

การปรับปรุงการไหลของอากาศเพื่อลดการปนเปื้อนของอนุภาค
สำหรับเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า

IMPROVEMENT OF AIRFLOW TO REDUCE PARTICLE
CONTAMINATION FOR ELECTRICAL TESTER MACHINE



รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การปรับปรุงการไหลของอากาศเพื่อลดการปนเปื้อนของอนุภาค
สำหรับเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า

IMPROVEMENT OF AIRFLOW TO REDUCE PARTICLE
CONTAMINATION FOR ELECTRICAL TESTER MACHINE



T147896

พลเศรษฐ์ แก้วขาว

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 147896
วันเดือนปี 16 ต.ค. 2560

b. 12862642
i.

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

IMPROVEMENT OF AIRFLOW TO REDUCE PARTICLE
CONTAMINATION FOR ELECTRICAL TESTER MACHINE



AN CO-OPERATIVE REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา

การปรับปรุงการไหลของอากาศเพื่อลดการปนเปื้อนของอนุภาค
สำหรับเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า

IMPROVEMENT OF AIRFLOW TO REDUCE PARTICLE
CONTAMINATION FOR ELECTRICAL TESTER MACHINE

นักศึกษา

นายพลเศรษฐ์ แก้วขาว

รหัสนักศึกษา

56120023

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา

วิศวกรรมระบบการผลิต

พ.ศ.

2559

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. จตุพร ทองศรี

วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ประจำปี
การศึกษา 2559

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. จตุพร ทองศรี	
ดร. สันทัต ชูวงอินทร์	
ดร. วิไลลักษณ์ ศิริวงศ์รังสรร	
นายพัสวัส เตชมณีกร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การปรับปรุงการไหลของอากาศเพื่อลดการปนเปื้อนของอนุภาคสำหรับเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า
นักศึกษา	นายพลเศรษฐ์ แก้วขาว
รหัสนักศึกษา	56120023
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2559
อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.จตุพร ทองศรี
ผู้นิเทศงาน	นายพัสวีส เตชมนิกร
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด เป็นบริษัทผู้ผลิต ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์รายใหญ่ของโลกที่มีฐานการผลิตในประเทศไทย เอกสารฉบับนี้เป็นรายงานการฝึกงานและสหกิจศึกษาของผู้แต่งซึ่งได้เข้าไปทำงานในบริษัทดังกล่าวในแผนก ADVANCE MANUFACTURING ENGINEERING (AME) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจสอบ ควบคุม และป้องกันการปนเปื้อนของอนุภาคที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตของบริษัท

ที่ผ่านมาทางบริษัทเกิดปัญหาการปนเปื้อนในเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าเพื่อแก้ปัญหานี้ โดยใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ จำลองการไหลของอากาศรอบๆเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า พบว่าสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนคือ อากาศที่ออกจาท่อลมระบายอากาศของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าซึ่งมีการปนเปื้อนที่เกินมาตรฐาน จึงได้ทำการออกแบบฝาครอบพัดลมใหม่ พบว่าเมื่อนำไปติดตั้งแทนฝาครอบเก่าแล้ว สามารถลดอนุภาคปนเปื้อนที่เกินมาตรฐานบริเวณรอบๆเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าได้

คำสำคัญ: พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ, การปนเปื้อน, การจำลอง, การไหลของอากาศ

Thesis Title	IMPROVEMENT OF AIRFLOW TO REDUCE PARTICLE CONTAMINATION FOR ELECTRICAL TESTER MACHINE
Student	Mr. Polsate Kaewkhaw
Student ID	56120023
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2016
Advisor	Asst. Prof. Dr. Jatuporn Thongsri
Mentor	Mr. Patsawat Tachamaneekorn
Company	Seagate Technology (Thailand) Ltd.

ABSTRACT

Seagate Technology (Thailand) Ltd is one of Hard Disk Drive manufacturer based in Thailand. This article is a report of an internship and cooperative education of author who has work in the department of Advance Manufacturing Engineering (AME) of the company. The AME aims to investigate, control and prevent particle contamination in manufacturing process.

Previously, the company has a problem that number of particles excess over limit around an electrical tester machine. To solve the problem, the computational fluid dynamics was applied to simulate the airflow inside the cleanroom and around the machine. It was found that air flowing out from the fan of the machine causes the problem. We designed a new prototype cover of the fan based on CFD analysis. After installing the new cover on the machine, it could successfully reduce the number of particle around the machine to the standard of company.

Keywords: Airflow, Contamination, Computational fluid dynamics, Simulation

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) จำกัด ตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 30 ธันวาคม พ.ศ. 2559 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในการทำงานจริงในอนาคต สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายในสถานประกอบการดังนี้

- | | |
|-----------------|------------|
| 1. คุณพัชร์วัส | เดชมนีกร |
| 2. คุณสุรศักดิ์ | ฟ้าเพิ่มพร |
| 3. คุณนิรชน | เงินทอง |
| 4. คุณวรางคณา | โสรส |
| 5. คุณพีรวัส | ด้านกุล |

และ ผศ.ดร.จตุพร ทองศรี อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำรายงานนี้ ที่ได้เสียสละเวลาในการให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ แก้ไขปัญหาตั้งแต่เริ่มต้นจัดทำรายงานนี้จนเสร็จสิ้น

และบุคลากรท่านอื่นๆทั้งในสถานประกอบการและวิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่าน ที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูล และเป็นทีปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริง ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

พลเศรษฐ์ แก้วขาว

ผู้จัดทำรายงาน

29 พฤศจิกายน 2559

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	V
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 รายละเอียดของสถานประกอบการ	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.3 จุดประสงค์ของโครงการ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการ	2
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 โครงสร้างของรายงานสหกิจ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics, CFD)	5
2.2 หลักการทำงานของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ	5
บทที่ 3 วิธีดำเนินการ	8
3.1 ส่วนประกอบของระบบระบายอากาศของห้องสะอาด	8
3.2 เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า (Electrical Tester)	13
3.3 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	15
3.4 ลำดับงานที่ได้รับปฏิบัติ	15
3.5 ขั้นตอนการประเมินปัญหา	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง	29
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	40
5.1 สรุปผลการทดลอง	40
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	41
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	41
เอกสารอ้างอิง	43
ภาคผนวก คู่มือการโปรแกรม ANSYS FLUENT 2016	44

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษา.....	3
3.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการวัดจำนวนอนุภาคฝุ่นละออง	22
3.2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการวัดจำนวนอนุภาคฝุ่นละอองก่อนและหลังการปรับปรุง	25
4.1 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 1 ก่อนปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ ...	32
4.2 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 1 หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ	33
4.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 1 ก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ	33
4.4 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 2 ก่อนปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ ...	34
4.5 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 2 หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ	35
4.6 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 2 ก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ	35
4.7 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 3 ก่อนปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ ..	36
4.8 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 3 หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ...	37
4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 3 ก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ	37
4.10 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 4 ก่อนปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ ..	38
4.11 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 4 หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ..	39
4.12 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 5 ก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ.....	39

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
3.1 ตำแหน่งของระบบระบายอากาศในส่วนของอากาศไหลเข้าภายในห้องสะอาด	9
3.2 ตำแหน่งของระบบระบายอากาศในส่วนของอากาศออกจากห้องสะอาด	10
3.3 ตำแหน่งของระบบระบายอากาศภายในห้องสะอาด	11
3.4 Lamina ที่ติดตั้งอยู่บนเสาสูง 1.92 เมตร	12
3.5 เครื่องจักรที่ติดตั้งอยู่ที่ Lamina	12
3.6 เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า.....	13
3.7 แผนผังการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าในปัจจุบัน	14
3.8 ตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในห้องสะอาด.....	15
3.9 แบบจำลอง (CAD Model).....	16
3.10 การสร้าง mesh ของแบบจำลอง.....	16
3.11 ระบบอากาศไหลเข้า	17
3.12 ระบบอากาศไหลออก.....	17
3.13 ผลการคำนวณจากการสร้างแบบจำลอง ที่ระยะ 5.8 เมตร	18
3.14 ภาพขยายของ Lamina และ เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า จากภาพ 3.13	18
3.15 เปรียบเทียบทิศทางการไหลของอากาศของแบบจำลองกับการวัดทิศทางด้วยเส้นด้าย	19
3.16 เปรียบเทียบทิศทางการไหลของอากาศของแบบจำลองกับการวัดทิศทางด้วยเส้นด้าย	19
3.17 ตำแหน่งของบริเวณที่ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง	20
3.18 อุปกรณ์ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง รุ่น Lasair III 110 1 cfm	21
3.19 อุปกรณ์ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง	21
3.20 การจำลองทิศทางการไหลของอนุภาคของฝุ่นละออง	22
3.21 ความปั่นป่วนของอากาศบริเวณด้านหลังของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าโดยมองจากมุมบน.....	23
3.22 พัฒนาระบายอากาศที่ติดอยู่หลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า	24
3.23 ทิศทางการไหลของอากาศก่อนและหลังการปรับปรุง.....	24
3.24 ทิศทางการไหลของอากาศก่อนและหลังการปรับปรุงจากแบบจำลอง	25
3.25 กล้องพัฒนาระบายอากาศก่อนการปรับปรุง.....	25
3.26 ขนาดของการเจาะรูและแบบจำลองของกล้องพัฒนาระบายอากาศ	26
3.27 ขนาดและแบบจำลองของแผ่นสแตนเลส	26
3.28 แบบจำลองและแบบจริงเมื่อนำแผ่นสแตนเลสมาประกอบกับกล้องพัฒนาที่เจาะรูแล้ว.....	27
3.29 ขนาดและแบบจำลองของกรอบตาข่าย.....	27
3.30 กล้องพัฒนาระบายอากาศหลังจากการปรับปรุง	28
3.31 การเปรียบเทียบทิศทางการไหลของอากาศระหว่างแบบจำลอง และภาพจริงของกล้องพัฒนาระบายอากาศ.....	28

สารบัญรูป(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.1 ตำแหน่งการติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศที่ปรับปรุงแล้ว	29
4.2 ตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละออง	30
4.3 เครื่องตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละออง Lasair III	31
5.1 ระยะห่างระหว่างเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า แบบ Group#1	41



บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึง รายละเอียดของสถานประกอบการ ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ จุดประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และโครงสร้างของรายงานสหกิจ

1.1 รายละเอียดของสถานประกอบการ

บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี (ประเทศไทย) เป็นผู้นำตลาดโลกในด้าน เทคโนโลยี การออกแบบผลิตภัณฑ์ และด้านกระบวนการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ และ ทางเลือกสำหรับการจัดเก็บข้อมูลในแบบอื่นๆ ซึ่งมีความเหมาะสมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าในระบบปฏิบัติการต่างๆ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ รวมถึงเป็นศูนย์ข้อมูลซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บ และ จัดส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายภายในองค์กรต่างๆและ อินเทอร์เน็ต

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ สิ่งที่จะต้องมีการควบคุมคือ ปริมาณของอนุภาคฝุ่นละออง เพื่อให้เกิดคุณภาพและประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์ฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ที่ดีที่สุด

ในการวางแผนการปรับปรุงในโครงการนี้ได้มุ่งเน้นในการแก้ไขปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต บริเวณเครื่องทดสอบการอ่านเขียนทางไฟฟ้า (Electrical Tester) ของ HGA (Head Gimbal Assembly) โดย HGA ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบทางไฟฟ้า ดังนั้นจึงต้องมีการควบคุมและแก้ไขปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดการปนเปื้อนของ HGA

ซึ่งกระบวนการการทดสอบทางไฟฟ้าของ HGA นั้นเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าจะตั้งอยู่ในห้องสะอาดและภายใต้เครื่องกรองอากาศ (Lamina) ซึ่งมีการควบคุมจำนวนของอนุภาคฝุ่นละออง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.3 ไมโครเมตร ต้องมีจำนวนไม่เกิน 300 อนุภาคต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ไมโครเมตร ต้องมีจำนวนไม่เกิน 100 อนุภาคต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต ในปัจจุบันทาง บริษัท ซีเกท เทคโนโลยี ประเทศไทย โรงงานเทพารักษ์ ได้มีการติดตั้งเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าภายใต้เครื่องกรองอากาศ (Lamina) อยู่ 3 แบบ โดยแบ่งเป็น Group#1 มีเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าติดตั้งอยู่จำนวน 80 เครื่อง Group#2 มีเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าติดตั้งอยู่จำนวน 36 เครื่อง และ Group#3 มีเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าติดตั้งอยู่จำนวน 40 เครื่อง ซึ่ง Group#1 เป็นรูปแบบที่มีการติดตั้งเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าได้มากที่สุด โดยจะติดตั้งเครื่องทดสอบเป็นแถวคู่หลังชนกันภายใต้เครื่องกรองอากาศ (Lamina) แบบ 3 เส้า มีความสูงจากพื้น 182 เซนติเมตร ซึ่งพบว่าการติดตั้งเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าแบบ Group#1 ทำให้เกิดการไหลเวียนของอากาศที่ไม่ดีพอจึงทำให้เกิดปัญหาเรื่องฝุ่นละอองเกินค่าที่กำหนดในบางครั้ง จึงจำเป็นต้องมีโครงการนี้เพื่อศึกษาและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับปรุงคุณภาพของการไหลเวียนของอากาศของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าที่มีการวางแบบ Group#1 เพื่อก่อให้เกิดประสิทธิภาพในกระบวนการผลิตที่ดีที่สุด

1.3 จุดประสงค์ของโครงการ

1.3.1 เพื่อศึกษาการไหลของอากาศในพื้นที่การผลิตบริเวณของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าภายในห้องสะอาด โดยใช้พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ

1.3.2 เพื่อหาสาเหตุการเกิดปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า

1.3.3 เพื่อแก้ไขปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.4.1 ใช้ข้อมูลของห้องสะอาดของโรงงาน ซีเกทเทพาร์กซ์

1.4.2 ใช้โปรแกรม ANSYS FLUENT 2016

1.5 ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน

ในการปรับปรุงคุณภาพของอนุภาคฝุ่นละอองของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้านั้น ช่วงแรกเป็นการศึกษาทิศทาง การไหลของอากาศในบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าด้วยวิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ นำผลที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าจริงด้วยเครื่องมือวัด จากนั้นทำการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นโดยใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณหาวิธีที่ดีที่สุดและทำการปรับปรุงแก้ไขปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นแล้วนำไปใช้ในกระบวนการผลิต และตรวจสอบผลการปรับปรุง ซึ่งสามารถสรุปได้ดัง ตาราง 1.1

ตาราง 1.1 แผนปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

ลำดับ	หัวข้องาน	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.
1	เก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดที่จำเป็นเกี่ยวกับห้องสะอาดและเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า				
2	เขียนแบบจำลองและสร้างแบบจำลองเมช ของห้องสะอาดและเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าในคอมพิวเตอร์ พร้อมทั้งกำหนดเงื่อนไขการไหลของอากาศในโปรแกรม Fluent				
3	คำนวณการไหลของอากาศภายในห้องสะอาดและเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า				
4	เปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองและผลที่ได้จากการวัดจริงในห้องสะอาดและรอบๆเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า				
5	ปรับแก้แบบจำลองและเงื่อนไขการไหลของอากาศจนได้แบบจำลองที่ถูกต้อง				
6	นำผลการจำลองที่ถูกต้องมาวิเคราะห์หาสาเหตุที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของอนุภาคที่เกินมาตรฐานและเสนอแนะแนวทางการแก้ปัญหาและปรับปรุง				
7	นำผลที่ได้จากข้อ 6 ไปใช้จริงในกระบวนการผลิตและตรวจสอบประสิทธิภาพของการนำไปใช้งาน				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.6.1 ได้รู้ถึงลักษณะการไหลของอากาศในบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า
- 1.6.2 ได้รู้ถึงสาเหตุของปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองที่เกิดขึ้น
- 1.6.3 สามารถปรับปรุงและแก้ไขปัญหาอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นได้

1.7 โครงสร้างของรายงานสหกิจ

บทที่ 1 จะกล่าวถึง รายละเอียดของสถานประกอบการ ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ จุดประสงค์ของโครงการ ขอบเขตของโครงการ ตารางระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และโครงสร้างของรายงานสหกิจ

บทที่ 2 จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยจะนำเสนอหลักการทำงานของทฤษฎีที่ใช้และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยนี้

บทที่ 3 จะกล่าวถึง ส่วนประกอบของระบายอากาศของห้องสะอาด เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า หน้าที่ได้รับมอบหมาย ลำดับงานที่ได้รับปฏิบัติ และขั้นตอนการประเมินปัญหาและการแก้ปัญหา

บทที่ 4 จะกล่าวถึง ผลการทดลอง หลังจากการติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยจะทดสอบในส่วนของ การตรวจวัดจำนวนอนุภาคฝุ่นละอองบริเวณพื้นที่การปฏิบัติงาน

บทที่ 5 จะกล่าวสรุปผลการทดลองต่างๆ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำการวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดของโครงการ

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยจะนำเสนอหลักการการทำงานของทฤษฎีที่ใช้และหลักการที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัยนี้ โดยมีเนื้อหา ดังนี้

2.1 พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics ,CFD)

พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Computational Fluid Dynamics ,CFD) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สำหรับการวิเคราะห์ปัญหาทางด้านพลศาสตร์ของไหล (Fluid Dynamics) โดยมีหลักและวิธีการ คือ จะทำการแบ่งช่วง โดเมนของวัตถุภายใต้สนามการไหลต่างๆด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อทำให้เกิดรูปแบบและรูปร่างของโครงตาข่ายเชิงปริมาตร (Volume Mesh) หรืออาจจะเรียกว่า กริด (Grid) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว งานวิจัยเรื่องอื่นๆอาจจะเรียกลักษณะของชุดโครงตาข่ายหรือกริดนี้ว่า “เมชเอลิเมนต์” หลังจากนั้นจะใช้อัลกอริทึม (Algorithm) ที่เหมาะสม ต่อรูปแบบปัญหานั้นๆ มาทำการแก้สมการการเคลื่อนที่ของของไหลต่อไป โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่นำมาใช้ในที่นี้คือ โปรแกรม ANSYS FLUENT 2016

2.2 หลักการทำงานของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ (Metrology)

หลักการทำงานของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณโดยส่วนมากมีวิธีการพื้นฐานเหมือนกัน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

2.2.1 กำหนดรูปทรงเรขาคณิตหรือสร้างแบบจำลองของปัญหาที่ศึกษา (CAD Model)

ในการที่จะใช้วิธีพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณมาแก้ปัญหา นั้น ขั้นตอนแรกจะต้องกำหนดขอบเขตทางกายภาพ ซึ่งก็คือการกำหนดรูปทรงเรขาคณิตหรือการสร้างแบบจำลอง โดยส่วนใหญ่จะสร้างโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ซึ่งจะเรียกว่า การสร้าง CAD (Computer Aided Design) Model

2.2.2 การแบ่งปริมาตรของของไหลออกเป็นช่วงๆหรือโครงตาข่าย (Mesh)

หลังจากที่มีการสร้าง CAD Model แล้วนั้นจะต้องถูกนำมาแบ่งเป็นเซลล์ย่อยๆ เรียกว่า Mesh โดยการทำให้ Mesh นั้นอาจมีรูปร่างที่แน่นอน (Structure Mesh) และรูปร่างที่ไม่แน่นอน (Unstructured Mesh)

2.2.3 กำหนดสมการการคำนวณความปั่นป่วน

การแก้ปัญหาเกี่ยวกับพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณนั้นสามารถหาได้จากการแก้สมการเชิงอนุพันธ์ 2 ส่วน คือ สมการอนุรักษ์ และ สมการความปั่นป่วน โดยสมการอนุรักษ์ประกอบไปด้วย 3 สมการ ได้แก่

- สมการอนุรักษ์มวล

$$\partial\rho/\partial t + \partial(\rho u_i)/\partial x_j = 0$$

- สมการอนุรักษ์โมเมนตัม

$$\partial(\rho u_i)/\partial t + \partial(\rho u_i u_j)/\partial x_j = -\partial P/\partial x_i + F_i + \partial[\tau_{ij}]/\partial x_j + \partial(-\rho \overline{u'_i u'_j})/\partial x_j + \partial(-\rho \overline{u'_i^2})/\partial x_i + S_m$$

- สมการอนุรักษ์พลังงาน

$$\partial(\rho E)/\partial t + \partial[u_i(\rho E + P)]/\partial x_i = \partial\left((k)_{eff}(\partial T/\partial x_j) + u_i(\tau_{ij})_{eff}\right)/\partial x_j + S_h$$

โดย u คือ ความเร็ว

P คือ ความดัน

ρ คือ ความหนาแน่น

E คือ พลังงาน

T คือ อุณหภูมิ

S_m และ S_h คือเทอมพิเศษที่เกี่ยวข้องกับมวล และเอนโทรปี ตามลำดับ

ส่วนสมการความปั่นป่วนนั้นจะแตกต่างกันไปอยู่ที่การเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการแก้ปัญหา ซึ่งในงานวิจัยนี้จะเลือกใช้สมการความปั่นป่วน Shear Stress Transport (SST) ซึ่งประกอบไปด้วยสมการอนุพันธ์ 4 สมการ มีตัวแปรที่เกี่ยวข้อง 4 ตัว ได้แก่ Turbulence kinetic energy (k) Specific dissipation rate (ω) intermittency (γ) และ transition momentum thickness Reynolds number (R_{et})

2.2.4 กำหนดเงื่อนไขขอบเขตการคำนวณ

การกำหนดเงื่อนไขขอบเขตมักจะขึ้นอยู่กับปัญหาที่เราจะทำการศึกษามีพฤติกรรมและสมบัติของของไหลนั้นเป็นอย่างไร สำหรับปัญหาแบบไม่คงที่จำเป็นจะต้องมีการกำหนดเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial Condition) ด้วย ส่วนเงื่อนไขขอบเขตของการศึกษาการไหลของอากาศในงานวิจัยนี้ประกอบไปด้วย Inlet และ Outlet โดย Inlet เป็นส่วนที่นำอากาศเข้าสู่แบบจำลอง และ Outlet เป็นส่วนที่นำอากาศออกจากแบบจำลอง ซึ่งอาจจะทำการศึกษาปัญหาทางพลศาสตร์ของไหลอื่นๆได้โดยกำหนดเงื่อนไขขอบเขตเพิ่มเติม เช่น อุณหภูมิ หรือ ความดัน เป็นต้น

2.2.5 การกำหนดค่าการวนซ้ำ (Iteration)

การกำหนดค่าการทำซ้ำ คือ การกำหนดรอบของการคำนวณที่ใช้คำนวณในสมการของพลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ซึ่งหากมีการทำซ้ำมากๆ ค่าที่ได้ยิ่งมีความถูกต้องมากขึ้นด้วย

2.2.6 วิเคราะห์และแสดงผลเฉลยที่ได้ (Result)

วิเคราะห์และแสดงผลเฉลยที่ได้ หมายถึง การนำผลเฉลยที่ได้หรือผลการจำลอง มาวิเคราะห์เพื่อหาสาเหตุของปัญหาที่เราต้องการแก้ไขปัญหา

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึง ระบบระบายอากาศของห้องสะอาด เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า หน้าที่ได้รับมอบหมาย ลำดับงานที่ได้รับปฏิบัติ และขั้นตอนการประเมินปัญหาและการแก้ปัญหา

ปัญหาฝุ่นละอองนั้นเป็นปัญหาที่สำคัญสำหรับการทำงานในคลีนรูม ซึ่งจะต้องมีการควบคุมจำนวนของอนุภาคไม่ให้เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยมาตรฐานของคลีนรูมจะแบ่งเป็นคลาส เช่น คลาส 1000 จะอนุญาตให้มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร ไม่เกิน 1000 อนุภาคต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต คลาส 100 จะอนุญาตให้มีอนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร ไม่เกิน 100 อนุภาคต่อ 1 ลูกบาศก์ฟุต เป็นต้น

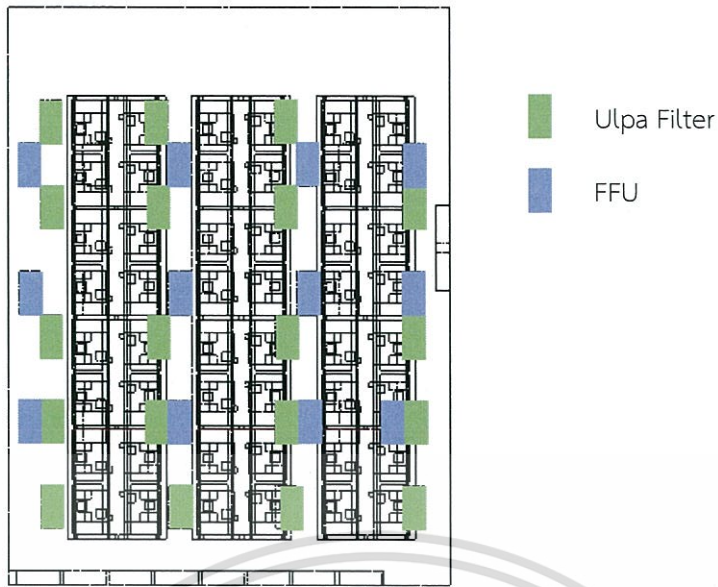
ในการควบคุมปริมาณของฝุ่นละอองนั้น จะอาศัยระบบระบายอากาศภายในคลีนรูมเป็นตัวช่วยในการหมุนเวียนอากาศและกรองอนุภาคฝุ่นละออง โดยระบบระบายอากาศประกอบด้วยส่วนต่างๆดังต่อไปนี้

3.1 ส่วนประกอบของระบายอากาศของห้องสะอาด

ในระบบระบายอากาศของห้องสะอาดนั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนดังต่อไปนี้

3.1.1 อากาศเข้า (Inlet)

ในส่วนของอากาศเข้านั้นจะประกอบไปด้วยส่วนที่นำอากาศจากภายนอกเข้าสู่ภายในห้องสะอาดเรียกว่า Ulpa Filter และส่วนที่ทำหน้าที่หมุนเวียนอากาศภายในห้องสะอาด เรียกว่า FFU ซึ่งส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับ Return Ceiling ซึ่งทำหน้าที่ดูดอากาศจากภายในห้องสะอาด โดย FFU จะทำหน้าที่กรองอากาศที่ได้จาก Return Ceiling แล้วเป่าอากาศเข้าสู่ห้องสะอาดต่อไป โดย Ulpa Filter และ FFU จะติดตั้งอยู่บริเวณเพดานของห้องสะอาด โดยตำแหน่งของการติดตั้งจะแสดงให้เห็นในรูปที่ 3.1

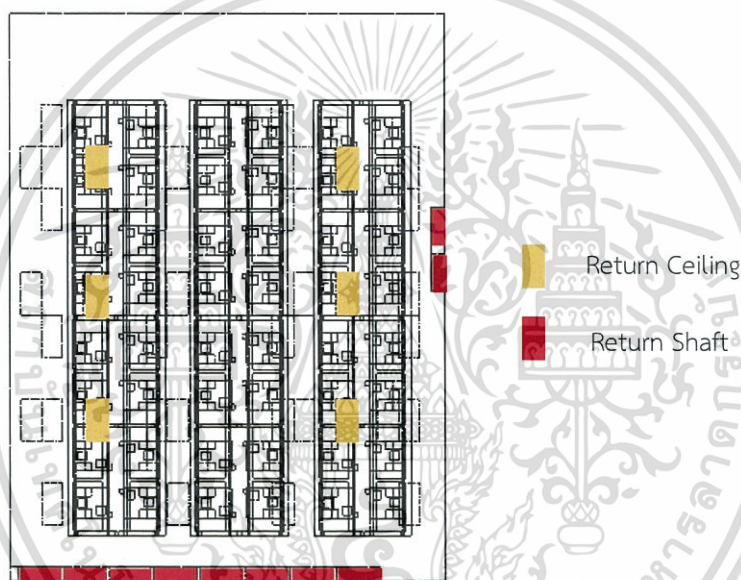


รูปที่ 3.1 ภาพแสดงตำแหน่งของระบบระบายอากาศในส่วนของอากาศเข้าภายในห้อง

จากรูปที่ 3.1 ที่แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งการติดตั้ง Ulpa Filter และ FFU ในบริเวณพื้นที่การทำงานของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า 3 เซลล์ พบว่ามีจำนวนของ Ulpa Filter ทั้งหมด 19 ตัว และ FFU ทั้งหมด 10 ตัว

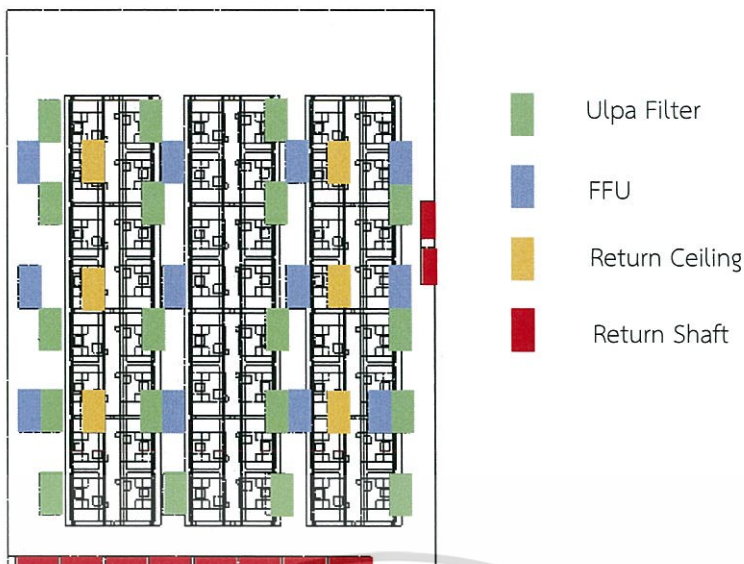
3.1.2 อากาศออก (Outlet)

ในส่วนของอากาศออกนั้น จะเป็นส่วนที่นำอากาศจากภายในห้องสะอาดออกสู่ภายนอกห้องเพื่อเข้าสู่กระบวนการกรองอากาศต่อไป โดยในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่นำอนุภาคฝุ่นละอองออกจากห้องสะอาดด้วย ส่วนของอากาศออกนั้นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนตามการติดตั้ง ส่วนแรกจะติดตั้งอยู่บริเวณเพดานของห้องสะอาด เรียกว่า Return Ceiling ส่วนนี้จะเชื่อมต่อกับ FFU โดยในส่วนนี้จะนำอากาศจากภายในห้องสะอาดเข้าสู่ระบบกรองอากาศในส่วนของ FFU แล้วปล่อยอากาศที่ผ่านระบบกรองอากาศแล้วเข้าสู่ห้องสะอาดต่อไป ส่วนที่ 2 จะติดตั้งอยู่บริเวณด้านหลังและด้านข้างของห้องสะอาดในระดับสูงจากพื้น 45 เซนติเมตร ส่วนนี้จะเป็นการนำอากาศออกสู่ภายนอกห้อง เรียกว่า Return Shaft โดยตำแหน่งของการติดตั้งส่วนอากาศออกจะแสดงให้เห็นใน รูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงตำแหน่งของระบบระบายอากาศในส่วนของอากาศออกภายในห้อง

จากรูป 3.2 ที่แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งการติดตั้ง Return Ceiling และ Return Shaft ในบริเวณพื้นที่การทำงานของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า 3 เซลล์ พบว่ามีจำนวนของ Return Ceiling ทั้งหมด 6 ตัว และ Return Shaft ทั้งหมด 10 ตัว

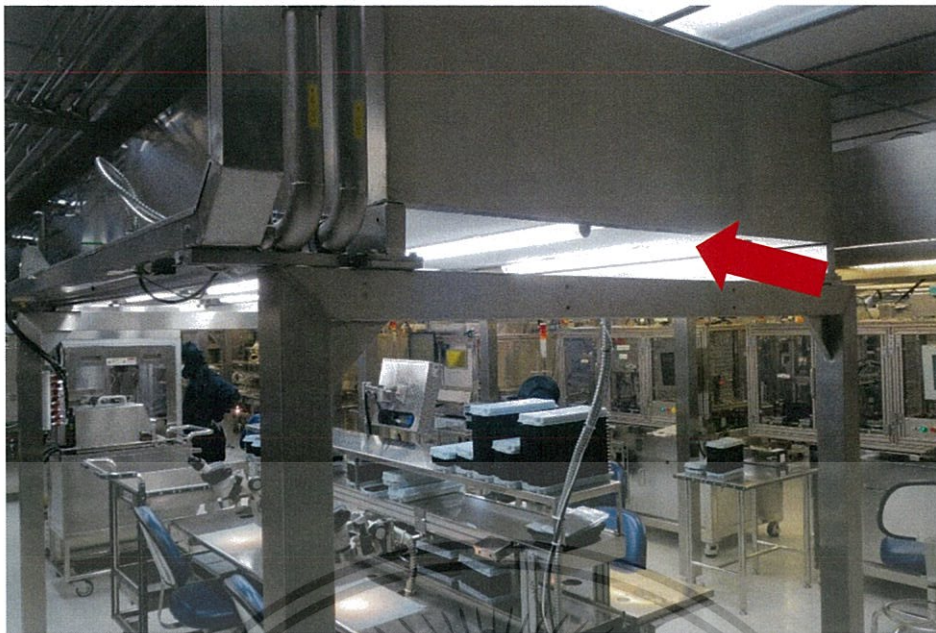


รูปที่ 3.3 รูปแสดงตำแหน่งของระบบระบายอากาศภายในห้องสะอาด

จากรูปที่ 3.3 แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งการติดตั้งระบบระบายอากาศภายในห้องสะอาด ทั้งหมดทั้งในส่วน อากาศเข้า และ อากาศออก ในบริเวณพื้นที่การทำงานของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า 3 เซลล์

3.1.3 เครื่องกรองอากาศ (Lamina)

เครื่องกรองอากาศหรือ Lamina นั้นจะถูกติดตั้งภายในห้องสะอาด โดยจะติดตั้งในระดับความสูงที่ต่างกันไปตามการใช้งาน ทำหน้าที่กรองอากาศที่อยู่ภายในห้องสะอาด โดยอากาศที่ผ่านการกรองจาก Lamina จะมีจำนวนอนุภาคอยู่ใน คลาส 100



รูปที่ 3.4 ภาพ Lamina ที่ติดตั้งอยู่บนเสาสูง 1.92 เมตร

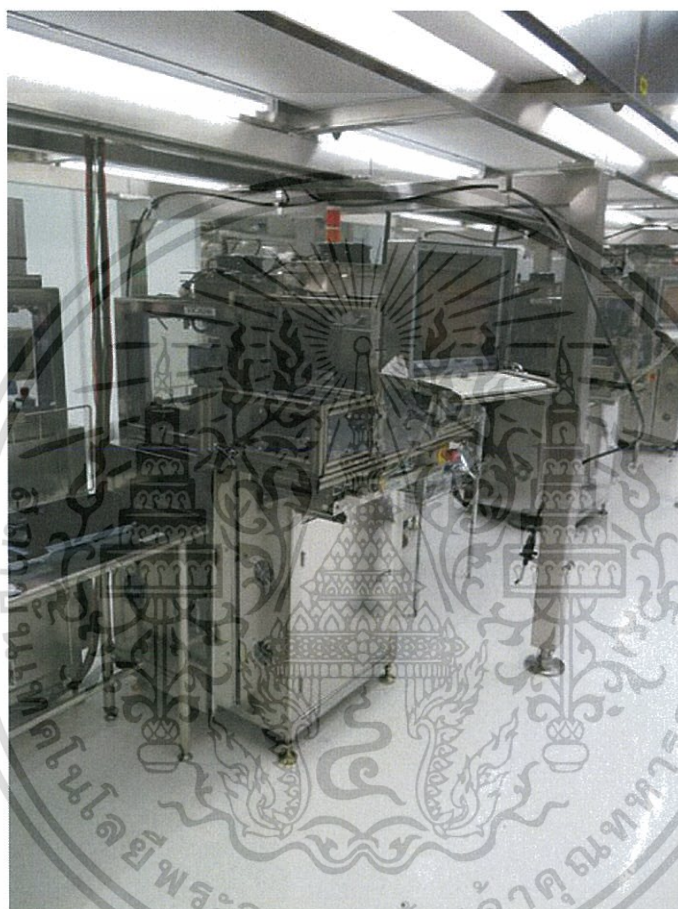


รูปที่ 3.5 ภาพแสดงถึงเครื่องจักรที่ติดตั้งอยู่ใต้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า (ELECTRICAL Tester)

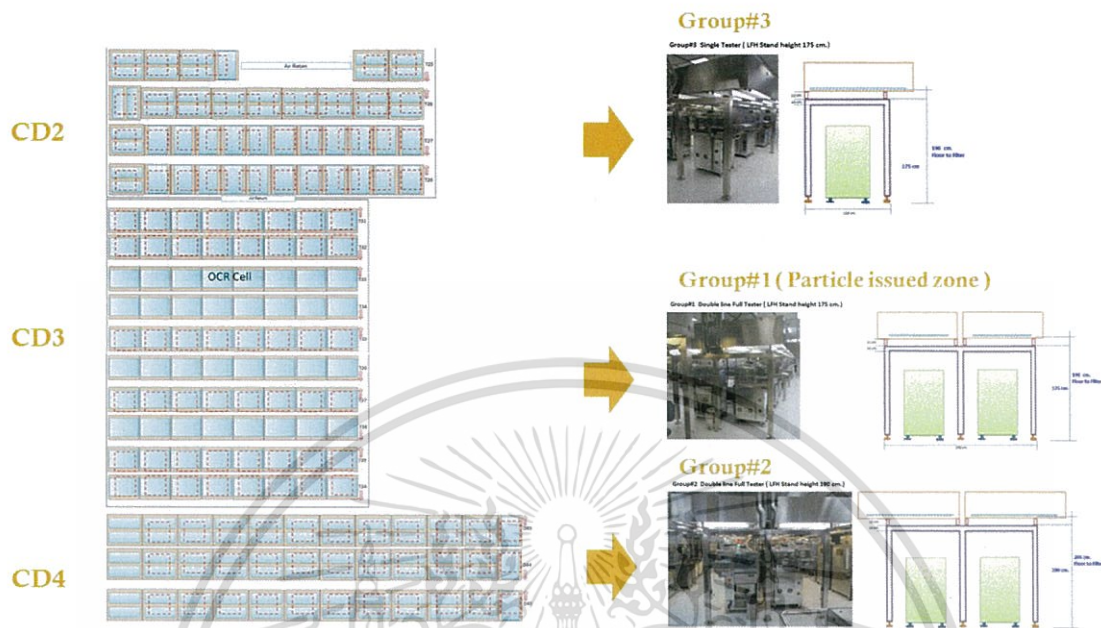
เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า (Electrical Tester) เป็นเครื่องที่ใช้ทดสอบการอ่านและเขียนทางไฟฟ้าของ HGA (Head Gimbal Assembly) ซึ่งมีความจำเป็นอย่างมากในอุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ HGA ทุกตัวจะต้องผ่านการทดสอบการอ่านเขียนทางไฟฟ้า เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการควบคุมปริมาณอนุภาคของฝุ่นละอองบริเวณพื้นที่ทำงานของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าเพื่อป้องกันไม่ให้ HGA เกิดการปนเปื้อนของอนุภาคฝุ่นละอองได้



รูปที่ 3.6 เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในปัจจุบันบริเวณพื้นที่การผลิตในส่วนของ เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า (CSS Tester) มีรูปแบบการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าอยู่ 3 รูปแบบ โดยจะเรียกว่า Group#1 ,Group#2 และ Group#3 ตามภาพที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงแผนผังการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าในปัจจุบัน

จากรูปที่ 3.7 ที่แสดงถึงแผนผังการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าในปัจจุบัน โดยในแต่ละรูปแบบจะมีความแตกต่างกันของ รูปแบบการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า ขนาดและความสูงของเครื่องกรองอากาศ(Lamina) โดยถ้าคิดในส่วนของพื้นที่ในการทำงานที่เท่ากัน รูปแบบการวางแบบ Group#1 จะสามารถวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าได้มากที่สุด แต่จะเกิดปัญหาอนุภาคของฝุ่นละอองมากที่สุด

3.3 หน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

หน้าที่ที่ได้รับมอบหมายคือ ศึกษาทิศทางการไหลของอากาศภายในห้องสะอาดบริเวณพื้นที่การทำงานของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า หาสาเหตุการเกิดปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า และแก้ไขปัญหามันฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า โดยจะใช้ข้อมูลห้องสะอาดและรูปแบบแผนผังการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าแบบ Group#1 เนื่องจากมีปัญหาอนุภาคฝุ่นละอองมากที่สุด

3.4 ลำดับงานที่ได้รับปฏิบัติ

ในการศึกษาการไหลของอากาศภายในห้องสะอาด เราจะใช้วิธี พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ ซึ่งจะอยู่ในรูปแบบของโปรแกรม ANSYS FLUENT 2016 โดยกระบวนการทำงานของโปรแกรมประกอบไปด้วย

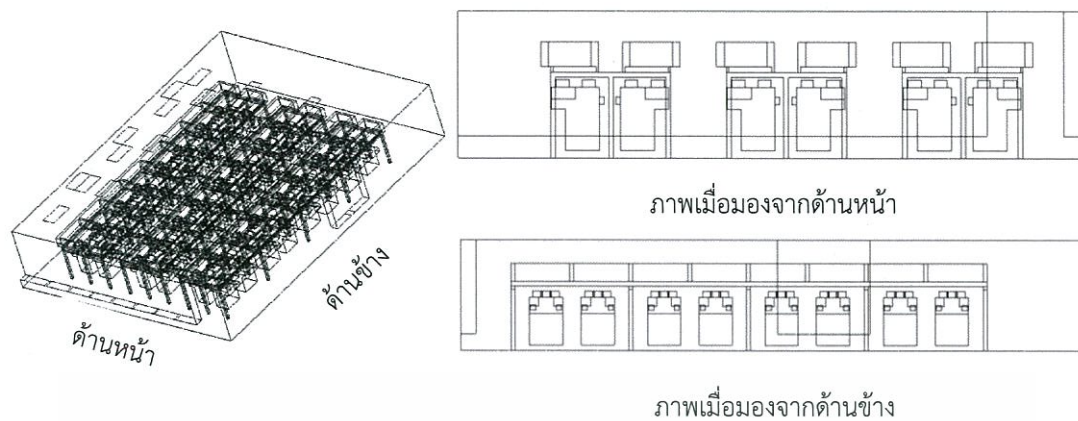
3.3.1 เก็บข้อมูลภายในห้องสะอาด

ก่อนที่จะมีการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม ANSYS FLUENT 2016 จะต้องมีการสำรวจและเก็บข้อมูลจากสถานที่จริงเพื่อให้แบบจำลองที่สร้างออกมามีความใกล้เคียงกับของจริงมากที่สุด โดยในที่นี้ก็คือ ห้องสะอาด ของ บริษัท ซีเกทเทคโนโลยีประเทศไทย โรงงาน เทพารักษ์ บริเวณ CD3



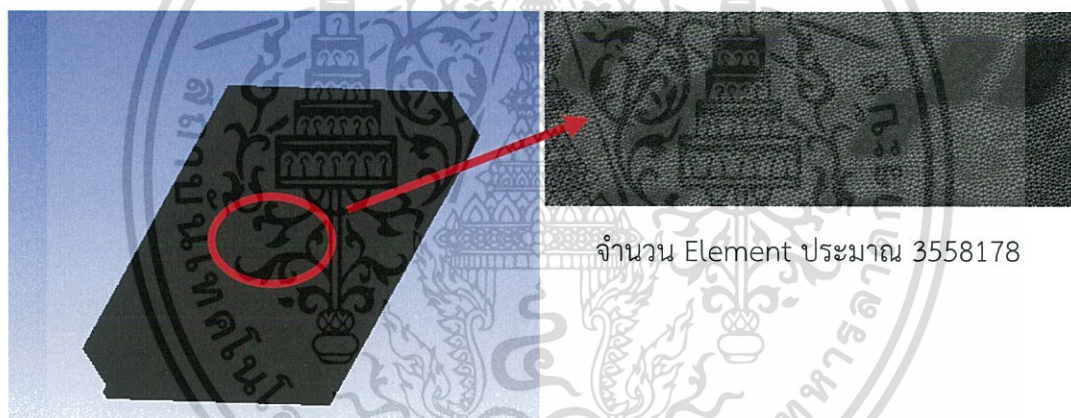
รูปที่ 3.8 รูปตัวอย่างในการเก็บข้อมูลในห้องสะอาด

3.3.2 การสร้างแบบจำลอง (CAD Model)



รูปที่ 3.9 ภาพแบบจำลอง (CAD Model)

3.3.3 การสร้างเมช (Mesh)

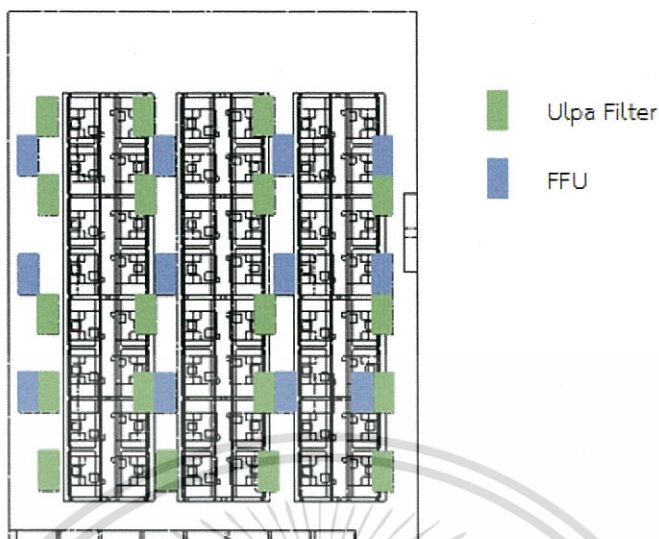


รูปที่ 3.10 ภาพการสร้าง mesh ของแบบจำลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 เงื่อนไขการคำนวณ

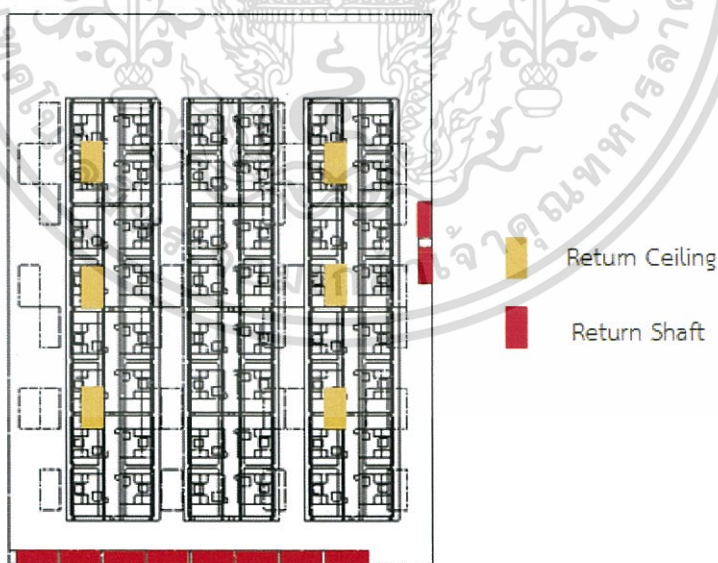
- เงื่อนไขอากาศไหลเข้า



รูปที่ 3.11 รูประบบอากาศไหลเข้า

โดยเงื่อนไขอากาศไหลเข้า (inlet) จะประกอบไปด้วย FFU จำนวน 12 ตัว และ Ulpa Filter จำนวน 19 ตัว โดยมีความเร็วอยู่ในช่วง 0.3 – 0.9 เมตรต่อวินาที

- เงื่อนไขอากาศไหลออก

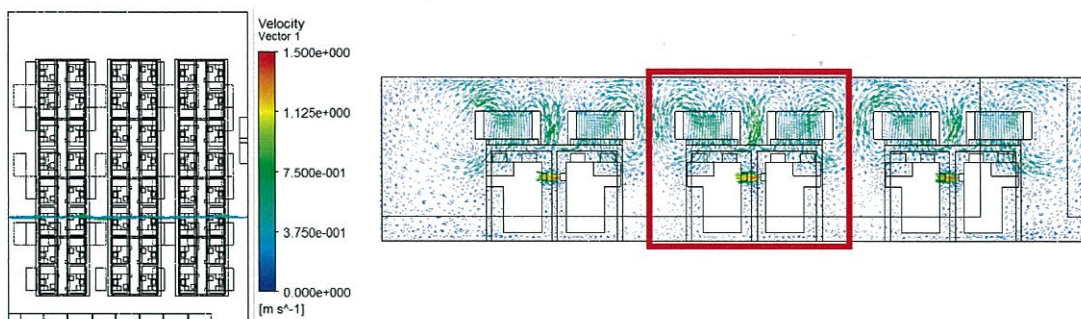


รูปที่ 3.12 รูประบบอากาศไหลออก

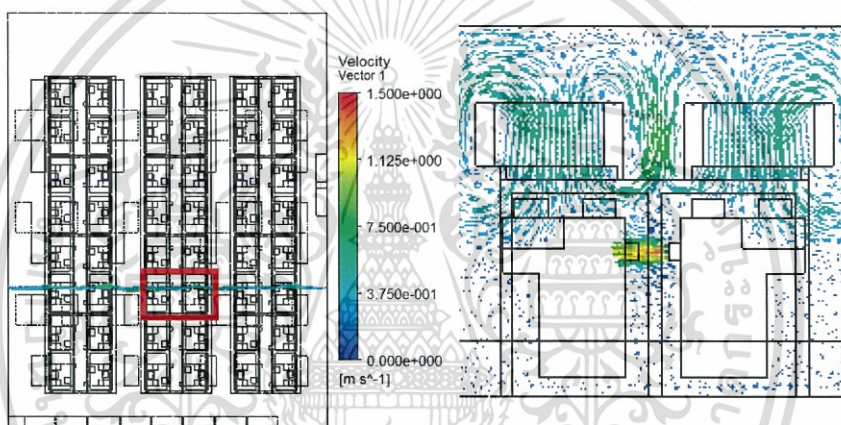
โดยเงื่อนไขอากาศไหลออก (Outlet) จะประกอบไปด้วย Return Shaft จำนวน 10 ตัว และ Return Ceiling จำนวน 6 ตัว โดยมีความเร็วอยู่ในช่วง 0.5 – 2 เมตรต่อวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 ผลการคำนวณจากการสร้างแบบจำลอง



รูปที่ 3.13 ภาพของผลการคำนวณจากการสร้างแบบจำลอง ที่ระยะ 5.8 เมตร



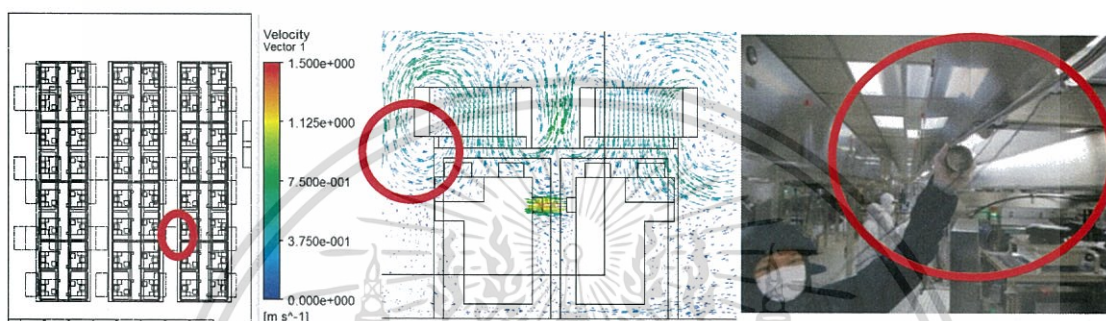
รูปที่ 3.14 ภาพขยายของ Lamina และ เครื่องทดสอบทางไฟฟ้า จากรูป 3.13

จากรูป 3.14 ภาพขยายในส่วนของ Lamina และ เครื่องทดสอบทางไฟฟ้าที่แสดงถึงการไหลของอากาศ พบว่า พัดลมระบายอากาศบริเวณหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้ามีอากาศที่ออกมาแรงมาก โดยมีความเร็วของอากาศประมาณ 1.5 เมตรต่อวินาที ซึ่งอากาศที่ออกมานี้จะส่งผลให้เกิดความปั่นป่วนของอากาศและทำให้การระบายอากาศบริเวณด้านหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าทำได้อย่างไม่เต็มประสิทธิภาพ

3.3.6 เปรียบเทียบการวัดค่าจริงกับการสร้างแบบจำลอง

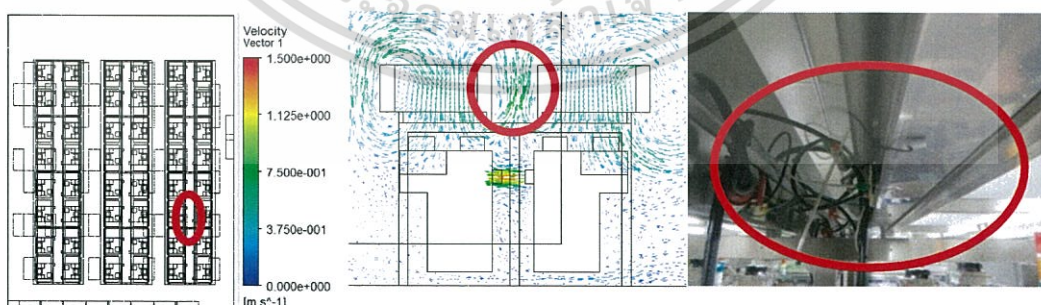
การที่จะตรวจสอบแบบจำลองของเราที่สร้างขึ้นมาว่ามีความน่าเชื่อถือหรือไม่ จะต้องมีการเปรียบเทียบผลที่ได้ กับ การวัดค่าจริง โดยในที่นี้เราจะเปรียบเทียบอยู่ 2 วิธีคือ การดูทิศทางการไหลของอากาศด้วยเส้นด้ายและการตรวจวัดปริมาณของอนุภาคฝุ่นละออง

1) การตรวจสอบทิศทางการไหลของอากาศด้วยวิธีวัดด้วยเส้นด้าย



รูปที่ 3.15 ภาพการเปรียบเทียบทิศทางการไหลของอากาศของแบบจำลองกับการวัดทิศทางด้วยเส้นด้าย

จากรูปที่ 3.15 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบจากการวัดจริงโดยการใช้เส้นด้ายกับแบบจำลอง พบว่า ทิศทางการไหลของอากาศระหว่างการวัดค่าจริงและแบบจำลองมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกัน



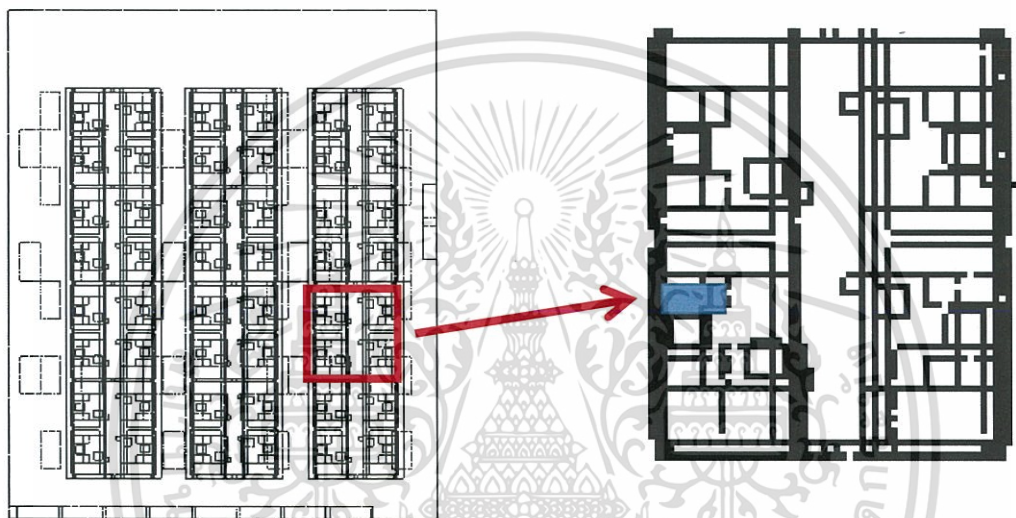
รูปที่ 3.16 ภาพการเปรียบเทียบทิศทางการไหลของอากาศของแบบจำลองกับการวัดทิศทางด้วยเส้นด้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.16 แสดงให้เห็นถึงการเปรียบเทียบจากการวัดจริงโดยการใช้เส้นด้ายกับแบบจำลองบริเวณด้านหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าพบว่า ทิศทางการไหลของอากาศระหว่างการวัดค่าจริงและแบบจำลองมีความสอดคล้องไปในทิศทางเดียวกันเช่นเดียวกับรูปที่ 3.15

2) การตรวจวัดปริมาณของอนุภาคฝุ่นละออง

ในการสร้างแบบจำลองเราจะกำหนดพื้นที่บริเวณประตูเปิดปิดที่เป็นส่วนของการนำชิ้นงานเข้าออกจากเครื่องจักรเป็นตำแหน่งที่ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง

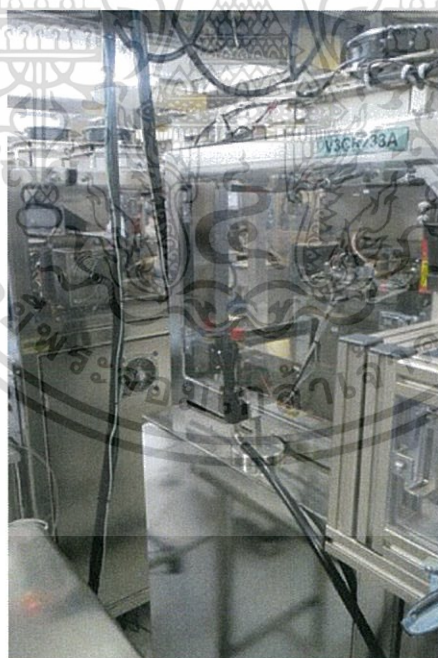


รูปที่ 3.17 ภาพแสดงตำแหน่งของบริเวณที่ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง

จากรูปที่ 3.17 ที่แสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของบริเวณที่ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละอองซึ่งจะนำไปเปรียบเทียบกับค่าจริงซึ่งตำแหน่งของอุปกรณ์วัดจะแสดงในรูป 3.19 ซึ่งตำแหน่งในการวางของอุปกรณ์วัดจะวางบริเวณเดียวกับแบบจำลอง โดยเราจะสนใจอนุภาคฝุ่นละอองที่มีขนาด 0.3 และ 0.5 ไมโครเมตร ซึ่งบริเวณที่ตั้งอุปกรณ์วัดนั้นอยู่ภายใต้เครื่องกรองอากาศ (Lamina) เพราะฉะนั้นจำนวนของอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตรจะต้องไม่เกิน 300 อนุภาค และขนาด 0.5 ไมโครเมตรจะต้องไม่เกิน 100 อนุภาค



รูปที่ 3.18 ภาพของอุปกรณ์ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง รุ่น Lasair III



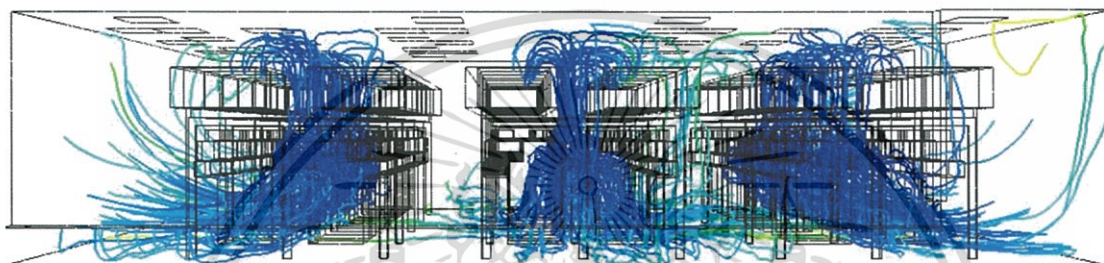
รูปที่ 3.19 ภาพแสดงถึงตำแหน่งของอุปกรณ์ที่ตรวจจับอนุภาคของฝุ่นละออง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการเปรียบเทียบระหว่างแบบจำลองกับการวัดค่าจริง พบว่ามีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 9เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 3.1 .

ตาราง 3.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการวัดจำนวนอนุภาคฝุ่น

แบบจำลอง	การวัดค่าจริง	ความคลาดเคลื่อน (%)
22	20	9



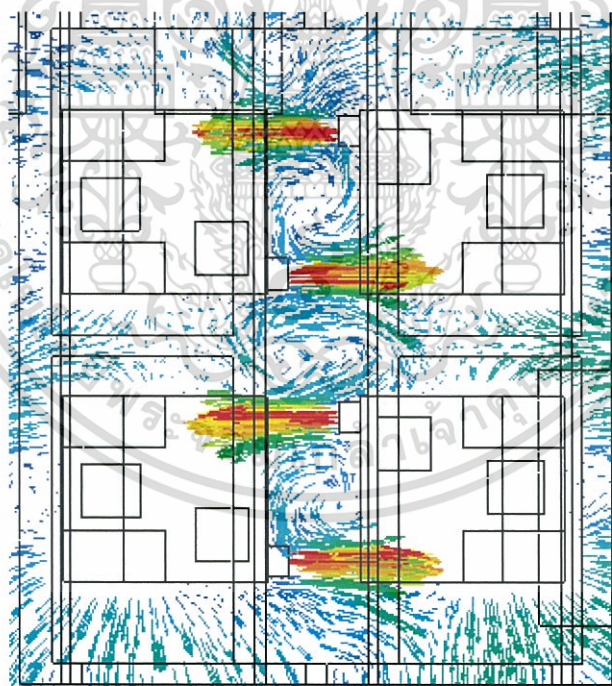
รูปที่ 3.20 ภาพแสดงการจำลองทิศทางการไหลของอนุภาคของฝุ่นละออง

จากการตรวจสอบทั้ง 2 วิธี คือ การดูทิศทางการไหลของอากาศและการตรวจวัดปริมาณของอนุภาคฝุ่นละออง แล้วนั้น พบว่าแบบจำลองที่สร้างมีแนวโน้มใกล้เคียงกับความเป็นจริง จึงสรุปได้ว่าแบบจำลองที่เราสร้างขึ้นมีความน่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

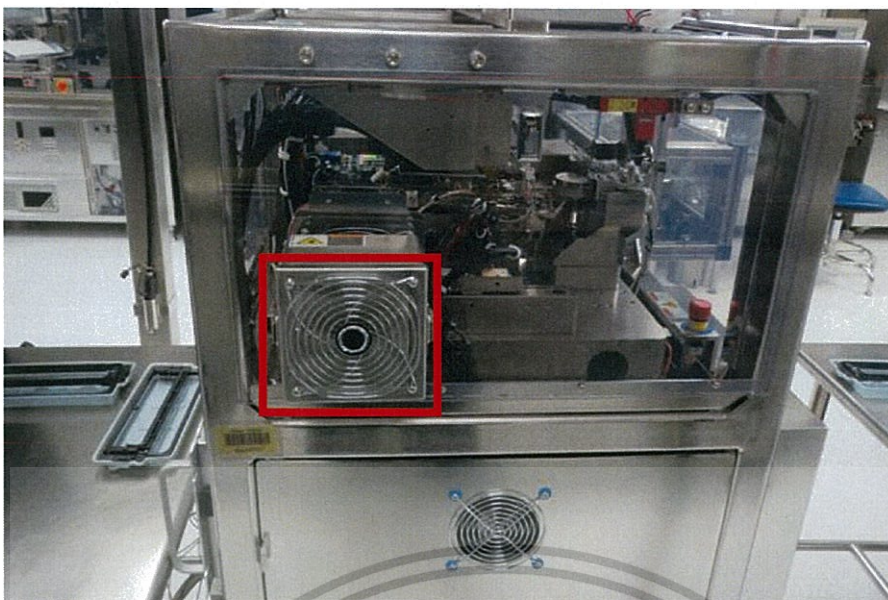
3.5 ขั้นตอนการประเมินปัญหา

จากผลการจำลองพบว่าเกิดความปั่นป่วนบริเวณด้านหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า เนื่องจากพัดลมระบายอากาศบริเวณด้านหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า ซึ่งพัดลมนี้มีหน้าที่ระบายอากาศจากภายในเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าออกสู่ภายนอก โดยพัดลมนี้มีความเร็วของอากาศถึง 1.5 เมตรต่อวินาที จึงส่งผลให้เกิดความปั่นป่วนของอากาศบริเวณด้านหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าตามรูปที่ 3.21 ก่อให้เกิดผลกระทบต่อเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าเครื่องอื่นที่วางหันหลังชนกันตามแบบการวางเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าแบบ Group#1 โดยพัดลมนี้จะนำอนุภาคของฝุ่นละอองที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตออกมาสู่ภายนอกเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าด้วย ซึ่งพัดลมนี้จะติดตั้งอยู่ในความสูงระดับเดียวกับประตูเปิดปิดเพื่อนำชิ้นงานเข้าออกของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้จึงมีความเป็นไปได้ที่จะมีการปนเปื้อนอนุภาคของฝุ่นละอองของชิ้นงานซึ่งจะไม่เป็นผลดีต่อชิ้นงานและอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อชิ้นงานได้ และได้มีการทดสอบตรวจวัดจำนวนของอนุภาคฝุ่นละอองบริเวณพัดลมระบายอากาศพบว่า มีจำนวนอนุภาคที่ออกมาจากพัดลมระบายอากาศประมาณ 50 อนุภาค เราจึงสรุปได้ว่าปัญหาของอนุภาคของฝุ่นละอองเกิดมาจากพัดลมระบายอากาศที่ติดอยู่บริเวณหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าดังรูปที่ 3.22



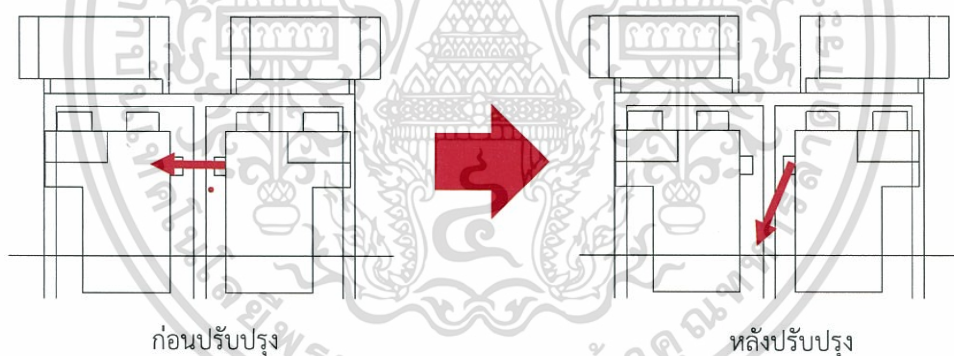
รูปที่ 3.21 ภาพแสดงความปั่นป่วนของอากาศบริเวณด้านหลัง
ของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าโดยมองจากมุมบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 ภาพของพัดลมระบายอากาศที่ติดอยู่หลังเครื่องทดสอบทาง

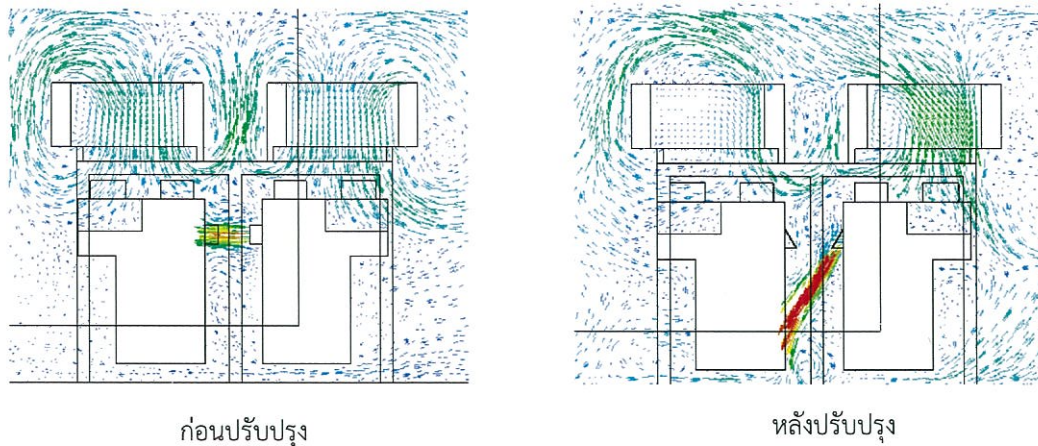
เพราะฉะนั้นเราจึงได้มีการวางแผนโดยปรับเปลี่ยนทิศทางการไหลของอากาศที่ออกจากพัดลมระบายอากาศ จากที่มีทิศทางพุ่งขนาดกบพื้นในแนวระดับให้มีทิศทางพุ่งลงสู่พื้น ดังภาพ 3.21



รูปที่ 3.23 ภาพแสดงทิศทางการไหลของอากาศก่อนและหลังการปรับปรุง

โดยได้มีการสร้างแบบจำลองหลังการปรับปรุงขึ้นมาและนำไปเปรียบเทียบกับแบบเดิม ซึ่งแบบจำลองใหม่ที่สร้างขึ้นได้มีการปรับเปลี่ยนทิศทางของอากาศที่ออกมาจากพัดลมระบายอากาศ หลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าให้พุ่งลงสู่พื้นตามที่ได้มีการวางแผนไว้ ตามภาพ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



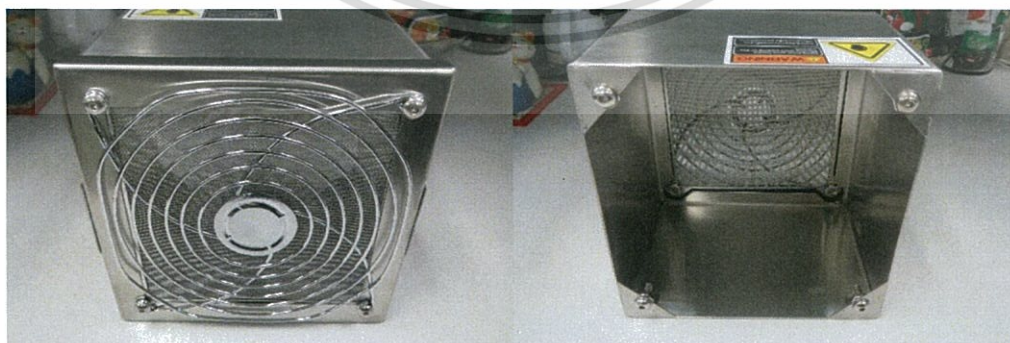
รูปที่ 3.24 ภาพแสดงทิศทางการไหลของอากาศก่อนและหลังการปรับปรุงจากแบบจำลอง

จากทิศทางการไหลของอากาศที่ได้จากแบบจำลอง ได้มีการตรวจวัดอนุภาคของฝุ่นละอองจากแบบจำลองเพิ่มเติมโดยวัดที่ตำแหน่งเดิมตามภาพ 3.16 พบว่าหลังจากการปรับปรุงแล้วมีจำนวนอนุภาคที่พบลดลงถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ดังตาราง 3.2

ตาราง 3.2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบการวัดจำนวนอนุภาคฝุ่นละอองก่อนและหลังการปรับปรุง

ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	จำนวนอนุภาคที่ลดลง (%)
22	11	50

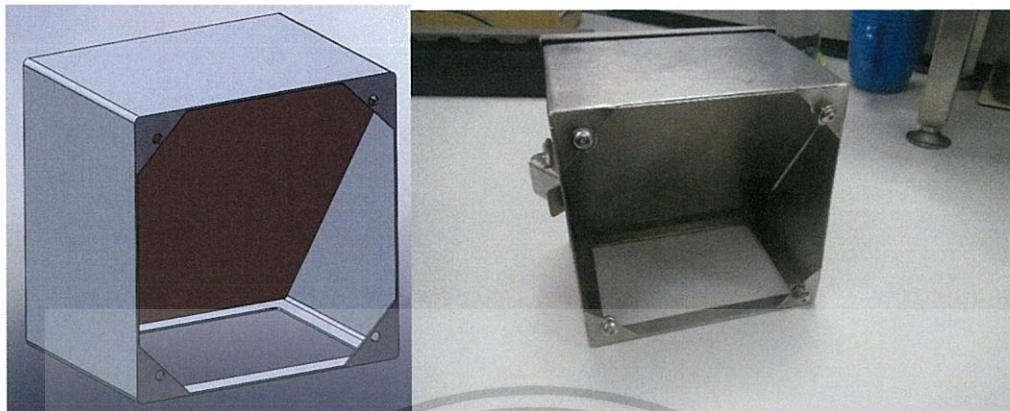
จากข้อมูลที่ได้จากแบบจำลองพบว่าเมื่อมีการปรับปรุงบริเวณพัดลมระบายอากาศที่ติดอยู่ด้านหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า พบว่ามีจำนวนอนุภาคของฝุ่นละอองที่บริเวณที่นำชิ้นงานเข้าและออกจากตัวเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าลดลง 50 เปอร์เซ็นต์ จึงได้มีการนำข้อมูลในส่วนนี้มาปรับปรุงในส่วนของกล่องพัดลมระบายอากาศ



รูปที่ 3.25 ภาพของกล่องพัดลมระบายอากาศก่อนการปรับปรุง

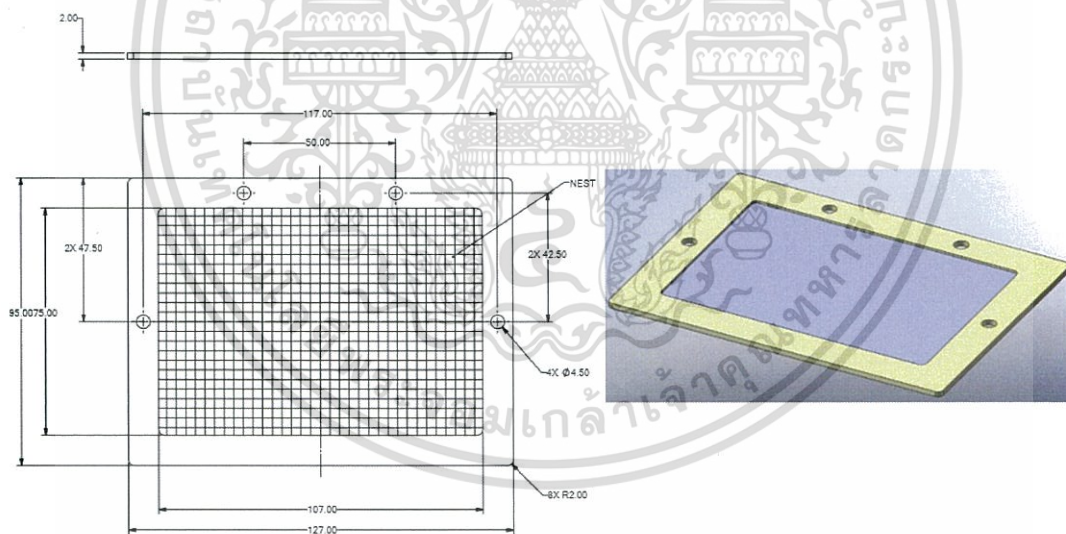
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นนำแผ่นสแตนเลสที่ผ่านการตัดแล้วมาประกอบเข้ากับกล่องพัดลมระบายอากาศที่เจาะรูแล้ว



รูปที่ 3.28 ภาพแบบจำลองและแบบจริงเมื่อนำแผ่นสแตนเลสมาประกอบกับกล่องพัดลมที่เจาะรูแล้ว

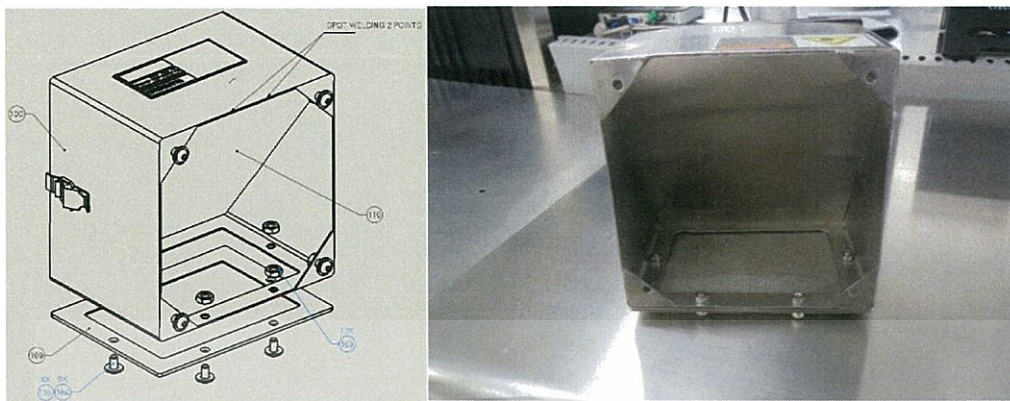
- 3) สร้างกรอบตาข่าย ขนาด กว้าง 95 มิลลิเมตร ยาว 127 มิลลิเมตรหนา 2 มิลลิเมตร โดยนำไปติดตั้งบริเวณด้านล่างของกล่องพัดลมระบายอากาศที่เจาะรูใหม่



รูปที่ 3.29 ภาพแสดงขนาดและแบบจำลองของกรอบตาข่าย

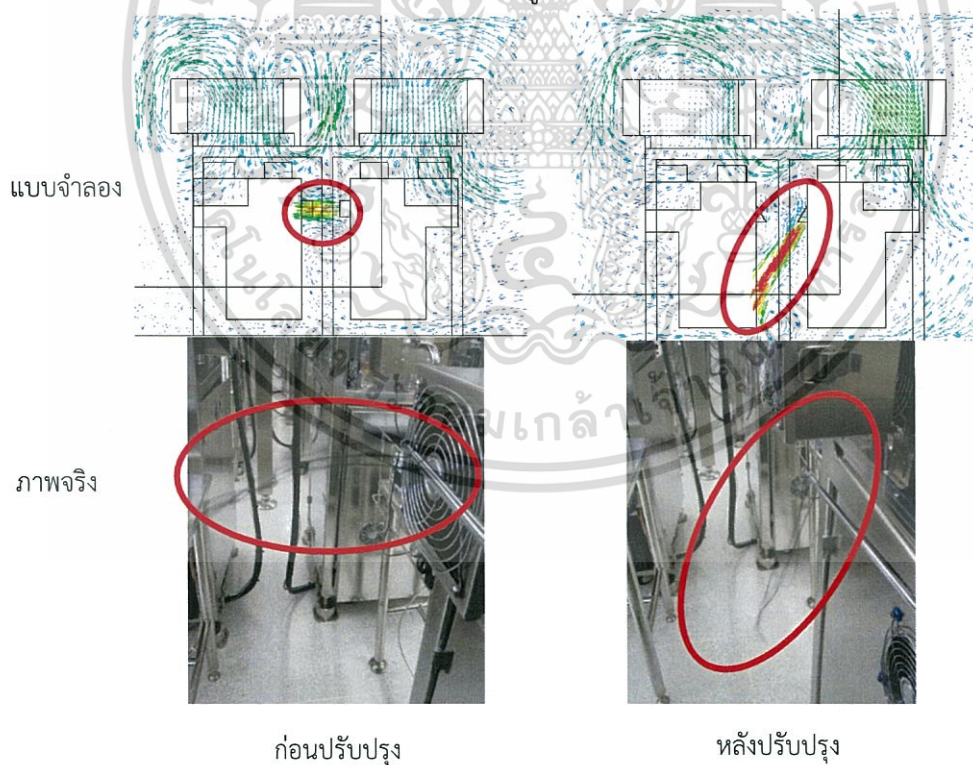
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำทั้ง 3 ส่วนข้างต้นมาประกอบกันจะได้กล่องพัดลมระบายอากาศใหม่ ดังรูป 3.30



รูปที่ 3.30 ภาพกล่องของพัดลมระบายอากาศหลังจากรับปรุง

- 4) นำกล่องพัดลมระบายอากาศที่ได้รับการปรับปรุงแล้วประกอบเข้ากับเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าในพื้นที่การผลิตจริง จะพบว่าทิศทางการไหลของอากาศเปลี่ยนไปตามแบบจำลอง ดังรูป 3.31



รูปที่ 3.31 ภาพแสดงการเปรียบเทียบทิศทางของอากาศระหว่างแบบจำลอง

และภาพจริงของกล่องพัดลมระบายอากาศ

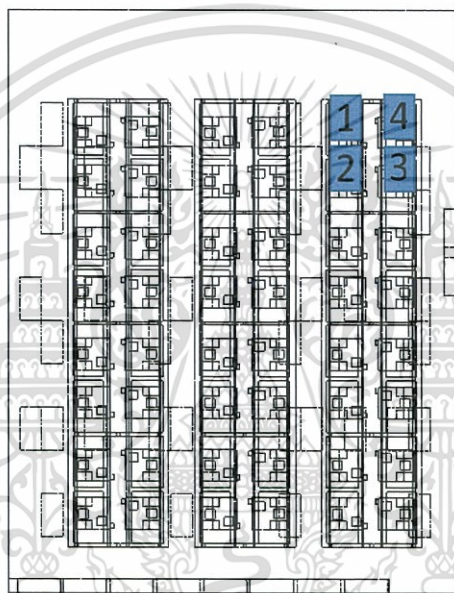
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

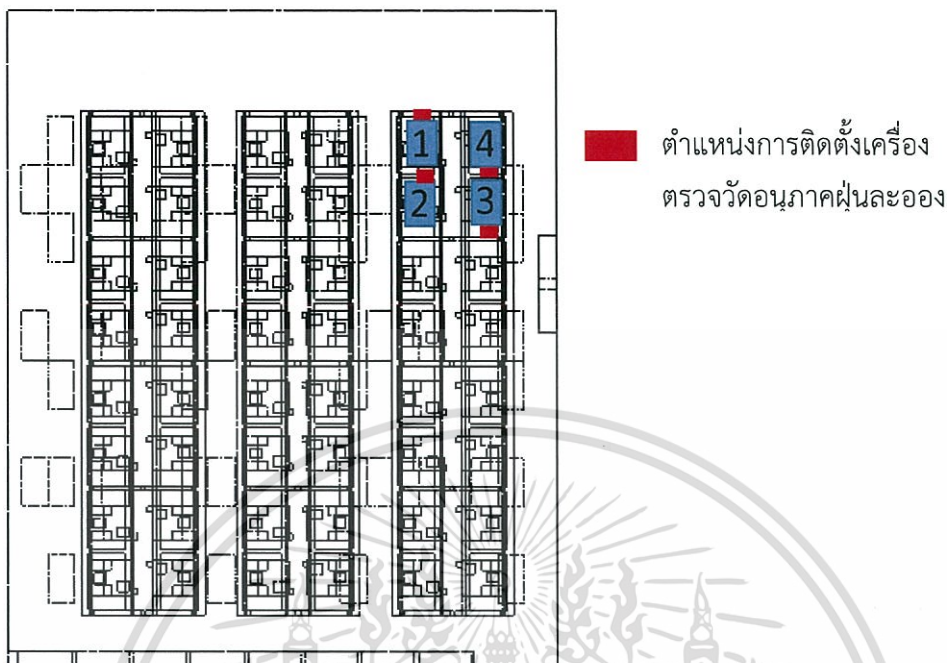
ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง หลังจากการติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว โดยจะทดสอบในส่วนของ การตรวจวัดจำนวนอนุภาคฝุ่นละอองบริเวณพื้นที่การปฏิบัติงาน เป็นหลัก

โดยได้มีการติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศที่ได้มีการปรับปรุงแล้วจำนวน 4 กล่อง ตำแหน่งในการติดตั้งแสดงดังภาพ 4.1



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงตำแหน่งการติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศที่ปรับปรุงแล้ว

ซึ่งตำแหน่งของการตรวจวัดจำนวนของอนุภาคฝุ่นละอองจะวัดบริเวณด้านข้างของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าในแต่ละเครื่อง ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงตำแหน่งการติดตั้งเครื่องตรวจวัดอนุภาคฝุ่น

ซึ่งในการตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละอองจะทำการวัดก่อนและหลังการติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว เพื่อเป็นการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการวัดอนุภาคฝุ่นละอองจะใช้เครื่องวัดอนุภาคฝุ่นละออง Lasair III ซึ่งเครื่องจะดูดอากาศปริมาตร 1 ลูกบาศก์ฟุตต่อนาที โดยจะทำการวัดครั้งละ 1 นาที จำนวน 10 ครั้ง ในแต่ละตำแหน่ง โดยเครื่องสามารถวัดอนุภาคฝุ่นละออง ขนาด 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1, 5 ไมโครเมตรได้แต่จะสนใจแค่ขนาด 0.3 และ 0.5 ไมโครเมตร โดยขนาด 0.3 ไมโครเมตรจะต้องไม่เกิน 300 อนุภาค และขนาด 0.5 ไมโครเมตรจะต้องไม่เกิน 100 อนุภาค



รูปที่ 4.3 ภาพเครื่องตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละออง Lasair III

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ 1

ก่อนปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ตาราง 4.1 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 1 ก่อนปรับปรุงพัดลมระบาย

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/15/2016	14:06:34	1.00	357	149	99	39	9	1
11/15/2016	14:07:34	1.00	333	116	72	29	9	0
11/15/2016	14:08:34	1.00	373	135	89	25	2	1
11/15/2016	14:09:34	1.00	403	163	106	35	3	0
11/15/2016	14:10:34	1.00	503	254	179	29	7	0
11/15/2016	14:11:34	1.00	242	68	38	5	1	0
11/15/2016	14:12:34	1.00	240	64	43	14	6	0
11/15/2016	14:15:02	1.00	351	129	82	32	12	0
11/15/2016	14:16:02	1.00	413	175	139	35	12	0
11/15/2016	14:17:02	1.00	341	131	73	30	14	0
		AVG	355.6	138.4	92	27.3	7.5	0.2
		MAX	503	254	179	39	14	1

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 179 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 92 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 42.44

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 39 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 27.30 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 10.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ

ตาราง 4.2 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 1 หลังปรับปรุงพัฒนา

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/16/2016	9:33:42	1.00	450	156	83	17	6	0
11/16/2016	9:34:42	1.00	589	242	132	21	5	0
11/16/2016	9:37:42	1.00	466	142	62	8	3	0
11/16/2016	9:38:42	1.00	373	126	65	9	1	0
11/16/2016	9:40:42	1.00	497	153	78	14	1	0
11/16/2016	9:41:42	1.00	492	190	107	18	3	0
11/16/2016	9:46:53	1.00	376	129	76	16	4	0
11/16/2016	9:47:53	1.00	191	65	40	16	5	0
11/16/2016	9:48:53	1.00	206	63	28	3	0	0
11/16/2016	9:49:53	1.00	193	69	39	5	0	0
		AVG	383.3	133.5	71	12.7	2.8	0
		MAX	589	242	132	21	6	0

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 132 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 71 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 31.95

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 21 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 12.70 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 6.04

นำค่าเฉลี่ยอนุภาคฝุ่นละอองก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศมาเปรียบเทียบ

ตาราง 4.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 1

ก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ

ขนาด	ก่อน	หลัง	จำนวนอนุภาคที่ลดลง (%)
0.3 ไมโครเมตร	92	71	23
0.5 ไมโครเมตร	27.3	12.7	53

พบว่าในตำแหน่งที่ 1 อนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 23 เปอร์เซ็นต์
และขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 53 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ 2

ก่อนปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ตาราง 4.4 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 2 ก่อนปรับปรุงพัดลมระบาย

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/15/2016	14:19:29	1.00	162	60	32	9	1	0
11/15/2016	14:20:29	1.00	238	118	99	28	4	1
11/15/2016	14:21:29	1.00	153	50	28	7	2	0
11/15/2016	14:22:29	1.00	217	78	52	15	4	0
11/15/2016	14:23:29	1.00	193	59	39	9	2	0
11/15/2016	14:24:29	1.00	166	46	21	3	1	0
11/15/2016	14:25:29	1.00	258	108	67	6	2	0
11/15/2016	14:26:29	1.00	174	45	27	5	3	0
11/15/2016	14:27:29	1.00	171	53	33	12	3	0
11/15/2016	14:28:29	1.00	212	67	41	15	4	0
		AVG	194.4	68.4	43.9	10.9	2.6	0.1
		MAX	258	118	99	28	4	1

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 99 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 43.90 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 23.55

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 28 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 10.90 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 7.23

หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ

ตาราง 4.5 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 2 หลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/16/2016	9:53:56	1.00	130	34	17	2	0	0
11/16/2016	9:54:56	1.00	81	17	10	1	0	0
11/16/2016	9:55:56	1.00	147	37	19	5	3	0
11/16/2016	9:56:56	1.00	122	42	23	1	0	0
11/16/2016	9:59:56	1.00	95	22	3	2	0	0
11/16/2016	10:02:17	1.00	132	38	24	5	0	0
11/16/2016	10:03:17	1.00	112	43	26	3	0	0
11/16/2016	10:04:17	1.00	60	20	12	5	1	0
11/16/2016	10:05:17	1.00	129	37	18	1	0	0
11/16/2016	10:06:17	1.00	58	15	9	0	0	0
		AVG	106.6	30.5	16.1	2.5	0.4	0
		MAX	147	43	26	5	3	0

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 26 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 16.10 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 7.43

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 5 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 2.50 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 1.90

นำค่าเฉลี่ยอนุภาคฝุ่นละอองก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศมาเปรียบเทียบ

ตาราง 4.6 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 2

ก่อนและหลังปรับปรุงพัฒนาบรรยากาศ

ขนาด	ก่อน	หลัง	จำนวนอนุภาคที่ลดลง (%)
0.3 ไมโครเมตร	43.9	16.1	63
0.5 ไมโครเมตร	10.9	2.5	77

พบว่าในตำแหน่งที่ 1 อนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 63 เปอร์เซ็นต์
และขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 77 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ 3

ก่อนปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ตาราง 4.7 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 3 ก่อนปรับปรุงพัดลม

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/15/2016	14:34:32	1.00	139	71	43	9	4	0
11/15/2016	14:35:32	1.00	113	57	38	15	4	0
11/15/2016	14:38:34	1.00	136	50	37	10	1	0
11/15/2016	14:40:19	1.00	166	74	55	14	5	0
11/15/2016	14:41:19	1.00	153	72	46	8	1	0
11/15/2016	14:42:19	1.00	146	66	51	9	2	0
11/15/2016	14:43:19	1.00	148	65	38	19	6	0
11/15/2016	14:47:19	1.00	175	84	52	12	1	0
11/15/2016	14:49:19	1.00	203	102	75	14	0	0
11/15/2016	14:50:38	1.00	497	347	314	25	1	0
		AVG	187.6	98.8	74.9	13.5	2.5	0
		MAX	497	347	314	25	6	0

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 314 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 74.90 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 84.77

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 25 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 13.50 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 5.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ตาราง 4.8 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 3 หลังปรับปรุงพัดลม

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/16/2016	10:10:04	1.00	136	45	21	5	1	0
11/16/2016	10:12:04	1.00	111	41	27	4	0	0
11/16/2016	10:13:04	1.00	94	31	20	2	0	0
11/16/2016	10:15:04	1.00	130	43	24	4	1	0
11/16/2016	10:16:04	1.00	98	27	21	5	2	0
11/16/2016	10:17:04	1.00	76	23	12	3	0	0
11/16/2016	10:18:04	1.00	91	33	10	0	0	0
11/16/2016	10:19:20	1.00	91	26	9	1	0	0
11/16/2016	10:20:20	1.00	110	45	27	3	0	0
11/16/2016	10:21:20	1.00	90	28	10	0	0	0
		AVG	102.7	34.2	18.1	2.7	0.4	0
		MAX	136	45	27	5	2	0

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 27 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 18.10 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 7.19

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 5 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 2.70 อนุภาค
ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 1.89

นำค่าเฉลี่ยอนุภาคฝุ่นละอองก่อนและหลังปรับปรุงพัดลมระบายอากาศมาเปรียบเทียบ

ตาราง 4.9 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 3

ก่อนและหลังปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ขนาด	ก่อน	หลัง	จำนวนอนุภาคที่ลดลง (%)
0.3 ไมโครเมตร	74.9	18.1	76
0.5 ไมโครเมตร	13.5	2.7	80

พบว่าในตำแหน่งที่ 1 อนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 76 เปอร์เซ็นต์
และขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 80 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งที่ 4

ก่อนปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ตาราง 4.10 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 4 ก่อนปรับปรุงพัดลม

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/15/2016	14:56:12	1.00	349	134	60	10	4	0
11/15/2016	14:57:12	1.00	409	141	77	12	1	0
11/15/2016	14:59:12	1.00	354	118	65	17	3	0
11/15/2016	15:00:12	1.00	399	166	104	41	9	0
11/15/2016	15:01:12	1.00	502	210	152	47	7	0
11/15/2016	15:02:12	1.00	494	173	106	26	8	0
11/15/2016	15:04:12	1.00	517	207	120	23	1	0
11/15/2016	15:06:52	1.00	509	203	123	31	4	0
11/15/2016	15:07:52	1.00	378	140	86	27	7	0
11/15/2016	15:08:52	1.00	526	183	104	28	4	0
		AVG	443.7	167.5	99.7	26.2	4.8	0
		MAX	526	210	152	47	9	0

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 152 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 99.70 อนุภาค

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 28.38

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 47 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 26.20 อนุภาค

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 11.73

หลังปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ตาราง 4.11 ตารางแสดงการวัดอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 4 หลังปรับปรุงพัดลม

Sample Date	Sample Time	Sample Volume	Cumulative					
			0.1 u	0.2 u	0.3 u	0.5 u	1 u	5 u
11/16/2016	10:23:40	1.00	93	44	24	2	0	0
11/16/2016	10:24:40	1.00	97	34	19	4	3	0
11/16/2016	10:25:40	1.00	71	28	19	2	0	0
11/16/2016	10:26:40	1.00	80	29	13	2	0	0
11/16/2016	10:27:40	1.00	89	26	8	0	0	0
11/16/2016	10:28:40	1.00	109	31	19	2	1	0
11/16/2016	10:29:40	1.00	156	57	30	2	1	0
11/16/2016	10:30:40	1.00	115	42	15	1	0	0
11/16/2016	10:31:40	1.00	126	42	25	3	0	0
11/16/2016	10:32:40	1.00	59	14	8	1	0	0
		AVG	99.5	34.7	18	1.9	0.5	0
		MAX	156	57	30	4	3	0

อนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 30 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 18 อนุภาค

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 7.20

อนุภาคขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีมากที่สุด 4 อนุภาค ค่าเฉลี่ย 1.90 อนุภาค

ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 1.10

นำค่าเฉลี่ยอนุภาคฝุ่นละอองก่อนและหลังปรับปรุงพัดลมระบายอากาศมาเปรียบเทียบ

ตาราง 4.12 ตารางแสดงการเปรียบเทียบอนุภาคฝุ่นละอองของตำแหน่งที่ 4

ก่อนและหลังปรับปรุงพัดลมระบายอากาศ

ขนาด	ก่อน	หลัง	จำนวนอนุภาคที่ลดลง (%)
0.3 ไมโครเมตร	99.7	18	82
0.5 ไมโครเมตร	26.2	1.9	93

พบว่าในตำแหน่งที่ 1 อนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 82 เปอร์เซ็นต์ และขนาด 0.5 ไมโครเมตร มีจำนวนลดลง 93 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้ จะกล่าวสรุปผลการทดลองต่างๆ ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นระหว่างทำการวิจัย รวมถึงข้อเสนอแนะที่สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดของโครงการ

5.1 สรุปผลการทดลอง

หลังจากทำการปรับปรุงพัดลมระบายอากาศบริเวณหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า ผลการทดลองในส่วนของการตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละออง มีค่าเฉลี่ยจากการตรวจวัดอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตร ในตำแหน่งที่ 1 ของการตรวจวัด ลดลง 23 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งที่ 2 ลดลง 63 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งที่ 3 ลดลง 76 เปอร์เซ็นต์ และตำแหน่งที่ 4 ลดลง 82 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับจากการตรวจวัดทั้ง 4 ตำแหน่ง พบว่ามีค่าสูงสุดของอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.3 ไมโครเมตรที่วัดได้เท่ากับ 132 อนุภาค และค่าที่วัดได้น้อยสุดเท่ากับ 26 อนุภาค ซึ่งค่านี้ไม่เกินมาตรฐานกำหนด โดยถ้าอยู่ภายใต้เครื่องกรองอากาศจะสามารถมีอนุภาคขนาด 0.3 ไมโครเมตรได้ไม่เกิน 300 อนุภาค เช่นเดียวกับอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.5 ไมโครเมตร ซึ่งจากผลการตรวจวัดในตำแหน่งที่ 1 ลดลง 53 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งที่ 2 ลดลง 77 เปอร์เซ็นต์ ตำแหน่งที่ 3 ลดลง 80 เปอร์เซ็นต์ และตำแหน่งที่ 4 ลดลง 93 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับจากการตรวจวัดทั้ง 4 ตำแหน่ง พบว่ามีค่าสูงสุดของอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.5 ไมโครเมตรที่วัดได้เท่ากับ 21 อนุภาคและค่าที่วัดได้น้อยสุดเท่ากับ 4 อนุภาค ซึ่งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ โดยถ้าอยู่ภายใต้เครื่องกรองอากาศจะสามารถมีอนุภาคฝุ่นละอองขนาด 0.5 ไมโครเมตรได้ไม่เกิน 100 อนุภาค กล่าวโดยสรุปได้ว่า วิธีการทดลองปรับเปลี่ยนทิศทางการไหลของอากาศที่ออกมาจากพัดลมระบายอากาศบริเวณหลังเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าโดยใช้วิธีตัดแปลงกล่องพัดลมระบายอากาศ สามารถลดจำนวนอนุภาคฝุ่นละอองในบริเวณพื้นที่การผลิตของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าได้จริง ทำให้สามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนในพื้นที่ยังทำงานของเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าได้

การปรับปรุงด้วยวิธีวิธีการแก้ไขแบบเดิมที่ต้องเปลี่ยนเครื่องจักรใหม่เสียค่าใช้จ่ายในการปรับปรุงเครื่องละ 5 ล้านบาท เปรียบเทียบกับการปรับปรุงกล่องพัดลมระบายอากาศที่เสียค่าใช้จ่ายกล่องละ 1,450 บาท ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายน้อยกว่ามาก และยังสามารถลดความเสี่ยงที่จะเกิดการปนเปื้อนที่เกิดกับชิ้นงาน ทำให้ชิ้นเสียหายน้อยลง สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการเกิดความเสียหายจากชิ้นงานได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

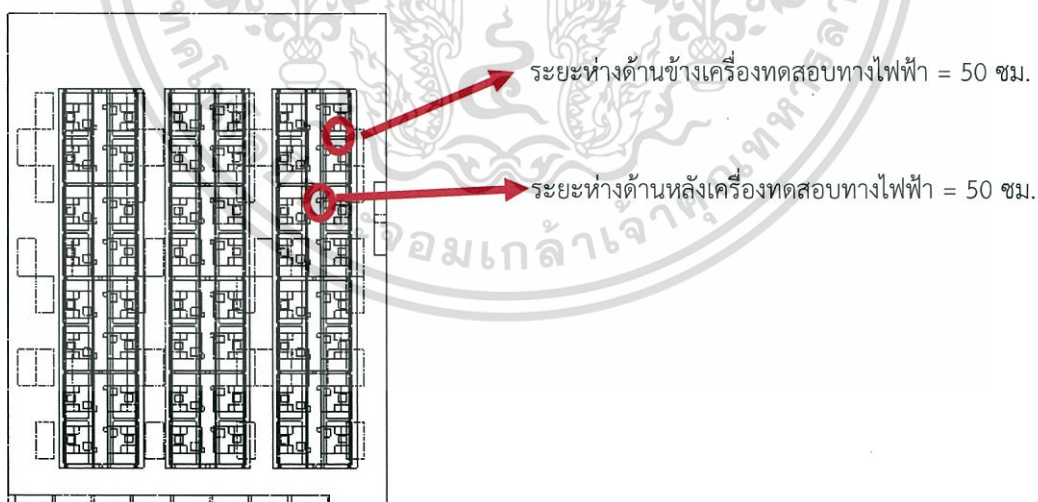
5.2.1 ปัญหาในการติดตั้ง ไม่สามารถหยุดการผลิตเพื่อติดตั้งกล่องพัดลมระบายอากาศได้ต้องรอให้ถึงเวลาปิดเครื่อง ซึ่งทำให้เสียเวลาในการติดตั้งไม่สามารถทำได้ทันที

5.2.2 ปัญหาในส่วนของแผนผังการวางเครื่องจักร เครื่องจักรในพื้นที่การผลิตจริงไม่ตรงกับแผนผัง ซึ่งการทำแบบจำลองนั้นจะอ้างอิงตามแผนผัง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนระหว่างแบบจำลองกับการวัดค่าจริงได้

5.2.3 การดำเนินการปรับปรุงเป็นไปได้อย่างจำกัด ซึ่งข้อจำกัดคือ จำนวนชิ้นงานที่สามารถผลิตได้ ซึ่งเมื่อมีการดำเนินการปรับปรุง บางส่วนจำเป็นจะต้องมีการหยุดการผลิต ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถผลิตจำนวนชิ้นงานตามที่ต้องการได้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

จากการที่ได้ศึกษาทิศทางการไหลของอากาศบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า ทำให้ทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นและได้ดำเนินการแก้ปัญหาไปแล้วนั้น ยังมีอีกหนึ่งปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของอากาศและการระบายอนุภาค คือ ระยะห่างระหว่างเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า โดยในรูปแบบของ Group#1 ที่ได้ทำการศึกษามาแล้วนั้น มีระยะห่างระหว่างเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า ด้านข้าง คือ 50 เซนติเมตร และ ด้านหลังเท่ากับ 50 เซนติเมตรเช่นกัน



รูปที่ 5.1 ภาพแสดงระยะห่างระหว่างเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า แบบ Group#1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจากการได้ศึกษาเบื้องต้นด้วยวิธีสร้างแบบจำลอง (simulation) โดยทำการทดลองปรับเปลี่ยนระยะห่างระหว่างเครื่องทดสอบ พบว่า หากทำการปรับเปลี่ยนระยะห่างด้านข้างเครื่องทดสอบทางไฟฟ้า จาก 50 เซนติเมตร เป็น 70 เซนติเมตร แล้วพบว่า อนุภาคฝุ่นละอองที่ตรวจจับได้จากการจำลองการปล่อยอนุภาค ลดลงถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถ้านำผลจากการทดลองนี้ประกอบกับการปรับปรุงกล่องพัดลมระบายอากาศ ไปปรับปรุงเพิ่มเติมจะทำให้ทิศทางการไหลของอากาศบริเวณเครื่องทดสอบทางไฟฟ้าดีขึ้นและอนุภาคฝุ่นละอองมีจำนวนลดลง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิเศษ วรित्रางกุล. 2557. “สภาวะที่เหมาะสมของระบบฆ่าเชื้อโรคด้วยรังสีอัลตราไวโอเล็ตในห้องแยกโรคผู้ป่วยติดเชื้อฉวยโรค.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
- [2] จอมภพ แววศักดิ์. (2549). **พลศาสตร์ของไหลเชิงคำนวณ**. ค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2559, จาก <http://kb.tsu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/126/1/article%204.pdf>
- [3] วีระยุทธ หล้าอมรชัยกุล. (2557). **การคำนวณผลทางพลศาสตร์ของไหล**. ค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2558, จาก [http://www.kmitl.ac.th/lej/PDFjournal57/Volume31_No4_DEC2557_\(1\).pdf](http://www.kmitl.ac.th/lej/PDFjournal57/Volume31_No4_DEC2557_(1).pdf)
- [4] **ANSYS Fluent Theory Guide**. (2556). ค้นเมื่อ 21 พฤศจิกายน 2559, จาก <https://uiuc-cse.github.io/me498cm-a15/lessons/fluent/refs/ANSYS%20Fluent%20Theory%20Guide.pdf>



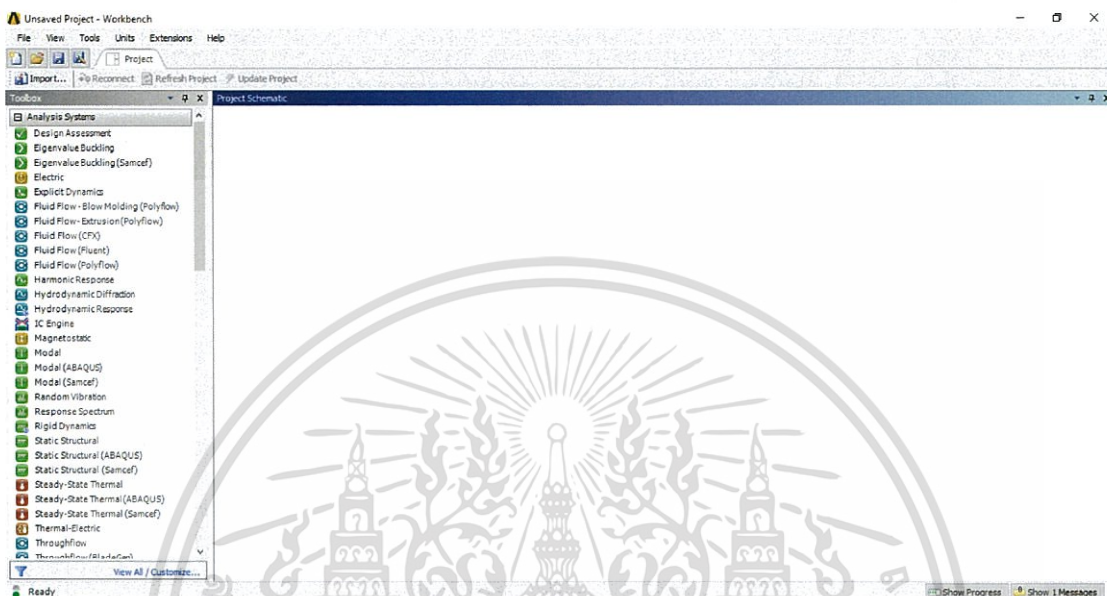
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



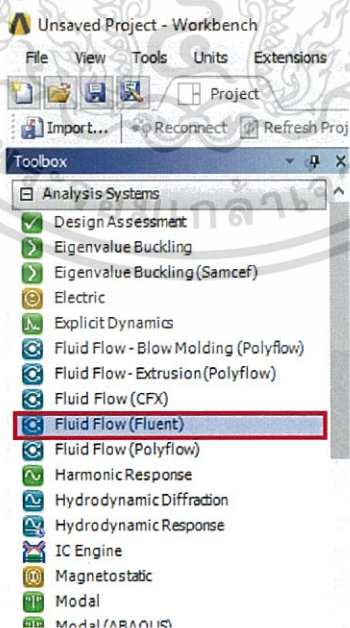
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนนี้จะเป็นการแนะนำการใช้งานเบื้องต้นสำหรับโปรแกรม ANSYS FLUENT 2016 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1.เปิดหน้า workbench ในโปรแกรม ANSYS FLUENT 2016

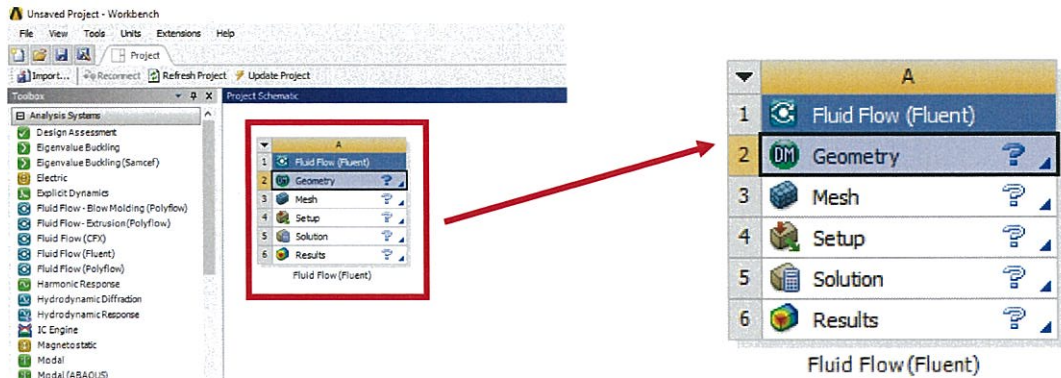


2.ดับเบิลคลิกที่ Fluid Flow (Fluent)

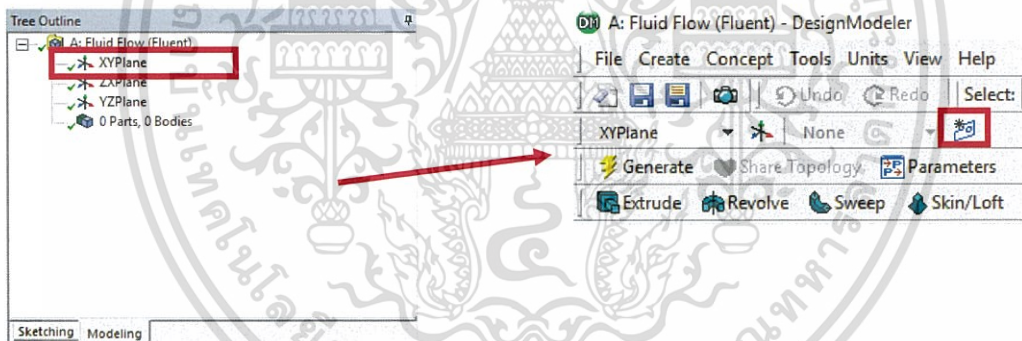


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

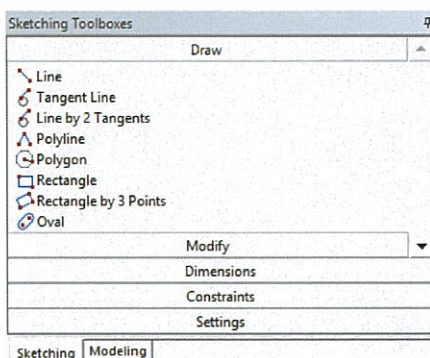
3. ในหน้า workbench ดับเบิลคลิกที่ Geometry ตำแหน่ง A2 เพื่อเปิดโปรแกรม Design Modeler



4. ในโปรแกรม Design Modeler ทำการวาด CAD Model โดยคลิกที่ XY Plane ใน Tree Outline แล้วเลือก New sketch แอปเครื่องมือ

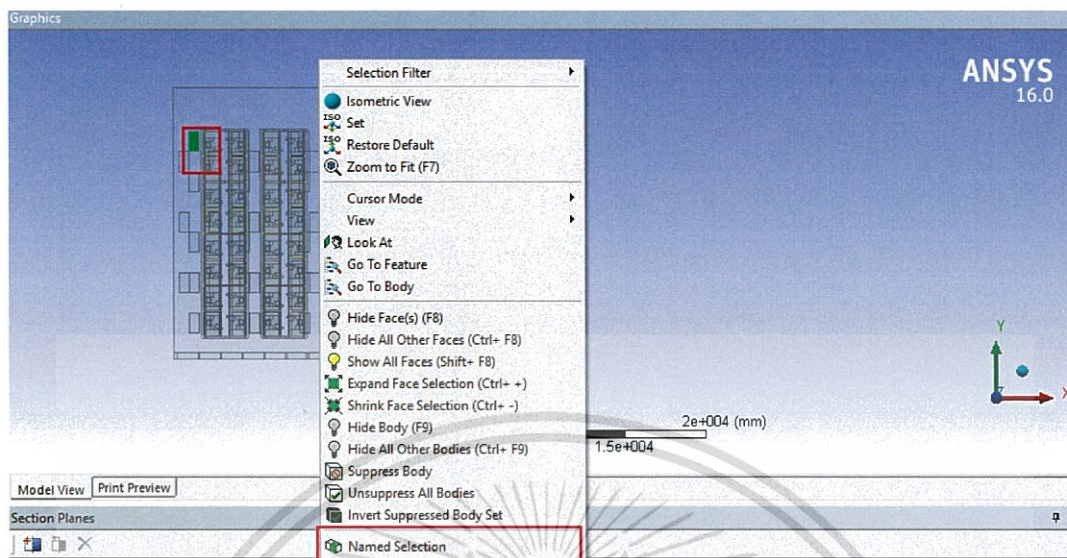


5. ใช้เครื่องมือในหน้า sketching toolboxes ทำการวาด Model ที่ต้องการทำการคำนวณ

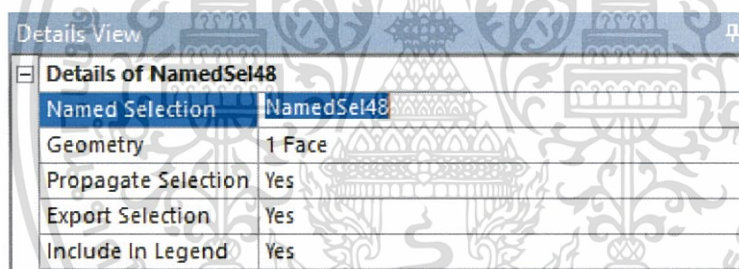


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการตั้งชื่อในตำแหน่ง Inlet และ Outlet โดยคลิกซ้ายเลือก surface ที่ต้องการ ทำการกดคลิกขวาเลือก Name Selection

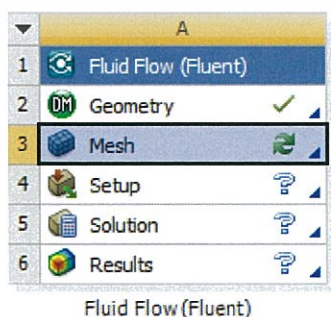


ตั้งชื่อบริเวณที่เลือกในหน้า Details View



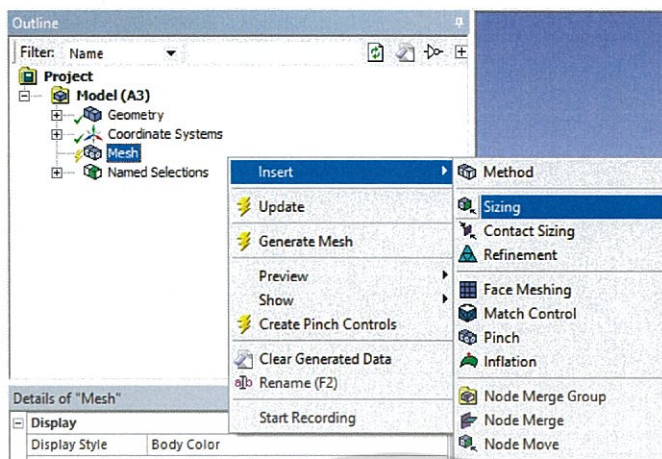
7. ปิดโปรแกรม Design Modeler

8. ดับเบิ้ลคลิกที่ Mesh ในตำแหน่ง A3 เพื่อเปิดโปรแกรม Meshing



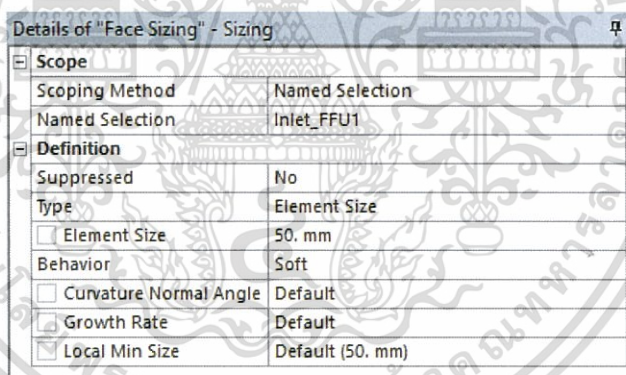
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ในโปรแกรม Meshing ที่หน้าต่าง Outline คลิกขวาที่ mesh >>> insert >>> sizing



ในหน้าต่าง Details of sizing

- Scoping Method >>> Named Selection
- Named Selection >>> (เลือกชื่อที่ต้องการทำ sizing)
- Element size >>> (กำหนดขนาดของ sizing)

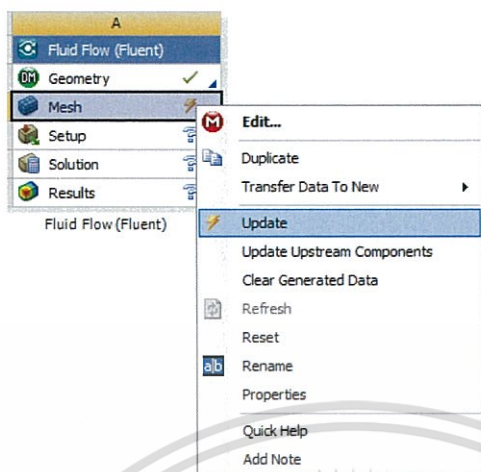


การทำ sizing คือการกำหนดขนาดของ mesh ในพื้นที่หรือบริเวณใดบริเวณหนึ่ง ซึ่งสามารถกำหนดขนาดให้ใหญ่หรือเล็กกว่าบริเวณอื่นๆได้ เหมาะสำหรับการกำหนดความละเอียดของ mesh ในตำแหน่งที่ต้องการควบคุมอย่างสูง โดยจะกำหนดให้มีความละเอียดของ mesh สูงกว่าบริเวณอื่น วิธีการนี้จะใช้ทรัพยากรของเครื่องคอมพิวเตอร์น้อยกว่าการ mesh ละเอียดทั้ง Model

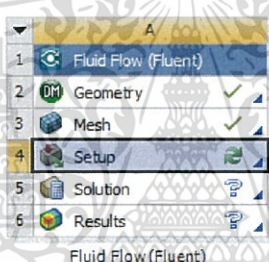
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. กด Generate Mesh และกดปิดโปรแกรม

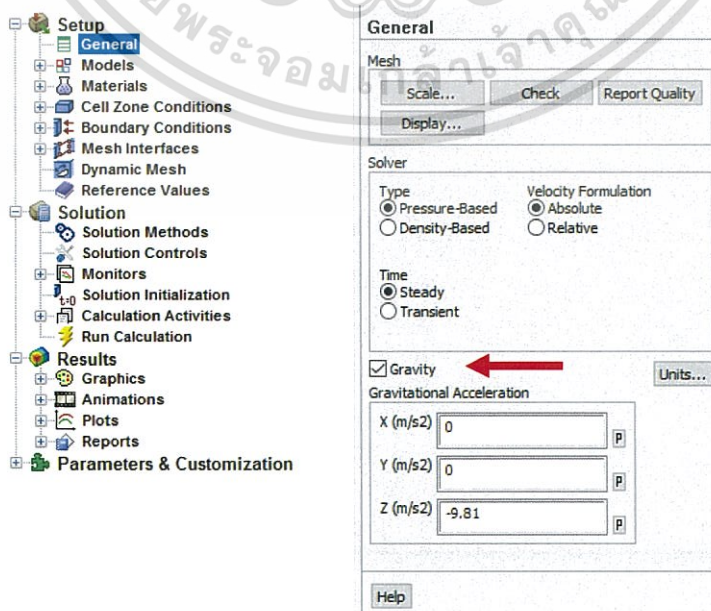
11. ในหน้า workbench กดคลิกขวาที่ Mesh ในตำแหน่ง A3 เลือก Update



12. ดับเบิลคลิกที่ Setup ตำแหน่ง A4 เพื่อเปิดหน้าต่าง Setup

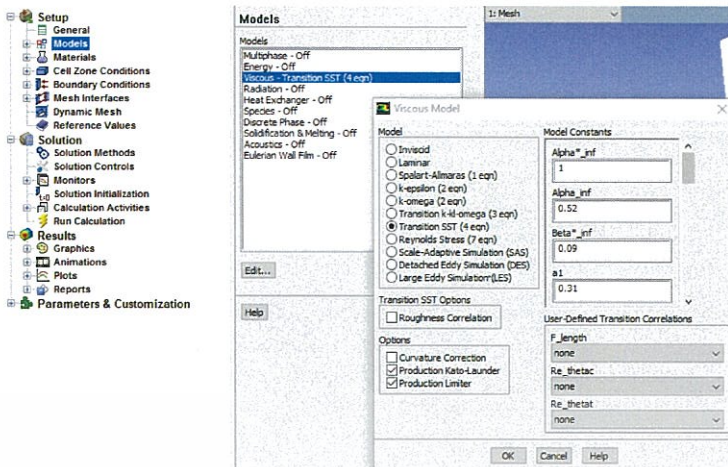


13. ในหน้าต่าง Setup เลือก General ทำเครื่องหมายถูกหน้า Gravity ใส่ค่าแรงโน้มถ่วงตามแนวแกนใน Model



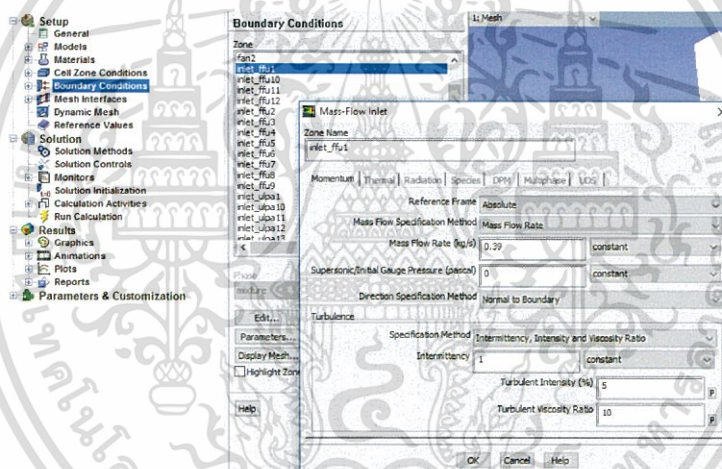
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

14. ในหน้าต่าง Setup เลือก Model >>> Viscous >>> เลือก Model ที่จะใช้ในการคำนวณ

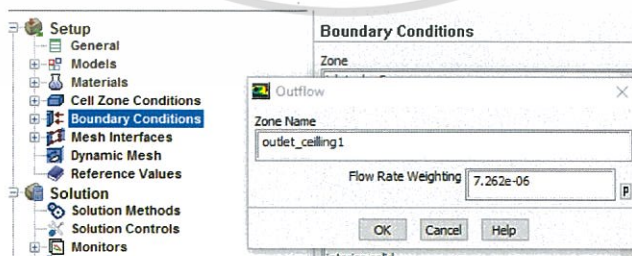


15. ในหน้าต่าง Setup เลือก Boundary Conditions ใส่ค่า Inlet และ Outlet

- Inlet ในการทดลองนี้จะใส่ค่าเป็น mass flow rate (อัตราการไหลของอากาศ)

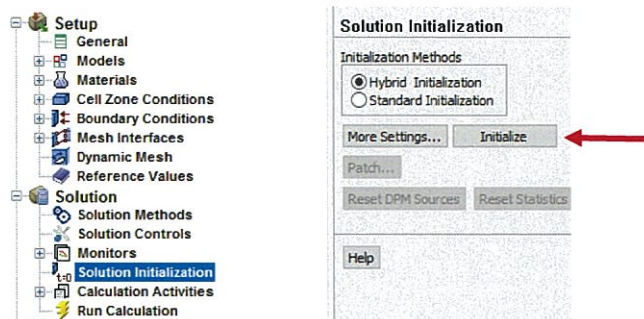


- Outlet ในการทดลองนี้จะใส่ค่าเป็น Outflow



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

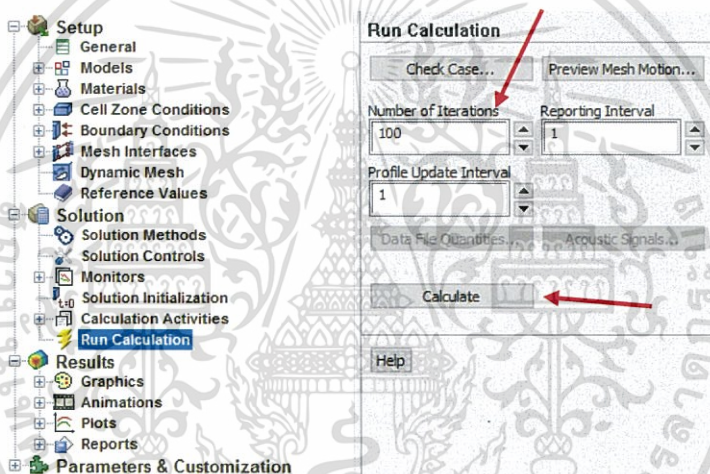
16. ในหน้าต่าง Setup เลือก Solution Initialization กด Initialize



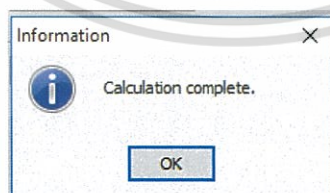
17. ในหน้าต่าง Setup เลือก Run Calculation

- ใส่ค่ารอบการคำนวณ Number of Iterations

- กด Calculate

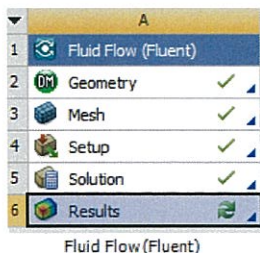


18. กดตกลงเมื่อการคำนวณเสร็จ แล้วปิดหน้าต่าง Setup

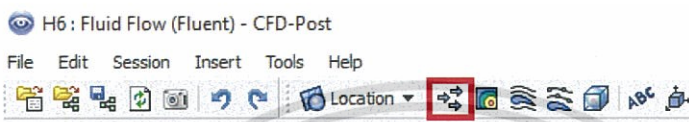


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

19. ดับเบิลคลิกที่ Results ตำแหน่ง A6 เพื่อเปิดโปรแกรม CFD-Post



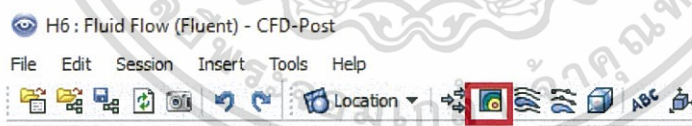
20. ในโปรแกรม CFD-Post เลือกใช้คำสั่ง Vector ในแถบเครื่องมือ เพื่อดูทิศทางการไหลของอากาศ



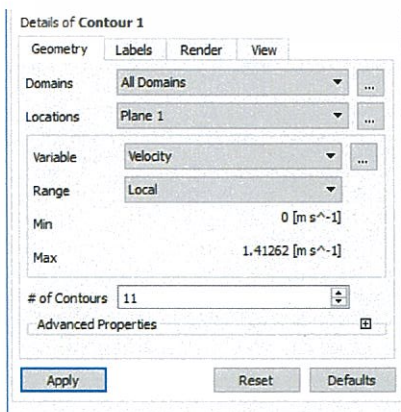
- ตัวอย่างการแสดงผลการไหลของอากาศด้วย Vector



21. ในโปรแกรม CFD-Post เลือกใช้คำสั่ง Contour ในแถบเครื่องมือ เพื่อดูแถบสี แสดงค่าต่างๆ



- Details of Contour



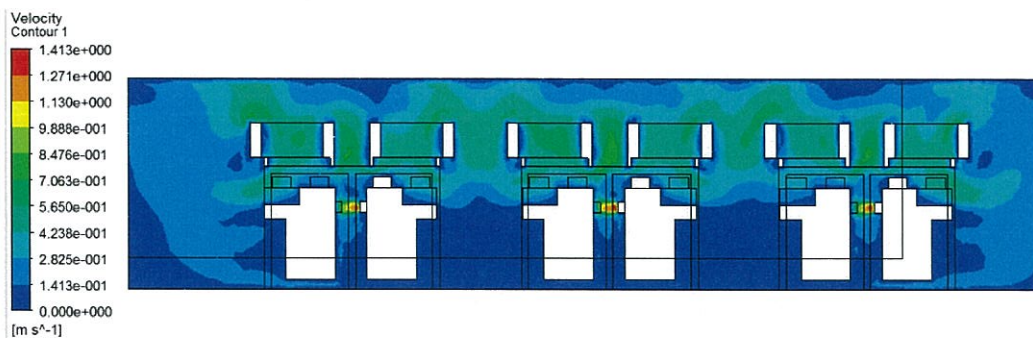
Location >>> Plane1 (บริเวณที่จะแสดง Contour)

Variable >>> Velocity (เลือกค่าที่จะแสดงแถบสี)

Range >>> Local

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวอย่างการแสดงผลเส้นความเร็วของอากาศจาก Contour



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล

นายพลเศรษฐ์ แก้วขาว

วัน เดือน ปีเกิด

10 กันยายน 2537

ที่อยู่

12 ม.4 ต.เสมา อ.สูงเนิน จ.นครราชสีมา
30170

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2555 จบมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6

แผนกวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์

โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย

Tel. 095-6090931

Email : pklespaul@gmail.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้