

สารบัญภาพประกอบ

ภาพที่	หน้า
2.1 การไหลของอากาศแบบราบเรียบ	10
2.2 การไหลของอากาศแบบราบเรียบในแนวระดับ	10
2.3 การไหลของอากาศแบบราบเรียบในแนวดิ่ง	11
2.4 การไหลของอากาศแบบปั่นป่วน	12
2.5 การไหลของอากาศแบบผสม	12
2.6 อิทธิพลของสิ่งกีดขวางทางกายภาพ และมาตรการที่เหมาะสม ในการลดผลกระทบที่เกิดจากสิ่งกีดขวาง	13
2.7 ตัวกรองอากาศแบบ HEPA	15
2.8 ฝักบัวอากาศ	16
2.9 แอร์ล็อก	18
2.10 กล้องส่องผ่าน	18
2.11 Clean bench	19
2.12 เสื้ออากาว	20
2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างชั้นความสะอาด ขนาดของอนุภาค และความเข้มข้นของอนุภาค	23
3.1 ตัวอย่างขนาดความเร็วในการไหลแบบปั่นป่วน	26
3.2 กระบวนการแปลงรูปสมการด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์โวลุ่ม	32
4.1 ห้องสะอาดและการแบ่งระดับความสะอาดของห้องสะอาดอาคาร 3	33
4.2 ตำแหน่งอุปกรณ์วัดอุณหภูมิและความชื้นภายในห้องสะอาด	34
4.3 กราฟค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วัน ที่ตำแหน่ง RT 1 ถึง RT 6	35
4.4 กราฟค่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วัน ที่ตำแหน่ง RT 7 ถึง RT 12	35
4.5 กราฟค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วัน ที่ตำแหน่ง RT 1 ถึง RT 6	36
4.6 กราฟค่าความชื้นที่เปลี่ยนแปลงใน 1 วัน ที่ตำแหน่ง RT 7 ถึง RT 12	36
4.7 กราฟแสดงค่าที่มากที่สุดและค่าเฉลี่ยของอนุภาคในห้องสะอาด บริเวณทางเดินวัดค่า 120 จุด	37
4.8 การแบ่งบริเวณภายในห้องสะอาด	38

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.9 ลักษณะการจ่ายอากาศเข้าห้องสะอาดของ BAY 1 และ BAY 6	38
4.10 ลักษณะการจ่ายอากาศเข้าห้องสะอาดของ BAY 2 ถึง BAY 5	39
4.11 กราฟแสดงความเร็วลมที่จ่ายเข้าห้อง ที่หัวจ่ายบริเวณ BAY 1	39
4.12 กราฟแสดงความเร็วลมที่จ่ายเข้าห้อง ที่หัวจ่ายบริเวณ BAY 2	40
4.13 กราฟแสดงความเร็วลมที่จ่ายเข้าห้อง ที่หัวจ่ายบริเวณ BAY 3	40
4.14 กราฟแสดงความเร็วลมที่จ่ายเข้าห้อง ที่หัวจ่ายบริเวณ BAY 4	41
4.15 กราฟแสดงความเร็วลมที่จ่ายเข้าห้อง ที่หัวจ่ายบริเวณ BAY 5	41
4.16 กราฟแสดงความเร็วลมที่จ่ายเข้าห้อง ที่หัวจ่ายบริเวณ BAY 6	42
5.1 ตำแหน่งในการวัดความเร็วลมจากหัวจ่ายทั้ง 5 จุด	44
5.2 ลักษณะการปิดเครื่อง AHU 1 เครื่อง ใน 1 ชุดจ่ายลมของ BAY 2 ถึง BAY 5	44
6.1 ขั้นตอนการหาคำตอบโดยใช้ระเบียบวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	45
6.2 ลักษณะแบบจำลองของปัญหาที่นำมาวิเคราะห์	47
6.3 ลักษณะตำแหน่งความเร็วเข้าที่ ULPA Filter ISO Class 6	49
6.4 ภาพตัดลักษณะบริเวณที่กำหนดเงื่อนไขขอบเขต	49
6.5 ลักษณะบริเวณที่ถูกกำหนดเงื่อนไขสมมาตร	50
6.6 ตำแหน่งระนาบ $x - y$ ที่ระยะ $z = -11.58$ เมตร	
ที่ใช้ในการอ้างอิงแสดงผลลัพธ์	51
6.7 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีก่อนทำการประหยัดพลังงาน	52
6.8 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีหลังทำการประหยัดพลังงาน	52
6.9 ความแตกต่างชั้นสีของอุณหภูมิในกรณีก่อนทำการประหยัดพลังงาน	53
6.10 ความแตกต่างชั้นสีของอุณหภูมิในกรณีหลังทำการประหยัดพลังงาน	53
6.11 ความแตกต่างชั้นสีของความดันในกรณีก่อนทำการประหยัดพลังงาน	54
6.12 ความแตกต่างชั้นสีของความดันในกรณีหลังทำการประหยัดพลังงาน	54
6.13 ตำแหน่งระนาบ $x - y$ ที่ระยะ $x = -0.7$ เมตร ที่ใช้ในการอ้างอิงแสดงผลลัพธ์..	55
6.14 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีก่อนทำการประหยัดพลังงาน	
ของเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เครื่องที่ 1 และ 2	56

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
6.15 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีหลังทำการประหยัดพลังงาน ของเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เครื่องที่ 1 และ 2	56
6.16 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีก่อนทำการประหยัดพลังงาน ของเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เครื่องที่ 2, 3 และ 4	57
6.17 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีหลังทำการประหยัดพลังงาน ของเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เครื่องที่ 2, 3 และ 4	57
6.18 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีก่อนทำการประหยัดพลังงาน ของเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เครื่องที่ 8, 9 และ 10	58
6.19 เวกเตอร์ความเร็วในกรณีหลังทำการประหยัดพลังงาน ของเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์เครื่องที่ 8, 9 และ 10	58
6.20 ตำแหน่งของเส้นอ้างอิงที่ถูกกำหนด	59
6.21 กราฟของความเร็วในแนวตั้งทั้งก่อนและหลังทำการประหยัดพลังงาน	60
6.22 กราฟของอุณหภูมิทั้งก่อนและหลังทำการประหยัดพลังงาน	61
6.23 กราฟของความดันทั้งก่อนและหลังทำการประหยัดพลังงาน	62
6.24 เวกเตอร์ความเร็วในระนาบ x-z ที่ระยะอ้างอิง	62
6.25 เวกเตอร์ความเร็วในระนาบ y-z ที่ระยะอ้างอิง	63
6.26 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าอุณหภูมิวัดจริงกับอุณหภูมิจากการจำลอง พฤติกรรมกรไหลของอากาศที่ตำแหน่ง $x = -1.2$ เมตร $z = -11.58$ เมตร	64
6.27 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วในแนวตั้งวัดจริงกับความเร็วในแนวตั้ง จากการจำลองพฤติกรรมกรไหลของอากาศ ที่ตำแหน่ง $x = -1.2$ เมตร $z = -11.58$ เมตร	64
6.28 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าอุณหภูมิวัดจริงกับอุณหภูมิจากการจำลอง พฤติกรรมกรไหลของอากาศที่ตำแหน่ง $x = -1.2$ เมตร $z = -17.655$ เมตร	65
6.29 กราฟเปรียบเทียบระหว่างค่าความเร็วในแนวตั้งวัดจริงกับความเร็วในแนวตั้ง จากการจำลองพฤติกรรมกรไหลของอากาศ ที่ตำแหน่ง $x = -1.2$ เมตร $z = -17.655$ เมตร	65

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
7.1 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยที่ออกจากหัวจ่ายก่อนและหลังปิด เครื่อง AHU ของ Bay 1	67
7.2 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยที่ออกจากหัวจ่ายก่อนและหลังปิด เครื่อง AHU ของ Bay 2	68
7.3 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยที่ออกจากหัวจ่ายก่อนและหลังปิด เครื่อง AHU ของ Bay 3	68
7.4 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยที่ออกจากหัวจ่ายก่อนและหลังปิด เครื่อง AHU ของ Bay 4	69
7.5 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยที่ออกจากหัวจ่ายก่อนและหลังปิด เครื่อง AHU ของ Bay 5	69
7.6 กราฟเปรียบเทียบความเร็วลมเฉลี่ยที่ออกจากหัวจ่ายก่อนและหลังปิด เครื่อง AHU ของ Bay 6	70
7.7 กราฟอุณหภูมิและความชื้นของ Bay 1 หลังทำการประหยัดพลังงาน	71
7.8 กราฟอุณหภูมิและความชื้นของ Bay 2 หลังทำการประหยัดพลังงาน	71
7.9 กราฟอุณหภูมิและความชื้นของ Bay 3 หลังทำการประหยัดพลังงาน	72
7.10 กราฟอุณหภูมิและความชื้นของ Bay 4 หลังทำการประหยัดพลังงาน	72
7.11 กราฟอุณหภูมิและความชื้นของ Bay 5 หลังทำการประหยัดพลังงาน	73
7.12 กราฟอุณหภูมิและความชื้นของ Bay 6 หลังทำการประหยัดพลังงาน	73
7.13 กราฟแสดงปริมาณอนุภาคบริเวณทางเดิน Class 1,000 หลังทำการประหยัดพลังงาน	74
7.14 กราฟภาวะความเย็นเปรียบเทียบก่อนและหลังทำการประหยัดพลังงาน	75
7.15 กราฟแสดงอัตราการใช้ไฟฟ้าของมอเตอร์พัดลมใน AHU แต่ละเครื่อง	77
8.1 ลักษณะของห้องสะอาดบริเวณเครื่องทดสอบหัวอ่านฮาร์ดดิสก์	80
8.2 ลักษณะของแบบจำลองห้องสะอาดอย่างง่ายกรณีที่ 1	81
8.3 ลักษณะของแบบจำลองห้องสะอาดอย่างง่ายกรณีที่ 2	81
8.4 ลักษณะบริเวณที่กำหนดเงื่อนไขขอบเขต	83

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
8.5 เวคเตอร์ความเร็วก่อนทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ($L=0$) ในกรณีที่ 1..	84
8.6 เวคเตอร์ความเร็วก่อนทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ($L=0$) ในกรณีที่ 2..	85
8.7 เวคเตอร์ความเร็วหลังทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ที่ความยาวพลาสติก 45 เซนติเมตร ในกรณีที่ 1	85
8.8 เวคเตอร์ความเร็วหลังทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ที่ความยาวพลาสติก 45 เซนติเมตร ในกรณีที่ 2	86
8.9 เวคเตอร์ความเร็วหลังทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ที่ความยาวพลาสติก 70 เซนติเมตร ในกรณีที่ 1	86
8.10 เวคเตอร์ความเร็วหลังทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ที่ความยาวพลาสติก 70 เซนติเมตร ในกรณีที่ 2	87
8.11 เวคเตอร์ความเร็วหลังทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ที่ความยาวพลาสติก 90 เซนติเมตร ในกรณีที่ 1	87
8.12 เวคเตอร์ความเร็วหลังทำการปรับปรุงพฤติกรรมกรไหล ที่ความยาวพลาสติก 90 เซนติเมตร ในกรณีที่ 2	88
8.13 ตำแหน่งเส้นอ้างอิง	89
8.14 กราฟความเร็วในแนวตั้งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 1 ในกรณีที่ 1	89
8.15 กราฟความเร็วในแนวตั้งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 1 ในกรณีที่ 2	90
8.16 กราฟความเร็วในแนวตั้งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 2 ในกรณีที่ 1	90
8.17 กราฟความเร็วในแนวตั้งที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 2 ในกรณีที่ 2	91
8.18 กราฟความหนืดแบบปั่นป่วนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 1 ในกรณีที่ 1	92

สารบัญภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
8.19 กราฟความหนืดแบบปั่นป่วนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 1 ในกรณีที่ 2	92
8.20 กราฟความหนืดแบบปั่นป่วนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 2 ในกรณีที่ 1	93
8.21 กราฟความหนืดแบบปั่นป่วนที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 2 ในกรณีที่ 2	93
8.22 กราฟอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 1 ในกรณีที่ 1	94
8.23 กราฟอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 1 ในกรณีที่ 2	94
8.24 กราฟอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 2 ในกรณีที่ 1	95
8.25 กราฟอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในแกน z ที่เส้นอ้างอิงที่ 2 ในกรณีที่ 2	95