการบำบัดทางชีวภาพ (Biological Treatment) จะอาศัยหลักการเลี้ยงจุลินทรีย์ในระบบภายใต้สภาวะที่สามารถควบคุมได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกินสารอินทรีย์ได้รวดเร็วกว่าที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ และแยกตะกอนจุลินทรีย์ออกจากน้ำทิ้งโดยใช้ถังตกตะกอน (Secondary Sedimentation Tank) ทำให้น้ำทิ้งมีคุณภาพดีขึ้น จากนั้นจึงผ่านเข้าระบบฆ่าเชื้อโรค (Disinfection) เพื่อจะได้แน่ใจว่าไม่มีจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคปนเปื้อน ก่อนจะระบายน้ำทิ้งลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ หรือนำกลับไป ใช้ประโยชน์ (Reuse)

การบำบัดน้ำเสียในขั้นนี้สามารถกำจัดของแข็งแขวนลอยและสารอินทรีย์ซึ่งวัดในรูปของ บีโอดีได้มากกว่าร้อยละ 80

ค. การบำบัดขั้นสูง (Advance Treatment หรือ Tertiary Treatment)

เป็นกระบวนการกำจัดสารอาหารไนโตรเจนและฟอสฟอรัส สารแขวนลอย สีที่ตกตะกอนยาก และอื่นๆ ซึ่งยังไม่ได้ถูกกำจัดโดยกระบวนการบำบัดขั้นที่สอง ทั้งนี้เพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำให้ดียิ่งขึ้นเพียงพอที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ได้ นอกจากนี้ยังช่วย ป้องกันการเติบโตผิดปกติของสาหร่ายที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดน้ำเน่า แก้ไขปัญหาความน่ารังเกียจของแหล่งน้ำอันเนื่องจากสี และแก้ไขปัญหาอื่น ๆ ที่ระบบบำบัดขั้นที่สองมิสามารถกำจัดได้ กระบวนการบำบัดขั้นสูง ได้แก่

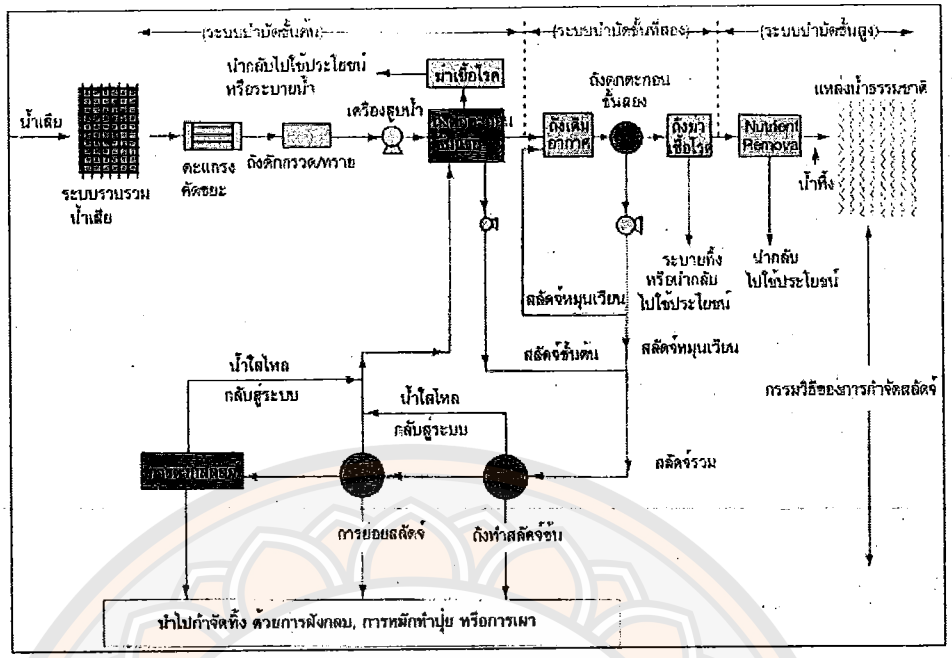
1) การกำจัดฟอสฟอรัส ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและทางชีวภาพ

2) การกำจัดไนโตรเจน ซึ่งมีทั้งแบบใช้กระบวนการทางเคมีและทางชีวภาพ โดยวิธีการทางชีวภาพนั้นจะมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการเปลี่ยนแอมโมเนียไนโตรเจนให้เป็น ไนเทรต ที่เกิดขึ้นในสภาวะแบบใช้ออกซิเจน หรือที่เรียกว่า "กระบวนการไนทริฟิเคชั่น และขั้นตอนการเปลี่ยนไนเทรตให้เป็นก๊าซไนโตรเจน ซึ่งเกิดขึ้นในสภาวะไร้ออกซิเจน หรือที่อีกอย่างเรียกว่า "กระบวนการดีไนทริฟิเคชั่น (Denitrification)"

3) การกำจัดฟอสฟอรัสและไนโตรเจนร่วมกันโดยใช้กระบวนการทางชีวภาพ ซึ่งเป็นการใช้ทั้งกระบวนการแบบใช้อากาศและไม่ใช้อากาศในการกำจัดไนโตรเจนกระบวนการไนตริฟิเคชันและกระบวนการดีไนตริฟิเคชันร่วมกับกระบวนการจับใช้ฟอสฟอรัสอย่างฟุ่มเฟือย (Phosphours Luxuty Uptake) ซึ่งต้องมีการใช้กระบวนการแบบไม่ใช้อากาศต่อด้วยกระบวนการใช้อากาศด้วยเช่นกัน ทั้งนี้จะต้องมีการประยุกต์ใช้โดยผู้มีความรู้ความเข้าใจในกระบวนการดังกล่าวเป็นอย่างดี

4) การกรอง ซึ่งเป็นการกำจัดสารที่ไม่ต้องการโดยวิธีการทางกายภาพ ได้แก่ สารแขวนลอยที่ตกตะกอนได้ยาก เป็นต้น

5) การดูดติดผิว (Adsorption) ซึ่งเป็นการกำจัดสารอินทรีย์ ที่มีในน้ำเสียโดยการดูดติดบนพื้นผิวของของแข็ง รวมถึงการกำจัดกลิ่นหรือก๊าซที่เกิดขึ้นด้วยวิธีการเดียวกัน



รูปที่ 4.70 ขั้นตอนการบำบัดน้ำเสีย

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

4.8.2.4 การเลือกวิธีบำบัดน้ำเสีย

ในการเลือกวิธีบำบัดน้ำเสียจะมีปัจจัยต่างๆที่ควรพิจารณาคือ

1) ความต้องการในการกำจัดสารต่างๆในน้ำเสีย
2) ประสิทธิภาพของระบบบำบัดน้ำเสีย
3) ขนาดพื้นที่ที่ต้องการใช้สำหรับโรงบำบัดน้ำเสีย
4) ราคาค่าก่อสร้าง
5) ราคาค่าบำรุงรักษาและดำเนินงาน
6) จำนวนเครื่องมือกลที่ต้องการใช้ในระบบบำบัด
7) ความยากง่ายในการควบคุมและระบบบำบัด
8) ความต้องการระดับความรู้ความสามารถของผู้ควบคุมดูแลระบบ

4.8.2.5 การบำบัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Treatment)

ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้หลักการทางชีวภาพจะมีกากตะกอนจุลินทรีย์หรือสลัดจ์เป็นผลผลิตตามมาด้วยเสมอ ซึ่งเป็นผลจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในการกินสารอินทรีย์ในน้ำเสีย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องบำบัดสลัดจ์เหล่านั้น เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาการเน่าเหม็นของสลัดจ์ การเพิ่มภาวะมลพิษ และเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วย นอก จากนี้การลดปริมาตรของสลัดจ์โดยการกำจัดน้ำออกจากสลัดจ์ ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเก็บขนไปกำจัดทิ้งหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่นๆ ทั้งนี้ในการบำบัดสลัดประกอบด้วยกระบวนการหลักๆ ได้แก่

1) การทำข้น (Thickener)

โดยใช้ถังทำข้นซึ่งมีทั้งที่ใช้กลไกการตกตะกอน (Sedimentation) และใช้กลไกการลอยตัว (Floatation) ทำหน้าที่ในการลดปริมาณสลัดจ์ก่อนส่งไปบำบัดโดยวิธีการอื่น

2) การทำให้สลัดจ์คงตัว (Stabilization)

โดยการย่อยสลัดจ์ด้วยกระบวนการใช้อากาศ หรือ ใช้กระบวนการไร้อากาศเพื่อทำหน้าที่ในการลดสารอินทรีย์ในสลัดจ์ ทำให้สลัดจ์คงตัวสามารถนำไปทิ้งได้โดยไม่เน่าเหม็น

3) การปรับสภาพสลัดจ์ (Conditioning)

เพื่อทำให้สลัดจ์มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้ประโยชน์ต่อไป เช่น ทำปุ๋ย การใช้ปรับสภาพดินสำหรับใช้ทางการเกษตร เป็นต้น

4) การรีดน้ำ (Dewatering)

เพื่อลดปริมาณสลัดจ์ที่นำไปทิ้ง โดยการฝังกลบ เผาหรือนำไปใช้ประโยชน์อื่น ซึ่งทำให้เกิดความสะดวกในการขนส่ง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรีดน้ำ ได้แก่ เครื่องกรองสูญญากาศ (Vacuum filter) เครื่องอัดกรอง (Filter press) หรือเครื่องกรองหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) รวมถึงการลานตากสลัดจ์ (Sludge drying bed)

<u>การกำจัดกากตะกอนหรือสลัดจ์ (Sludge Disposal)</u>

หลังจากสลัดจ์ที่เกิดขึ้นจากการบำบัดน้ำเสียได้รับการบำบัดให้มีความคงตัว ไม่มีกลิ่นเหม็น และ มีปริมาตรลดลง เพื่อความสะดวกในการขนส่งแล้ว ในขั้นต่อมาก็คือ การนำสลัดจ์เหล่านั้นไปกำจัดทิ้งโดยวิธีการที่เหมาะสม ซึ่งวิธีการกำจัดทิ้งที่ใช้ในปัจจุบัน ได้แก่

1) การฝังกลบ (Landfill) เป็นการนำสลัดจ์มาฝังในที่ที่จัดเตรียมไว้ และกลบด้วยชั้นดินทับอีก ชั้นหนึ่ง

2) การหมักทำปุ๋ย (Composting) เป็นการนำสลัดจ์มาหมักต่อ เพื่อที่จะนำไปใช้เป็นปุ๋ย ซึ่งเป็นการนำสลัดจ์กลับมาใช้ประโยชน์ในการเป็นปุ๋ยสำหรับปลูกพืช ในสลัดจ์ประกอบด้วยธาตุอาหารที่จำเป็นในการเจริญเติบโตของพืช ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และแร่ธาตุต่างๆ

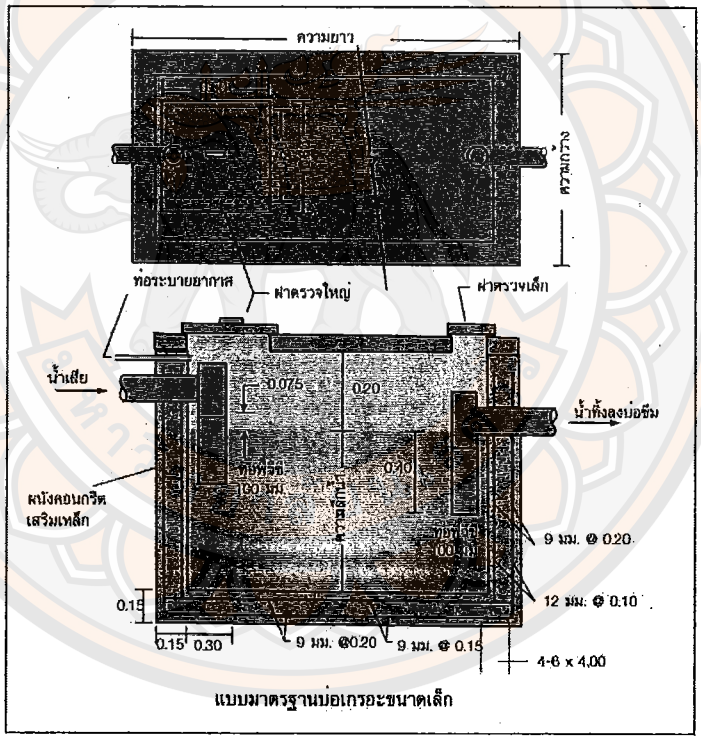
3) การเผา (Incineration) เป็นการนำสลัดจ์ที่จวนแห้ง (ตั้งแต่ร้อยละ 40 ขึ้นไป) มาเผา เพราะเนื่องจากไม่สามารถนำไปใช้ทำปุ๋ยหรือฝังกลบได้

4.8.2.6 ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (Onsite Treatment)

หมายถึง ระบบบำบัดน้ำเสียที่มีการก่อสร้างหรือติดตั้ง เพื่อบำบัดน้ำเสียจากอาคารเดี่ยว ๆ เช่น บ้านพักอาศัย อาคารชุด โรงเรียน หรืออาคารสถานที่ทำการ เป็นต้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะลดความสกปรกของน้ำเสียก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม ซึ่งระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่สำหรับบ้านพักอาศัยที่นิยมใช้กัน ได้แก่ บ่อดักไขมัน (Grease Trap) ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank) ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter) เป็นต้น เนื่องจากเป็นระบบที่ก่อสร้างได้ง่าย และในปัจจุบันมีเป็นการทำเป็นถังสำเร็จรูปจำหน่ายทำให้สะดวกในการติดตั้ง สำหรับอาคารพาณิชย์หรืออาคารสำนักงานขนาดใหญ่ อาจมีการก่อสร้างเป็นระบบขนาดใหญ่ เช่น ระบบแอกติเวเต็ดสลัดจ์ เป็นต้น เพื่อให้สามารถบำบัดน้ำเสียได้ตามมาตราฐานน้ำทิ้งก่อนระบายออกสู่สิ่งแวดล้อมในที่นี้นี้จะกล่าวถึงเฉพาะระบบบ่อเกรอะ และระบบบ่อกรองไร้อากาศ เนื่องจากเป็นระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ขนาดเล็กที่ใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากห้องน้ำ ห้องส้วม ในบ้านเรือนและอาคารต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย

ก. ระบบบ่อเกรอะ (Septic Tank)

บ่อเกรอะมีลักษณะเป็นบ่อปิด ซึ่งน้ำซึมไม่ได้และไม่มีการเติมอากาศ ดังนั้นสภาวะในบ่อจึงเป็นแบบไร้อากาศ (Anaerobic) โดยทั่วไปมักใช้สำหรับการบำบัดน้ำเสียจากส้วม แต่จะใช้บำบัดน้ำเสียจากครัวหรือน้ำเสียอื่นๆ ด้วยก็ได้ ถ้าหากสิ่งที่ไหลเข้ามาในบ่อเกรอะมีแต่อุจจาระหรือสารอินทรีย์ที่ย่อยง่าย หลังการย่อยแล้วก็จะกลายเป็นก๊าซกับน้ำและกากตะกอน (Septage) ในปริมาณที่น้อยจึงทำให้บ่อไม่เต็มได้ง่าย (อัตราการเกิดกากตะกอนประมาณ 1 ลิตร/คน/วัน) แต่อาจต้องมีการสูบกากตะกอนในบ่อเกรอะ (Septage) ออกเป็นครั้งคราว (ประมาณปีละหนึ่งครั้ง สำหรับบ่อเกรอะมาตรฐาน) แต่ถ้าหากมีการทิ้งสิ่งที่ย่อยหรือสลายยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย กระดาษชำระ สิ่งเหล่านี้จะยังคงค้างอยู่ในบ่อและทำให้บ่อเต็มก่อนเวลาอันสมควร เพื่อให้บ่อเกรอะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.71 มาตรฐานบ่อเกรอะขนาดเล็ก

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

ตารางที่ 4.39 ลักษณะของตะกอนในบ่อเกรอะ

พารามิเตอร์	ความเข้มข้น (มก./ล.)	
	ค่าโดยทั่วไป[1]	ค่าโดยทั่วไป[2]
1.ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand:BOD)	6,000	5,000
2.ค่าของแข็งทั้งหมด (Total Solids: TS)	40,000	40,000
3.ค่าของแข็งแขวนลอย (Supended Solids : SS)	15,000	20,000
4.ค่าไนโตรเจนในรูปที เค เอ็น (TKN)	700	1,200
5.ค่าไนโตรเจนในรูปแอมโมเนีย (NH_3)	400	350
6.ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (TP)	250	250
7. ค่าไขมัน (Grease)	8,000	-

ที่มา : (1) Wastewater Engineering, Metcalf&Eddy 1991

(2) โครงการศึกษาเพื่อจัดลำดับความสำคัญการจัดการน้ำเสียชุมชน เล่ม 3, สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม 2538

เนื่องจากประสิทธิภาพในการบำบัดน้ำเสียของบ่อเกรอะไม่สูง คือประมาณร้อยละ 40 - 60 ทำให้น้ำทิ้งจากบ่อเกรอะยังคงมีค่าบีโอดีสูงเกินค่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนดไว้ จึงไม่สามารถปล่อยทิ้งแหล่งน้ำธรรมชาติหรือท่อระบายน้ำสาธารณะได้ จึงจำเป็นจะต้องผ่านระบบบำบัดขั้นสองเพื่อลดค่าบีโอดีต่อไป

ก.1 ลักษณะของบ่อเกรอะ

ลักษณะที่สำคัญของบ่อเกรอะ คือ ต้องป้องกันตะกอนลอยและตะกอนจมไม่ให้ไหลไปยังบ่อเกรอะขั้นสอง เช่น ใช้แผ่นกั้นขวาง หรือท่อรูปตัวที (สามทาง) บ่อเกรอะมีใช้อยู่ตามอาคารสถานที่ทั่วไปจะสร้างเป็นบ่อคอนกรีตในที่ หรือถ้าเป็นอาคารขนาดเล็กหรือบ้านพักอาศัยก็มักนิยมสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุก่อสร้างทั่วไป แต่ปัจจุบันมีการสร้างถังเกรอะสำเร็จรูป จำหน่ายโดยใช้หลักการเดียวกัน

ก.2 เกณฑ์การออกแบบ

บ่อเกรอะที่รับน้ำเสียเฉพาะน้ำเสียจากส้วมของบ้านพักอาศัย ซึ่งหาขนาดได้จากสูตร

1) กรณีจำนวนคนน้อยกว่า 5 คน ให้ใช้ปริมาตรบ่อขนาดตั้งแต่ 1.5 m^3 ขึ้นไป

2) กรณีจำนวนคนตั้งแต่ 5 คนขึ้นไป

ปริมาตรบ่อ (ลูกบาศก์เมตร) = 1.5 + 0.1 คูณด้วย (จำนวน -5) **(5.1)**

ตารางที่ 4.40 ขนาดบ่อเกรอะรับเฉพาะน้ำส้วมจากบ้านพักอาศัย

จำนวนผู้พัก	ปริมาณน้ำส้วม (ลบ.ม/วัน)			ขนาดบ่อ (วัดจากระยะขอบบ่อด้านใน)		
	ราด	ซักโครก	ปริมาตร (ลบ.ม)	ความลึก (เมตร)	ความกว้าง (เมตร)	ความยาว (เมตร)
5	0.1	0.3	1.5	1.00	0.90	1.70
5-10	0.2	0.6	2.0	1.00	1.00	2.00
10-15	0.3	0.9	2.5	1.25	1.00	2.00
15-20	0.4	1.2	3.0	1.25	1.10	2.20
20-25	0.5	1.5	3.5	1.25	1.20	2.40
25-30	0.6	1.8	4.0	1.40	1.20	2.40
30-35	0.7	2.1	4.5	1.50	1.20	2.50
35-40	0.8	2.4	5.0	1.60	1.20	2.60
40-45	0.9	2.7	5.5	1.60	1.30	2.60
45-50	1.0	3.0	6.3	1.60	1.40	2.80

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

ก.3 การใช้งานและการดูแลรักษา

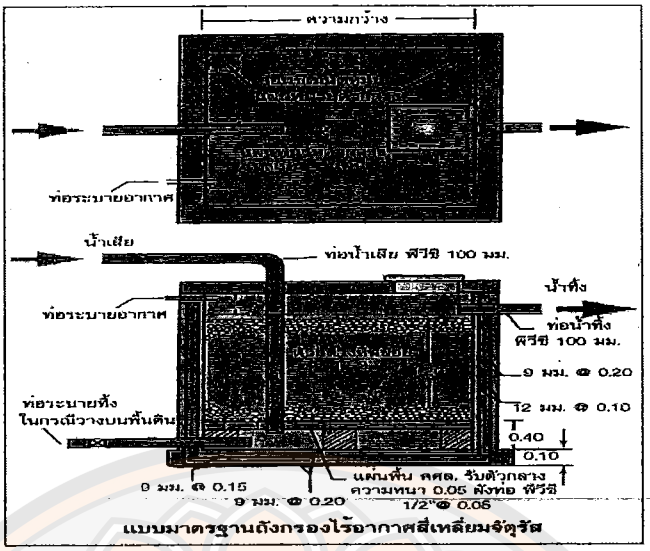
- ห้ามเทสารที่เป็นพิษต่อจุลินทรีย์ลงในบ่อเกรอะ เช่นน้ำกรดหรือด่างเข้มข้น น้ำยาล้างห้องน้ำเข้มข้น คลอรีนเข้มข้น ฯลฯ เพราะจะทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานของบ่อเกรอะลดลง เพราะน้ำทิ้งไม่ได้คุณภาพตามต้องการ

- ห้ามทิ้งสารอนินทรีย์หรือสารย่อยยาก เช่น พลาสติก ผ้าอนามัย ฯลฯ ซึ่งนอกจากมีผลทำให้ส้วมเต็มก่อนกำหนดแล้วยังอาจเกิดการอุดตันในท่อระบายได้

- ในกรณีน้ำในบ่อเกรอะสูงและราดส้วมไม่ลงให้ตรวจดูการระบายของบ่อซึม ว่ามีการซึมออกดีหรือไม่ ถ้าไม่มีบ่อซึม ปัญหาอาจมาจากน้ำภายนอกไหลท่วมเข้ามาในถัง ต้องแก้ไขโดยการยกถังขึ้นสูง ในกรณีใช้บ่อเกรอะสำเร็จรูป ให้ติดต่อผู้แทนจำหน่ายเพื่อตรวจสอบและแก้ไขต่อไป

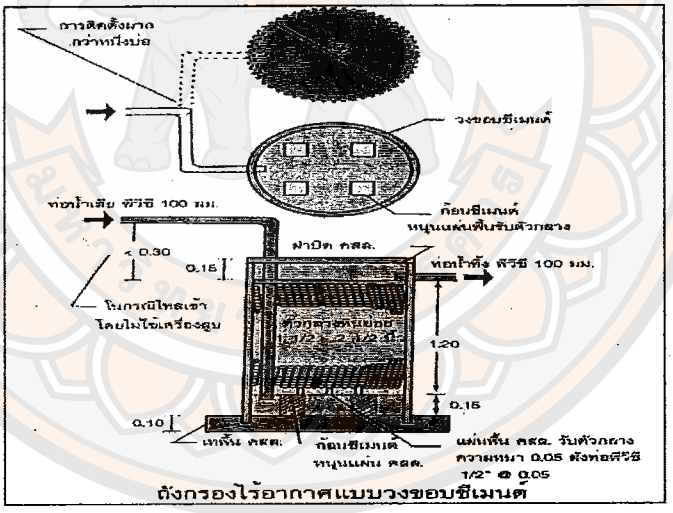
4.8.2.7 ระบบบ่อกรองไร้อากาศ (Anaerobic Filter)

บ่อกรองไร้อากาศเป็นระบบบำบัดแบบไม่ใช้อากาศเช่นเดียวกับบ่อเกรอะ แต่มีประสิทธิภาพในการบำบัดของเสียมากกว่า โดยภายในถังช่วงกลางจะมีชั้นตัวกลาง (Media) บรรจุอยู่ ตัวกลางที่ใช้กันมีหลายชนิด เช่น หิน หลอดพลาสติก ลูกบอลพลาสติก กรงพลาสติก และวัสดุโปร่งอื่นๆ ตัวกลางเหล่านี้จะมีพื้นที่ผิวมากเพื่อให้จุลินทรีย์ยึดเกาะได้มากขึ้น น้ำเสียจะไหลเข้าทางด้านล่างของถังแล้วไหลขึ้นผ่านชั้นตัวกลาง จากนั้นจึงไหลออกทางท่อด้านบน ขณะที่ไหลผ่านชั้นตัวกลาง จุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศจะย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำเสีย เปลี่ยนสภาพให้กลายเป็นก๊าซกับน้ำ น้ำทิ้งที่ไหลล้นออกไปจะมีค่าบีโอดีลดลงจากการที่จุลินทรีย์กระจายอยู่ในถังสม่ำเสมอ น้ำเสียจะถูกบำบัดเป็นลำดับจากด้านล่างจนถึงด้านบน ประสิทธิภาพในการกำจัดบีโอดีของระบบนี้จึงสูงกว่าระบบบ่อเกรอะ แต่อาจเกิดปัญหาจากการอุดตันของตัวกลางภายในถังและทำให้น้ำไม่ไหล ดังนั้นจึงต้องมีการกำจัดสารแขวนลอยออกก่อน เช่น มีตะแกรงดักขยะและบ่อดักไขมันไว้หน้าระบบ หรือถ้าใช้บำบัดน้ำส้วมก็ควรผ่านเข้าบ่อเกรอะก่อน ถังกรองไร้อากาศอาจสร้างด้วยวงขอบซีเมนต์หรือคอนกรีตในที่ หรือใช้ถังสำเร็จรูปที่มีการผลิตออกจำหน่ายในปัจจุบันอย่างไรก็ตาม หากออกแบบบ่อกรองไร้อากาศหรือดูแลรักษาไม่ดี นอกจากจะไม่สามารถกำจัดของเสียได้แล้ว ยังเกิดปัญหากลิ่นเหม็นรบกวนได้อีกด้วย



รูปที่ 4.72 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535



รูปที่ 4.73 แบบมาตรฐานถังกรองไร้อากาศแบบวงขอบซีเมนต์

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

ก.1 การใช้งานและการดูแลรักษา

1) ในระยะแรกที่ปล่อยน้ำเสียเข้าถังกรอง จะยังไม่มีการบำบัดเกิดขึ้นเนื่องจากยังไม่มีจุลินทรีย์การเกิดขึ้นของจุลินทรีย์อาจเร่งได้ โดยการตักเอาสลัดจ์หรือขี้เลนจากบ่อเกรอะหรือท้องร่องหรือก้นท่อระบายของเทศบาลซึ่งมีจุลินทรีย์ชนิดไม่ใช้อากาศมาใส่ในถังกรองประมาณ 2-3 ปี๊บ

2) น้ำที่เข้าถังกรองนั้น จะเป็นน้ำที่ไม่มีขยะหรือก้อนไขมันปะปน เพราะจะทำให้ตัวกลางอุดตันเร็ว ส่วนวิธีแก้ไขการอุดตัน คือต้องฉีดน้ำสะอาดชะล้างทางด้านบนและระบายน้ำส่วนล่างออกไปพร้อมๆ กัน

3) ถ้าพบว่าน้ำที่ไหลออกมีอัตราเร็วกว่าปกติและมีตะกอนติดออกมาด้วย อาจเกิดจากก๊าซภายในถังสะสมและดันทะลุตัวกลางขึ้นมาเป็นช่อง ต้องแก้ไขด้วยการฉีดน้ำล้างตัวกลางเช่นเดียวกับข้อ 2

ตารางที่ 4.41 ขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย

จำนวนผู้พัก	ปริมาตรตัวกลาง (ลบ.ม) (สูง 1.20 ม.)	ถังทรงกระบอก จำนวนถัง x สผก*. (สูง 1.50 ม.)	แบบถังสี่เหลี่ยม	
			กว้าง x ยาว ($ม^2$) (สูง 1.50 ม.)	จำนวนถัง
5	0.5	1 x 1.00	-	-
5-10	1.0	2 x 1.00	-	-
10-15	1.5	3 x 1.00	-	-

หมายเหตุ : * สผก. = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

ตารางที่ 4.41 (ต่อ) ขนาดมาตรฐานถังกรองไร้อากาศสำหรับบ้านพักอาศัย

จำนวนผู้พัก	ปริมาตรตัวกลาง (ลบ.ม) (สูง 1.20 ม.)	ถังทรงกระบอก จำนวนถัง x สผก*. (สูง 1.50 ม.)	แบบถังสี่เหลี่ยม	
			กว้าง x ยาว ($ม^2$) (สูง 1.50 ม.)	จำนวนถัง
15-20	2.0	3 x 1.20	-	-
20-25	2.5	4 x1.20	-	-
25-30	3.0	-	1.6 x 1.6	-
30-35	3.5	-	1.7 x 1.7	2
35-40	4.0	-	1.8 x 1.8	2
40-45	4.5	-	1.9 x 1.9	2
45-50	5.0	-	20 x 2.0	2

หมายเหตุ : * สผก. = เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

โดยในปัจจุบันการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่ (On-Site Treatment) มีการใช้ทั้งแบบก่อสร้างเองและแบบถังสำเร็จรูป (Package On-Site) ซึ่งแหล่งชุมชนที่ควรเลือกใช้ระบบบำบัดแบบติดกับที่นี้ ได้แก่

1) ชุมชนขนาดเล็กที่มีจำนวนประชากรน้อยกว่า 1,000 คน

2) ชุมชนที่ยังไม่มีปัญหาคุณภาพแหล่งน้ำ จึงไม่ต้องการใช้ระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้เทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพในการบำบัดมากนัก แต่ทั้งนี้จำเป็นต้องมีการวางแผนในระยะยาวเพื่อรองรับการขยายตัวของชุมชนในอนาคตด้วย

3) ชุมชนที่มีบ้านเรือนอยู่กระจัดกระจาย ไม่คุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในการลงทุนก่อสร้างและดำเนินการดูแลรักษาระบบรวมรวมและบำบัดน้ำเสีย ซึ่งทำให้ค่าลงทุนและดูแลรักษาต่อคน สูงกว่าชุมชนขนาดใหญ่

ก.2 การเลือกพื้นที่ก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่

1) พื้นที่ที่ไม่มีน้ำท่วมขัง

2) ชนิดของดินในบริเวณก่อสร้างระบบมีการซึมน้ำได้ดี

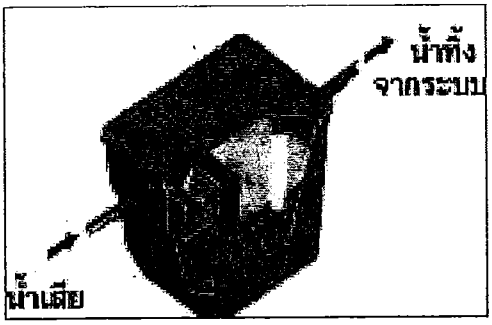
3) บริเวณก่อสร้างตั้งอยู่ห่างจากแหล่งน้ำธรรมชาติ ไม่น้อยกว่า 30 เมตร

4) เป็นพื้นที่ที่ระดับน้ำใต้ดินไม่สูงจนเกิดปัญหาในการซึม โดยก้นบ่อซึมควรมีความลึกของดินถึงระดับน้ำใต้ดินสูงสุดไม่น้อยกว่า 0.6 เมตร

5) ความสะดวกสบายและปลอดภัยในการเข้าถึงอาคารจากพื้นที่โดยรอบ รวมทั้งความสะดวกในการเข้าไปดูแลบำรุงรักษาระบบสุขาภิบาลด้วย

4.8.2.8 บ่อดักไขมัน (Grease Trap)

บ่อดักไขมันใช้สำหรับบำบัดน้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัย ห้องอาหารหรือภัตตาคาร เนื่องจากน้ำเสียดังกล่าวจะมีน้ำมันและไขมันปนอยู่มาก หากไม่กำจัดออกจะทำให้ท่อระบายน้ำอุดตัน น้ำเสียจากครัวของบ้านพักอาศัยในกรณีที่ไม่ผ่านตะแกรงนั้นจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 2,700 มิลลิกรัม/ลิตรหากผ่านตะแกรงจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 500 มิลลิกรัม/ลิตร สำหรับลักษณะน้ำเสียจากครัวของภัตตาคารจะมีน้ำมันและไขมันประมาณ 1,500 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้น บ่อดักไขมันที่ใช้จะต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอที่จะกักน้ำเสียไว้ระยะหนึ่งเพื่อให้ไขมันและน้ำมันมีโอกาสลอยตัวขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ เมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นต้องตักออกไปกำจัด เช่น ใส่ถุงพลาสติกทิ้งฝากรถขยะหรือนำไปตากแห้งหรือหมักทำปุ๋ย บ่อดักไขมันจะสามารถกำจัดไขมันได้มากกว่าร้อยละ 60 บ่อดักไขมันมีทั้งแบบสำเร็จรูปที่สามารถซื้อและติดตั้งได้ง่าย หรือสามารถสร้างเองได้ โดยใช้วงขอบซีเมนต์หรือถังซีเมนต์หินขัด ซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายกว่าแบบสำเร็จรูป และสามารถปรับให้เหมาะสมกับพื้นที่และปริมาณน้ำที่ใช้



รูปที่ 4.74 บ่อดักไขมัน

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

ก. การสร้างบ่อดักไขมัน

การออกแบบบ่อดักไขมันสำหรับประเทศไทยซึ่งมีอุณหภูมิสูง การจับตัวของไขมันช้า ดังนั้นระยะเวลากักพัก (Detention Time) ของบ่อดักไขมันจึงไม่ควรน้อยกว่า 6 ชั่วโมง เพื่อให้น้ำมันและไขมันมีโอกาสแยกตัวและลอยขึ้นมาสะสมกันอยู่บนผิวน้ำ และตักออกไปกำจัด เมื่อปริมาณไขมันและน้ำมันสะสมมากขึ้นเนื่องจากบ่อที่ใช้สำหรับบ้านเรือนจะมีขนาดเล็กทำให้ไม่คุ้มกับการก่อสร้างแบบเทคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้นอาจก่อสร้างโดยใช้วงขอบซีเมนต์ที่มีจำหน่ายทั่วไปนำมาวางซ้อนกัน เพื่อให้ได้ปริมาตรเก็บกักตามที่ได้คำนวณไว้ โดยทางน้ำเข้าและทางน้ำออกของบ่อดักไขมันอาจจะใช้ท่อรูปตัวที (T) หรือแผ่นกั้น (Baffle) สำหรับในกรณีที่น้ำเสียมีปริมาณมากอาจก่อสร้างจำนวนสองบ่อหรือมากกว่าตามความเหมาะสม แล้วแบ่งน้ำเสียไหลเข้าแต่ละบ่อในอัตราเท่าๆ กัน

ตารางที่ 4.42 ขนาดมาตรฐานบ่อดักไขมันแบบวงขอบซีเมนต์สำหรับบ้านพักอาศัย

จำนวนคน	ปริมาตรบ่อที่ต้องการ (ลบ.ม.)	ขนาดบ่อ		จำนวนบ่อ (บ่อ)
		เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความลึกน้ำ (ม.)	
5	0.17	0.8	0.40	1
10-15	0.51	1.0	0.70	1
15-20	0.68	1.2	0.60	1
20-25	0.85	1.2	0.80	1
25-30	1.02	1.0	0.70	2
30-35	1.19	1.0	0.80	2
35-40	1.36	1.2	0.60	2
40-45	1.53	1.2	0.70	2
45-50	1.70	1.2	0.80	2

หมายเหตุ : ความสูงของวงขอบซีเมนต์ทั่วไปประมาณ 0.33 ม. ดังนั้นถ้าหากความลึกน้ำ = 0.40 ม. จึงต้องซ้อนกันอย่างน้อยสองวง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสูงของระดับฝาบ่อด้วย

ที่มา : คู่มือเล่มที่ 2 สำหรับผู้ออกแบบและผู้ผลิตระบบบำบัดน้ำเสียแบบติดกับที่, กรมควบคุมมลพิษ 2537

ข. การใช้งานและดูแลรักษา

ขนาดต่างๆ ตามตารางข้างบนนั้น สำหรับภัตตาคารขนาดใหญ่ต้องเพิ่มจำนวนเพิ่มจำนวนบ่อให้ได้ปริมาตรรามทั้งกับปริมาตรบ่อที่ต้องการปัญหาสำคัญของบ่อดักไขมัน ก็คือ การขาดการดูแลรักษาอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้เกิดความสกปรกและกลิ่นเหม็น เกิดการอุดตันหรืออาจเป็นที่อยู่อาศัยของแมลงสาบและอื่นๆ ได้ รวมทั้งทำให้บ่อดักไขมันเต็มและแยกไขมันได้ไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ ซึ่งการดูแลรักษาควรดำเนินการอย่างสม่ำเสมอ ดังนี้

1) ต้องติดตั้งตะแกรงดักขยะก่อนเข้าบ่อดักไขมัน

2) ต้องไม่ทะลวงหรือแทงผลักให้เศษขยะไหลผ่านตะแกรงเข้าไปในบ่อดักไขมัน

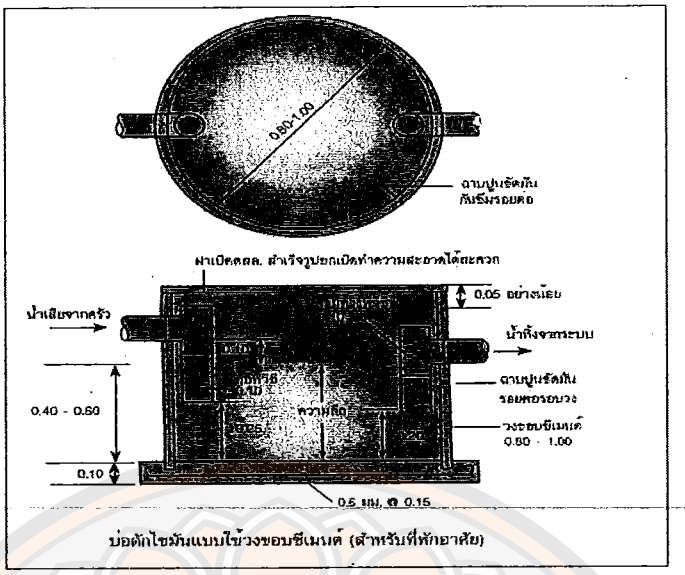
3) ต้องไม่เอาตะแกรงดักขยะออก ไม่ว่าจะชั่วคราวหรือถาวร

4) ต้องหมั่นโกยเศษขยะที่ดักกรองไว้ได้หน้าตะแกรงออกสม่ำเสมอ

5) ห้ามเอาน้ำจากส่วนอื่นๆ เช่น น้ำล้างมือ น้ำอาบ น้ำซัก น้ำฝน ฯลฯ เข้ามาในบ่อดักไขมัน

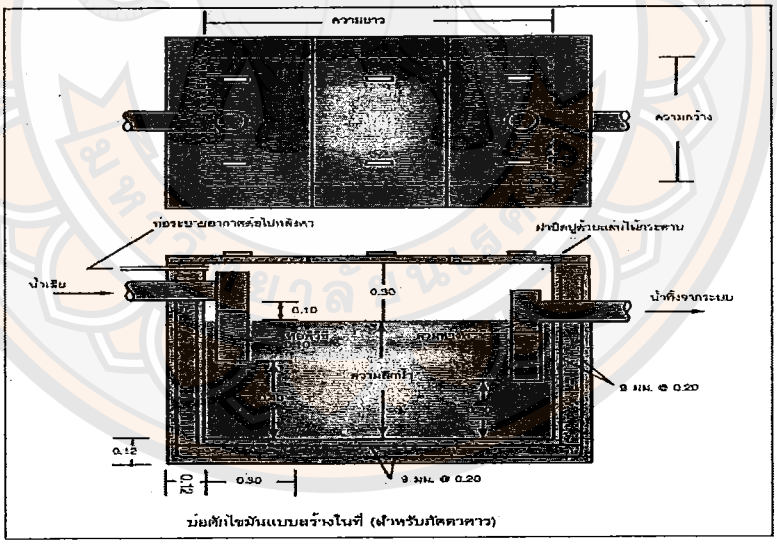
6) ต้องหมั่นตักไขมันออกจากบ่อดักไขมันอย่างน้อยทุกสัปดาห์ นำไขมันที่ตักได้ใส่ภาชนะปิดมิดชิด และรวมไปกับขยะมูลฝอย เพื่อให้รถเทศบาลนำไปกำจัดต่อไป

7) หมั่นตรวจดูท่อระบายน้ำที่รับน้ำจากบ่อดักไขมัน หากมีไขมันอยู่เป็นก้อนหรือคราบ ต้องทำตามข้อ 6 ถี่มากขึ้นกว่าเดิม นอกจากนี้ยังมีบ่อดักไขมันสำเร็จรูป ดังนั้นการพิจารณาใช้ควรคำนึงถึงขนาดของถังที่ได้ตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ รวมถึงประสิทธิภาพการกำจัดไขมันและต้องตรวจสอบกับมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนด เพื่อให้ได้มาตรฐานและเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค



รูปที่ 4.75 บ่อดักไขมันแบบใช้วงขอบซีเมนต์ (สำหรับที่พักอาศัย)

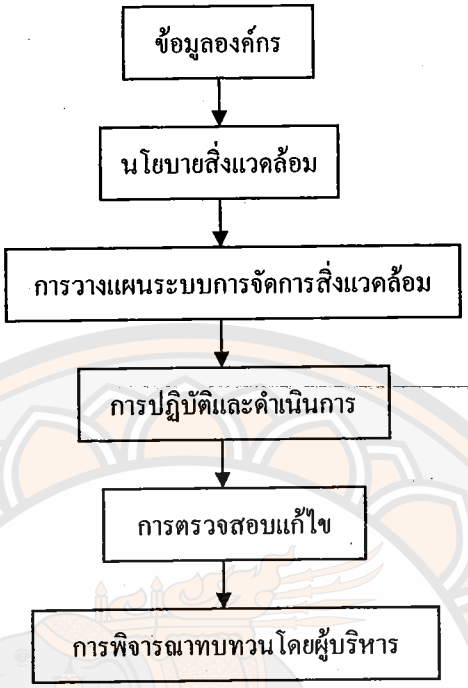
ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535



รูปที่ 4.76 บ่อดักไขมันแบบสร้างในที่ (สำหรับที่ภัตตาคาร)

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ, 2535

4.8.3 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อมตามหลักมาตรฐาน ISO 14000



รูปที่ 4.77 ขั้นตอนการทำระบบ ISO 14000

4.8.3.1 ข้อมูลองค์กร

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

4.8.3.2 การกำหนดนโยบายสิ่งแวดล้อม

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ มีความรับผิดชอบต่อสิ่งแวดล้อม และจะลดปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกขั้นตอนการปฏิบัติงานให้ดีขึ้นตามลำดับ เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยพยายามส่งเสริมสิ่งต่อไปนี้

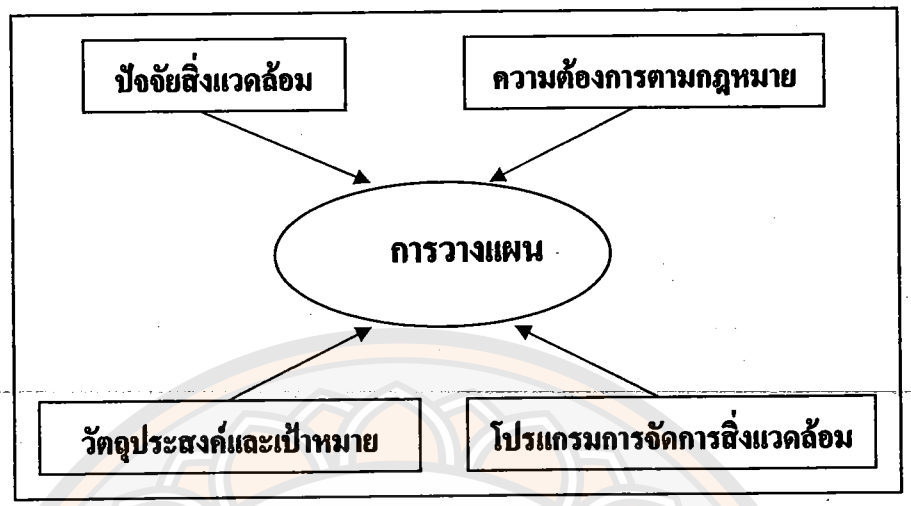
1) จัดตั้งเป้าหมายและวัตถุประสงค์ เพื่อลดปัญหาสิ่งแวดล้อม

2) ป้องกันการแพร่กระจายของมลพิษสู่สิ่งแวดล้อม ทั้งทางด้านแสงสว่าง เสียง ความร้อน ฝุ่นละออง น้ำทิ้ง ด้วยการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

3) จัดการอบรมผู้ปฏิบัติงานในอาคาร ให้มีความรู้ มีจิตสำนึก ด้านสิ่งแวดล้อม และจัดให้มีการเผยแพร่ข้อมูลข่าวสารเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม

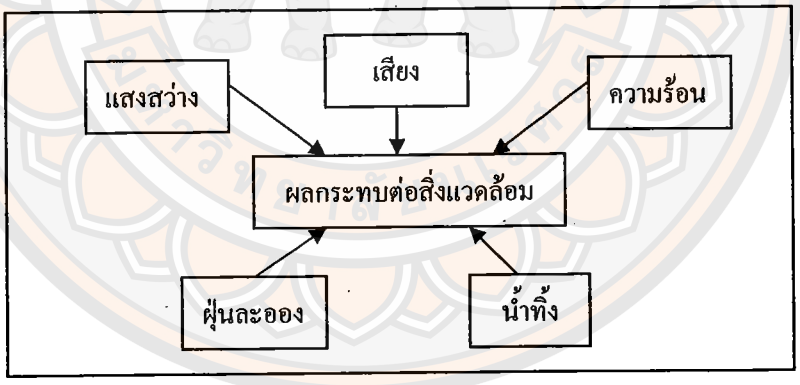
4) ทบทวนวัตถุประสงค์และเป้าหมายเป็นระยะ ๆ เพื่อปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อยๆ และให้สอดคล้องกับการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยี และสถานการณ์สิ่งแวดล้อมที่อาจเปลี่ยนไป

4.8.3.3 การวางแผน



รูปที่4.78 การวางแผน
ที่มา : ปราณี พันธุมสินชัย, 2544

1) ปัจจัยสิ่งแวดล้อม



รูปที่ 4.79 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2) วัตถุประสงค์และเป้าหมาย

นโยบาย ลดปัญหาสิ่งแวดล้อมทุกขั้นตอนการปฏิบัติงาน

วัตถุประสงค์ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

เป้าหมาย เพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม

ดัชนี ค่ามาตรฐานของสิ่งแวดล้อมในด้านต่างๆ

3) โปรแกรมการจัดการสิ่งแวดล้อม

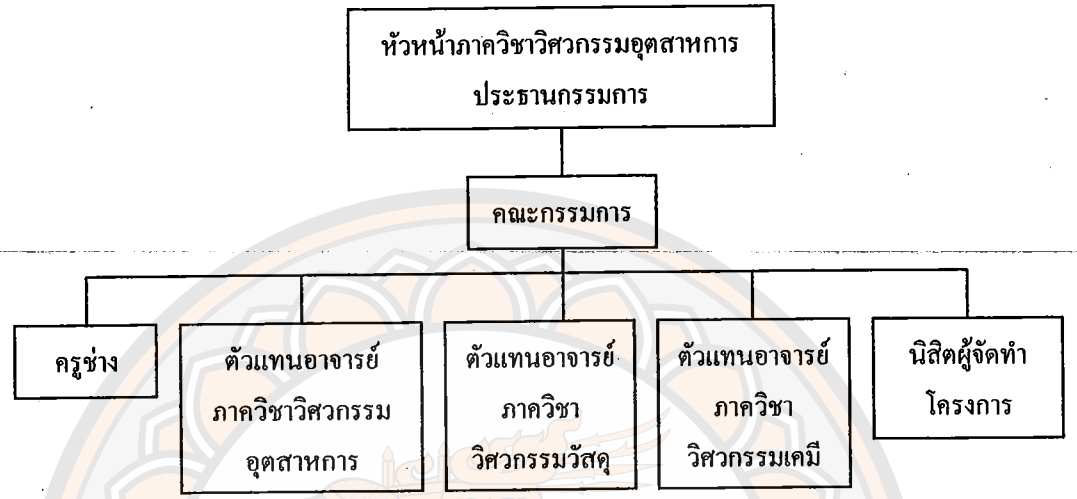
ตารางที่ 4.43 โปรแกรมการจัดการสิ่งแวดล้อม

แบบของการอบรม	ผู้เข้าร่วม	วัตถุประสงค์
เพิ่มจิตสำนึกในการจัดการสิ่งแวดล้อม	ครูช่าง อาจารย์ นิสิต	เพื่อให้เกิดความมุ่งมั่นตามนโยบายสิ่งแวดล้อมขององค์กร
เพิ่มระดับจิตสำนึกทางด้านสิ่งแวดล้อมโดยทั่วไป	ครูช่าง อาจารย์ นิสิต	เพื่อให้เกิดความมุ่งมั่นที่จะทำตามนโยบาย วัตถุประสงค์ และเป้าหมาย ด้านสิ่งแวดล้อม และทำให้เกิดความรับผิดชอบในการกระทำของตน
การปฏิบัติตนและการใช้เครื่องจักรอย่างถูกวิธี	ครูช่าง อาจารย์ นิสิต	เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการปฏิบัติงานและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

4.8.3.4 การปฏิบัติและดำเนินการ

ก. โครงสร้างและความรับผิดชอบ

ก.1 ผังโครงสร้างองค์กร



รูปที่ 4.80 โครงสร้างองค์กร

ก.2 ความรับผิดชอบ

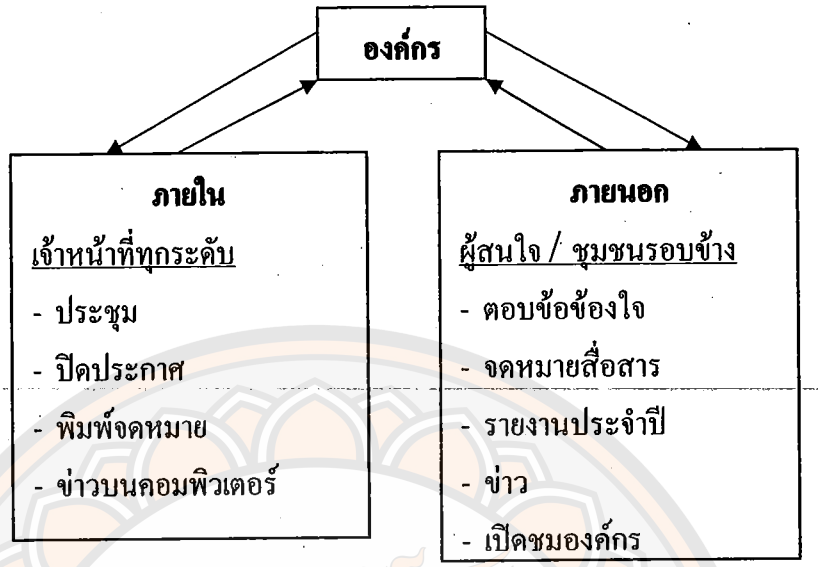
ตารางที่ 4.44 ความรับผิดชอบ

ผู้กำหนดนโยบาย	ประธานกรรมการ, คณะกรรมการ
ผู้กำหนดวัตถุประสงค์ เป้าหมาย และโปรแกรม	ครูช่าง
ผู้ติดตามผลระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม	ตัวแทนอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ,วัสดุ,เคมี
ผู้ปฏิบัติ	ทุกคน

ข. การอบรม สร้างจิตสำนึก และเพิ่มประสิทธิภาพ

องค์กรต้องให้มีการฝึกอบรมต่อทุกคน ตั้งแต่อาจารย์ประจำภาควิชา ครูช่าง ตลอดจนนิสิตทุกคนที่ใช้อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ ในการทำงานที่อาจส่งผลกระทบที่สำคัญต่อสิ่งแวดล้อมโดยการจัดทำ และรักษาขั้นตอนการทำงาน

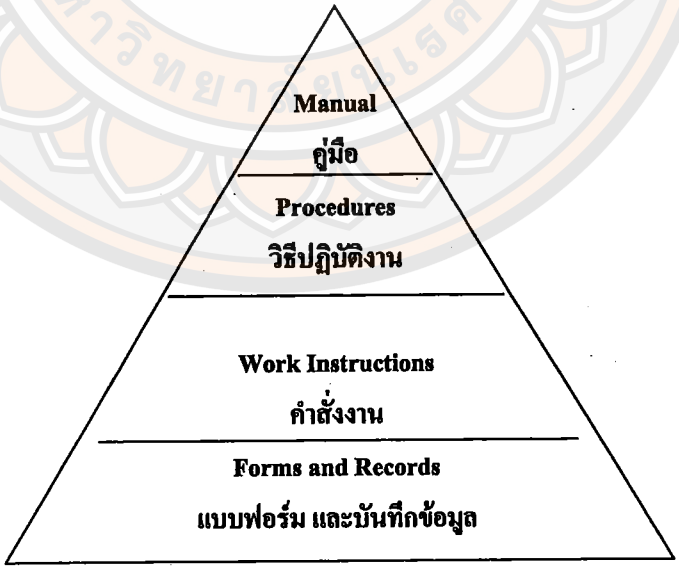
ค. การสื่อสาร



รูปที่ 4.81 การสื่อสารข้อมูล

ง. เอกสารการจัดการสิ่งแวดล้อม

องค์กรต้องจัดทำและรักษาข้อมูล ซึ่งจัดลำดับความสำคัญของเอกสารดังรูป



รูปที่ 4.82 ลำดับความสำคัญของเอกสาร

ตารางที่ 4.45 สรุปเอกสารตามข้อกำหนดของ ISO 14001

ข้อกำหนดมาตรฐาน	เอกสาร	วิธีปฏิบัติ
นโยบายสิ่งแวดล้อม	*	
ปัจจัยสิ่งแวดล้อม	*	*
ข้อกำหนดทางกฎหมายและอื่นๆ	*	*
วัตุประสงค์และเป้าหมาย	*	
โปรแกรมการจัดการสิ่งแวดล้อม	*	
โครงสร้างและความรับผิดชอบ	*	
การอบรม สร้างจิตสำนึก และเพิ่มประสิทธิภาพ	*	*
การสื่อสาร	*	*
เอกสารระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม	*	
การควบคุมเอกสาร		*
การควบคุมการดำเนินงาน		*
การเตรียมการในกรณีฉุกเฉินและวิธีตอบสนอง		*
การติดตามผลและการวัดค่า	*	*
การแก้ไขและป้องกันการไม่เป็นตามข้อกำหนด		*
บันทึกข้อมูล	*	*
การตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม	*	*
การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร	*	

จ. การควบคุมเอกสาร

องค์กรมีการจัดทำและรักษาขั้นตอนการทำงานสำหรับควบคุมเอกสารทั้งหมดที่มาตรฐานนี้ต้องการ โดยทำให้มั่นใจว่า

จ.1 สามารถหาเอกสารได้

จ.2 เอกสารได้รับพิจารณาทบทวนเป็นระยะๆ เพื่อเปลี่ยนแปลงเมื่อจำเป็น

จ.3 มีเอกสารฉบับล่าสุดตามจุดต่างๆ ที่มีการปฏิบัติงานที่สำคัญในระบบการจัดการ

ฉ. การควบคุมการดำเนินงาน

องค์กรมีการดำเนินการ และกิจกรรมใดที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ ตามนโยบาย วัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร และวางแผนสำหรับกิจกรรมเหล่านี้ รวมทั้งการบำรุงรักษาเพื่อให้มีการควบคุม

ช. การเตรียมการในกรณีฉุกเฉินและวิธีตอบสนอง

องค์กรมีการเตรียมการดังนี้

ช.1 จัดทำและรักษาขั้นตอนในการทำงาน มีการแยกแยะแนวโน้มที่จะเกิดอุบัติเหตุและกรณีฉุกเฉิน และการตอบสนอง

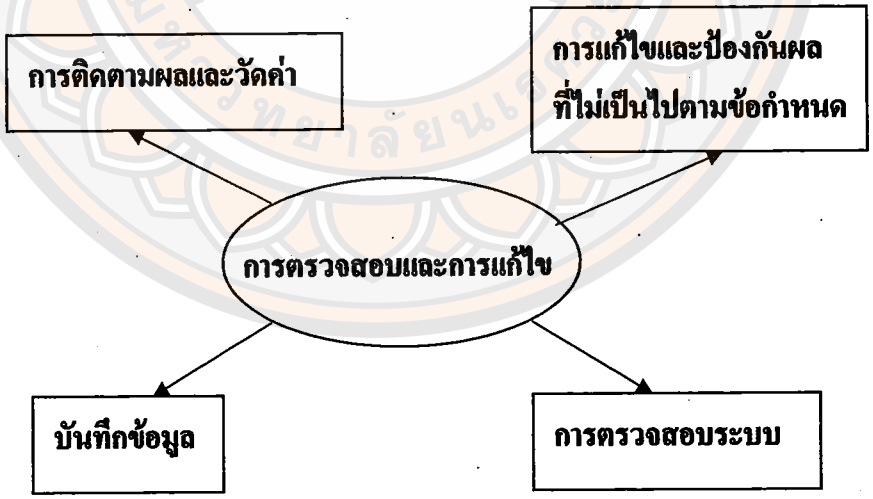
ช.2 ป้องกันและลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมที่อาจเกิดขึ้นในกรณีเหล่านี้

ช.3 พิจารณาทบทวน แก้ไขเมื่อจำเป็นอยู่เสมอ โดยเฉพาะหลังเกิดอุบัติเหตุหรือกรณีฉุกเฉินขึ้นแล้ว

ช.4 มีการทดสอบขั้นตอนการดำเนินเหล่านี้ตามที่จะทำได้

4.8.3.5 การตรวจสอบและแก้ไข

การวัดค่า ติดตามผล และการประเมินผล รวมทั้งการแก้ไข เป็นกิจกรรมสำคัญของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เพื่อให้มั่นใจว่าองค์กรสามารถปฏิบัติตามโปรแกรมสิ่งแวดล้อมที่ได้แจ้งไว้ แบ่งได้เป็น 4 ข้อ ดังนี้



รูปที่ 4.83 การตรวจสอบและการแก้ไข

ก. การติดตามผลและการวัดค่า

ก.1 องค์กรจัดทำ และรักษาเอกสารขั้นตอนการทำงานที่จะติดตามผล และวัดค่าลักษณะสำคัญอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งกิจกรรมที่อาจมีผลกระทบสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม

ก.2 ต้องมีการบันทึกข้อมูล เพื่อติดตามผลการทำงาน รวมถึงมีการควบคุมการดำเนินงานที่เกี่ยวข้องและการปฏิบัติตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายขององค์กร

ก.3 เครื่องมือวัดผลต้องถูกปรับค่าให้เที่ยงตรงและบำรุงรักษา โดยมีบันทึกของกิจกรรมนี้ไว้ตามขั้นตอนการดำเนินงานขององค์กร

ก.4 องค์กรต้องจัดทำ และรักษาเอกสาร ขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการประเมินผลเป็นระยะๆ เพื่อให้เป็นไปตามข้อบังคับและกฎหมายสิ่งแวดล้อมต่างๆ

ข. การแก้ไขและป้องกันการไม่เป็นตามกำหนด

ข.1 มีการจัดทำและรักษาขั้นตอนการดำเนินงาน ที่จะให้ความรับผิดชอบและอำนาจในการจัดการ และสืบสวนการไม่เป็นไปตามข้อกำหนด

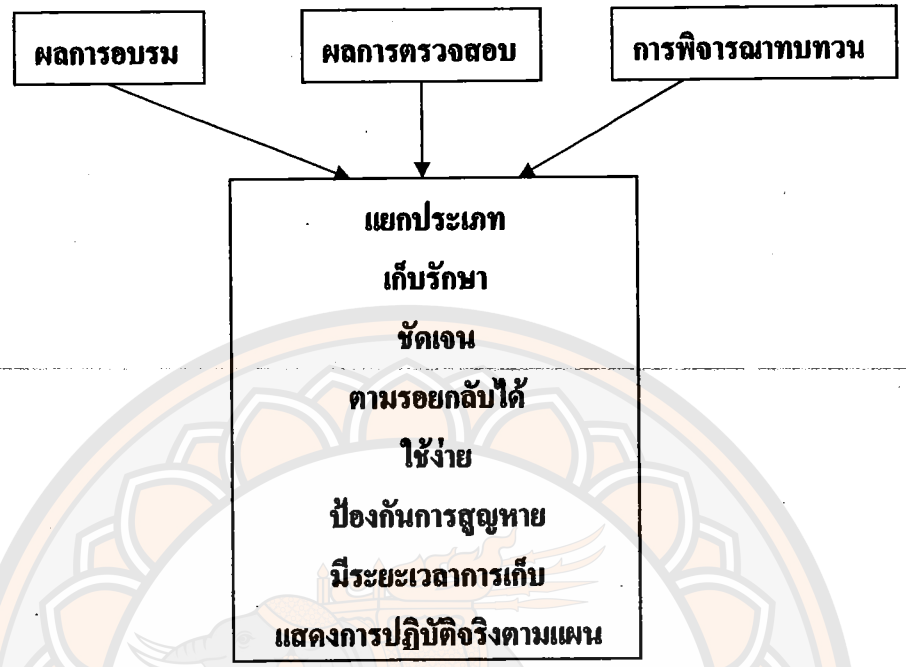
ข.2 จัดการลดผลกระทบที่จะเกิดขึ้น

ข.3 เริ่มทำการแก้ไข และป้องกันให้เป็นผลสำเร็จ

ข.4 การกระทำเพื่อแก้ไขและป้องกัน เพื่อกำจัดสาเหตุของการเกิดผลที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดตามจริง และที่อาจเกิดขึ้น ต้องเหมาะสมกับขนาดของปัญหา และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ข.5 องค์กรต้องเริ่มปฏิบัติ และจดบันทึกการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการกระทำเพื่อแก้ไขและป้องกัน ในเอกสารขั้นตอนการดำเนินงาน

ค. บันทึกข้อมูล



รูปที่ 4.84 บันทึกข้อมูล

ง. การตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม

องค์กรต้องจัดทำและรักษาโปรแกรมและขั้นตอนการดำเนินงานสำหรับการตรวจประเมินระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นระยะๆ เพื่อ

ง.1 หาว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นได้ไปตามแผนสำหรับการจัดการสิ่งแวดล้อมที่วางไว้ รวมทั้งความต้องการของมาตรฐานและได้รับการปฏิบัติและรักษาอย่างถูกต้อง

ง.2 ให้ข้อมูลเกี่ยวกับผลของการตรวจประเมินต่อผู้บริหาร โดยไม่จำเป็นต้องเผยแพร่สู่ภายนอก

จ. การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร

การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร (Management Review) ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างยิ่ง เพื่อให้เกิดการปรับปรุงอย่างต่อเนื่องต่อระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมขององค์กร

จ.1 การพิจารณาทบทวนโดยผู้บริหาร (Management Review) ซึ่งเป็นตามข้อ กำหนดของมาตรฐาน ISO 14001 ผู้บริหารระดับสูงขององค์กรต้องพิจารณาทบทวนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามระยะเวลาที่กำหนดไว้อย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้แน่ใจว่า

- มีความเหมาะสม เพียงพอ และมีประสิทธิภาพอย่างต่อเนื่อง
- ข้อมูลที่จำเป็นถูกเก็บมาใช้ในการพิจารณา

- มีการบันทึกการพิจารณา ผลสังเกต ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ

- มีความจำเป็นต้องเปลี่ยนนโยบาย วัตถุประสงค์ เป้าหมายและองค์ประกอบอื่นของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมหรือไม่

- ใช้ผลของการตรวจประเมิน และสถานการณ์ที่เปลี่ยนไป มาประกอบพิจารณามีการปรับปรุงให้ดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง

จ.2 ข้อมูลในการพิจารณา ควรดูจากข้อมูลดังต่อไปนี้

- ผลการตรวจประเมิน

- ประสิทธิภาพและการบรรลุผลตามวัตถุประสงค์และเป้าหมาย

- ความเหมาะสมของระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม เมื่อเทียบกับสถานการณ์และข้อมูลที่เปลี่ยนไป

จ.3 การตรวจประเมิน เพื่อให้แน่ใจว่าระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมเป็นไปตามวัตถุประสงค์และเป้าหมายที่ได้วางไว้ อาจจะให้บุคคลภายนอกเข้ามาตรวจประเมิน หรืออาจจัดตั้งคณะทำงานขึ้นภายในองค์กรเพื่อตรวจประเมิน เพื่อใช้ผลการตรวจประเมินประกอบในการพิจารณาทบทวนระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม และปรับปรุงให้ดีขึ้นเรื่อยๆ โดยมีการรักษาระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม ขึ้นด้วย

จ.4 การปรับปรุงให้ดีขึ้น แนวทางสำหรับผู้บริหารระดับสูง ที่จะหาทางปรับปรุงระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมให้ดีขึ้นเรื่อยๆ อาจทำให้ด้วยการพิจารณา โมเดลการปรับปรุง

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 การศึกษาปัญหาและแนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม

5.1.1 ด้านแสงสว่าง

5.1.1.1 การศึกษาปัญหา

จากการสำรวจจุดต่างๆ ของการปฏิบัติงานพบว่ามีจุดปฏิบัติงานที่เกิดปัญหาซึ่งสามารถแบ่งเป็นบริเวณที่มีแสงสว่างมากเกินไป คือ บริเวณงานเจาะ ซึ่งมีแสงจ้ามาก ขาดอุปกรณ์กรองแสง และบริเวณที่แสงสว่างไม่เพียงพอ คือ บริเวณงานเชื่อม มีการติดตั้งหลอดไฟให้แสงเฉพาะที่น้อยเกินไปและไม่มีการเปลี่ยนหรือซ่อมแซมหลอดไฟที่ไม่ติด

5.1.1.2 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม

ได้เสนอแนวทางให้บริเวณที่มีแสงสว่างมากเกิน โดยให้ทำการติดตั้งอุปกรณ์ช่วยกรองแสง เพื่อลดแสงสว่างขณะปฏิบัติงาน และบริเวณที่แสงสว่างไม่เพียงพอ ให้ทำการติดตั้งหลอดไฟเพิ่มและเพื่อให้แสงสว่างเฉพาะที่ให้สว่างขึ้น

5.1.2 ด้านเสียง

5.1.2.1 การศึกษาปัญหา

จากการสำรวจจุดต่างๆ ของการปฏิบัติงาน พบว่าระดับเสียงอยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการปฏิบัติงาน แต่ก็มีค่าที่ใกล้เคียงกับเกณฑ์มาตรฐาน ควรให้ผู้ปฏิบัติงานให้มีการสวมอุปกรณ์ป้องกันขณะปฏิบัติงาน เพื่อช่วยลดผลกระทบต่อการได้ยินเสียง

5.1.3 ด้านความร้อน

5.1.3.1 การศึกษาปัญหา

จากการสำรวจจุดต่างๆ พบว่าสภาพอากาศของอาคารปฏิบัติการโดยรวมแล้วมีอุณหภูมิอยู่ในระดับที่ ผ่านเกณฑ์มาตรฐานสำหรับการปฏิบัติงาน แต่ควรมีการระบายความร้อนเฉพาะจุด และมีอุปกรณ์ระบายความร้อนที่เพียงพอ

5.1.4 ด้านฝุ่นละออง

5.1.4.1 การศึกษาปัญหา

จากการสำรวจพบว่าปริมาณฝุ่น PM 10 มีค่าที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานการทำงาน แต่ขณะที่มีการปฏิบัติงานจะมีการฟุ้งกระจายและขาดการระบายอากาศเฉพาะจุด ผู้ปฏิบัติงานควรสวมอุปกรณ์ป้องกัน หลังปฏิบัติงานขาดการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ

5.1.5 ด้านน้ำทิ้ง

5.1.5.1 การศึกษาปัญหา

จากการสำรวจพบว่ามาตรฐานด้านคุณภาพน้ำทิ้งของอาคาร มีค่าที่สูงกว่าเกณฑ์มาก เนื่องจากไม่มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง และขาดแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้ง

5.1.5.2 แนวทางการจัดการสิ่งแวดล้อม

ได้เสนอแนวทางให้มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง มีการสร้างบ่อบำบัด มีการตรวจคุณภาพน้ำทิ้ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการควรจะนำแนวทางที่ได้เสนอขึ้นมาไปใช้ในการปรับปรุงกับอาคารจริง

5.2.2 บุคคลที่มาใช้งานในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการควรควรมีการสวมอุปกรณ์ป้องกันขณะปฏิบัติงาน

5.2.3 ควรมีการส่งเสริมความรู้ความเข้าใจให้กับผู้ปฏิบัติงานเกี่ยวกับปัญหาและภัยจากสภาพแวดล้อมที่มาจาก เครื่องจักรภายในอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

5.2.4 ควรมีการจัดนโยบายป้องกันและควบคุมปริมาณปัญหาสิ่งแวดล้อมที่แหล่งกำเนิดภายในอาคาร

เอกสารอ้างอิง

กิตติ อินทรานนท์.(2549). **วิศวกรรมความปลอดภัย พื้นฐานของวิศวกร.** กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ปราณี พันธุมสินชัย. (2544). **ISO 14000มาตรฐานการจัดการสิ่งแวดล้อมและกฎหมายสิ่งแวดล้อมไทยสำหรับผู้บริหาร**. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สืบค้นเรื่อง **แสงสว่าง** เมื่อวันที่ 10 ตุลาคม 2552 จากhttp//blog.eduzones.com/winny/3663

สืบค้นเรื่อง **เสียง** เมื่อวันที่10 ตุลาคม 2552 http://www.shawpat.or.th/newweb

สืบค้นเรื่อง **น้ำทิ้ง** เมื่อวันที่ 1 มกราคม 2553 http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_std_airsnd01

สืบค้นเรื่อง **คุณภาพน้ำ** เมื่อวันที่ 3 มกราคม 2553 http://www.pcd.go.th /Info_serv/reg_ std _water04.html#s3

สืบค้นเรื่อง **การบำบัดน้ำเสีย** เมื่อวันที่ 5 มีนาคม 2553 http://www.pcd.go.th/info_serv/reg_ std_ water.html

สืบค้นเรื่อง **การตรวจวัดความร้อน** เมื่อวันที่8 มีนาคม 2553 http://www2.diw.go.th/KM/word

สืบค้นเรื่อง **มลภาวะทางเสียง** เมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2553 http://www learners.in.th/file/ wiparin _taksin

ภาคผนวก ก
แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ที่เข้าไปปฏิบัติงานภายในสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ที่เข้าไปปฏิบัติงานภายในสถานที่

อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

ผู้ปฏิบัติงาน ☐ นักศึกษา ☐ ครูช่าง ☐ อาจารย์

สาขาวิชา.....

<u>ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม</u> (กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความต่อไปนี้)

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง ชั้นปี ☐ ปีที่1 ☐ ปีที่2 ☐ ปีที่3 ☐ ปีที่4 ขึ้นไป

<u>ตอนที่ 2 ความคิดเห็นในสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ</u>

(กรุณาทำเครื่องหมาย ✓ หน้าข้อความที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด)

ท่านเห็นด้วยอย่างไรเกี่ยวกับภายในอาคารปฏิบัติการมีสิ่งต่างๆเหล่านี้

ตารางที่ ก.1 แสดงแบบสอบถามที่ใช้สำรวจข้อมูล

ประเด็นวัดความคิดเห็น	**ระดับความคิดเห็น**					
	เห็นด้วยมากที่สุด (5)	เห็นด้วยมาก (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	เห็นด้วยน้อย (2)	เห็นด้วยน้อยที่สุด (1)	ไม่เห็นด้วย (0)
1. ด้านแสงสว่าง						
1.1 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานกลึงเพียงพอ						
1.2 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจียรเพียงพอ						
1.3 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานตัดโลหะเพียงพอ						
1.4 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานไสเพียงพอ						
1.5 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานกัดโลหะพียงพอ						
1.6 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจาะเพียงพอ						

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงแบบสอบถามที่ใช้สำรวจข้อมูล

ประเด็นวัดความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					
	เห็นด้วยมากที่สุด (5)	เห็นด้วยมาก (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	เห็นด้วยน้อย (2)	เห็นด้วยน้อยที่สุด (1)	ไม่เห็นด้วย (0)
1.7 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานตะไบเพียงพอ						
1.8 มีความสว่างในบริเวณจุดปฏิบัติงานเชื่อมเพียงพอ						
1.9 มีความสว่างในห้องเรียนเพียงพอ						
1.10 มีความสว่างในห้องปฏิบัติการโลหะวิทยา						
1.11 กระจกฝ้าและหน้าต่างมีความสะอาด แสงผ่านได้เต็มที่						
1.12 การทาสีเพดาน กำแพง และจุดบริเวณปฏิบัติงาน ให้แลดูสว่าง						
1.13 การติดตั้งหลอดไฟให้แสงเฉพาะที่หรือปรับความสว่างได้						
2. ด้านเสียง						
2.1 มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานกลึงพอดี						
2.2 มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานตัดพอดี						
2.3 มีระดับทางเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานเจียรพอดี						
2.4 มีระดับเสียงในบริเวณจุดปฏิบัติงานไสพอดี						

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงแบบสอบถามที่ใช้สำรวจข้อมูล

ประเด็นวัดความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					
	เห็นด้วยมากที่สุด (5)	เห็นด้วยมาก (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	เห็นด้วยน้อย (2)	เห็นด้วยน้อยที่สุด (1)	ไม่เห็นด้วย (0)
2.5 มีระดับเสียงในจุดปฏิบัติงานกัดโลหะพอดี						
2.6 มีระดับเสียงในจุดปฏิบัติงานเชื่อมพอดี						
2.7 มีระดับเสียงที่ไม่ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนิสิต						
3. ด้านความร้อน						
3.1 มีการป้องกันความร้อนของอาคารสถานที่โดยใช้ฉนวนบุกั้นบนหลังคาหรือกำแพง						
3.2 มีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนขณะปฏิบัติงาน เช่น พัดลม						
3.3 มีการใช้หรือการปรับปรุงการระบายความร้อนเฉพาะจุด						
3.4 มีอุปกรณ์ช่วยระบายความร้อนมีเพียงพอขณะปฏิบัติงาน						
3.5 ภายในอาคารมีอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการปฏิบัติงาน						
3.6 ความร้อนไม่ได้ส่งผลต่อการปฏิบัติงานของนิสิต						
4. ด้านฝุ่นละออง						
4.1 ไม่มีการฟุ้งกระจายของฝุ่นจากการปฏิบัติงาน						

ตารางที่ ก.1 (ต่อ) แสดงแบบสอบถามที่ใช้สำรวจข้อมูล

ประเด็นวัดความคิดเห็น	ระดับความคิดเห็น					
	เห็นด้วยมากที่สุด (5)	เห็นด้วยมาก (4)	เห็นด้วยปานกลาง (3)	เห็นด้วยน้อย (2)	เห็นด้วยน้อยที่สุด (1)	ไม่เห็นด้วย (0)
4.2 มีการระบายอากาศเฉพาะจุด						
4.3 มีการสวมอุปกรณ์ป้องกันฝุ่นขณะปฏิบัติงาน						
4.4 มีการทำความสะอาดและกำจัดฝุ่นสม่ำเสมอ						
4.5 มีการระบายอากาศในบริเวณที่เชื่อมโลหะ						
5. ด้านน้ำทิ้ง						
5.1 ไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมของน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ						
5.2 มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้ง						
5.3 มีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทิ้งเป็นประจำ						
5.4 มีแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำทิ้งจากอาคารปฏิบัติการ						

แสดงความคิดเห็นเพิ่ม

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก ข

ผลการตรวจวัดการเก็บข้อมูลภายในสถานที่อาคารปฏิบัติการวิศวกรรมอุตสาหการ

ตารางที่ ข.1 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 1 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานเชื่อม	71.33	95.33	63.00	57.33	64.67	74.67	71.06	13.39
งานเจาะ	1,020.00	1,136.33	1,113.33	1,224.33	2,509.67	1,125.67	1,354.89	569.45
งานกัด	810.67	862.67	891.00	956.67	1,477.33	822.33	970.11	253.97
งานกลึง	219.33	247.00	222.67	197.67	300.67	209.00	232.72	37.13
งานไส	334.67	352.33	317.33	390.33	304.33	346.33	340.89	30.12
งานตัด	403.33	452.00	400.67	407.33	438.00	377.00	413.06	27.28
งานเจียร	200.67	205.67	337.67	204.67	201.00	201.67	225.23	55.12
งานตะไบ	321.00	354.33	203.33	357.67	290.33	379.67	317.72	64.22
ห้องเรียน	209.33	208.00	207.00	202.67	227.00	210.33	210.72	8.40
ห้องโลหะวิทยา	911.00	1,009.67	969.67	1,137.33	1,004.67	1,059.67	1,015.34	77.41

ตารางที่ ข.2 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 1 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานเชื่อม	68.33	64.67	58.67	69.00	50.33	62.20	7.80
งานเจาะ	987.00	694.33	677.67	693.30	864.67	783.39	137.19
งานกัด	635.67	633.00	662.00	898.67	585.67	683.00	123.66
งานกลึง	316.00	247.00	234.67	236.00	426.00	291.93	82.13
งานไส	362.00	348.67	423.00	314.67	271.33	343.93	56.41
งานตัด	504.33	414.33	503.66	464.67	504.67	478.33	39.67
งานเจียร	220.33	206.00	353.33	203.66	191.33	234.93	66.98
งานตะไบ	348.00	365.33	202.33	355.67	359.67	326.20	69.53
ห้องเรียน	205.67	208.00	167.67	199.00	207.67	197.60	17.12
ห้องโลหะวิทยา	1,005.67	1,009.67	1,164.66	2,164.67	1,121.00	1,293.13	492.11

ตารางที่ ข.3 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 2 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานเชื่อม	81.33	65.00	73.00	79.33	73.33	89.00	76.83	8.26
งานเจาะ	1,067.33	1,477.33	1,450.67	1,598.00	1,337.33	1,234.33	1,360.83	190.05
งานกัด	704.33	998.00	953.00	780.33	824.00	920.33	863.33	112.38
งานกลึง	283.67	300.67	251.67	241.33	241.33	207.33	254.33	33.35
งานไส	358.33	304.33	226.67	263.67	288.33	332.67	295.67	47.35
งานตัด	368.00	538.00	272.00	358.33	353.33	387.00	379.44	87.18
งานเจียร	233.00	287.33	226.67	214.33	217.33	204.67	230.56	29.50
งานตะไบ	344.33	380.33	356.33	405.00	390.67	458.67	389.22	40.62
ห้องเรียน	208.33	227.00	209.00	199.00	209.67	199.00	208.67	10.24
ห้องโลหะวิทยา	909.33	1,157.33	987.33	1,088.00	989.00	985.00	1,019.33	88.30

ตารางที่ ข.4 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 2 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานเชื่อม	66.00	49.67	79.67	64.33	62.33	64.40	10.69
งานเจาะ	979.67	1,160.33	1,167.00	857.33	857.33	1,004.33	153.80
งานกัด	693.00	861.67	1,088.67	838.67	729.33	842.27	155.03
งานกลึง	225.67	207.00	286.33	200.00	295.33	242.87	44.89
งานไส	362.33	216.00	518.33	371.00	369.67	367.47	106.94
งานตัด	249.00	250.33	349.33	299.00	304.00	290.33	41.99
งานเจียร	219.67	216.00	227.67	227.67	217.33	221.67	5.63
งานตะไบ	340.33	361.67	378.00	518.33	356.00	390.87	72.52
ห้องเรียน	200.00	202.33	212.33	208.33	207.33	206.06	4.92
ห้องโลหะวิทยา	889.00	1,037.67	1,028.33	1,115.00	1,020.67	1,018.13	81.47

ตารางที่ ข.5 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 3 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานเชื่อม	92.00	73.00	76.33	78.33	76.33	71.67	77.94	7.30
งานเจาะ	1,330.00	1,281.33	1,027.33	1,240.00	1,007.67	1,073.67	1,160.00	140.20
งานกัด	721.00	953.00	711.67	951.33	878.33	897.67	852.17	109.27
งานกลึง	251.00	251.67	215.00	220.67	248.33	236.67	237.22	16.06
งานไส	311.67	267.69	359.33	354.67	432.33	372.00	349.62	55.88
งานตัด	332.67	236.67	421.00	393.00	332.00	362.33	346.28	63.92
งานเจียร	253.00	226.67	209.00	203.00	219.00	216.67	221.22	17.59
งานตะไบ	604.33	464.67	427.33	340.00	315.00	361.67	418.83	106.63
ห้องเรียน	214.33	209.00	221.67	212.67	212.67	210.00	213.39	4.50
ห้องโลหะวิทยา	919.67	991.67	1,005.00	995.33	980.33	1,467.67	1,059.95	202.04

ตารางที่ ข.6 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 3 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานเชื่อม	72.00	73.67	77.00	67.00	78.33	73.60	4.47
งานเจาะ	953.67	810.67	998.33	944.67	982.67	938.00	74.39
งานกัด	711.33	843.00	1,047.67	729.33	785.00	823.27	135.61
งานกลึง	240.67	286.67	268.00	271.33	275.33	268.40	17.03
งานไส	320.33	339.67	357.00	362.33	361.67	348.20	18.08
งานตัด	371.67	308.91	395.33	517.67	396.33	397.98	75.76
งานเจียร	198.67	300.67	212.33	220.00	219.67	230.27	40.29
งานตะไบ	428.00	280.67	339.67	376.33	355.67	356.07	53.71
ห้องเรียน	201.67	206.00	209.00	224.33	222.00	212.60	10.02
ห้องโลหะวิทยา	1,264.33	1,066.00	1,072.00	1,252.00	990.00	1,128.87	122.46

ตารางที่ ข.7 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานเชื่อม	72.33	75.33	68.33	78.33	70.33	73.67	73.05	3.57
งานเจาะ	1,188.00	1,231.33	1,280.00	1,059.33	1,015.00	1,012.00	1,130.94	116.85
งานกัด	864.00	867.67	599.00	567.67	701.00	961.00	760.06	160.75
งานกลึง	251.00	264.33	271.67	215.00	221.33	267.33	248.44	24.53
งานไส	311.67	364.00	332.33	359.00	346.67	365.00	346.45	21.07
งานตัด	332.67	310.67	464.00	422.67	450.67	396.00	396.11	62.64
งานเจียร	253.00	223.00	218.33	208.67	208.33	217.67	221.50	16.48
งานตะไบ	604.33	398.33	344.00	427.33	347.67	339.67	410.22	101.38
ห้องเรียน	214.33	204.00	208.33	220.33	199.00	213.33	209.89	7.70
ห้องโลหะวิทยา	919.67	1,013.00	959.33	999.67	1,017.33	930.67	973.28	42.66

ตารางที่ ข.8 ผลการตรวจวัดระดับแสงสว่างสัปดาห์ที่ 4 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าแสงสว่างที่วัดได้ (Lux)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานเชื่อม	64.67	80.00	68.00	70.33	69.00	70.40	5.76
งานเจาะ	993.00	996.67	998.33	1,013.67	1,003.33	1,001.00	8.00
งานกัด	778.67	870.00	583.67	666.00	803.67	740.40	114.42
งานกลึง	272.00	266.00	240.67	217.33	238.00	246.80	22.29
งานไส	368.00	345.00	352.33	341.00	378.33	356.93	15.79
งานตัด	406.00	445.00	434.33	391.67	456.33	426.67	27.05
งานเจียร	223.33	215.33	211.67	213.33	218.67	216.47	4.64
งานตะไบ	393.00	340.00	330.33	327.33	348.00	347.73	26.59
ห้องเรียน	206.00	207.67	214.33	210.33	310.00	229.67	45.02
ห้องโลหะวิทยา	1,006.33	1,225.33	1,282.67	1,180.33	1,050.00	1,148.93	117.08

ตารางที่ ข.9 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 1 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานตัด	95.43	88.90	95.30	97.10	85.73	-	92.49	4.91
งานกลึง	81.03	80.70	80.63	80.77	84.60	-	81.55	1.71
งานเจียร	85.10	83.70	84.17	84.73	80.67	-	83.67	1.76
งานกัด	67.60	76.37	74.83	67.83	71.57	-	71.64	3.98
งานไส	74.80	85.40	75.87	74.77	79.97	-	78.16	4.57
งานเจาะ	74.60	65.27	72.77	72.80	66.20	-	70.33	4.27
งานเชื่อม	80.67	84.67	48.90	40.73	81.60	63.17	66.62	18.68

ตารางที่ ข.10 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 1 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานตัด	84.47	92.10	89.43	89.63	81.73	87.47	4.24
งานกลึง	79.53	79.43	80.50	80.40	87.93	81.56	3.60
งานเจียร	83.73	80.57	84.73	80.73	89.57	83.87	3.67
งานกัด	72.43	70.43	64.47	74.07	72.33	70.75	3.74
งานไส	79.27	70.33	74.30	73.37	71.47	73.75	3.46
งานเจาะ	68.27	68.17	68.27	74.13	64.83	68.73	3.36
งานเชื่อม	82.43	81.67	41.20	64.13	76.17	69.12	17.24

ตารางที่ ข.11 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 2 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานตัด	87.73	85.80	96.40	86.40	92.17	-	89.70	4.50
งานกลึง	80.90	79.80	80.40	80.43	82.50	-	80.81	1.02
งานเจียร	82.56	80.53	81.17	82.57	81.80	-	81.73	0.89
งานกัด	70.17	59.87	74.20	72.63	71.83	-	69.74	5.71
งานไส	76.57	79.57	69.97	70.77	75.36	-	74.45	4.04
งานเจาะ	63.37	65.53	75.63	64.13	66.97	-	67.13	4.95
งานเชื่อม	79.33	83.77	75.70	82.43	85.70	73.83	80.13	4.68

ตารางที่ ข.12 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 2 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานตัด	73.00	100.90	90.93	89.90	82.87	87.52	10.35
งานกลึง	79.93	80.23	82.23	80.73	83.50	81.32	1.50
งานเจียร	88.07	81.53	84.20	82.40	86.13	84.47	2.68
งานกัด	68.00	74.00	68.87	68.27	71.70	70.17	2.60
งานไส	72.93	68.33	70.93	68.17	70.67	70.21	1.99
งานเจาะ	39.10	72.80	66.90	65.93	63.93	61.73	13.08
งานเชื่อม	77.70	72.10	80.77	80.13	81.70	78.48	3.86

ตารางที่ ข.13 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 3 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานตัด	87.50	91.13	90.33	87.30	89.10	-	89.07	1.69
งานกลึง	80.17	85.73	80.87	83.23	76.03	-	81.21	3.62
งานเจียร	83.43	84.60	84.27	80.63	76.93	-	81.97	3.22
งานกัด	66.10	72.27	72.97	72.13	69.37	-	70.57	2.85
งานไส	64.70	81.37	77.17	73.30	73.47	-	74.00	6.16
งานเจาะ	64.67	64.80	67.37	67.23	45.08	-	61.83	9.45
งานเชื่อม	81.67	84.23	82.50	84.40	53.19	82.70	78.12	12.26

ตารางที่ ข.14 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 3 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)					ค่าเฉลี่ย
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	
งานตัด	90.37	87.00	87.87	86.80	82.80	86.97
งานกลึง	84.17	81.73	77.63	77.23	72.73	78.70
งานเจียร	85.37	82.50	84.40	76.07	77.77	81.22
งานกัด	74.20	71.97	68.10	71.67	87.13	74.61
งานไส	68.77	72.10	79.47	72.73	72.27	73.07
งานเจาะ	65.03	69.83	65.57	64.63	66.03	66.22
งานเชื่อม	80.53	82.47	82.70	72.87	77.07	79.13

ตารางที่ ข.15 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานตัด	92.67	87.27	94.37	91.70	88.37	68.10	87.08	2.97
งานกลึง	82.23	78.50	79.03	78.93	80.20	0.00	79.78	1.51
งานเจียร	77.00	83.70	76.17	86.20	77.70	0.00	80.15	4.50
งานกัด	68.37	70.83	71.20	72.57	69.53	0.00	70.50	1.61
งานไส	69.13	70.17	67.23	74.43	66.40	0.00	69.47	3.15
งานเจาะ	70.10	63.67	70.13	66.07	66.20	0.00	67.23	2.82
งานเชื่อม	80.93	81.63	80.90	73.70	81.50	0.00	79.73	32.69

ตารางที่ ข.16 ผลการตรวจวัดระดับเสียงสัปดาห์ที่ 4 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ระดับเสียงที่วัดได้ (dBA)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานตัด	80.33	88.77	87.23	90.20	88.57	87.02	3.89
งานกลึง	74.93	82.57	82.66	80.30	77.93	79.68	3.29
งานเจียร	88.47	81.13	81.37	80.13	81.03	82.43	3.41
งานกัด	74.73	75.37	73.00	70.47	70.03	72.72	2.42
งานไส	66.47	75.50	70.47	72.00	71.13	71.11	3.24
งานเจาะ	66.40	65.30	69.50	69.47	65.80	67.29	2.04
งานเชื่อม	74.14	70.17	74.90	74.37	79.47	74.61	3.31

ตารางที่ ข.17 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 1 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานกลึง	24.50	24.90.	23.90	24.30	23.70	25.10	24.40	0.48
งานตัด	24.30	25.50	24.30	24.50	23.80	25.10	24.48	0.63
งานเชื่อม	24.50	24.50	24.10	24.30	24.50	24.70	24.38	0.18
งานกัด	24.50	24.30	24.50	24.10	24.10	24.90	24.30	0.20
งานไส	24.90	25.30	24.50	24.60	24.30	25.20	24.72	0.39
งานเจาะ	25.30	23.70	23.90	24.00	24.50	25.60	24.28	0.64
งานตะไบ	24.90	24.60	24.00	23.80	24.60	25.40	24.55	0.59

ตารางที่ ข.18 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 1 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานกลึง	25.60	25.40	24.90	34.70	24.50	27.02	4.31
งานตัด	25.50	25.40	24.10	24.50	24.20	24.74	0.67
งานเชื่อม	25.30	25.80	24.70	24.80	24.60	25.04	0.50
งานกัด	25.50	25.80	24.50	24.10	24.80	24.94	0.70
งานไส	25.20	25.50	24.50	24.90	24.70	24.96	0.40
งานเจาะ	25.20	25.10	24.80	24.50	24.90	24.90	0.27
งานตะไบ	25.20	26.10	24.60	24.90	25.40	25.24	0.57

ตารางที่ ข.19 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 2 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานกลึง	24.90	24.90	24.00	24.40	24.70	24.30	24.53	0.38
งานตัด	25.30	24.50	23.90	24.10	25.30	24.10	24.53	0.66
งานเชื่อม	24.90	24.30	24.30	24.30	24.60	24.50	24.48	0.27
งานกัด	25.30	24.80	24.30	24.00	24.30	23.80	24.42	0.51
งานไส	24.50	25.10	24.10	24.60	25.10	24.00	24.57	0.43
งานเจาะ	24.30	24.40	24.50	24.30	24.40	24.30	24.37	0.08
งานตะไบ	24.90	24.60	24.50	24.50	23.90	25.30	24.62	0.47

ตารางที่ ข.20 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 2 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานกลึง	25.60	24.00	25.50	25.60	25.90	25.32	0.75
งานตัด	25.40	24.20	26.10	25.00	25.90	25.32	0.76
งานเชื่อม	25.80	24.30	25.40	24.90	25.80	25.24	0.64
งานกัด	25.40	24.50	25.90	24.60	27.70	25.62	1.30
งานไส	25.10	24.40	25.80	25.70	25.10	25.22	0.56
งานเจาะ	25.20	24.30	25.50	25.10	26.10	25.24	0.65
งานตะไบ	24.70	24.40	25.10	24.40	25.80	24.88	0.59

ตารางที่ ข.21 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 3 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานกลึง	23.70	24.90	25.30	23.80	24.70	24.90	24.55	0.65
งานตัด	24.10	24.90	24.90	24.00	25.30	24.90	24.68	0.52
งานเชื่อม	24.50	24.70	24.50	24.00	24.60	25.00	24.55	0.33
งานกัด	24.50	25.10	24.30	24.30	24.30	24.40	24.48	0.31
งานไส	24.30	24.90	24.00	24.30	25.10	24.60	24.53	0.41
งานเจาะ	23.80	25.50	24.50	24.50	24.40	24.40	24.52	0.55
งานตะไบ	24.50	25.30	24.40	24.00	23.90	24.90	24.50	0.53

ตารางที่ ข.22 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 3 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานกลึง	25.50	25.80	25.40	24.80	26.10	25.52	0.49
งานตัด	25.40	26.00	25.20	24.50	25.40	25.30	0.54
งานเชื่อม	25.60	25.80	24.70	24.50	25.10	25.14	0.56
งานกัด	25.80	25.80	24.50	25.20	25.60	25.38	0.55
งานไส	25.40	26.00	24.60	25.80	25.10	25.38	0.56
งานเจาะ	25.90	26.10	24.90	25.40	25.10	25.48	0.51
งานตะไบ	25.80	25.80	25.90	24.60	25.50	25.52	0.54

ตารางที่ ข.23 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 4 ช่วงเช้า

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)						ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์	วันเสาร์		
งานกลึง	25.40	24.50	24.00	24.90	25.20	25.10	24.85	0.52
งานตัด	24.90	24.30	23.90	24.90	25.00	25.10	24.68	0.48
งานเชื่อม	25.30	24.90	24.30	25.00	24.90	24.70	24.85	0.33
งานกัด	24.40	25.10	24.20	24.40	25.40	24.90	24.73	0.47
งานไส	25.60	24.50	25.30	24.60	24.90	25.20	25.02	0.43
งานเจาะ	24.90	24.10	24.70	24.40	25.40	25.60	24.85	0.58
งานตะไบ	25.30	24.60	24.10	24.90	25.60	25.40	24.98	0.56

ตารางที่ ข.24 ผลการตรวจวัดค่าอุณหภูมิ WBGT สัปดาห์ที่ 4 ช่วงบ่าย

ลักษณะงาน	ค่าWBGT ที่วัดได้(°C)					ค่าเฉลี่ย	SD
	วันจันทร์	วันอังคาร	วันพุธ	วันพฤหัสบดี	วันศุกร์		
งานกลึง	25.50	25.80	25.80	24.80	26.10	25.60	0.49
งานตัด	25.40	25.40	25.40	24.50	25.40	25.22	0.40
งานเชื่อม	25.40	25.40	25.90	24.50	25.10	25.26	0.51
งานกัด	25.30	25.60	25.40	25.20	25.60	25.42	0.18
งานไส	25.50	25.30	25.10	25.80	25.10	25.36	0.30
งานเจาะ	24.70	25.10	25.50	25.40	25.10	25.16	0.31
งานตะไบ	25.20	25.30	25.40	24.60	25.50	25.20	0.35

แบบบันทึกการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

สถานที่ตรวจวัด.....Shop IE.....

เครื่องมือวัด...Low Volume **การตรวจปรับ**.....O.K.....

ตารางที่ ข.25 แบบบันทึกการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

วันที่	สถานที่ตรวจวัด	เวลาที่ตรวจวัด (ชม.)	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ผลต่างของน้ำหนัก(g)	ปริมาณฝุ่นจากการคำนวณ ($\mu g/m^3$)
25/12/52	บริเวณงานเชื่อมและงานตะไบ	8	0.05883	0.05890	0.00006	96.15
28/12/52	ห้องพักอาจารย์	8	0.05992	0.05995	0.00003	48.08
29/12/52	บริเวณงานกลึงและงานเจียร	8	0.06006	0.06008	0.00002	32.05
13/01/53	บริเวณงานกลึงและงานเจียร	8	0.05954	0.05959	0.00004	64.10
14/01/53	ห้องพักอาจารย์	8	0.05998	0.05958	-0.00040	-
15/01/53	บริเวณงานเชื่อมและงานตะไบ	8	0.05757	0.05763	0.00004	64.10

มาตรการการควบคุมทางด้านฝุ่น

☐ วิธีการทางวิศวกรรม .....

☐ อุปกรณ์ป้องกัน .....

☑ ไม่มี .....

แบบบันทึกการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

สถานที่ตรวจวัด..... Shop IE.....

เครื่องมือวัด..... Low Volume..... **การตรวจปรับ**.....O.K.....

ตารางที่ ข.25 (ต่อ) แบบบันทึกการตรวจวัดปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM10)

วันที่	สถานที่ตรวจวัด	เวลาที่ตรวจวัด (ชม.)	น้ำหนักก่อน (g)	น้ำหนักหลัง (g)	ผลต่างของน้ำหนัก(g)	ปริมาณฝุ่นจากการคำนวณ ($\mu g/m^3$)
19/01/53	ห้องพักอาจารย์	8	0.05637	0.05642	0.00003	48.08
20/01/53	บริเวณงานกลึงและงานเจียร	8	0.06010	0.06015	0.00004	64.10
21/01/53	บริเวณงานเชื่อมและงานตะไบ	8	0.05823	0.05889	0.0005	80.13
22/01/53	ห้องโลหะวิทยา	8	0.05834	0.05840	0.00005	80.13
25/01/53	ห้องโลหะวิทยา	8	0.05927	0.06032	0.00004	64.10
29/01/53	ห้องโลหะวิทยา	8	0.05894	0.05897	0.00002	32.05

มาตรการการควบคุมทางด้านฝุ่น

☐ วิธีการทางวิศวกรรม .....

☐ อุปกรณ์ป้องกัน .....

☑ ไม่มี .....

ที่ ศธ 0527.09/

คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร
อำเภอเมืองพิษณุโลก
จังหวัดพิษณุโลก 65000

29 ธันวาคม 2552

เรื่อง ขอส่งผลการทดสอบคุณภาพน้ำ

เรียน หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

สิ่งที่ส่งมาด้วย รายงานผลการทดสอบคุณภาพน้ำ

ตามที่ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มีความประสงค์ ให้ศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ทำการทดสอบคุณภาพน้ำ ในโครงการทดสอบคุณภาพน้ำนั้น

บัดนี้ ทางศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา ได้ทำการทดสอบคุณภาพน้ำ เสร็จเรียบร้อยแล้ว โดยผลทดสอบตามสิ่งที่ส่งมาด้วยพร้อมหนังสือ ฉบับนี้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ศิริชัย ตันรัตนวงศ์)
ผู้อำนวยการศูนย์ทดสอบวิศวกรรมโยธา

สำนักงานเลขานุการคณะวิศวกรรมศาสตร์
โทรศัพท์ (055) 96- 4095
โทรสาร (055) 96-4002

รูปที่ ข.1 หนังสือส่งผลการตรวจคุณภาพน้ำ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร					งานที่ 99/ 2552
รายงานผลการทดสอบคุณภาพน้ำ					แผ่นที่ 1 / 1
ผู้ขอทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โครงการ ตรวจสอบคุณภาพน้ำ สถานที่ตั้งโครงการ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง น้ำเสียจากตึกปฏิบัติการ ตัวอย่างที่ 1 ชนิดของน้ำที่ทดสอบ น้ำเสีย ลักษณะของน้ำที่นำมาทดสอบ ขุ่น มีตะกอนสีขาว นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ นาง วิชญา อิ่มกระจ่าง วันที่ทดสอบ 8 ธันวาคม 2552 อาจารย์ผู้ตรวจสอบ อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์ วันที่ตรวจสอบ 15 ธันวาคม 2552					ผู้รายงาน ผู้อำนวยการศูนย์ฯ
ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพน้ำ	ค่าที่ทดสอบ	หมายเหตุ
1	พีเอช (pH)	-	-	7.73	
2	ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)	mg/L	-	69.50	
3	ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)	ml/L	-	1,800	
4	บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)	mg/L	-	578.00	

หมายเหตุ เอกสารนี้รับรองเฉพาะน้ำตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รูปที่ ข.2 ผลการตรวจคุณภาพน้ำครั้งที่ 1

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร	งานที่ 103/ 2552
รายงานผลการทดสอบคุณภาพน้ำ	แผ่นที่ 1 / 1

ผู้ขอทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

โครงการ ตรวจสอบคุณภาพน้ำ

สถานที่ตั้งโครงการ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง น้ำเสียจากตึกปฏิบัติการ ตัวอย่างที่ 1

ชนิดของน้ำที่ทดสอบ น้ำเสีย ลักษณะของน้ำที่นำมาทดสอบ ขุ่น มีตะกอนสีขาว

นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ นาง วิชญา อิ่มกระจ่าง วันที่ทดสอบ 14 ธันวาคม 2552

อาจารย์ผู้ตรวจสอบ อาจารย์อำพล เตโชวาณิชย์ วันที่ตรวจสอบ 29 ธันวาคม 2552

ผู้รายงาน

ผู้อำนวยการศูนย์ฯ

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพน้ำ	ค่าที่ทดสอบ	หมายเหตุ
1	พีเอช (pH)	-	-	7.19	
2	ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)	mg/L	-	159	
3	ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)	ml/L	-	2,914	
4	บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)	mg/L	-	571	

หมายเหตุ เอกสารนี้รับรองเฉพาะน้ำตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รูปที่ ข.3 ผลการตรวจคุณภาพน้ำครั้งที่ 2

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร					งานที่ 105/2552
รายงานผลการทดสอบคุณภาพน้ำ					แผ่นที่ 1/1
ผู้ขอทดสอบ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร โครงการ ตรวจสอบคุณภาพน้ำ สถานที่ตั้งโครงการ ตำบลท่าโพธิ์ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง น้ำเสียจากตึกปฏิบัติการ ตัวอย่างที่ 1 ชนิดของน้ำที่ทดสอบ น้ำเสีย ลักษณะของน้ำที่นำมาทดสอบ ขุ่น มีตะกอนสีขาว นักวิทยาศาสตร์ปฏิบัติการ นาง วิชญา อิ่มกระจ่าง วันที่ทดสอบ 22 ธันวาคม 2552 อาจารย์ผู้ตรวจสอบ ผศ.ดร.ปาจรีย์ ทองสนิท วันที่ตรวจสอบ 29 ธันวาคม 2552					ผู้รายงาน ผู้อำนวยการศูนย์ฯ
ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	มาตรฐานคุณภาพน้ำ	ค่าที่ทดสอบ	หมายเหตุ
1	พีเอช (pH)	-	-	7.85	
2	ของแข็งแขวนลอย (Suspended solids)	mg/L	-	180	
3	ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand)	ml/L	-	3,662	
4	บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)	mg/L	-	737	

หมายเหตุ เอกสารนี้รับรองเฉพาะน้ำตัวอย่างที่นำมาทดสอบเท่านั้น

รูปที่ ข.4 ผลการตรวจคุณภาพน้ำครั้งที่ 3